«QUYMAKORLIK VA METALLARGA ISHLOV BERISH SOHASIDA ENERGIYA VA RESURSLARNI TEJASHGA YO‘NALTIRILGAN INNOVATSIYALAR»
mavzusidagi xalqaro miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik anjuman

Международная научная и научно-техническая конференция
«ИННОВАЦИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ОБЛАСТИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ»

International scientific and scientific-technical conference on
«INNOVATIONS AIMED AT ENERGY AND RESOURCE SAVINGS IN THE FIELD OF CASTING AND METAL PROCESSING»



TOSHKENT – 2026

УЎК: 620.98.
КБК 31.19

“Quymakorlik va metallarga ishlov berish sohasida energiya va resurslarni tejashga yo‘naltirilgan innovatsiyalar”, “Инновации, направленные на экономию энергии и ресурсов в области литья и обработки металлов”, “Innovations aimed at energy and resource savings in the field of casting and metal processing” – T.: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2026, 336 bet.

ISBN: 978-9910-01-787-2

ISBN: 978-9910-01-787-2

© «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2026.

Anjumanning tashkil etilishi va o‘tkazilishi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Ma’muriy islohotlar doirasida oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar sohasida davlat boshqaruvini samarali tashkil qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida” 2023-yil 4-iyuldagi PQ-200 Qarori 9-bandida belgilangan topshiriqlar, Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2026-yil 16-yanvardagi 11-son buyrug‘iga asosan Toshkent davlat texnika universiteti tomonidan Xarbin muhandislik universiteti (Xitoy Xalq Respublikasi), Shinjon universiteti (Xitoy Xalq Respublikasi), Turin politexnika universiteti (Italiya), O‘zbekiston-Yaponiya yoshlar innovatsiya markazi va Belarus milliy texnika universiteti (Belarus Respublikasi) hamkorligida amalga oshirilmoqda.

Anjuman mashinasozlik sohasining asosi hisoblangan quymakorlik va metallarga ishlov berish sohasida tajriba almashinish, shuningdek, energiya va resurs tejamkorligini ta’minlash borasida ilmiy tadqiqot ishlarining yutuqlarini, innovatsion g‘oyalarni, texnologik yangiliklarni, ishlab chiqarish samaradorligi va sifatini hamda atrof-muhit ekologiyasiga bo‘lgan salbiy ta’sirini kamaytirish usullarini tahlil qilishga bag‘ishlangan.

Anjuman ishida dunyoning 9 mamlakati, jumladan Angliya, Germaniya, Italiya, Yaponiya, Turkiya, Rossiya, Xitoy, Belarus, Qozog‘iston, Tojikiston, Qirgiziston va O‘zbekistondan 160 dan ziyod ilmiy ishlarining muhokamasi rejalashtirilgan. “Quymakorlik va metallarga ishlov berish sohasida energiya va resurslarni tejashga yo‘naltirilgan innovatsiyalar” Xalqaro ilmiy-texnik anjumanining sho‘balari:

1. Quymakorlikda qo‘llaniladigan konstruksion va kompozitsion materiallar, 3D va IT texnologiyalar.
2. Metallar texnologiyalari, qora va rangli metall qotishmalaridan quyma mahsulotlar olish texnologiyalari.
3. Nazariy mexanika va quymakorlik sohasida mexanika muammolari.
4. Mashinasozlikda innovatsion energiya va resurstejamkor texnologiyalar.
5. Zamonaviy materialshunoslikning dolzarb muammolari.
6. Payvandlash texnologiyasi, metallarga termik va bosim ostida ishlov berish.
7. Metallurgiyaning dolzarb muammolari.
8. Ekologiya va atrof muhitni muhofaza qilish.

Anjumanning asosiy vazifalaridan bakalavr talabalarini quymakorlik texnologiyalari va metallarga ishlov berish yo‘nalishida olib borilayotgan ilmiy tadqiqot ishlariga jalb etish, ishlab chiqarish korxonalarining ilmiy tadqiqot ishlariga bo‘lgan qiziqishini orttirish, ilm bilan ishlab chiqarish integratsiyasini kengaytirish maqsadida o‘quv, ilmiy tadqiqot muassasalari va ishlab chiqarish korxonalari o‘rtasidagi aloqalarni mustahkamlash hisoblanadi. Anjumanni o‘tkazish jarayonida ishlab chiqarishning quymakorlik va metallarga ishlov berish sohasiga oid dolzarb muammolari aniqlashtiriladi, shu sababli, ishlab chiqarishning ilmiy muammolar bazasi shakllanadi va yangilanadi, ilmiy ishlanmalarning potensial iste’molchilari aniqlanadi hamda O‘zbekiston va chet el hamkor mamlakatlardagi iqtisodiyotning real sektorining ishlab chiqarish muammolarini yechishga ilmiy maktablarning imkoniyatlari aniqlanadi. Muzokara va muhokamalar jarayonida ilmiy izlanishlar o‘tkazish uchun potensial hamkorlar aniqlanadi va hamkorlikdagi Xalqaro ilmiy loyihalar doirasini kengaytirish imkoniyatlari paydo bo‘ladi.

The organization and holding of the conference is carried out in accordance with the tasks specified in paragraph 9 of the decision PQ-200 of July 4, 2023 of the President of the Republic of Uzbekistan "On measures for the effective organization of state management in the field of higher education, science and innovation within the framework of administrative reforms", according to the order of the Ministry of Higher education, Science and Innovation No. 11 dated January 16, 2026, in cooperation with Harbin Engineering University (China), Xinjiang University (China), Turin Polytechnic University (Italy), Uzbek-Japan Innovation Center of Youth and Belarus National Technical University (Belarus) is being implemented by Tashkent State Technical University.

The conference is an exchange of experience in the field of foundry and metalworking, which is the basis of the mechanical engineering industry, as well as energy and is dedicated to the analysis of the achievements of scientific research, innovative ideas, technological innovations, production efficiency and quality, and methods of reducing the negative impact on environmental ecology in order to ensure resource saving.

The conference is scheduled to discuss more than 160 scientific papers from 9 countries, including England, Germany, Italy, Japan, China, Turkey, Russia, Belarus, Kazakhstan, Tajikistan, Kyrgyzstan and Uzbekistan. Sections of the international scientific and technical conference “Innovations aimed at energy and resource savings in the field of casting and metal processing”:

1. Constuction and composite materials used in foundry, 3D and IT technologies.
2. Metal technologies, technologies for obtaining cast products from ferrous and non-ferrous metal alloys.
3. Theoretical mechanics and mechanical problems in the field of foundry.
4. Innovative energy- and resource-saving technologies in mechanical engineering.
5. Current problems of modern materials science.
6. Welding technology, thermal and pressure processing of metals.
7. Current problems of metallurgy.
8. Ecology and environmental protection.

One of the main tasks of the conference is to attract undergraduate students to scientific research in the field of foundry technology and metalworking, to increase the interest of industrial enterprises in scientific research, to strengthen relations between educational and scientific research institutions and industrial enterprises in order to expand the integration of science and production. In the course of the conference, the actual problems of production related to the casting industry and metalworking will be identified, therefore, the base of scientific problems of production will be formed and updated, potential consumers of scientific developments will be determined, and the opportunities of scientific schools to solve production problems of the real sector of the economy in Uzbekistan and foreign partner countries will be determined. In the process of negotiations and discussions, potential partners will be identified for conducting scientific research and appeared opportunities to expand the scope of international scientific projects in cooperation.

Организация и проведение конференции осуществляется в соответствии с задачами, указанными в пункте 9 решения PQ-200 от 4 июля 2023 года «О мерах по эффективной организации государственного управления в сфере высшего образования, науки и инноваций», в рамках административных реформ», Согласно приказу №11 от 16 январь 2026 года Министерства Высшего образования, науки и инноваций, Ташкентский государственный технический университет совместно с Харбинским инженерным университетом (Китай), Синьцзянским университетом (Китай), Туринским Политехническим университетом (Италия), Узбекско-Японским молодёжным центром инновации и Белорусским национальным техническим университетом (Беларусь) проводит Международную научно-практическую конференцию.

Конференция представляет собой обмен опытом в области литейного производства и металлообработка, которое является основой машиностроительной отрасли, а также энергетики и посвящена анализу достижений научных исследований, инновационных идей, технологических инноваций, эффективности и качества производства и методам снижения негативного воздействия на экологию окружающей среды в целях обеспечения ресурсосбережения.

На конференции запланировано обсуждение более 160 научных работ из 9 стран мира, в том числе из Англии, Германии, Италии, Японии, Китая, Турция, России, Белоруссии, Казахстана, Таджикистана, Киргизии и Узбекистана. Секции международной научно-технической конференции «Инновации, направленные на экономию энергии и ресурсов в области литья и обработки металлов»:

1. Конструкционные и композиционные материалы, применяемые в литейном производстве, 3D и IT технологии.
2. Технологии металлов, технологии получения литых изделий из чёрных и цветных металлических сплавов.
3. Теоретическая механика и проблемы механики в области литейного производства.
4. Инновационные энерго- и ресурсосберегающие технологии в машиностроении.
5. Актуальные проблемы современного материаловедения.
6. Технология сварки, термическая и обработка металлов давлением.
7. Актуальные проблемы металлургии.
8. Экология и охрана окружающей среды.

Одной из основных задач конференции является привлечение студентов бакалавриата к научным исследованиям в области литейной технологии и металлообработка, повышение заинтересованности промышленных предприятий в научных исследованиях, укрепление связей между учебными и научно-исследовательскими учреждениями и промышленными предприятиями в целях расширения интеграция науки и производства. В ходе конференции будут выявлены актуальные проблемы производства, связанные с литейной отраслью и металлообработка, следовательно, будет сформирована и обновлена база научных проблем производства, определены потенциальные потребители научных разработок, а также возможности научных исследований: будут определены школы для решения производственных задач реального сектора экономики в Узбекистане и зарубежных странах-партнерах. В процессе переговоров и дискуссий определятся потенциальные партнеры для проведения научных исследований и появятся возможности для расширения сферы международных научных проектов сотрудничества.

ILMIY-AMALIY ANJUMANNING TASHKILIY QO‘MITASI

1.	Turabdjanov S.M.	–	Toshkent davlat texnika universiteti rektori, rais
2.	Donayev S.B.	–	Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektor, t.f.d., professor, hamrais
3.	Azimov Sh.Sh.	–	Toshkent davlat texnika universiteti, Xalqarolashtirish va transformatsiya bo‘yicha prorektor, PhD., hamrais
4.	Safarov J.E.	–	Toshkent davlat texnika universiteti, Mexanika muhandisligi fakulteti dekani, t.f.d., professor, hamrais
5.	Turaxodjayev N.D.	–	Toshkent davlat texnika universiteti, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi mudiri, t.f.d., professor, hamrais
6.	Niyazbekov S.S.	–	O‘zbekiston-Yaponiya yoshlar innovatsiya markazi direktori, t.f.n. hamrais
7.	Xolmirzayev N.B.	–	Toshkent davlat texnika universiteti, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi doktoranti (DSc), PhD. mas’ul kotib
8.	Mahmudov F.M.	–	Toshkent davlat texnika universiteti, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi tayanch doktoranti (PhD), mas’ul kotib
Tashkiliy qo‘mita a’zolari:			
9.	K.S.Sanakulov	–	t.f.d., professor, “Navoiy KMK” DK bosh direktori.
10.	S.S.Negmatov	–	t.f.d., professor, O‘zR FA akademigi.
11.	M.K.Raguliskis	–	akademik t.f.d., professor, Kaunas texnologik universiteti bo‘lim boshlig‘i
12.	E.A.Pirmatov	–	t.f.d., professor, Qozog’iston Respubikasi FA akademigi (Qozog‘iston Respublikasi).
13.	K.A.Karimov		t.f.d., professor Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti professori
14.	Y.L.Nikolaychik	–	t.f.n., dotsent, BNTU prorektori (Belorus Respublikasi).
15.	B.T.Abdullayev	–	“O‘zmetkombinat” AJ boshqaruvi raisi.
16.	A.X.Xursanov	–	t.f.f.d., (PhD) “Olmaliq KMK” AJ boshqaruvi raisi.
17.	N.S.Abed	–	t.f.d., professor, “Fan va taraqqiyot” DUK direktori
18.	B.T.Mardonov	-	t.f.d., professor, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti rektori
19.	A.N.Shohiyon	–	t.f.d., professor, Ko‘lob shahridagi Texnologiya va innovatsion menejment instituti (Tojikiston Respublikasi)
20.	R.ÜNAL	–	Prof. Dr., Ankara shaxridagi Gazi Universiteti (Turkiya)
21.	M.F.Wani	–	t.f.d., professor, National Institute of Technology Srinagar (Hindiston).
22.	Wu.Ruizxi	–	t.f.d., professor, Xarbin muhandislik universiteti “yengil qotishmalar” laboratoriyasi mudiri (Xitoy Xalq Respublikasi).

23.	F.Y.Umarov	–	t.f.d., professor, MISIS Olmaliq filiali direktori.
24.	A.A.Rozen	–	t.f.d., professor, Penza texnika universiteti “Quymakorlik ishlab chiqarish texnologiyasi va payvandlash” kafedrasi mudiri (Rossiya).
25.	S.L.Rovin	–	t.f.d., professor, MISIS Olmaliq filiali professori

ISHCHI GURUH VA KOTIBIYAT TARKIBI

1.	Safarov J.E.	–	t.f.d., prof., TDTU, Mexanika muhandisligi fakulteti dekani
2.	Turaxodjayev N.D.	–	t.f.d., prof., “Quymakorlikda qo‘llaniladigan konstruksion va kompozitsion materiallar, 3D va IT texnologiyalar” sho‘ba raisi.
3.	Xalimjanov T.S.	–	t.f.d., prof., “Metallar texnologiyalari, qora va rangli metall qotishmalaridan quyma mahsulotlar olish texnologiyalari” sho‘ba raisi.
4.	Karimov K.A.	–	t.f.d., prof., “Nazariy mexanika va quymakorlik sohasida mexanika muammolari” sho‘ba raisi.
5.	Atajanov G.L.	–	t.f.n., prof., “Mashinasozlikda innovatsion energiya va resurstejamkor texnologiyalar” sho‘ba raisi.
6.	Norxudjayev F.R.	–	t.f.d., prof., “Zamonaviy materialshunoslikning dolzarb muammolari” sho‘ba raisi.
7.	Dunyashin N.S.	–	t.f.d., prof., “Payvandlash texnologiyasi, metallarga termik va bosim ostida ishlov berish” sho‘ba raisi.
8.	Matkarimov S.T.	–	t.f.d., prof., “Metallurgiyaning dolzarb muammolari” sho‘ba raisi.
9.	Tursunbayev S.A.	–	t.f.f.d., dots., “Ekologiya va atrof muhitni maxofaza qilish” sho‘ba raisi.
10.	Mirzayev Q.Q.	–	t.f.d., prof. Materiallar qarshiligi va mashina detallari kafedrasi mudiri
11.	Axmedov A.X.	–	t.f.d., prof. Nazariy mexanika va mashina va mexanizmlar nazariyasi kafedrasi mudiri
12.	Karimov Q.F.	–	t.f.d., prof. Ichki yonuv dvigatellari, sovutish va kriogen texnikasi kafedrasi mudiri
13.	Dunyashin N.S.	–	t.f.d., prof. Texnologik mashinalar va jihozlar kafedrasi mudiri
14.	Mirzayev N.N.	–	PhD., dots. Mashinasozlik texnologiyasi kafedrasi mudiri.
15.	Xamidova N.D.	–	Chet tillar kafedrasi mudiri.
16.	Umarova N.Z.	–	O‘zbek tili va adabiyoti kafedrasi
17.	Maksudov O.R.	–	Raqamli ta’lim texnologiyalari markazi boshlig‘i
18.	Xolmanov O‘.U.	–	TDTU, Ilmiy laboratoriyalar faoliyatini muvofiqlashtirish bo‘limi boshlig‘i
19.	Moydinov A.	–	t.f.n., dots. Tahririyat-nashriyot bo‘limi boshlig‘i
Kotibiyat			
1.	Xolmirzayev N.B.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi doktoranti (DSc), PhD. mas’ul kotib
2.	Abdullayev F.S.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi professor

3.	Zagidullin R.R.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi v.v.b. dotsenti
4.	Maxmudova N.A.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi dotsenti
5.	Tashbulatov Sh.B.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi v.v.b. professor
6.	Tursunbayev S.A.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi dotsenti
7.	Saidxodjayeva Sh.N.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi dotsenti
8.	Saydumarov B.M.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi dotsenti
9.	To‘rayev A.N.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi katta o‘qituvchisi
10.	Abdullayev F.K.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi katta o‘qituvchisi
11.	Xasanov K. A.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi katta o‘qituvchisi
12.	Rizayeva N.M.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi katta o‘qituvchisi
13.	Mahmudov F.M.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi tayanch doktoranti
14.	Yo‘ldoshev O.Ch.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi tayanch doktoranti
15.	Nosirxodjayev I.A.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi tayanch doktoranti
16.	Ibodullayev T.N.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi katta o‘qituvchisi
17.	Nurdinov Z.B.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi assistenti
18.	Fardayev J.N.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi assistenti
19.	Saitkulov S.A.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi assistenti
20.	Sadikova N.I.	–	TDTU, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi assistenti

ACHIEVING STRENGTH-DUCTILITY SYNERGY IN GRAPHENE NANOPLATELETS/Mg-14Li-1Al COMPOSITES THROUGH CONSTRUCTING MICRO-NANO LAMINATED STRUCTURE

Xiaoyan Feng[1], Yujie Chen[1], Ruizhi Wu[1,2*], Wenbin Liu[1], Zhe Yu[1***], Xiaochun Ma[1], Hui Zhang[1], Legan Hou[1], Jun Wang[1], Shirinkhon Turakhujaeva[3], Sharofuddin Mardonakulov[4]**

1. Key Laboratory of Superlight Materials and Surface Technology, Ministry of Education, Harbin Engineering University, No. 145 Nantong Street Nangang District, Harbin 150001, China.

2. College of Science, Heihe University, Heihe 164300, China.

3. Tashkent University of Technology, Tashkent 100056, Uzbekistan.

4. Department of Machine Building, Tashkent State Technical University, Tashkent 100056, Uzbekistan.

Introduction. Mg–Li alloys (BCC structure) have ultra-low density and good formability but suffer from low yield strength (80–150 MPa) due to grain coarsening.

Conventional thermo-mechanical processing cannot effectively refine grains or induce precipitation strengthening in Mg–Li alloys.

Graphene nanoplatelets (GNPs) as reinforcements offer high strength, high modulus, and 2D geometry, but their application in Mg–Li matrices is limited by Li reactivity and dispersion challenges.

Accumulative roll bonding (ARB) is an advanced severe plastic deformation technique for fabricating layered composites; electrophoretic deposition (EPD) can uniformly deposit GNPs on metal sheets.

This study combines EPD and ARB to fabricate GNPs/LA141 (Mg–14Li–1Al) composite sheets with a micro-nano laminated structure, aiming for simultaneous improvement in strength and ductility.

Experimental. Matrix: LA141 (Mg–14.15Li–1.53Al, wt.%), as-cast, homogenized (200 °C/8 h), rolled to 2 mm sheet.

GNPs: thickness 3–10 nm (10–30 layers), length 5–10 μm.

EPD process: electrophoretic solution (ethanol + acetone + GNPs + $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ + PVP), 30 V for 3.5 min, depositing positively charged GNPs on LA141 cathode.

ARB process: stacking 4 GNPs-coated sheets, wrapping in Al foil, rolling at 300 °C (first cycle) or 250 °C (subsequent cycles), water quenching. Cycled up to 7 times (ARB1, ARB3, ARB5, ARB7).

Characterization: OM, SEM, EDS, TEM (SAED, HRTEM, IFFT), tensile testing.

Results and Discussion. 3.1 Morphology and Distribution of GNPs

After EPD, GNPs uniformly distributed on LA141 surface, but some agglomeration remains.

With increasing ARB cycles, GNPs dispersion improves significantly and forms a layered structure aligned along rolling direction (RD).

Shear strain at interfaces breaks up agglomerates and enhances mechanical bonding.

3.2 Interface Microstructures

ARB3: GNPs still relatively thick; interface contains GNPs-Mg layer (~38 nm) and GNPs-MgO layer (~30 nm); mechanical bonding dominates.

ARB5: GNPs layer becomes thinner and intermittent; MgO layer reduced to ~5–10 nm; crumpled GNPs enhance mechanical interlocking; lattice distortions at GNPs-Mg interface.

ARB7: GNPs exhibit needle-like morphology; nanoscale α-Mg phase precipitates at interface; semi-coherent interface between GNPs and α-Mg; lattice distortion and high dislocation density observed.

Interfacial relationship: (002)GNPs // RD, with multiple orientation relationships between GNPs and α-Mg/β-Li.

3.3 Mechanical Properties

As-cast LA141: YS 122 MPa, EL 12.3%.

ARB5 composite: YS 186 MPa, EL 25.0%.

ARB7 composite: YS 221 MPa, EL 20.5% – increases of 81.1% and 66.7% over as-cast.

Compared with ARB-processed LA141 without GNPs (YS 202 MPa, EL 16.7%), ARB7 composite shows +9.4% YS and +22.8% EL – clear contribution of GNPs.

3.4 Fracture Characteristics

As-cast: mixed dimple/cleavage fracture; shear bands form within grains and terminate at boundaries, leading to intergranular cracking.

ARB1: weak interfacial bonding, cracking at laminated interfaces.

ARB3/ARB5: layered fracture morphology, curling features, finer dimples.

ARB7: fine interlayer dimple-like structures; high dislocation density piled up at interfaces slightly reduces ductility.

Crack deflection: cracks propagate along interface, increasing propagation path; GNPs at crack front cause bridging, tearing, or pull-out, absorbing energy.

GNPs pull-out dominates (critical length > actual length), contributing to toughening.

3.5 Strengthening Mechanisms

Back stress hardening ($\Delta\sigma_CTE$): CTE mismatch between GNPs and matrix generates geometrically necessary dislocations (GNDs) and back stress.

Load transfer strengthening ($\Delta\sigma_LT$): High modulus GNPs bear load transferred from matrix; efficiency increases with aspect ratio (S) and volume fraction.

Grain refinement ($\Delta\sigma_Gr$): GNPs promote dynamic recrystallization (DRX) nucleation at their tips and restrict grain growth, refining the microstructure.

Dislocation strengthening: Interfaces and GNPs hinder dislocation slip, increasing dislocation density.

Orowan strengthening is negligible due to large lateral size of GNPs.

Total yield strength of composite: $\sigma_YC = \sigma_ym + \Delta\sigma_CTE + \Delta\sigma_LT + \Delta\sigma_Gr$.

Calculated contributions show that Δσ_CTE and Δσ_LT dominate.

Strengthening efficiency R = (σ_YC – σ_ym)/(σ_ym·V_f) reaches 94%, with high elongation retained.

4. Conclusions. GNPs/LA141 composite with micro-nano laminated structure was successfully fabricated by EPD + ARB.

A nanoscale GNPs-LA141 bonding layer forms at the interface, enhancing interfacial bonding strength (mechanical interlocking and semi-coherent interfaces).

The ARB7 composite achieves YS 221 MPa (+81.1%) and EL 20.5% (+66.7%) compared to as-cast LA141, showing synergistic strength-ductility improvement.

Strengthening is mainly attributed to back stress hardening (CTE mismatch) and load transfer, supplemented by grain refinement and dislocation strengthening.

GNPs increase crack propagation resistance via bridging, tearing, and pull-out, while lamellar structure causes crack deflection, enhancing ductility.

References:

1. Wang Y., Zhang S., Wu, R., Liu M., Mardonakulov S. Concurrently improving uniform elongation and strength of ultrafine-grained Al–2Li alloy, Materials Science and Engineering p. 792, (2020) 7 E3S Web of Conferences 264, 04078 (2021)

2. Dyudkin D.A., Kisilenko V.V. Proizvodstvo stali. Tom 1. Protsessi viplavki, vnepechnoy obrabotki i neprerivnoy razlivki, Smelting, Out-of-Furnace Processing and Continuous Casting Processes, (2008)

3. Wang Y., Zhong F., Wu R., Li X., Zhang M. High-strength, ductility and modulus Al–Li/B4C composite with near nanostructure produced by accumulative roll bonding, Journal of Alloys and Compounds, 834, 155105 (2020)

MACHINING THE DESIGNED GEOMETRICAL PARAMETERS OF GROUND MICROSTRUCTURED SURFACES ON THE TYPICAL HARD AND BRITTLE MATERIALS

Dr. Amr Monier[1]
[1]Assistant Professor at Benha university, Egypt.

This study investigates the application of a grinding strategy for machining designed microstructured surfaces on different engineering materials using specially designed grinding wheels. The main objective is to achieve controlled geometrical surface characteristics with high precision by optimizing wheel design and operating conditions. The designed microstructural parameters, including flooring width and structure height, were determined based on the kinematic and mathematical models developed in the study. Furthermore, the experimentally machined surfaces were compared with the predicted geometrical results to evaluate the accuracy and reliability of the proposed approach. The obtained results reveal a strong correlation between the designed and machined microstructures, demonstrating the effectiveness of the grinding

strategy in producing microstructured surfaces with controlled geometries and low error percentages for various processed materials. The designed geometrical parameters of surface microstructures are included in Table 1. As explained in the strategy of Chapter 3, the operating condition to machine the designed geometrical parameters using each wheel design is mathematically calculated.

Table 1

The designed parameters of microstructured surfaces

designed parameter	flooring width l_f	height h
designed value	375	0.625

Subsequently, the kinematic predicted and experimentally machined microstructured surfaces are compared and evaluated. Fig. 1 shows the results of the designed microstructured surface geometrical parameters using the wheel I and wheel II. A promising agreement can be noted between the designed and machined values at the selected materials. Consequently, the designed flooring width is obtained using wheel I, but at larger separating distances between surface microstructures. Hence, the microstructured surfaces, obtained using wheel I, are of a smaller microstructures linear density. While those by wheel II are shown in Fig.5-21. At the same operating conditions, the wheel II machines microstructured surfaces with smaller heights because of the higher structuring ratio. To solve this issue, the velocity ratio of the wheel I is reduced which leads to increasing microstructures linear density for wheel I. In addition, the error percentages in the designed geometrical parameters of surface microstructures were kept below the approved value of 5 % for the three processed materials at all conditions designed conditions for wheel I and wheel II. The ability to grind microstructured surfaces of controlled geometries and error percent- ages on different materials using varying designed wheels and processing parameters, and the high diction capability of the surfaces reflect the accuracy and dependability of the presented strategies for machining the designed microstructured surfaces by grinding. In this study, a grinding strategy for machining designed microstructured surfaces using different grinding wheel designs was successfully investigated.

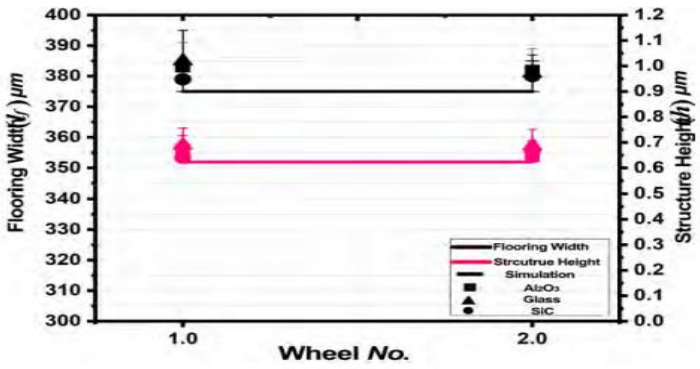


Fig. 1. Results of grinding the designed microstructured surfaces geometrical parameters using the designed wheels.

The results demonstrated that the proposed approach is capable of producing microstructured surfaces with controlled geometrical parameters, including flooring width and structure height, on various engineering materials such as Al_2O_3, quartz glass, and SiC. A strong agreement was observed between the kinematic predictions and the experimentally machined surface geometries, confirming the validity of the developed mathematical and kinematic models. Furthermore, the influence of wheel structuring ratio and operating velocity ratio on the obtained surface characteristics was clarified. It was found that the adjustment of grinding parameters effectively compensated for the differences between wheel designs, enabling the achievement of the desired microstructure geometry and linear density. The error percentages of the designed geometrical parameters remained below the acceptable limit of 5% under all investigated conditions. Therefore, the presented grinding strategy demonstrates high accuracy, reliability, and adaptability for manufacturing microstructured surfaces with controlled geometries on different materials.

References:

1. Mohamed A-M O, Bauer R, Warkentin A. A novel method for grooving and regrooving aluminum oxide grinding wheels[J/OL], 2014, 73(5–8): 715–725. http://dx.doi.org/10.1007/s00170-014-5880-x.

2. Bhaduri D, Batal A, Dimov S, et al. On Design and Tribological Behaviour of Laser Textured Surfaces[J/OL], 2017, 60: 20–25. http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.050.

A HIGH STRENGTH AND PLASTICITY AL–LI–CU ALLOY WITH HIGH LI CONTENT PREPARED VIA LARGE REDUCTION ROLLING AND AGING TREATMENT

Hui Zhang [a], Dongpeng Sun [a], Bingyu Qian [a], b, Ruizhi Wu [a], Zhe Yu a*, Xiaochun Ma [a], Zhikun Ma [a], Legan Hou [a], Guixiang Wang [a], Xiang Wang [a], Sergey Betsofen [c], Nodir Turakhodjaev [d], Akmal Allanazarove [e]

[a] Key Laboratory of Superlight Materials & Surface Technology, Ministry of Education, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China

[b] College of Materials Science and Engineering, Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin 150022, China

[c] Moscow Aviation Institute, Russian National Research University, Moscow 121552, Russia

[d] Department of Machine Building, Tashkent State Technical University, Tashkent 100056, Uzbekistan

[e] Termiz State Engineering agrotechnical University, Surkhandarya 190100, Uzbekistan

1. Introduction. Al–Li alloys are attractive for aerospace due to low density, high elastic modulus and specific strength.

High Li content (e.g., 3 wt.%) further reduces density but tends to form coarse Cu-

rich intermetallic phases and wide precipitate-free zones (PFZs), leading to coplanar slip, stress concentration at grain boundaries, and poor ductility.

Alloying (Mg, Cu, Zr, Er) can improve plasticity by refining PFZs and promoting precipitates that resist dislocation shearing, but excessive additions cause detrimental phases.

Severe plastic deformation (SPD) can refine grains, break up coarse phases, and accelerate solute dissolution.

This study combines large reduction hot rolling (90% reduction) with subsequent solution treatment and aging to fabricate an Al–3Li–1Cu–0.4Mg–0.1Er–0.1Zr alloy with high strength and good ductility.

2. Materials and Experimental Methods. Alloy composition: Al–3Li–1Cu–0.4Mg–0.1Er–0.1Zr (wt.%). Preparation: casting at 780 °C → homogenization at 500 °C/24 h → hot rolling at 500 °C with 90% thickness reduction (20 mm → 2 mm) → solution treatment at 560 °C/4 h + water quenching → artificial aging at 200 °C.

Characterization: SEM, EDS, EBSD, TEM, XRD. Mechanical testing: microhardness (HV), tensile tests (strain rate 5.2×10^{-4}/s).

3. Results and Discussion. 3.1 Precipitation Evolution Homogenized sample: equiaxed grains (avg. 40.5 μm), Cu-rich phases at grain boundaries (area fraction 6.42%). As-rolled sample: large Cu-rich phases are fragmented and partially dissolved (area fraction drops to 0.53%); elongated grains along RD (avg. 5.1 μm along ND); LAGBs 63.4%. Core-shell composite phases ($Al_3(Er,Zr,Li)$) observed in as-rolled and aged samples – coherent with α-Al matrix. Aging hardening curve: peak hardness at 200 °C/7 h (110 HV); very short peak aging time compared to literature (>100 h), indicating accelerated kinetics due to large reduction rolling. After solution treatment (ST): most Cu-rich phases re-dissolve; fine δ′ (Al_3Li) particles (avg. 3.9 nm) uniformly distributed. After peak aging (PA): δ′ phase grows to 19.3 nm; also contains $Al_3(Er,Zr,Li)$ core-shell phases; PFZ half-width = 29.9 nm (narrower than reported values).

3.2 Mechanical Properties

UTS: ST sample 305 MPa → PA sample 501 MPa (+64%).

Elongation: ST 21.8% → PA 10.3% (still good ductility for high-strength Al–Li alloy). Fracture: as-rolled and ST samples show ductile dimples; PA sample shows mixed mode (cleavage + small dimples).

3.3 Strengthening Mechanisms

Yield strength calculated via: $\sigma_{pl} = \sigma_0 + \Delta\sigma_{H\text{-}P} + \Delta\sigma_{dis} + \Delta\sigma_s + \Delta\sigma_p$. Grain boundary strengthening ($\Delta\sigma_{H\text{-}P}$): 27.4 MPa (grain size 38.5 μm after aging). Dislocation strengthening ($\Delta\sigma_{dis}$): 7.0 MPa (dislocation density 2.4×10^{12} m^{-2} from Williamson-Hall). Solid solution strengthening ($\Delta\sigma_s$): 35.7 MPa (based on residual Cu, Mg in matrix; Li solubility ~0.1 wt%). Precipitation strengthening ($\Delta\sigma_p$): 293.3 MPa (ordering strengthening from δ′ phase, using APB energy model). The presence of $Al_3(Er, Zr,Li)$ core-shell phases provides additional Orowan strengthening and enhances ductility by suppressing coplanar slip. Calculated YS (363 MPa) is slightly lower than

experimental value (~ 410 MPa) due to omission of Orowan contribution from core-shell phases.

3.4 Comparison with Literature

The studied alloy achieves an excellent strength-ductility balance compared to other high-Li content Al–Li alloys (UTS 501 MPa, EL 10.3%). High strength originates from high number density of fine δ′ and core-shell precipitates. Good ductility results from: (i) dissolution of coarse GBPs by large reduction rolling, reducing stress concentration; (ii) narrow PFZs; (iii) Al_3(Er,Zr,Li) phases inhibiting coplanar slip.

4. Conclusions. Large reduction rolling (90% at 500 °C) fragments and partially dissolves coarse Cu-rich phases, reducing their area fraction from 6.42% to 0.53%, and refines the grain size to 5.1 μm. Subsequent solution treatment (560 °C/4 h) further dissolves Cu-rich phases, increasing matrix solute content and accelerating aging kinetics (peak aging at 200 °C only 7 h). The peak-aged alloy exhibits UTS of 501 MPa and EL of 10.3%, achieving a superior combination of strength and plasticity. Strengthening is mainly due to high number density of δ′ precipitates (19.3 nm) plus Al_3(Er,Zr,Li) core-shell phases. Good ductility is attributed to narrow PFZs (29.9 nm), the absence of coarse GBPs, and the suppression of coplanar slip by core-shell phases.

References:

1. Betsofen, S. Y., Wu, R., Grushin, I. A., Petrov, A. A., & Speranskii, K. A. (2021). Deformation Mechanism, Texture, and Anisotropy of the Mechanical Properties of MA14, VMD7-1, and Mg–5Li–3Al Alloys. Russian Metallurgy (Metally), 2021(4), Pp 437–442

2. Wang, Y., Wu, R., Turakhodjaev, N., & Liu, M. (2021). Microstructural evolution, precipitation behavior and mechanical properties of a novel Al–Zn–Mg–Cu–Li–Sc–Zr alloy. Journal of Materials Research, 36(3), 740–750.

УДК 621.74

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОЧИСТОГО СФЕРИЧЕСКОГО ФОРМОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ОТРАБОТАННОГО АЛЮМОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА ИМ-2201

Зубков А.А.,[1] Феоктистов Н.А[2]., Ахметов И.И[2].
[1] ООО «УралЭнергоРесурс», Магнитогорск, Россия
[2] Региональная молодёжная лаборатория Челябинской области, Магнитогорск, Россия

Проблема накопления отработанных алюмохромовых катализаторов относится к числу экологических задач химической отрасли. Катализатор ИМ-2201, широко применяемый в процессах дегидрирования углеводородов, содержит 10-20 мас. % Cr_2O_3 на носителе из γ-Al_2O_3. Потеря каталитической активности приводит к образованию многотоннажного твёрдого отхода, обладающего III-IV классом

опасности с риском окисления Cr(III) до канцерогенного Cr(VI) при захоронении или термическом воздействии. В то же время глинозёмная основа катализатора представляет собой ценный вторичный ресурс для производства высокоогнеупорных формовочных материалов. Целью настоящей работы являлась разработка технологии полного удаления оксида хрома из отработанного катализатора ИМ-2201 и получение чистого сферического глинозёмистого песка, пригодного для изготовления литейных форм и стержней, в том числе в процессе литья по газифицируемым моделям (ЛГМ).

Технологический процесс, реализованный в ООО «УралЭнергоРесурс», включает стадию селективного извлечения хрома из катализатора путём комбинированной гидрометаллургической обработкой. Обработка на первой стадии обеспечивает перевод Cr_2O_3 в растворимые соединение. Очищенный глинозём подвергается плавлению в электродуговой печи при температуре свыше 2100 °C; расплав распыляется сжатым воздухом с образованием микросфер, которые проходят охлаждение и классификацию. Конечный продукт представляет собой «жемчужный песок» - синтетический формовочный материал с содержанием Al_2O_3 97-99 мас. %, свободный от хрома и его соединений.

Комплекс аналитических исследований выполнен на базе региональной молодёжной лаборатории Челябинской области (соглашение №30-2026-001725, от 30.04.2026 г.). Рентгенофлуоресцентный анализ исходного катализатора ИМ-2201 подтвердил наличие Cr_2O_3 на уровне 13,1 мас. %; в готовом продукте хром не обнаружен его содержание ниже предела обнаружения прибора - менее 0,01 мас. %. Рентгенофазовый анализ показал, что полученный песок состоит практически целиком из фазы α-Al_2O_3. Методом сканирующей электронной микроскопии установлена сферическая форма зёрен с преобладающим диаметром 0,1- 0,5 мм и гладкой оплавленной поверхностью без видимых дефектов. Гранулометрический состав продукта регулируется режимом распыления и контролируется ситовым анализом. Насыпная плотность материала равна 1,98 г/см³, угол естественного откоса - 27°, что характеризует его как сыпучий материал с отличной текучестью.

Испытания полученного жемчужного песка в лабораторных условиях показали, что достигнуто стабильное качество тонкостенных отливок сложной конфигурации, в том числе в ЛГМ-процессе. Таким образом, разработанная технология демонстрирует возможность полного и контролируемого удаления оксида хрома из отработанного алюмохромового катализатора ИМ-2201 с получением высокочистого сферического формовочного песка на основе Al_2O_3. Решены задачи устранения опасного хромсодержащего отхода с переводом его в категорию инертного продукта и создание импортозамещающего литейного материала, превосходящего по ключевым параметрам традиционные кварцевые пески и сопоставимого с цирконовым концентратом, но при значительно меньшей себестоимости и полной независимости от сырьевого импорта.

Литература:

1. Арутюнов И.А., Кулик А.В., Хахин Л.А., Потапова С.Н., Королев Е.В. Переработка отработанного хромсодержащего катализатора дегидрирования ИМ-2201 // Химия и технология топлив и масел. – 2020. – № 1. – С. 52–56.
2. Voitov I.A., Lastovetskaya O.V., Borisov V.A. Rational Methods for Processing of Chromia-Alumina Catalyst // AIP Conference Proceedings. – 2019. – Vol. 2141. – Article 020018.
3. Абрамов М.А., Качалов Д.В., Пешков Н.М. Технология переработки дезактивированного алюмохромового катализатора в тонкодисперсный наполнитель // Успехи в химии и химической технологии. – 2024. – Т. 38, № 3. – С. 7–10.
4. ГОСТ 2138-91. Пески формовочные. Общие технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 24 с.
5. Beňo J., Adamusová K., Merta V., Bajer T. Effect of the Composition of Hybrid Sands on the Change in Thermal Expansion // Materials. – 2022. – Vol. 15, No. 17. – Article 6180.

THE ROLE OF MODIFIERS IN IMPROVING CASTING PROPERTIES OF ALUMINUM ALLOYS

Azizakhon Turakhujaeva[1], Visiting PhD student, Jovana Radulovic[2], Dr Director of Education Strategy, Sarvar Tursunbaev[3], associate professor PhD, Fakhriddin Mahmudov[3], PhD student, Mokhinur Rakhmonova[3], PhD student
Imperial College London (England)[1], University of Portsmouth (England)[2], Tashkent State Technical University (Uzbekistan)[3]

Aluminum-magnesium alloys are considered to be one of the most required and reliable in automotive, machine-building, and other engineering industries. The role of magnesium content is attracting more and more attention, and it is known that the presence of this element leads to improved material characteristics in terms of hardness, microstructure, and other characteristics [1][2]. This work is aimed at exploring ways to optimize such systems by introducing graphene as a modifying element. Graphene is a new material known for its excellent effects on magnesium and aluminum alloys, and scientists are making increasing efforts to understand the differences between the effects of this element and other crystallographic carbon (C) structures such as carbon nanotubes, graphite and diamond [3][4]. To date, the effect of graphene on the microstructure of aluminum alloys has been studied, and it has been stated that this element significantly improves a grain refinement ability of the alloy, as well as reduces the porosity of aluminum alloys. Fluidity testing is an important aspect of the quality of material which depends on the chemical composition of alloys, conditions of the experiments, additional elements (flux), and others [5]. The main purpose of this experiment is to analyze the effect of graphene on the length of fluidity depending on its concentration.

For the experiment, a sand mold was first prepared to test the fluidity using quartz sand with a concentration of 85%, bentonite with a concentration of 11%, and water with a 4% concentration (Fig. 1).



Figure 1. Steps of the preparation of spiral mold for fluidity testing.

The alloys were melted in an induction furnace at a temperature of 720 °C and graphene was added after obtaining the melted alloy of Al-Mg alloy. The process had been carefully handled since mixing graphene requires non-stop attention, and it needs to be mixed using a special tool. The concentrations of graphene were chosen to be between 0.15 to 0.45% in increments of 0.15% difference.

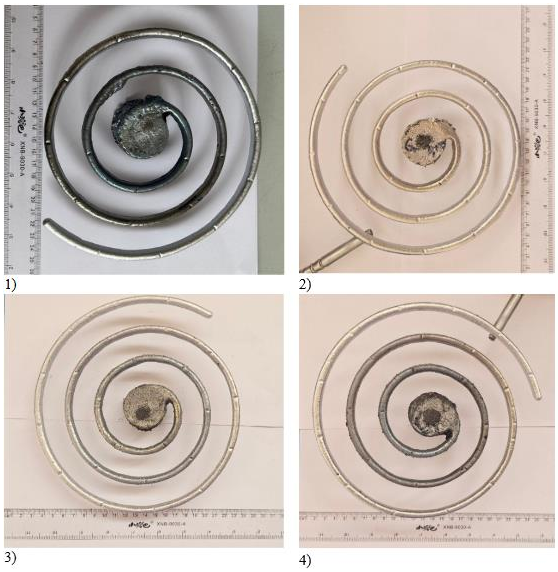


Figure 2. Fluidity tested samples:
1) with no addition of graphene; 2) 0.15% Graphene; 3) 0.3% Graphene; 4) 0.45% Graphene.

The figure above illustrates the fluidity test results of different samples. From the figure, it can be seen that the graphene impact is substantial, and each 1.5% added more value on the fluidity. The table below shows a trend of the change in fluidity ability of the alloy depending on the composition of the sample.

Table 1

Fluidity lengths of AL-Mg alloys modified with graphene.

Alloy	Content of graphene (%)	Fluidity length (cm)
Aluminum-magnesium	0	109
Aluminum-magnesium	0.15	118.5
Aluminum-magnesium	0.3	131.5
Aluminum-magnesium	0.45	133.5

In conclusion, results revealed that with a higher content of graphene, fluidity length had also increased dramatically and reached its highest with 0.45% of graphene addition. Meanwhile, even a small amount of graphene made a huge difference in length, changing the figure from 109cm to 118.5cm. Overall, the difference between the base alloy fluidity length and the length of the alloy modified with 0.45% of graphene is remarkable and amounts to 24.5cm.

Literature:

1. Schoenitz, M., & Dreizin, E. L. (2003). Structure and properties of Al–Mg mechanical alloys. Journal of Materials Research, 18(8), 1827–1836. doi:10.1557/JMR.2003.0255

2. Bazhenov, V. E., Sannikov, A. V., Bautin, V. A., Komissarov, A. A., Koltygin, A. V., & Belov, V. D. (2026). The Influence of Si and Mg Content on the Microstructure, Mechanical Properties, and Corrosion Resistance of Die-Cast Al-Mg-Si Alloys. Journal of Materials Engineering and Performance, 1-14.

3. Venkateswara Reddy, K., & Guttikonda, M. (2025). Dynamic mechanical and microstructural analysis of graphite-reinforced Al6061 alloy processed by friction stir processing. Journal of Adhesion Science and Technology, 39(16), 2531-2541.

4. Nie, X., & Bahrami, A. (2024). Effect of carbon nanotubes on mechanical properties of aluminum matrix composites: A review. Science and Engineering of Composite Materials, 31(1), 20240009.

5. Durmuş, M., Dispinar, D., Gavgali, M., Uslu, E., & Colak, M. (2025). Evaluation of Fe content on the fluidity of A356 aluminum alloy by new fluidity index. International Journal of Metalcasting, 19(3), 1590-1604.

MICROSTRUCTURAL IMPROVEMENTS OF ALUMINUM MAGNESIUM ALLOYS BY ADDING TITANIUM

Azizakhon Turakhujaeva[1], Visiting PhD student, Jovana Radulovic[2], Dr Director of Education Strategy, Shirinkhon Turakhujaeva[3], associate professor PhD
Imperial College London (England)[1], University of Portsmouth (England)[2], Tashkent University of Technology (Uzbekistan)[3]

The number of efforts aimed at improving casting and mechanical properties of aluminum alloys is increasing year by year worldwide [1][2]. Although scientists around the world achieved incredible results and their work is applied in different industries, the ecological aspects of aluminum production and use remained not fully understood and still is being developed through machine learning and artificial intelligence models to optimize the sustainability of nthe industry [3]. One of the solutions in making these alloys more reliable and at the same time more durable and ecologically sustainable is to minimize the porosity of the alloys.

This work focuses on the identification of changes in microstructural characteristics of aluminum-magnesium alloys when adding modifying element titanium.

Microstructure of the materials has been carried out with optical microscopy, and the results were exported to the excel documents. Overall, 4 samples were analyzed on the porosity and shrinkage of the materials. The magnesium content in the alloy remained the same, being equal to 10% and titanium percentage was chosen to be 0.2, 0.3, and 0.4%. Each sample's microstructure area was chosen according to the 'worst' part of the area and were discussed accordingly.

The magnification range was defined to be 2.5x, 5x, 10x, and 20x to observe a large scale of the porosities or shrinkages of the specimens. The following are the images of the base alloy Al-Mg with 10% magnesium content.

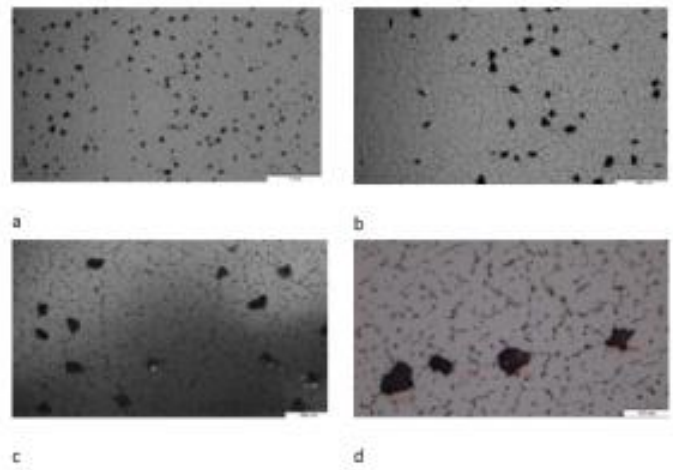


Figure 1. Microstructure of Al-Mg alloy before etching.

As can be seen from figure 1, the sample has many porosity lines which in turn can cause a defect during the casting and treatment processes.

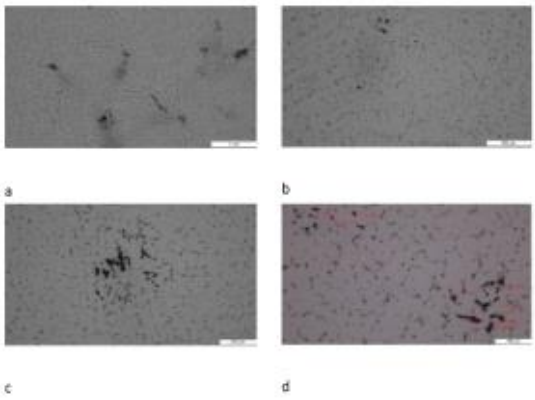


Figure 2. Microstructure of Al-Mg alloy alloyed with 0.2% of titanium.

Titanium addition (0.2%) led to the minimization of the number of porosities, yet leading to some shrinkages in some areas (figure 2).

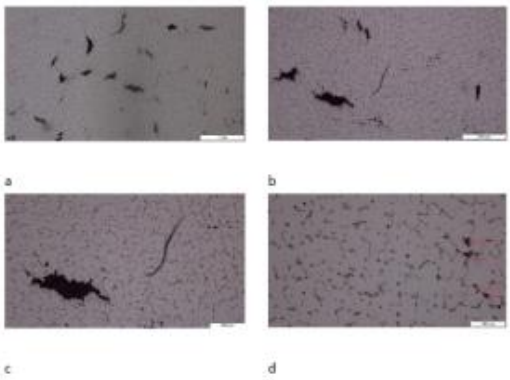


Figure 3. Microstructure of Al-Mg alloy alloyed with 0.3% of titanium.

0.3% of titanium, however, as can be seen from the figure 3, had a negative effect on the alloy and the area and the length of the shrinkage is noticeably higher in those with the addition of 0.2% titanium. It should also be noted that the amount of area defined as shrinkage areas is lower than in the base alloy.

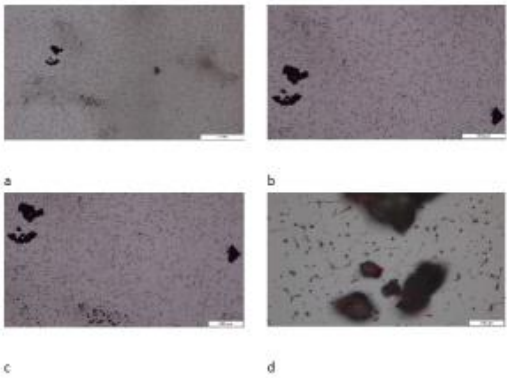


Figure 4. Microstructure of Al-Mg alloy alloyed with 0.4% of titanium.

Finally, it can be noticed that in the figure 4 shown the alloy microstructure when adding 0.4% of titanium a number of porosities in some areas. In this scenario, we can see that further addition of titanium (from 0.3% to 0.4%) changed the type of the defect.

In conclusion, the optimal amount of titanium is 0.2%, which results in some shrinkage but no porosity. However, considering the amount of porosity in the base alloy and in the alloy with the first addition of titanium (Figure 2), the addition of titanium had a positive effect in terms of minimizing defects. Although further addition of titanium generally led to a better result in material porosity (Figure 4) compared to the base alloy, it should also be noted that the trend of the element's influence decreased from 0.2% to 0.4%. The greatest amount of shrinkage was found in the alloy with 0.3% titanium.

Literature:

1. Bhardwaj, A. R., & Purohit, R. (2026). Aluminum alloys in sustainable manufacturing: A review. *Sustainable Materials and Technologies*, e02028.

2. Rong, Z., Rong, X., Zhao, D., Xu, Z., Zhang, X., Sha, J., ... & Zhao, N. (2026). Recent advances in hierarchical heterostructures and mechanical properties of additively manufactured aluminum alloys. Microstructures, 6(1), N-A.

3. Lin, Z., & Yang, C. (2026). Artificial Intelligence Design of Sustainable Aluminum Alloys: A Review. Computers, Materials & Continua, 86(2).

PECH ICHIDA IKKI BOSQICHLI $CaCO_3$ KIRITISH ORQALI SUYUQ SHLAK HOSIL QILISH TEXNOLOGIYASI

Sh.B. Tashbulatov,[1] A.T. Mamedov[2], Sh.X. Normatov[1], Y.Y. Yolchiyev[1]
[1]Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent
[2]Azarbayjon texnika universiteti, Baku

Sanoat shlaklarining turlari va ulardan foydalanish Temir va po‘lat shlaklari sanoatning keng tarqalgan qo‘shimcha mahsulotlari bo‘lib, asosan, domna pechi va po‘lat ishlab chiqarish shlaklariga bo‘linadi. Domna shlaklari yuqori temir mexanizmiga ega bo‘lib, sement, asfalt ishlab chiqarishda va qishloq xo‘jaligida mineral o‘g‘it sifatida keng qo‘llaniladi. Po‘lat ishlab chiqaruvchi shlaklar esa elektr pechlarida oksidlovchi va kovshli pechlarda kamaytiruvchi (temir oksidlarini kamaytirish uchun) turlarga bo‘linadi. Elektr pech tizimida hosil bo‘ladigan shlaklar hajmi jihatidan katta ahamiyatga ega.

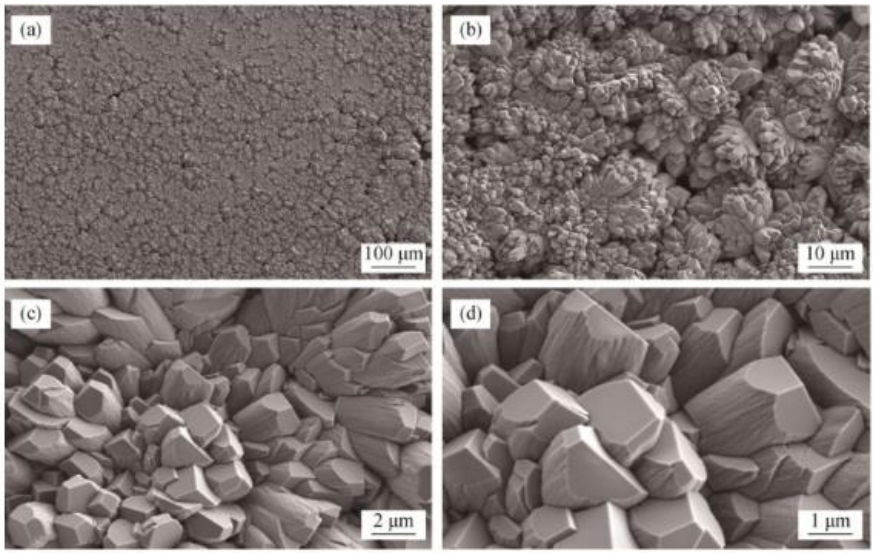
1-jadval

Jarayon	Ma’lumotlar	Misollar
Kovsh pech shlakidagi CaO miqdori	Taxminan 20% – 30%	Agar shlak 1000 g bo‘lsa, 200–300 g CaO
CaO + H_2O reaksiyasi	CaO + H_2O → $Ca(OH)_2$	100 g CaO + 100 g H_2O → 174 g Ca $(OH)_2$
Gidratsion issiqlik	1,17 x 10^3 J/g	100 g CaO uchun 117 kJ energiya
Massa ortishi	1,32 marta	100 g CaO → 132 g Ca $(OH)_2$

1-jadvalning davomi

Hajm kengayishi	1,98 marta	100 mL CaO suyultirishdan so‘ng 198 mL
$CaCO_3$ sintezi	$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H2O$	100 g $Ca(OH)_2$ + 44 g CO_2 → 100 g $CaCO_3$
Boshqa xususiyatlar	Kovsh pech shlakidan foydalanish	Shlakda bo‘lgan CaO va CO_2 bor
Natijalar	$CaCO_3$ ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida foydalanish	Yana foydalanish: tahlil va ishlab chiqarish

Kovshli pech shlaklarining muammolari va qayta ishlash Kovshli pechlar jarayonida 7% dan 9% gacha shlak hosil bo‘ladi, biroq ularning qayta ishlash darajasi domna shlaklariga qaraganda past. Bu holat utilizatsiya xarajatlarining yuqoriligi va kimyoviy tarkibining murakkabligi bilan bog‘liq bo‘lib, atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shlak tarkibidagi kalsiy va magniy kabi metallar tuproq unumdorligini pasaytirishi ehtimoli bor. Shu sababli, uglerod dioksidni olish va saqlash kabi innovatsion texnologiyalarni qo‘llash orqali shlaklarni qayta ishlash samaradorligini oshirish dolzarb masaladir.



1-rasm. $CaCO_3$ hosil qilgan plyonkasi sirt morfologiyasining SEM turli kattaliklarda olingan tasviri.

Kimyoviy sintez va $CaCO_3$ hosil bo‘lishi Kovsh shlakidagi erkin CaO suv bilan reaksiyaga kirishib, $Ca(OH)_2$ ga aylanadi va bu jarayonda gidratsion issiqlik ajralib chiqadi. Ushbu reaksiyada massa 1,32 marta, hajm esa 1,98 marta ortishi kuzatiladi. Keyingi bosqichda $Ca(OH)_2$ ning CO_2 bilan sintezi natijasida qurilish materiallari uchun

yaroqli bo‘lgan qattiq $CaCO_3$ kalsit moddasi olinadi. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, 100 g CaO dan taxminan 174 g $Ca(OH)_2$ va yakunda 100 g $CaCO_3$ hosil qilish mumkin.

Ikki bosqichli texnologik jarayon va tahlil Elektr pechida shlak hosil qilish uchun flyus sifatida $CaCO_3$ dan ikki bosqichda foydalanildi:

- **Birinchi bosqich:** Shixta materiallari bilan birgalikda 55–60% $CaCO_3$ yuklanadi va hosil bo‘lgan birlamchi shlak (fosforning metallga qaytishini oldini olish uchun) pechdan chiqariladi.
- **Ikkinchi bosqich:** Pechga qo‘shimcha 40–45% $CaCO_3$ kiritiladi va 15–20 daqiqa ushlab turilgandan so‘ng quyish jarayoniga ruxsat beriladi.

Sirt tahlillari (SEM) natijasida hosil bo‘lgan kalsiy karbonat plyonkasi taxminan 10 μm o‘lchamli, burchakli kristallardan tashkil topgan gulsimon shaklga ega ekanligi tasdiqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Sh. B. Tashbulatov, N. M. Saidmahamadov, N.X. Tadjiyev, I.T. To‘xtaboyev, M.N. G‘aybullayev. Research on the Effect of Oxides Formed during Steel Melting on the Quality of Castings // Best journal of innovation in science, research and developmend issn 2835–3579. Volume:3 Issue:3| 2024 www.bjisrd.com.

2. N.M. Saidmaxamadov., N.X. Tadjiyev., I.T. To‘xtaboyev., M.N. G‘aybullayev// Po‘latlarni suyuqlantirib olish jarayonida suyuq metallda hosil bo‘lgan oksidlarni quymaning sifatiga ta’sirini o‘rganish // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали ISSN 2181–7200 Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2024, Т.28.спец.выпуск №14

QORA METALL QOTISHMALARINI SUYUQLANTIRISHDA SUYUQ QOTISHMAGA FLYUS BILAN ISHLOV BERISH

Sh.B. Tashbulatov,[1], A.T. Mamedov[2], N.A. Yusupov[3], Sh.X. Normatov[1], Y.Y. Yolchiyev[1], [1]Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent [2]Azarbayjon texnika universiteti, Baku
[3]Andijon davlat texnika instituti, Andijon

Qora metall qotishmalarini suyuqlantirish jarayonida suyuq metallga flyus bilan ishlov berish muhim texnologik bosqichlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon metall-ning kimyoviy tarkibini barqarorlashtirish, nometall qo‘shimchalarni kamaytirish va yakuniy mahsulot sifatini oshirishga xizmat qiladi. Texnologiya bir qator asosiy ko‘rsatkichlar va parametrlar asosida olib boriladi.

Avvalo, flyus turi va miqdori to‘g‘ri tanlanishi zarur. Amaliyotda kalsiy karbonat, natriy silikat kabi flyuslar qo‘llanilib, ularning miqdori suyuq metall hajmi, tarkibi hamda ishlov berish rejimiga bog‘liq holda belgilanadi. Flyusning asosiy vazifasi – zararli aralashmalarni bog‘lash va ularni shlak tarkibiga chiqarishdir.

Jarayonda harorat rejimi muhim ahamiyatga ega bo‘lib, odatda 1400–1600 °C oralig‘ida ushlab turiladi. Haroratning optimal darajada bo‘lishi flyus reaksiyalarining samaradorligini ta’minlaydi hamda metallning suyuq oquvchanligini saqlab qoladi.

Sifat ko‘rsatkichlari sifatida qotishmaning mexanik xossalari hamda kimyoviy tarkibi nazorat qilinadi. Shu bilan birga, ishlov berish davomiyligi, flyusning ta’sir darajasi, ikkilamchi fazalarning hosil bo‘lishi va ekologik omillar (chiqindilarni kamaytirish) ham texnologiyaning muhim jihatlaridan hisoblanadi.

Suyuqlangan metallni gazlardan tozalashda argon bilan ishlov berish keng qo‘llaniladi. Bu usul metallni pufaklatish orqali erigan gazlar va nometall qo‘shimchalarni yuzaga chiqaradi, biroq u klassik rafinatsiya usuli sifatida emas, balki yordamchi texnologiya sifatida qaraladi.

Metallurgik rafinatsiyada kislorodga yuqori kimyoviy faollikka ega elementlar qo‘shilib, ular kislorod bilan reaksiyaga kirishib oksidlar hosil qiladi va shlakka o‘tadi. Ushbu tadqiqotda bunday element sifatida alyuminiy tanlangan. Alyuminiy kuchli deoksidlovchi bo‘lib, suyuq po‘lat tarkibidagi kislorodni bog‘lab, Al_2O_3 shaklida chiqarib yuboradi. Bu esa metallning tozaligini oshiradi va mexanik xossalarini yaxshilaydi.

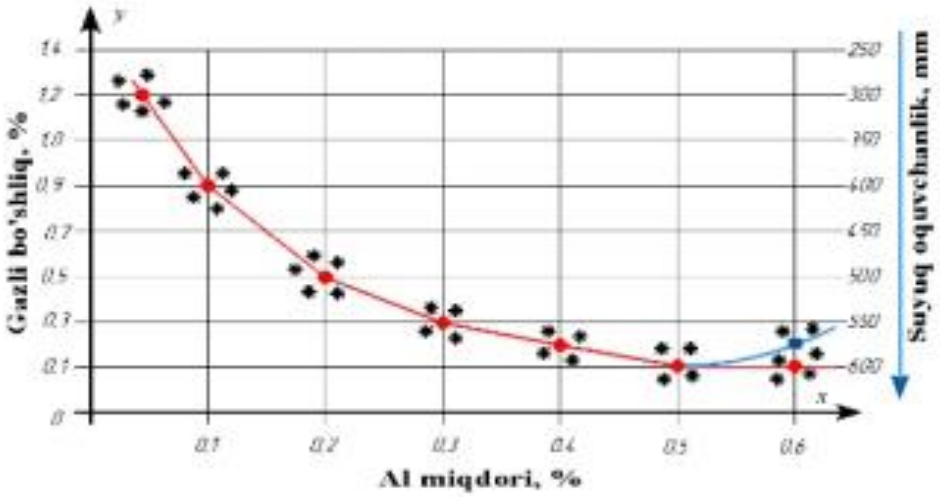
Alyuminiyning qotishmaga ta’siri ko‘p qirrali bo‘lib ular:

- kislorod va gazlarni kamaytiradi;
- nometall qo‘shimchalarni chiqaradi;
- struktura maydalanishini ta’minlaydi;
- korroziyaga va yeyilishga chidamlilikni oshiradi;
- Mn, Cr, Mo, Si, Cu kabi elementlar bilan birgalikda ijobiy sinergik ta’sir ko‘rsatadi;
- nitrid hosil qilish orqali sirt qattiqligini oshiradi.

Bizning tadqiqotda alyuminiyni qo‘shish uch bosqichli texnologiya asosida amalga oshiriladi. Bunda umumiy miqdor (odatda 0,1–0,5%) uch qismga bo‘linadi:

- birinchi bosqichda (35%) kovshga quyish boshida kiritilib, dastlabki deoksidlanishni ta’minlaydi;
- ikkinchi bosqichda (35%) shlak olishdan oldin qo‘shilib, gaz va qo‘shimchalarni chiqarishni davom ettiradi;
- uchinchi bosqichda (30%) quyish vaqtida kiritilib, yakuniy tozalash va yo‘qotishlarni kompensatsiya qiladi.

Gazli bo‘shliqlarni bartaraf etish maqsadida oksidsizlantiruvchilar kiritishning takomillashtirilgan texnologiyalari asosida olingan namunalarda gazli bo‘shliqlar miqdorining 1 sm^3 dagi foiz ulushi solishtirma grafigi 1-rasmda keltirilgan. Alyuminiy miqdorining ortishi bilan gazli bo‘shliqlar kamayadi va suyuq oquvchanlik yaxshilanadi. Masalan, 0,1% Al da gazlar 0,9–1,2% bo‘lsa, 0,5% da bu ko‘rsatkich 0,10–0,12% gacha kamayadi, suyuq oquvchanlik esa 600 mm gacha ortadi. Biroq 0,6% dan yuqori miqdorda oquvchanlik pasayishi kuzatiladi. Shu sababli, optimal miqdor 0,4–0,5% diapazonda deb hisoblanadi.



1-rasm. Qotishmadagi alyuminiyning gazlar miqdori va suyuq oquvchanlikka ta’siri.

Shuningdek, alyuminiy oksid zarrachalari kristallanish markazlari sifatida xizmat qilib, donachalar maydalanishini va strukturaning bir jinsliligini ta’minlaydi. Bu esa yakuniy mahsulotning mexanik va ekspluatatsion xossalarini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Umuman olganda, flyus bilan ishlov berish va alyuminiy yordamida deoksidlanish texnologiyasi qora metall qotishmalarining sifatini oshirish, gaz va zararli qo‘shimchalarni kamaytirish hamda samarali ishlab chiqarishni ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Sh.B. Tashbulatov, N.M. Saidmakhamadov, N.X. Tadjiyev, I.T. Tuxtaboyev, M.N. G‘aybullayev. Research on the Effect of Oxides Formed during Steel Melting on the Quality of Castings // Best journal of innovation in science, research and development issn 2835–3579. Volume:3 Issue:3| 2024 www.bjisrd.com.

2. N.M. Saidmahamadov., N.X. Tadjiyev., I.T. To‘xtaboyev., M.N. G‘aybullayev// Po‘latlarni suyuqlantirib olish jarayonida suyuq metallda hosil bo‘lgan oksidlarning quymaning sifatiga ta’sirini o‘rganish // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали ISSN 2181-7200 Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2024, Т.28.спец.выпуск №14.

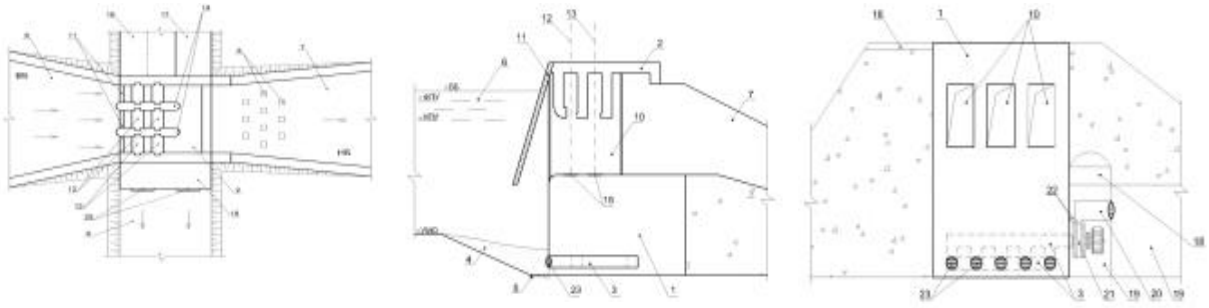
НЕТАДИЦИОННЫЙ СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОКА РЕКИ ОТ НАНОСОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЗАРАФШАН

Студент PhD Иноятова К.Л., д.т.н Гулахмадов А.А.
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистан

Бассейн реки Зарафшан является трансграничной рекой и на сегодняшнее время сталкивается с острой проблемой ускоренной эрозии грунта в верховьях (горная часть) и критическим заилением (наносами) ирригационных систем и русла в среднем и нижнем течении. Причины возникновения данной проблемы заключается в природных и антропогенных факторах. Последствиями проблемы считается снижение емкости ирригационных каналов, водохранилищ и водозаборных сооружений из-за заиления; ухудшение качества воды и состояния окружающей среды; угроза критической инфраструктуре (береговая эрозия, селевые потоки) [1].

Актуальным вопросом является создание благоприятных условий для строительства и эксплуатации комплекса гидротехнических сооружений, обеспечение эффективной борьбы с донными и поверхностными наносами перед водоприемниками водозаборных сооружений, бесперебойной работы гидротехнических сооружений, увеличения срока службы, а также комплексного использования с рядом смежных отраслей промышленности. Существующие методы, такие как простые отстойные бассейны или периодическая механическая очистка каналов, являются неэффективными, трудоемкими и приводят к простоям водозаборов. Простые отстойники, часто работающие в периодическом режиме (требуя отключения для очистки), не справляются с большим объемом мелкофракционных наносов, характерных для Зарафшана [2].

Нетрадиционный способ возведения и использования гидротехнического сооружения в совокупности с горнодобывающей промышленности в частности к разработке россыпных месторождений и техногенных накоплений минерального сырья с последующим использованием создает благоприятную среду для увеличения забора воды в жестких природных условиях. Предлагаемое комплекс гидротехнических сооружений является модульное, многоуровневое решение, фокусирующееся на максимальном перехвате наносов с перенаправлением их в современные системы промывки золотоносных песков в самом узком створе реки Зарафшан. Способ включает возведение дамбы на самом узком створе реки с образованием накопителя воды, установку обогатительного устройства типа шлюзовой камеры в тело дамбы с возможностью перетока воды в накопитель вниз по течению реки, выемку песков и иловых отложений, их транспортирование на поверхность дамбы с подачей в обогатительное устройство с последующим использованием.



а) б) в)

Рис. 1 а) план водозаборного сооружения, где ВБ – верхний бьеф, НБ – нижний бьеф, б) продольный разрез сооружения, где УМО - уровень мертвого объема, ФПУ - форсированный подпорный уровень, НПУ - нормальный подпорный уровень, в) поперечный разрез сооружения.

Регулирование распределения расходов между сбросом и водозабором осуществляется в автоматическом режиме**.** Во время паводка трубы для забора водного потока, защищенные от обратного течения при помощи обратных клапанов, перекрываются запорной арматурой, расположенной в галерее. В меженный период поверхностный сток уменьшается, в некоторых районах он проходит в виде тонкого ручья. В такие периоды закрываются плоские затворы, поверхностный объем пропускается в качестве санитарных попусков, открываются трубы для забора водного потока и происходит очищение от донных наносов в виде песка и/или ила. Конструкция способна увеличить полезный расход воды, очищенной от донных и поверхностных наносов за счет забора как поверхностного стока, так и грунтовых вод, имеет низкую себестоимость, проста в ремонте, устойчива, длительное время воспринимает воздействие потока, не теряя своей работоспособности, и тем самым увеличивает выработку электроэнергии гидроэлектростанции, расположенных ниже по течению реки. При этом откачанный донный и поверхностный нанос направляется на объект по подготовке и переработке на предмет извлечения ценных компонентов [3].

Применение данной конструкции имеет низкую себестоимость, простоту в ремонте, устойчивость, длительное время воспринимает воздействие потока, не теряя своей работоспособности, хорошо вписывается в ландшафт, ограничивает попадание наносов и мусора в напорную деривацию и позволяет увеличить выработку электроэнергии на ГЭС.

Использованная литература:

1. Аламанов, С.; Лелевкин, В.М.; Подрезов, О.А Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии; Москва/Бишкек, Россия, 2006.

2. Любимцева, Э.; Хенебри, Г. М. Изменение климата и окружающей среды в засушливой Центральной Азии: 2009, 73, 963–977.

3. Евдокимова И.М., Фонсов Е.Б., Хамдамов Б.Х. Натурные и лабораторные исследования гидротехнических сооружений. – М.: МГМИ, 1987. – с. 76…81.

ПОТЕНЦИАЛ СВОБОДНОЙ КОРРОЗИИ СПЛАВОВ Zn22Al-Ba, В НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЕ

А.К. Ходжибоев – соискатель, Дж.Х. Шарипов – д.т.н. (PhD), И.Н. Ганиев – д.х.н., профессор, З.Р. Обидов – д.х.н. профессор
ГОУ Худжандский государственный университет им. акад. Б. Гафурова
Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

Одной из актуальных задач материаловедения является получение коррозионностойких материалов, предназначенных для эксплуатации в жестких условиях. Поскольку, коррозия морских, атмосферных и подземных металлических изделий, сооружений и конструкций наносит огромный материальный ущерб. Поэтому большое внимание уделяется созданию и применению анодной и протекторной защиты, которая является одним из наиболее надежных и эффективных средств борьбы с химической и электрохимической коррозией [1].

Целью настоящей работы является исследование анодного поведения сплава Zn22Al, легированного барием, в нейтральной среде.

Таблица 1

Изменения потенциала свободной коррозии (-$E_{св.корр.}$, В) сплава Zn22Al, легированного барием, во времени, в среде NaCl

Время, мин	Добавки бария в сплаве, мас. %					
	-	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0
	0.03%					
1/3	0.981	0.941	0.936	0.929	0.946	0.956
2/3	0.980	0.940	0.936	0.929	0.945	0.956
1	0.978	0.939	0.935	0.928	0.943	0.954
5	0.968	0.935	0.931	0.923	0.940	0.949
10	0.935	0.928	0.926	0.920	0.937	0.942
20	0.920	0.913	0.898	0.892	0.915	0.919
35	0.920	0.913	0.898	0.892	0.915	0.919
60	0.920	0.913	0.898	0.892	0.915	0.919
0.3%						
1/3	1.021	0.970	0.956	0.964	0.982	0.988
2/3	1.019	0.969	0.956	0.963	0.982	0.987
1	1.018	0.968	0.955	0.963	0.979	0.985
5	0.995	0.965	0.954	0.946	0.975	0.981
10	0.985	0.959	0.952	0.943	0.970	0.976
21	0.960	0.934	0.929	0.923	0.938	0.941
35	0.960	0.934	0.929	0.923	0.938	0.941

60	0.960	0.934	0.929	0.923	0.938	0.941
3%						
1/3	1.059	0.990	0.976	0.966	0.996	1.006
2/3	1.058	0.989	0.976	0.965	0.996	1.005
1	1.056	0.988	0.972	0.964	0.995	1.003
5	1.044	0.987	0.965	0.961	0.991	0.999
10	1.026	0.980	0.960	0.953	0.987	0.998
24	0.993	0.960	0.954	0.943	0.965	0.969
35	0.993	0.960	0.954	0.943	0.965	0.969
60	0.993	0.960	0.954	0.943	0.965	0.969

В качестве исходных материалов в работе использовались цинк марки ч.д.а. (гранулированный); алюминий марки А7 и металлический барий Ba-00. Сплавы для исследования были получены в печи электрического сопротивления типа СШОЛ в интервале температур 700÷850°С. Элементный состав сплавов контролировался микрорентгеноспектральным анализом на электронном микроскопе SEM серии AIS2100 (Южная Корея). Из полученных сплавов отливали в графитовую изложницу стержни диаметром 8 мм и длиной 140 мм. Перед погружением образца в рабочий раствор его торцевую часть зачищали наждачной бумагой, полировали, обезжиривали, тщательно промывали спиртом и затем погружали в электролите NaCl. Температура электролита в ячейке поддерживали постоянно 20°С с помощью термостата МЛШ-8 [2].

Потенциостатическое исследование анодного поведения сплава Zn22Al, легированного барием проводилось в среде 0.03, 0.3, 3%-ного раствора NaCl, в потенциодинамическом режиме со скоростью развёртки потенциала 2 мВ/с на потенциостате ПИ-50.1.1 [3].

Результаты исследования показывают, что потенциал свободной коррозии ($-E_{св.корр.}$, В), как для сплава Zn22Al, так и для легированного барием сплава, во времени смещается в положительную область, по мере выдержки в растворе NaCl различной концентрации. Зафиксировано, что формирование защитного оксидного слоя завершается к 20-24 минут от начала погружения образцов сплава в раствор (таблица).

По мере увеличения содержания легирующего компонента (Ba) до 0,1% в сплаве Zn22Al потенциалы свободной коррозии сплавов смещаются в положительную область, а далее к отрицательную. Данная закономерность сохраняется для всех исследованных составов сплавов, но последнее не превышается по сравнению потенциала сплава Zn22Al. Величины потенциалов свободной коррозии исследуемых сплавов по мере роста концентрации хлорид-иона в электролите смещаются в более отрицательную область, особенно в среде 3%-ного NaCl (таблица).

Литература:

1. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. – М.: Металлургия, 1986, 247 с.

2. Amini R.N., Irani M.B., Ganiev I.N., Obidov Z.R. Galfan I and Galfan II Doped with Calcium, Corrosion Resistant Alloys. – Oriental Journal of Chemistry. – 2014. – V. 30. – № 3. – P. 969–973.

3. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Физикохимия цинк-алюминиевых сплавов с редкоземельными металлами. – Душанбе: ООО «Андалеб-Р», 2015, 334 с.

МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ ИЗНОСА КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ МАШИН

А.Н. Шохиён – д.т.н. (DSc), профессор, И.Б. Хакимов – д.т.н. (PhD),
Б.Д. Курбонзода – к.т.н., доцент, З.Р. Обидов – д.х.н., профессор
Университет инновации и цифровых технологий Таджикистана

Для опытного выполнения стендового испытания кулачкового механизма выборочно взяли топливного насоса высокого давления. Из демонтированного насоса были сняты плунжерные пары, узлы всережимного регулятора и часть реечный привод. После выполненной доработки данный насос был вставлен на токарно-винторезном экспериментальном станке с применением выборочно выработанных кронштейнов. В ходе опыта задействовали выборочные стальные ролики, применительно как механизм толкателя, где подвергались испытанию с частотой вращения 180 оборот/минут.

Таблица 1

Характеристики интегральных датчиков ускорения (акселерометра)

Маркировка	Описание	Измеряемые диапазоны	Чувствительность	Разрешение	Максимальное измерение	Частота	Напряжение	Потребляемый ток	Тип корпуса
ADXL190	Однокоординатный с высоким разрешение, м	±50g	X	10 Mg	100 mB/g	1 Гц	4-5 В	18 тА	S M T

При регистрации путемобработкой оценивали технологические параметры. Для этого применяли аппаратные установки и программные обеспечения в комплексе. В комплексе входило датчик, усилитель, соединительные кабели, ПЭВМ и контроллер АЦП. Для ускорения толкателя, которого было расположено на штанге, применили датчики. Датчики были закреплены на корпусе и служили как объектов исследований. При этом электрических сигналов аналогового типа обеспечивают приемлемый уровень точности преобразования аналоговый информации в цифровую форму (табл. 1).

Для выборочного опытного испытания износа профилей кулачковых механизмов в центре их базировании применили стационарные измерительные устройства, а индуктивные датчики служили для измерения величины износа (рисунок).

Расчётные отклонения значений износов кулачковых механизмов от среднего их значений показывает 3%.

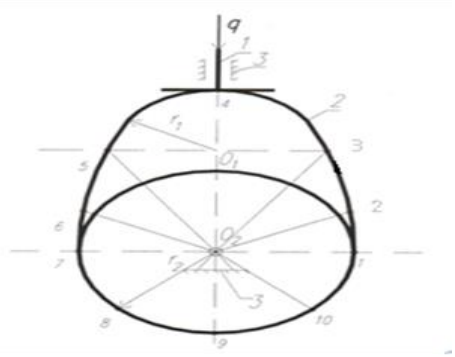


Рисунок. Схема точек при скольжении кулачков.

Опытные данные по измерению износа кулачков во времени 1000 часов испытания обобщены в табл. 2.

Таблица 2

Технология опытного испытания износа кулачков по точку контура при Т=1000ч (мм)

Номер опыта	Точка контура									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,035	0,040	0,044	0,052	0,044	0,040	0,035	0,035	0,035	0,035
2	0,022	0,028	0,030	0,038	0,030	0,028	0,022	0,022	0,022	0,022
3	0,018	0,025	0,026	0,036	0,026	0,025	0,018	0,018	0,018	0,018
4	0,020	0,027	0,029	0,035	0,029	0,027	0,020	0,020	0,020	0,020

Анализы свидетельствуют об эффективной применение изготовленной и восстановительной технологии с возможностью диагностирования технического состояния кулачковых механизмов полиграфических машин при износе. Следовательно, правильное подтверждение закономерного измерения качественного слоя указывает на одной из направления технологии криволинейного трения.

Результаты свидетельствуют о повышение долговечности кулачки и кулачковые механизмы, обладающие криволинейные профили, при электромеханической обработке их поверхности. Ещё дополнительное упрочнение получается при ремонте и восстановлении кулачки кулачковых механизмов. Использование таких технологий дает возможность дополнить эти системы модулями контроля физического износа оборудования, что приведет к повышению долговечности и качества выпускаемой продукции и снижению затрат на обслуживание.

ОКИСЛЕНИЕ СПЛАВА Zn22Al С НЕОДИМОМ

Б.О. Хайдаров – соискатель, М.М. Мирмухамедов – д.т.н. (PhD),
И.Н. Ганиев – д.х.н., профессор, З.Р. Обидов – д.х.н., профессор
ГОУ Худжандский государственный университет им. акад. Б. Гафурова
Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

Вопросы взаимодействия металлических сплавов с газообразными и различными агрессивными средами при высоких температурах являются ключевыми в современном материаловедении. Практический и научный интерес представляет исследование кинетики окисления сплавов и твердых металлов кислородом газовой фазы. В результате такого взаимодействия ухудшается качество поверхности сплава, механические свойства изделий снижаются, сплав загрязняется оксидными включениями [1]. Решение этих вопросов в результате определения механизма окисления и кинетических параметров процесса позволит получить дополнительную информацию о процессе окисления.

Цель исследования заключалась в изучении влияния температуры исследования и добавок неодима на окисляемость цинково-алюминиевого сплава Zn22Al, в твёрдом состоянии.

Сплавы получали сплавлением металлического цинка марки ХЧ (гранулированный), алюминия марки А7 и его лигатуры с металлическим неодимом. Для исследования образцы базового и легированных сплавов получали в шахтной печи электрического сопротивления типа СШОЛ в интервале температур 700–850 ^{0}C. Предварительно проведенный расчет шихтовых материалов контролировали взвешиванием на аналитических весах АРВ-200 с точностью $0{,}1\cdot10^{-4}$ кг. Все образцы перед исследованием образцы очищали от образующейся окалины. Шихтовка сплавов проводилась с учетом угара металлов. Микрорентгеноспектральным анализом контролировали химический состав указанных сплавов на приборе SEM серии AIS-2100.

Для выполнения исследования использовали метод термогравиметрии с непрерывным взвешиванием образцов [2]. Продукты, образующиеся при окислении легированных неодимом цинково-алюминиевых сплавов, были исследованы методом рентгеновской дифрактометрии на модернизированном дифрактометре ДРОН-2,0 [3].

Взаимодействие сплавов Zn22Al-Nd с кислородом воздуха значительно отличается от окисления базового сплава Zn22Al. Линейная зависимость сохраняется в течение 12–15 мин, далее по мере образования оксидной плёнки характер окислительного процесса переходит в гиперболический и формирование защитной оксидной поверхности заканчивается к 15–30 мин. Кинетические процессы в интервале времени 10 и 20 мин отражает характер процесса окисления в построенном изохроне окисления исследованных сплавов, где добавки неодима в цинково-алюминиевом сплаве приводит к повышению скорости окисления и снижению энергии активации процесса (рисунок).

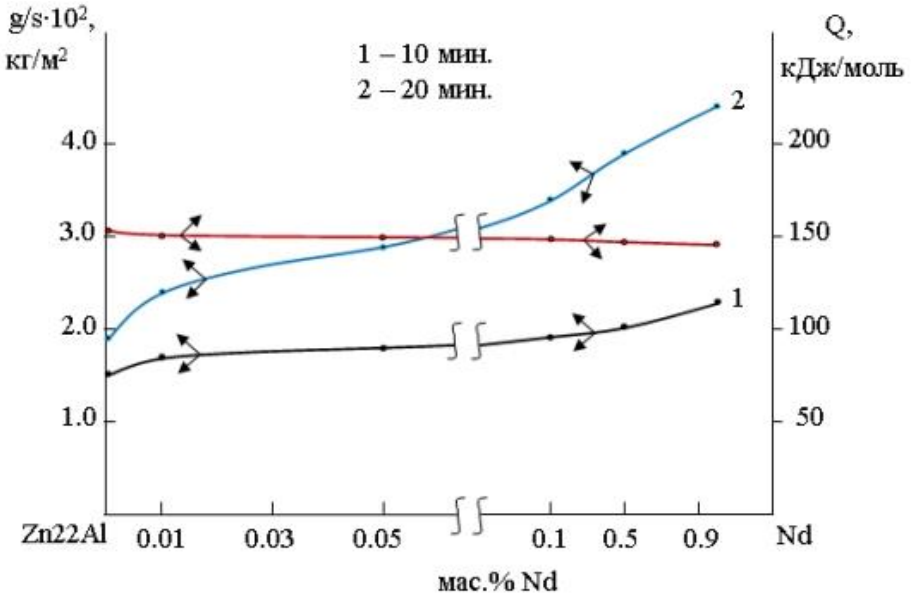


Рисунок. Изохроны окисления сплавов Zn22Al-Nd.

Кристаллохимические и физико-химические свойства образующихся оксидов являются главным условием замедления процесса окисления. Во- первых, для получения пористой и не сплошной оксидной плёнки необходимо, чтобы объём металла или сплава был больше, чем объем образовавшегося оксида. Когда продукт окисления состоит из нелетучих, твердых веществ, они образую оксидный слой, отлагаясь на внешней поверхности образца. Входящий в состав оксидов защищаемого металла легирующий компонент замедляет диффузию металла, общий процесс окисления при этом также замедляется.

В целом, по данным экспериментальных исследований кинетики окисления сплава Zn22Al с неодимом кислородом газовой фазы, установлено, что сплавы с 0.5 и 1.0% неодимом по сравнению с низколегированными сплавами (0.01-0.1%), обладают наибольшей скоростью окисления и наименьшую значению энергии активации. Определено, что с ростом температуры исследования и увеличением содержания легирующего компонента наблюдалось повышение окисляемости сплава Zn22Al во всех интервалах температур.

Литература:

1. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. – М.: Металлургия, 1986. – 247 с.

2. Obidov Z.R. Anodic Behavior and Oxidation of Strontium-Doped Zn5Al and Zn55Al Alloys // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2012. Vol. 48. N 3. P. 352–355.

3. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Физикохимия цинк-алюминиевых сплавов с редкоземельными металлами. – Душанбе: ООО «Андалеб-Р», 2015. – 334 с.

PO‘LAT QOTISHMASINI SUYUQLANTIRISHDA $CaSiO_3$ KIRITISHNING DESULFURATSIYA JARAYONLARIGA TA’SIRINING TERMODINAMIK TAHLILI

N.B. Xolmirzayev, N.D. Turaxodjayev
Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Po‘lat ishlab chiqarishda desulfuratsiya jarayoni muhim ahamiyatga ega bo‘lib, oltingugurt metallning mexanik xossalarini yomonlashtiradi, ayniqsa, zarbaga chidamliligini kamaytiradi va mo‘rtlikni oshiradi. Shu sababli, eritish jarayonida oltingugurt miqdorini kamaytirish zarur hisoblanadi.

An’anaviy texnologiyalarda desulfuratsiya asosan CaO asosidagi asosli shlaklar yordamida amalga oshiriladi, bunda oltingugurt metall tarkibidan shlakka o‘tib, CaS shaklida bog‘lanadi . Bundan tashqari, $CaSiO_3$ asosidagi tizimlarning ushbu jarayonga ta’siri yetarlicha o‘rganilmagan bo‘lib, ushbu ish aynan shu masalaga bag‘ishlanadi.

Tadqiqot elektr yoy pechida 35ХГСЛ markali po‘latni eritish uchun ko‘rib chiqildi. Harorat 1590–1650 °C oralig‘ida bo‘lishi zarur. Shixta tarkibiga $CaSiO_3$ 0, 2 kg/t, 4 kg/t va 6 kg/t miqdorlarda kiritilishi zarur.

Desulfuratsiya darajasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\eta = \frac{[S]_0 - [S]}{[S]_0} \cdot 100\% \qquad (1)$$

bu yerda, boshlang‘ich va yakuniy oltingugurt miqdorlari farqi boshlang‘ich qiymatga nisbatan olinib, jarayon samaradorligi foizda ifodalanadi.

Oltingugurtning metall va shlak o‘rtasida taqsimlanishi quyidagi koeffitsiyent orqali baholanadi:

$$L_s = \frac{(S)_{shlak}}{[S]_{metall}} \qquad (2)$$

Ushbu ifoda shuni anglatadiki, agar oltingugurt asosan shlakka o‘tgan bo‘lsa, koeffitsiyent katta qiymatga ega bo‘ladi va bu desulfuratsiyaning samarali kechganini bildiradi.

Termodinamik asosi. Desulfuratsiya jarayoni quyidagi asosiy reaksiya bilan tavsiflanadi:

$$[S] + (CaO) \rightleftharpoons (CaS) + [O] \qquad (3)$$

Ushbu reaksiya metall tarkibidagi oltingugurtning shlakdagi CaO bilan birikib CaS hosil qilishini ko‘rsatadi, bunda kislorod metallga qaytadi. Bu tenglama shuni bildiradiki, shlakda faol CaO qancha ko‘p bo‘lsa, oltingugurtni bog‘lash shuncha samarali bo‘ladi, aksincha kislorodning ortishi jarayonni susaytiradi.

Jarayon muvozanati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$K = \frac{a_{CaS} \cdot a_O}{a_S \cdot a_{CaO}} \quad (4)$$

bu yerda, jarayon oddiy miqdorlar bilan emas, balki komponentlarning faolligi bilan belgilanadi, ya’ni CaO ning mavjudligi yetarli emas, balki uning faol holatda bo‘lishi muhimdir. Shu sababli, CaO faolligi ortishi desulfuratsiyani kuchaytiradi, kislorod faolligining ortishi esa aksincha ta’sir qiladi.

$CaSiO_3$ ning jarayondagi roli quyidagi parchalanish reaksiyasi bilan tushuntiriladi:

$$CaSiO_3 \rightleftharpoons CaO + SiO_2 \quad (5)$$

Bu tenglama $CaSiO_3$ yuqori haroratda CaO va SiO_2 ga ajralishini ko‘rsatadi, bunda hosil bo‘lgan CaO desulfuratsiya uchun foydali bo‘lsa, SiO_2 shlakning kislotali komponenti sifatida uning asosliligini pasaytiradi va jarayon samaradorligini kamaytiradi.

Shlakning asosiy xossasi bo‘lgan bazalik quyidagicha ifodalanadi:

$$B = \frac{CaO}{SiO_2} \quad (6)$$

Bu nisbat shuni ko‘rsatadiki, CaO miqdori ortgan sari shlak asosli bo‘lib, desulfuratsiya jarayoni yaxshilanadi, SiO_2 miqdori ortganda esa aksincha, shlak kislotali bo‘lib boradi va jarayon samaradorligi pastlab ketadi.

$CaSiO_3$ ning ikki tomonlama ta’sirini hisobga olish uchun quyidagi model taklif etiladi:

$$a_{CaO}^{eff} = a_{CaO} - k \cdot a_{SiO_2} \quad (7)$$

bu yerda, CaO ning samarali faolligi SiO_2 mavjudligi hisobiga kamaytiriladi, ya’ni SiO_2 CaO ning faol ishtirokini cheklaydi.

Natijada oltingugurtning taqsimlanish koeffitsiyenti quyidagicha ifodalanadi:

$$L_s = C \cdot \frac{a_{CaO}^{eff}}{a_O} \quad (8)$$

Bu tenglama shuni bildiradiki, desulfuratsiya samaradorligi CaO ning samarali faolligiga to‘g‘ri, kislorod faolligiga esa teskari proporsionaldir.

Natijalar va muhokama. Tadqiqot natijalaridan shuni ko‘rish mumkunki, $CaSiO_3$ ning 2 kg/t, 4 kg/t miqdorda qo‘shilishi desulfuratsiya jarayonini yaxshilaydi, chunki bu sharoitda $CaSiO_3$ parchalanib, qo‘shimcha CaO hosil qiladi.

Biroq $CaSiO_3$ miqdori 6 kg/t ga yetganda, SiO_2 miqdori sezilarli darajada ortadi va shlak asosliligi kamayadi, bu esa desulfuratsiya samaradorligini pasayishiga olib keladi. Shu sababli, jarayonning $CaSiO_3$ ga bog‘liqligi nochiziqli xususiyatga ega bo‘lib, optimal qiymat mavjudligi aniqlanadi.

Oltingugurt taqsimlanish koeffitsiyenti ham xuddi shu qonuniyat asosida o‘zgarib, dastlab ortadi, keyin esa kamayadi, bu esa taklif etilgan termodinamik model bilan mos keladi.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, $CaSiO_3$ desulfuratsiya jarayoniga to‘g‘ridan to‘g‘ri emas, balki shlak tarkibini o‘zgartirish orqali bilvosita ta’sir ko‘rsatadi. Uning parchalanishi natijasida hosil bo‘lgan CaO desulfuratsiyani kuchaytiradi, biroq SiO_2 ning ortishi shlak asosliligini kamaytirib, jarayon samaradorligini pasaytiradi. Natijada, $CaSiO_3$ ning optimal miqdori mavjud bo‘lib, undan ortiq qo‘llanilishi desulfuratsiya samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. She, C., Ren, Y., & Zhang, L. (2026). Advances in Steel Desulfurization: Thermodynamic, Kinetic, and Machine Learning Perspectives. *steel research international*.

2. Mo, R. Z., Ren, Y., & Zhang, L. F. (2025). Kinetic and thermodynamic calculations of reaction involving high aluminum low manganese steels and medium SiO2 medium Al2O3 mold fluxes with different initial aluminum contents: RZ Mo et al. *Journal of Iron and Steel Research International*, *32*(9), 2808-2819.

IMPROVING THERMAL TREATMENT MODES FOR CHROMIUM-MOLYBDENUM STEEL CASTINGS

Sh.M. Chorshanbiev, R.A. Parpiev, F.A. Maksumov, D.Y. Sartibaev, J.M. Egamshukurov.
Tashkent State Technical University, Tashkent

This article examines the issues of improving thermal treatment modes to increase the mechanical and operational properties of chromium-molybdenum steel castings. The steel’s microstructure, phase transformations, and their effects on hardness, strength, and wear resistance are analyzed. The study substantiates the potential for increasing material reliability and service life by selecting optimal thermal treatment parameters.

Chromium-molybdenum steels are widely used in industry, particularly for manufacturing components operating under heavy loads and high-temperature conditions. Their primary advantages include high strength, good hardness, and wear resistance; however, these properties depend significantly on the thermal treatment process. Traditional thermal treatment methods do not always yield optimal results, as castings may retain large grain sizes, uneven distribution of carbide phases, and internal stresses. Therefore, improving thermal treatment modes is a relevant issue of scientific and practical importance.

The main goal of the research is to enhance the operational properties of chromium-molybdenum steel castings by improving their thermal treatment modes. To achieve this, the following tasks were defined:

Analyzing the correlation between the chemical composition and microstructure of the steel.

Studying the effects of various thermal treatment modes (heating, quenching, tempering).

Determining optimal temperature and time parameters.

Evaluating properties based on mechanical tests.

Explaining phase transformations through microstructure analysis.

Steel castings alloyed with chromium (Cr) and molybdenum (Mo) were used as the research objects. Carbide-forming elements play a crucial role in their composition. The following methods were utilized:

Metallographic analysis.

Scanning Electron Microscopy (SEM).

Hardness testing (HRC).

Tensile and impact strength tests.

Modeling of thermal treatment processes.

Research indicated that traditional quenching results in a martensitic structure, which is often characterized by large needle-like formations and high internal stresses. This increases the brittleness of the steel. In the improved mode, staged heating and two-stage tempering were applied. As a result:

The martensitic structure was refined.

Carbide phases were distributed uniformly.

Internal stresses were reduced.

Hardness under traditional treatment: 48–52 HRC.

Hardness under improved treatment: 55–60 HRC.

Impact strength increased by 20–25%.

This demonstrates that material properties can be significantly improved by correctly selecting thermal treatment parameters. Based on the research, the following optimal regime is recommended:

Heating: 850–900°C, quenching: In oil medium, first Tempering: 550–600°C, Second Tempering: 200–250°C.

This regime ensures structural stabilization and high operational properties.

1. A new thermal treatment mode based on two-stage tempering for chromium-molybdenum steel castings was proposed.

2. The relationships between phase transformations in the microstructure and mechanical properties were established.

3. The mechanism for improving wear resistance by increasing the dispersion of carbide phases was scientifically substantiated.

The proposed mode ensures increased service life for castings, higher reliability, and safety, providing economic efficiency for industrial enterprises. This method is particularly applicable in the mining, energy, and mechanical engineering sectors.

Improving thermal treatment modes for chromium-molybdenum steel castings significantly enhances their mechanical and operational properties. The proposed two-stage tempering mode allows for structure refinement, reduction of internal stresses, and stable distribution of carbide phases. Consequently, the hardness, strength, and wear resistance of the steel are increased.

References:

1. Turakhodjaev N.D., Moydinov A., Chorshanbiev Sh.M., Jalalova S.T. "Casting Technology," Innovation Development Publishing House. Textbook, Tashkent-2024, pp. 435–438.

2. Turaxodjayev N., Chors'hanbiyev Sh., Sadikova N. (2020). "Ways to increase the strength of shaft gear teeth working in a highly abrasive grinding environment." Journal of Critical Reviews, No. 103, Taipei City, Taiwan, pp. 904–907.

3. Turakhodjaev N., Chors'hanbiev Sh., Kamalov J., Yuldas'hev B., Yegams'-hukurov J., Chors'hanbiev K. (2020). "Ways to Increase the Strength of the Surface of the Parts." Journal of Critical Reviews, No. 103, Taipei City, Taiwan.

4. N. Turakhodjaev, Sh. Chorshanbiev, N. Tadjiev. (2023). Development of Machined Durable Parts of Modified 110G13L Brand Steel. Journal of Educational Discoveries and Lifelong Learning. Eurasian Scientific Herald. Eurasian Scientific Bulletin. Pp: 21–25.

SELECTION OF OPTIMAL ALLOYING COMPOSITION TO IMPROVE WEAR RESISTANCE OF 110G13L HIGH-MANGANESE STEEL

R.A. Parpiev, F.A. Maksumov, D.Y. Sartibaev, J.M. Egamshukurov.
Tashkent State Technical University, Tashkent

This article investigates the formation of an optimal alloying composition aimed at improving the wear resistance of 110G13L high-manganese austenitic steel. The effects of alloying elements (Cr, Mo, V, Ti) on microstructure, hardness, and abrasive wear resistance were analyzed. As a result, it was substantiated that through complex alloying, it is possible to increase wear resistance by stabilizing the structure and forming dispersed phases.

110G13L steel (Hadfield steel) belongs to the class of high-manganese austenitic steels and is widely used for parts operating under high impact loads. Its main advantage is its ability to undergo work hardening under deformation.

However, in its unalloyed state, 110G13L steel does not exhibit sufficient wear resistance in certain abrasive environments. Therefore, optimizing its chemical composition through alloying is an important task.

The objective of this study is to determine the optimal alloying composition to enhance wear resistance of 110G13L steel. This includes analyzing the influence of alloying elements, studying microstructural changes, evaluating hardness and wear characteristics, and proposing an optimal chemical composition.

The research methods include: metallographic analysis, scanning electron microscopy (SEM), hardness measurements (HRC), and abrasive wear testing.

№	Composition (additions %)	Hardness (HRC)	Wear coefficient
1	Base 110G13L	220 HB (~20 HRC)	1.0
2	+1.5% Cr	28 HRC	0.85
3	+1% Cr + 0.5% Mo	35 HRC	0.70
4	+1% Cr + 0.5% Mo + 0.3% V	42 HRC	0.55
5	Complex (Cr+Mo+V+Ti)	45–48 HRC	0.40

The addition of alloying elements significantly affects the structure of 110G13L steel:

Chromium (Cr) – forms carbides and increases wear resistance

Molybdenum (Mo) – refines grains and stabilizes the structure

Vanadium (V) – forms fine dispersed carbides

Titanium (Ti) – inhibits grain growth

In conventional 110G13L steel, the austenitic structure predominates. After alloying:

austenite + carbide phases are formed;

dispersed particles appear;

grain refinement occurs.

This leads to improved wear resistance.

Hardness and Wear Resistance

Table 1

Alloying Composition and Properties

It can be seen that complex alloying provides the best results.

Based on the research, the following optimal composition is recommended:

Element	Content (%)
C	1.0–1.2
Mn	12–13
Cr	1.0–1.5
Mo	0.3–0.5
V	0.2–0.4
Ti	0.05–0.1

This composition ensures high hardness, good ductility, and maximum wear resistance.

An effective combination of complex alloying elements for 110G13L steel has been identified. The role of dispersed carbide phases has been scientifically substantiated, and the mechanism for improving wear resistance has been developed.

The proposed composition provides:

1.5–2 times longer service life

Increased efficiency in mining and crushing equipment

Reduced maintenance costs

In conclusion, selecting an optimal alloying composition is crucial for improving the wear resistance of 110G13L steel. Complex alloying (Cr, Mo, V, Ti) stabilizes the structure, promotes the formation of dispersed phases, and significantly enhances mechanical properties. As a result, the operational efficiency of the material is greatly improved.

References:

1. Kamolkhon Karimov, Nodir Turakhodjaev, Azamat Akhmedov, Shukhrat Chorshanbiev (2021). *Mathematical model for producing machine parts*. E3S Web of Conferences 264, 04078.

2. N.D. Turakhodjaev, A. Moydinov, Sh.M. Chorshanbiev, S.T. Jalalova. *Foundry Technology*. Innovative Development Publishing House, Tashkent, 2024, pp. 435–438.

3. Shukhrat M. Chorshanbieva, Kamolkhan A. Karimova, Shakhnoza R. Adilovaa, Nodir J. Turakhodjaevb, Abdulkhamid Yerkinjonovc, Mehrubon M. Mirmuhamedovd, Jamshed H. Sharipovd, Ziyodullo R. Obidove and Khayriddin Komolov. Development of Wear-Resistant Parts of High-Manganese Modified 110G13L Brand Steel. Metallurgy and Materials Yengineering. Journal of Siberian Federal University. Yengineering & Technologies 2024 17(2): 175–185.

TECHNOLOGY FOR INCREASING THE WORKING SURFACE HARDNESS OF HIGH-MANGANESE AUSTENITIC STEELS THROUGH THE FORMATION OF DISPERSED PHASES

Prof. N.D. Turakhodjaev, D.Yu. Sartibaev, R.A. Parpiev, F.A. Maksumov
Tashkent State Technical University, Tashkent

This research investigates the mechanisms for increasing the working surface hardness of high-manganese austenitic steels (110G13L) through the formation of dispersed phases. It was found that the formation of fine carbide and nitride particles in the structure, achieved through alloying and modification methods, significantly improves wear resistance. The obtained results are recommended for industrial application.

High-manganese austenitic steels, particularly grade 110G13L, are characterized by high impact resistance and the ability to work-harden during service. However, their initial hardness is relatively low, which limits their use in abrasive environments. Therefore, strengthening the surface layer by forming dispersed phases (carbides, nitrides, intermetallic compounds) is an important scientific and practical task.

Dispersed phases are very fine particles (nano- and micron-sized) distributed within the metal matrix. They perform the following functions: restrict dislocation movement; hinder plastic deformation, accelerate the work-hardening process at the surface, increase resistance to wear. These phases are typically formed by the addition of the following elements: Cr, Mo, V, Ti, Nb.

Table 1.

Modification composition of 110G13L steel

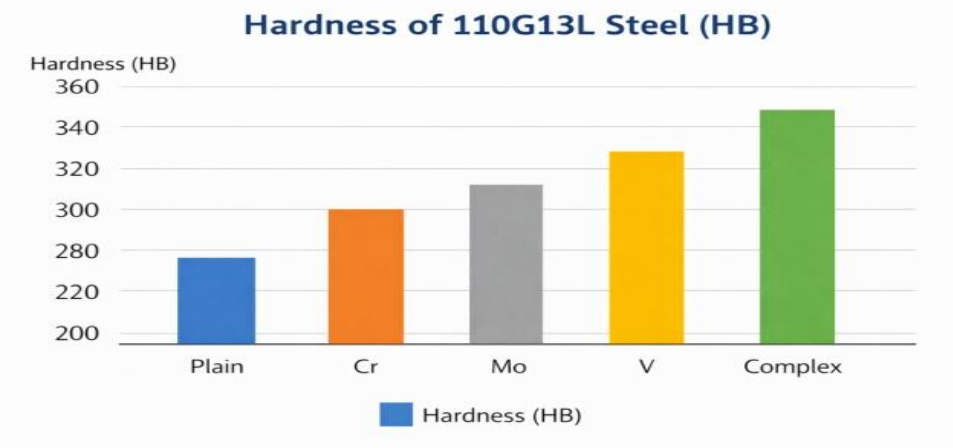
№	Alloying element	Content (%)	Expected phase
1	Cr	1.5	Cr_7C_3 carbide
2	Mo	0.5	Mo_2C
3	V	0.3	VC
4	Ti	0.2	TiC

The samples were subjected to the following treatment:
Heating at 1050–1100°C
Rapid cooling in water
Abrasive wear testing of the working surface

Table 2.

Effect on hardness

Sample	Hardness (HB)	Wear reduction (%)
Conventional 110Г13Л	200–220	0
+Cr	260–280	18
+Mo	270–290	22
+V	280–310	27
Complex (Cr+Mo+V)	320–360	40



Graph 1. High effect of complex digerization.

The formation of dispersed phases leads to: refinement of austenite grain boundaries, uniform distribution of carbide particles, formation of a hardness gradient in the surface layer.

To achieve high efficiency, the following technology is recommended:

complex modification of molten metal (Cr + Mo + V);

ensuring rapid cooling during casting;

stabilization of the structure through heat treatment;

activation of work hardening under service deformation conditions.

Based on the conducted research, the following conclusions were drawn:

The formation of dispersed phases significantly increases the working surface hardness of high-manganese steels;

Complex alloying (Cr + Mo + V) is the most effective method;

Hardness can increase from 200 HB to 350 HB;

Wear resistance improves by 35–40%.

This technology is of great importance for mining, cement industry, and crushing equipment applications.

References

1. Chorshanbiyev Sh. (2020). *Development of technology to improve wear resistance of gear teeth*. “Ta’lim Nashriyoti”, Tashkent, pp. 212–220.

2. N.D. Turakhodjaev, A. Moydinov, Sh.M. Chorshanbiev, S.T. Jalalova. *Foundry Technology*. Innovative Development Publishing House, Tashkent, 2024, pp. 435–438.

3. Chorshanbiyev Sh., Ibragimova Sh. (2023). *Development of technology for producing high-strength components*. “Research and Innovations” Journal, pp. 66–75.

QUYMA ISHLAB CHIQARISHDA ISHLATILGAN QOLIP ARALASHMALARINI REGENERATSIYA QILISH TEXNOLOGIYALARINING TAHLILI

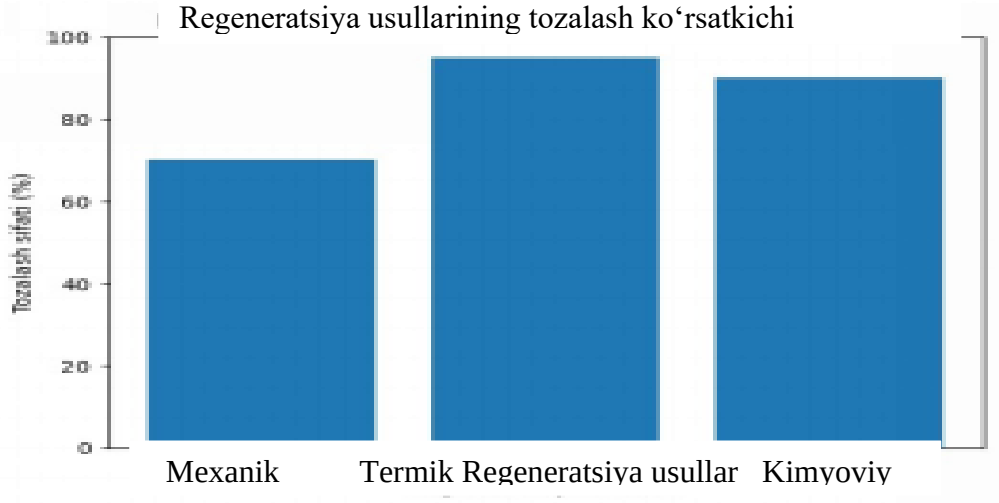
Rasilova Zarina Gulomjonovna, magistr
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy shahri

Annotatsiya. Mazkur maqolada quyma ishlab chiqarishda ishlatiladigan qum-qolip aralashmalarini regeneratsiya qilish texnologiyalarining ilmiy-texnik asoslari va amaliy ahamiyati tahlil qilingan. Quyish jarayonida yuqori harorat va mexanik ta’sir natijasida o‘z xossalarini yo‘qotgan kvarts qumi hamda bog‘lovchi moddalarning qoldiqlarini qayta tiklash muammolari ko‘rib chiqilgan. Ishlatilgan aralashmalarni chiqindi sifatida utilizatsiya qilish iqtisodiy va ekologik jihatdan salbiy oqibatlarga olib kelishi asoslab berilgan.

Kirish. Quyma ishlab chiqarish jarayonida metall buyumlarni shakllantirish uchun qo‘llaniladigan qolip va sterjen aralashmalari (asosan kvarts qumi, bog‘lovchi moddalar va turli qo‘shimchalardan iborat) umumiy ishlab chiqarish tannarxining sezilarli qismini

tashkil etadi. Ayniqsa, yirik seriyali ishlab chiqarishda qum aralashmalarining hajmi juda katta bo‘lib, ularni har bir quyish siklidan so‘ng yangilash katta miqdorda xomashyo va moliyaviy resurs talab qiladi. Shu sababli, zamonaviy quyma sanoatida ishlatilgan qolip va sterjen aralashmalarini regeneratsiya qilish texnologiyalarini joriy etish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Regeneratsiya qilingan qumni qayta ishlab chiqarishda qo‘llash bir qator afzalliklarga ega. Avvalo, yangi xomashyo xarid qilish hajmi kamayadi, bu esa iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.



1-rasm. Regeneratsiya usullarining aralashma tozaligiga ta’siri.

Bugungi kunda energiya tejamkor va ekologik xavfsiz regeneratsiya usullarini ishlab chiqish, avtomatlashtirilgan regeneratsiya liniyalarini joriy etish hamda qayta tiklangan qum sifatini nazorat qilish tizimlarini takomillashtirish dolzarb masalalardan biridir. Shu bois, ishlatilgan qolip aralashmalarini regeneratsiya qilish nafaqat iqtisodiy jihatdan foydali, balki barqaror sanoat rivojlanishini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi. Zamonaviy metallurgiya va quyma ishlab chiqarish korxonalarida qum-qolip aralashmalari (asosan kvars qumi va bog‘lovchi moddalar) ishlab chiqarish siklining ajralmas qismidir. Biroq quyish jarayonidan so‘ng, yuqori harorat ta’sirida qolip materiallarining fizik-mexanik xususiyatlari o‘zgaradi: bog‘lovchi moddalar (bentonit, smola yoki suyuq shisha) qum donachalari yuzasida qattiq qobiq hosil qiladi.

Ishlatilgan qum aralashmalari ko‘pincha chiqindi poligonlariga chiqarib tashlanadi, bu esa tuproq va yerosti suvlarining kimyoviy ifloslanishiga olib keladi. Sifatli kvars qumini qazib olish va tashish xarajatlari yildan-yilga ortib bormoqda. Shuningdek, Tarkibida eski bog‘lovchi qoldiqlari bo‘lgan qumdan qayta foydalanish quyma buyumlarda gaz g‘ovakligi va yoriqlar kabi nuqsonlarni ko‘paytiradi [3].

J.R. Brown va W. Tilch [3] olimlar o‘z ishlarida qum donachalari yuzasida hosil bo‘ladigan o‘lik bentonit va smola qatlamlarining destruksiya mexanizmlarini yoritib berishgan. Ularning xulosasiga ko‘ra, regeneratsiya jarayonining sifati qum donasining butunligini saqlab qolgan holda, uning yuzasidagi qobiqni 95–98% gacha tozalash bilan o‘lchanadi.

Mexanik regeneratsiya sohasida Knights, Eisner va G.K. [4] sanoat kompaniyalari va tadqiqotchilar markazdan qochma kuch yordamida ishqalash (attrition) texnologiyasini takomillashtirishgan. Ushbu bosqichda asosiy muammo qumning o‘ta yemirilishi (chang hosil bo‘lishi) edi.

Organik bog‘lovchilar (Cold-Box, Alpha-set jarayonlari) ko‘payishi bilan termik regeneratsiya bo‘yicha izlanishlar jadallashdi. Tadqiqotchi A.M. Fedorov va boshqalar [5] suyuqlantirilgan qatlamli (fluidized bed) pechlarda qumni regeneratsiya qilishning optimal harorat rejimlarini (750–850°C) aniqlashgan.

O‘zbekiston sharoitida ushbu mavzu S.M. To‘raxodjayev, A.A. Muhamedov va T.S. Sultonov [6] kabi olimlar tomonidan o‘rganilgan. Ularning tadqiqotlari asosan mahalliy (masalan, Jeroy-Sardoba) qumlarining regeneratsiya jarayonidagi kimyoviy-mineralogik o‘zgarishlari, suyuq shisha bog‘lovchili aralashmalarni gidravlik usulda qayta ishlashning texnologik parametrlarini optimallashtirish kabi yo‘nalishlarga qaratilgan.

Regeneratsiya texnologiyalarini joriy etish ushbu muammoning samarali yechimi hisoblanadi. Mexanik, termik va kimyoviy usullar yordamida ishlatilgan qum donachalarini bog‘lovchi qoldiqlardan tozalash va ularning texnologik xususiyatlarini tiklash mumkin. Ilmiy-tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, regeneratsiya qilingan qumning katta qismini (70–95 % gacha) yangi aralashma tarkibiga qayta kiritish mumkin, bu esa tabiiy resurslarni tejash va xarajatlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Shuningdek, regeneratsiya jarayonining yo‘lga qo‘yilishi sanoat chiqindilari hajmini qisqartiradi, poligonlarga tushadigan yuklamani kamaytiradi va ekologik me’yorlarga rioya etishni osonlashtiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Utilization of Industrial By-Products in Concrete / S. Siddique, A. Noumowe. – Berlin: Springer, 2008.

2. Federal Highway Administration. User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction. – Washington, DC, 1997.

3. Foundry Technology / P. Beeley. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001

4. Нуриллоевич Ҳ. Н. термодинамический и кинетический анализ формирования и эволюции карбидных фаз в высокохромистых чугунах при термической обработке 930° С //Universum: технические науки. – 2025. – Т. 3. – №. 11 (140). – С. 58-61.

5. Egamberdiyev Ilhom Pulatovich, Hamroyev Nurbek Nurilloyevich, Ashurov Xisrav Xurshid O‘G‘Li, and Saibov Ma’Ruf Farxadovich. “Fe-Cr-C qotishmalarida xrom miqdorining kristallanish jarayoni, fazaviy tashkil etuvchilar morfologiyasi va abraziv yeyilishga ta’siri” Илм-фан ва инновацион ривожланиш / Наука и инновационное развитие, vol. 8, no. 1, 2025, pp. 38-48.

6. Ҳамроев Нурбек Нуриллоевич, Эгамбердиев Илҳом Пулатович, Ашуров Хисрав Хуршид ўғли, Буронов Шахзод Болибой ўғли микроструктурный анализ и износостойкость легированных чугунов с марганцем // Universum: технические науки. 2025. №6 (135). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mikrostrukturnyy-analiz-i-iznosostoykost-legirovannyh-chugunov-s-margantsem (дата обращения: 31.03.2026).

7. Dungan R.S., Dees N.H. Beneficial reuse of foundry sand: A review of state practices and regulations // Environmental Engineering Science. – 2009. – Vol. 26. – No. 8. – P. 1307–1318.

8. Эгамбердиев Илҳом Пўлатович, Ҳамроев Нурбек Нуриллоевич, Ашуров Хисрав Хуршид ўғли Карбид фазаларининг ейилишга бардошлилик хусусиятига таъсирини таҳлил қилиш // Илм-фан ва инновацион ривожланиш / Наука и инновационное развитие. 2024. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/karbid-fazalarining-yeyilishga-bardoshlilik-xususiyatiga-ta’sirini-tahlil-qilish (дата обращения: 31.03.2026).

9. Safarov, I. I., Teshaev, M. K., Boltaev, Z. I., Kulmuratov, N. R., & Hamroev, N. N. (2019). Own wavesin a spatial viscoelastic cylinder with radial crack. ISJ Theoretical & Applied Science, 12 (80), 341-345.

10. Federal Highway Administration. User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction. – Washington, DC, 1997.

ПОВЫШЕНИЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЗМОВ ТКАЦКИХ СТАНКОВ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ УПРОЧНЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

Касимов Б. М. PhD, доцент, Андижанский государственный технический институт, г. Андижан

Ключевые слова: поверхностный слой, наклеп, остаточные напряжения, циклическая долговечность, механизмы ткацких станков, поверхностное пластическое деформирование (ППД), сопротивление усталости, износостойкость, шероховатость.

Аннотация: В данной работе рассматривается влияние упрочнения (наклепа) и остаточных напряжений на повышение эксплуатационных характеристик деталей текстильных машин, работающих в условиях циклических нагрузок. Анализируется механизм зарождения усталостных трещин в поверхностном слое и роль поверхностного пластического деформирования (ППД) в замедлении этих процессов.

Результаты многих исследований убедительно показывают, что разрушение материала детали в подавляющем большинстве случаев начинается в поверхностном слое или непосредственно на поверхности. Усталостному выкрашиванию предшествует образование микротрещин на поверхности или в поверхностном слое на глубине залегания наибольших касательных напряжений. При работе валов и других деталей, испытывающих циклические нагрузки, зарождение усталостных трещин происходит на поверхности либо на некотором расстоянии от нее. Эти трещины в дальнейшем прогрессируют и вызывают усталостный излом. Механизму усталостного разрушения металлов посвящены работы С. В. Серенсена, В. М. Горицкого, С. Коцаньды, В. С. Ивановой и других ученых.

При создании определенных физико-механических свойств поверхностного слоя и микропрофиля обработанной поверхности затрудняется зарождение развитие усталостных трещин, повышается сопротивляемость износу, возрастает коррозионная стойкость, улучшаются другие эксплуатационные показатели. При иных свойствах поверхностного слоя эксплуатационные показатели ухудшаются. Большую роль в этом играют остаточные (внутренние) напряжения, упрочнение (наклеп) и субструктура поверхностного слоя, а также шероховатость поверхности [1].

Упрочнение (наклеп) поверхностного слоя, характеризуемое возрастанием микротвердости (твердости), затрудняет образование и развитие усталостных трещин, что повышает предел выносливости деталей машин. Эффективность наклепа в этом случае зависит от условий работы детали, ее конструктивных особенностей (наличие концентраторов в виде канавок, галтелей и др.) и свойств материала. В деталях из менее пластичных сталей роль наклепа уменьшается. В этом же направлении действуют и конструктивные концентраторы напряжений [2].

Теоретически и экспериментально весьма трудно разграничить роль в упрочнении деталей непосредственно упрочнения поверхностного слоя и благоприятного влияния сжимающих остаточных напряжений, которые возникают в этом слое в результате дробеструйного наклепа. В зависимости от внешних условий, природы материала, его термической обработки, а также формы и характера нагружения деталей тот или другой фактор приобретает решающее значение в упрочнении детали [36].

В исследованиях И.В. Кудрявцева [3] сопротивление усталости для некоторых деталей может быть увеличено в 2-3 раза за счет повышения твердости при упрочнении ППД. Интересно, при повышении микротвердости поверхностного слоя в результате упрочнения пластическим деформированием, сопротивление усталости деталей повышается и составляет (65-75) %, а при создании остаточных сжимающих макронапряжений - (25-35) %. Это можно объяснить тем, что при упрочнении металла ИИД до определенных пределов амплитуда циклической пластической деформации уменьшается и предотвращает возникновение субмикроскопических нарушений сплошности, которые порождают развитие усталостных трещин. Создание наклепанного упрочненного поверхностного слоя препятствует росту существующих и вновь возникающих усталостных трещин, таким образом, уменьшает вредное влияние наружных дефектов и шероховатости поверхности.

Образование усталостных трещин происходит под упрочненным слоем, и их дальнейшее увеличение происходит при более высоких напряжениях и большем числе циклов нагружения, чем в условиях отсутствия наклепа.

Твердость является одной из основных характеристик состояния поверхности, отображающей ее способность сопротивляться изнашиванию при трении скольжения, контактному, усталостному изнашиванию.

Следует иметь в виду, что упрочнение повышает износостойкость в тех

случаях, когда отсутствует явление перенаклепа. В случае перенаклепа, когда уже начались необратимые процессы микроскопических нарушений сплошности металла и разрывы межатомных связей по плоскостям скольжения, даже при еще продолжающемся упрочнении и повышении твердости, износостойкость начинает снижаться. Шероховатость поверхности при перенаклепе увеличивается. При отжиге наклеп металла можно полностью или частично снять. При перенаклепе исходная структура металла и его механические свойства не восстанавливаются даже при нагреве [4].

Упрочнение (наклеп) поверхностного слоя существенно влияет на контактные деформации за счет снижения пластической составляющей этих деформации. Чем ниже прирост твердости, т.е., чем выше степень упрочнения, тем больше снижаются деформации [5].

Остаточные сжимающие напряжения в поверхностном слое повышают предел выносливости, а растягивающие напряжения, наоборот, понижают предел выносливости. Это подтверждается исследованиями ряда ученых, в том числе В. М. Смелянским, Д. Д. Лаптевым, И. А. Биргером, И. В. Кудрявцевым, Л. Г. Одинцовым, А. М. Сулимой, М. И. Евстигнеевым, С. В. Серенсеном [6]. В работе [7] рассматривается связь остаточных напряжений с сопротивлением усталости после обкатки. Прямая зависимость прироста предела выносливости от максимальных сжимающих напряжений наблюдается при определенной структуре у всех сталей. Эта зависимость нарушается при переходе от одного структурного состояния к другому. Влияние структуры на прирост предела выносливости Эст./ различно у стали с низким и средним содержанием углерода. Так, у низкоуглеродистой стали 18Х2Н4ВА можно проследить прямую связь между остаточными напряжениями и пределом выносливости Ас.] (независимо от структуры). У стали со средним содержанием углерода влияние структуры столь значительно, что оно в определенной мере подавляет влияние остаточных напряжений.

Несоответствие между остаточными напряжениями и повышением сопротивления усталости после 1111Д выявляется также для однотипных структур разных сталей. При мартенситной структуре остаточные напряжения у стали 45ХН2МФА значительно больше, чем у стали 18Х2Н4ВА (при оптимальной для каждой стали нагрузке обкатывания), а прирост сопротивления усталости существеннее у стали 18Х2Н4ВА. Особенно резко выражен контраст между ростом остаточных напряжений и сопротивлением усталости у стали 65С2ВА в мартенситном состоянии: после обкатывания достигаются высокие значения остаточных напряжений при самом малом приросте сопротивления усталости по сравнению с другими материалами (До.| = 1,5 %).

Сжимающие остаточные напряжения образуются при деформационном упрочнении за счет увеличения удельного объема поверхностного наклепанного слоя, который стремится увеличить размеры по отношению к упругодёформированной сердцевине, которая оказывает силовое воздействие на упрочненный материал [8].

В работе Г.М. Рыбакова [9] приведены результаты исследования механизма появления снижения напряжений около поверхности, упрочненной дробеструйной обработкой. Автор установил, что максимальные подслойные остаточные сжимающие напряжения являются следствием от возникновения пластического течения материала при условии сжатия на поверхности, обработанной ППД.

Детали, которые подвергают различным видам ППД, например, дробеструйной обработке, для упрочнения, не должны иметь значительных изменений размеров либо недопустимых деформаций. После обработки в поверхностном слое возникают максимальные остаточные напряжения. В современной литературе отсутствует описание этого явления как функции от глубины проникновения пластической деформации.

При ППД поверхностный слой стремится выгнуться навстречу потоку дроби. Но, учитывая свойства материала, под действием межатомных связей этого не происходит, которые создают усилия, "втягивания" поверхностного слоя, т.е возвращение его в исходное состояние. Наиболее применяемым методом определения остаточных напряжений является метод Давиденкова, механизм которого состоит из этапов: «изгиб» образца в сторону обработанной поверхности при воздействии дробеструйной обработки и одновременное «выпрямление» под действием межатомных связей; затем опять "изгиб" при вырезке и дальнейшее «выпрямление» при снятии деформированного слоя.

Сила P/ представляет собой реакцию упруго-сжатого пластически деформированного слоя, противодействующую его сжатию (рисунок 1.)

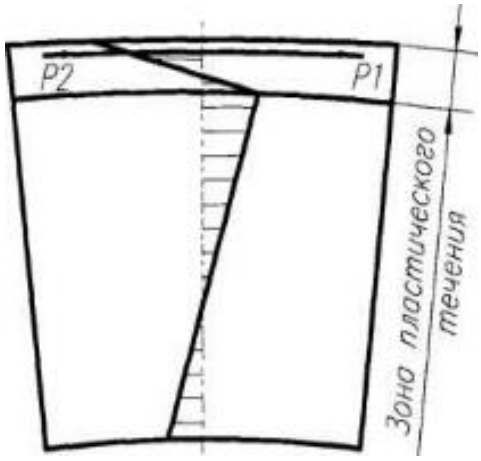


Рисунок 1- Распределение напряжений по сечению пластины с прямоугольным сечением после ППД в условиях равновесия упругодеформированных и пластически деформированных слоев.

Упруго деформированный слой воздействует с силой P_2 на пластически деформированный и вызывает его упругое сжатие. Модули сил *P]* и P_2 в состоянии равновесия равны, а координаты точек приложения сил *P/* и P_2 неодинаковые по отношению к нейтральным и средним линиям упругопластических деформированных слоев [10].

Литературы:

1. Kasimov, B. (2023). Improvement of the environmental safety of weaving equipment by reducing the wear of contact surfaces. E3S Web of Conferences, 390. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339001025.

2. Серенсен С. В., Когаев В. П., Шнейдерович Р. М. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность. – М.: Машиностроение, 1975. – 488 с.

3. Кудрявцев И. В. Поверхностный наклеп для повышения прочности и долговечности деталей машин. – М.: Машиностроение, 1969. – 425 с.

4. Коцаньда С. Усталостное разрушение металлов / Пер. с пол. – М.: Металлургия, 1976. – 456 с.

5. Сулима А. М., Евстигнеев М. И. Качество поверхностного слоя и усталостная прочность деталей из жаропрочных и титановых сплавов. – М.: Машиностроение, 1974. – 256 с.

6. Биргер И. А. Остаточные напряжения. – М.: Машгиз, 1963. – 232 с.

7. Одинцов Л. Г. Упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.

8. Смелянский В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. – М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.

9. Иванова В. С., Терентьев В. Ф. Природа усталости металлов. – М.: Металлургия, 1975. – 456 с.

10. Рыбаков Г. М. Влияние остаточных напряжений на сопротивление усталости деталей после ППД // Вестник машиностроения. – 1980. – №5. – С. 12-15.

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ГРАФИТА ТАСКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Садуллаев Б. С. младший научный сотрудник, ГУ «ИМР»
Гуломов И.И. младший научный сотрудник ГУ «Институт минеральных ресурсов», Усмонов А.С. стажер технолог, ГУ «ИМР»

В Узбекистане известно значительное число проявлений графита, однако промышленное значение имеет только одно из них – Тасаказган. Месторождение Тасказган находится в северо-западной части хр. Кульджуктау (Бухарская область). Открыто оно в 1928 г., разведана северо-западная часть месторождения и обнаружены новые рудопроявления графита Акташ, Кужумды, Шайдараз и Таушан. Месторождение приурочено к юго-западному крылу Бельтауской антиклинали, осложненному мульдообразным прогибом и прорванным одноименным габброидным массивом. Последний представляет собой асимметричное лополитообразное тело с признаками дифференциации площадью около 12 км^2. Максимальная мощность его в центре не превышает 800–1000 м. Контакты габброидов с карбонатными породами сложные и крутые. Внутренние части массива содержат множество ксенолитов и сиалитов известняков. [1].



Рис. 1 Геологическое строение месторождения Тасказган.

Основные графитовые рудные тела, представляющие промышленную ценность, развиты в юго-восточной части площади месторождения Тасказган, в меньшей степени - в северо-западной части.

Форма графитовых рудных тел жило- и линзообразная (четкообразная), залегание субсогласное с вмещающими породами. Нередко графитовые рудные тела разделяются на сближенные субпараллельные друг другу ветви, разобщенные графитизированными, практически безрудными породами.

Объемная масса графитовых руд 1,79 (в приповерхностной зоне) - 2,18 т/м3 (на глубине), средняя - 1,94 т/м3 (принята при подсчете запасов в 1951г.), соответственно изменяется и коэффициент разрыхления от 1,3 до 1,6, средний 1,48 (по данным Тасказганского рудника 1,5). Средняя влажность графитовых руд 5,25 %.

В зависимости от содержания графитового углерода (СГУ) Тасказганские графитовые руды разделены на четыре условные категории, т.е. на:

– убогие (30,0 % от общего объема руды) – с содержанием графитного углерода 5,0–10,0%;

– бедные (40,0%) – с содержанием графитного углерода 10,0–20,0 %;

– средние (20,0 %) – с содержанием графитного углерода 20,0–30,0%;

– богатые (10,0%) – с содержанием графитного углерода более 30,0%.

В 2020–2022гг. сотрудниками ГУ ИМР в лабораторных условиях проведены технологические исследования одной пробы графитовой руды месторождения Тасказган:

– приступить к отбору пробы после заключения договоров с фабриками на флотационное обогащение руды и химическую доводку полученных концентратов;

– провести полупромышленные испытания графитовых концентратов в готовых изделиях в электроугольной промышленности при изготовлении гражданских и специальных электрощеток;

– изучить возможность использования графитовых концентратов в других отраслях промышленности после результатов испытаний в электроугольной промышленности [5].

Лабораторно-технологическими исследованиями установлено, что графитовые руды по технологическим свойствам подразделены на:

а) легко флотируемые простыми флотореагентами (керосин);

б) флотирующиеся только сложными флотореагентами, такими как олеиновая кислота и олеат натрия;

в) не флотирующиеся совсем.

Единственным фактором, затрудняющим отработку запасов является практическое отсутствие воды и недостаточность дебита скважины на участке Джангельды для водоснабжения Тасказганского рудника в условиях возможного его расширения до масштабов горного предприятия средней величины. В этом случае потребуется проведение гидрогеологических изысканий или организация водоснабжения от водовода р. Амударья – г.Зарафшан.

Литература:

1. Геология Уз ССР // Москва «Недра» 1983 г. Главный редактор Е.А. Козловский.

2. Минерально-сырьевые ресурсы Узбекистана (часть 2). Т., Фан, 1977, 553 с.101-104.

3. Статья Ахмедов Х., Носиров Н.И. «Изучение обогатимости проб руды месторождения Ташказган». Журнал «Кончилик иши». №4, 2015г. с.89-91.

ЭЛЕКТРОЁЙ ПЎЛАТ ЭРИТИШ ПЕЧЛАРИДА ПЕРИКЛАЗ-УГЛЕРОДЛИ МАТЕРИАЛЛАРИ БИЛАН ФУТЕРОВКАЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ОЛИБ БОРИШ

Ш.Н. Саидходжаева, Н.Д. Тураходжаев, Ш.Б. Давулов, Н.Н. Зуфарова, Г.Л. Атажанов, магистр Д.М. Журабоев, М.А. Ражабова.
Тошкент давлат техника университети
С. Қиличев.
“Ўзбеккимёмаш” АЖ бош металлург

Замонавий металлургияда электро ёй пўлат эритиш печлари юқори термик ва кимёвий зўриқиш остида ишлайди. Электр ёй печлари пўлат ишлаб чиқаришнинг асосий агрегатига айланиб бормоқда. Печларнинг қувватини ошириш ва суюқлантириш вақтини қисқартириш мақсадида жараёнлар юқори ҳарорат 1650−1750^{0}C ва кучли электромагнит тебранишлар остида олиб борилмоқда.

Бундай экстремал шароитларда печнинг ички қисми футеровкаси тез емирилади. Периклаз-углеродли MgO-C материаллар ўзларининг юқори термик чидамлилиги ва шлакка бардошлилиги билан ажралиб турса-да, уларнинг асосий камчилиги – юқори ҳароратда углероднинг оксидланиши ва натижада материал тузилишининг бўшашиб қолишидир. Шу сабабли, маҳаллий хомашёлардан фойдаланган ҳолда, антиоксидантлар ва қўшимчалар ёрдамида футеровканинг чидамлилигини ошириш долзарб илмий-амалий вазифа ҳисобланади. Бугунги кунда энг самарали ечимлардан бири – периклаз-углеродли MgO-C материаллар

билан футеровкалаш технологиясидан иборат. Периклаз-углеродли материаллар икки асосий компонентдан иборат бўлади: Периклаз MgO-магний оксиди. Бу юқори суюқланиш ҳарорати 2800^0C ҳароратга чидамли ва асосли шлакларга нисбатан кимёвий инертликка эга материал. Графит С. – углерод. Иссиқлик ўтказувчанлигини оширади, термик кенгайиш коэффициентини пасайтиради ва энг муҳими – суюқ металл ҳамда шлакнинг материал ичига сўрилишига тўсқинлик қилади. Ёй печини футеровкалаш жараёни бир нечта муҳим илмий-техник босқичларни ўз ичига олади. Энг аввал печнинг металл корпуси тозаланади. Корпусга яқин қисмда иссиқликни сақловчи изоляция ва арматура қатламлари магнезит ғиштлари териб чиқилади. Бу қатлам печнинг скелети бўлиб, ишчи қатлам емирилганда металл корпус эриб кетишидан ҳимоя қилади. Ишчи қатламни MgO-C теришдан бошланади ва иссиқликга чидамлиги таъминаланади. “Ўзбеккимёмаш” АЖ корхонасида 6 тоннали печларда ишчи қатлам одатда “ҳалқасимон” ёки "зинапоя" усулида терилади.

1. Электро ёй печининг шлак чизиғи (шлаковый пояс): Бу зона энг кўп коррозияга учрагани сабабли, графит миқдори юқори 15–20% бўлган периклаз-углерод ғиштлари билан футеровкаланади.

2. Электро ёй печининг деворларига металл суюқлиги билан алоқада бўладиган қисмларда графит миқдори 10–12% бўлган ғиштлардан териб чиқилади.

3. Электро ёй печларининг чокларни зичлаш: ғиштлар орасидаги масофа минимал 1 мм дан кам бўлиши шарт. Чоклар учун махсус периклазли мертеллар ёки углеродли боғловчи пасталар ишлатилади.

Электр ёй печига термик ишлов бериш, яъни қиздириш жараёни олиб борилади. Янги футеровка ўрнатилгандан сўнг, печни бирдан юқори қувватда ишлатиш мумкин эмас. Углеродли боғловчилар (смола ёки пек) полимерланиши ва мустаҳкам "кокс тўри" ҳосил қилиши учун маълум график асосида қиздирилади.

Периклаз-углеродли футеровканинг емирилиши икки босқичда кечади:

1. Оксидланиш жараёни: Юқори ҳароратда графит оксидланиб, материал ғовакланиб қолади.

2. Футеровка материалнинг ташқи таъсирлар натижасида аста-секин ейилиши, парчаланиши ёки юзасидан модда ажралиб чиқиши (эрозия) жараёни: Ғовакланган MgO қатлами суюқ шлак томонидан ювиб кетилади.

Буни олдини олиш учун футеровка таркибига антиоксидантлар масалан, Al ёки Mg кукунлари қўшилади. Улар кислород билан биринчи бўлиб реакцияга киришиб, графитни ҳимоя қилади. “Ўзбеккимёмаш” АЖ корхонасидаги 6 тоннали ёй печида периклаз-углеродли футеровкани қўллаш печнинг хизмат қилиш муддатини 1.5–2 бараварга оширди. Тўғри танланган материал ва териш технологияси нафақат энергия сарфини камайтиради, балки олинадиган пўлатнинг тозалигини ҳам таъминлайди. MgO-C ғиштларини ишлаб чиқаришда боғловчи моддалар ғиштнинг механик мустаҳкамлигини таъминлаш, зичлигини ошириш ва ўрнатиш жараёнида шакл сақлаши учун ҳал қилувчи аҳамиятга эга. Замонавий футеровка технологиясида асосан икки хил боғловчи қўлланилади. Фенол-

формальдегид смолалари: Бу энг кенг тарқалган тури. У ғиштни ишлаб чиқаришда аралаштирилади ва термик ишлов берилганда мустаҳкам полимер тармоқ ҳосил қилади. Қаттиқ печ. Анъанавий боғловчи бўлиб, юқори ҳароратда яхши “кокс кўприкчалари” ҳосил қилади. Бироқ, сўнгги йилларда унинг таркибидаги канцероген моддалар сабабли, экологик тозароқ бўлган синтетик смолаларга ўтилмоқда. Боғловчи модда ғиштнинг “ёшига қараб” турли вазифаларни бажаради. Хом ғишт босқичида ғиштнинг сочилиб кетмаслигини таъминлайди, Боғловчи модда полимеризацияланиб, ғишт ичида мустаҳкам ёпишқоқликни ҳосил қилади. Боғловчи модда пиролизга учраб, углеродли кокс кўприкчаларини ҳосил қилади. Айнан мана шу кокс кўприкчалари ғиштнинг MgO доналарини бир-бирига маҳкам боғлаб, энг юқори термомеханик чидамлиликни юзага келтиради.

Адабиётлар рўйхати:

1. Кащеев И. Д. *Свойства и применение огнеупоров.* – М.: Теплотехник, 2004, – 352 с. (Огнеупор материалларнинг хусусиятлари бўйича асосий қўлланма).

2. Стрелов К. К., Кащеев И. Д., Мамыкин П. С. *Технология огнеупоров.* – М.: Металлургия, 1988, 528 с.

3. Аксельрод Л. М. *Развитие технологий огнеупорной футеровки и службы футеровок сталеплавильных агрегатов.* // Новые огнеупоры. – 2012. – № 3. – С. 104-118.

4. Бабаян С. А. *Фосфатные связки и их применение в производстве огнеупоров.* – Ереван: Айастан, 1988. (Фосфатли боғловчилар бўйича илмий асослар).

5. ГОСТ 24862-81. *Порошки магнезитовые каустические. Технические условия.* (MgO материаллари учун давлат стандартлари).

6. Uzbekistan Standard (UzSt): Металлургия соҳасидаги маҳаллий техник регламентлар ва меъёрий ҳужжатлар.

ЭЛЕКТР ЁЙ ПЕЧИ ФУТЕРОВКАСИНИ МОДИФИКАТОР БИЛАН ТЎЙИНТИРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ АСОСИДА ФУТЕРОВКА ЮЗАСИДА ҲИМОЯ ҚАТЛАМИНИ ҲОСИЛ ҚИЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Ш.Н. Саидходжаева, Н.Д. Тураходжаев, Ш.Б. Давулов, Г.Л. Атажанов, магистрлар Д.М. Журабоев, М.А. Ражабова.
Тошкент давлат техника университети
С. Қиличев
“Ўзбеккимёмаш” АЖ бош металлург

Электр ёйли печлари футеровкасини гарнисаж қатлам ва магнезиал-шпинель бирикмалари асосида модификациялаш – бу футеровканинг хизмат муддатини кескин оширувчи юқори технологик ечим ҳисобланади. Бу технологиянинг концепцияси бўйича гарнисаж ҳимоя қатлами печнинг ичидаги суюқ шлакнинг футеровка юзасида қотиши натижасида ҳосил бўлади. Модификатор сифатида Al_2O_3, Al кукуни ёки шпинель ҳосил қилувчи қўшимчалар шлак таркибига

киритилганда, футеровка юзасида оддий қатлам эмас, балки магнезиал-шпинель $MgAl_2O_4$ структурали мустаҳкам тўсиқ ҳосил бўлади. Модификатор билан тўйинтириш босқичлари қуйидаги тарзда олиб борилади, бунинг учун шлак таркибини модификациялаш, яъни тўйинтириш металл қуйилгандан сўнг печда қолган суюқ шлакка таркибида алюминий оксиди бўлган модификаторлар киритилади. Натижада шлакнинг қовушқоқлиги ортади ва у футеровка юзасига ёпишишга мойил бўлади. Шлакни электр ёй печига пуркаш жараёни қуйидагича амалга оширилади. Бунда юқори босимли азот ёки аргон оқими ёрдамида модификацияланган шлак футеровка деворларига пуркалади, кейин шпинель заррачалари футеровканинг очиқ ғовакларига кириб, уларни ичидан тўлдиради. Паст ҳароратли ҳудудларда шлак қотади ва зич гарнисаж қатламини ҳосил қилади. Магнезиал-шпинель қатламининг шаклланиши қуйидагича усулда олиб борилади. Печнинг кейинги иш циклида иссиқлик таъсирида гарнисаж ва футеровка чегарасида диффузия жараёни содир бўлади. Шпинель юқори кимёвий барқарорликка ва паст иссиқлик ўтказувчанликка эга. Ҳимоя механизми асосида шпинель қатлами зарарли тиқилмаларнинг периклаз дончаларини эритиб юборишига йўл қўймайди. Электр ёйли печлари футеровкасининг хизмат муддатини ошириш учун гарнисаж ҳосил қилиш ва уни магнезиал-шпинель бирикмалари билан модификациялаш энг самарали технологик ечимлардан биридир. Қуйида ушбу технологиянинг босқичма-босқич тавсифи келтирилган. Технологиянинг илмий асоси қуйидагича амалга оширилади. Технологиянинг моҳияти – печ ичидаги қолдиқ шлак таркибини кимёвий жиҳатдан ўзгартириб, уни футеровка юзасида оддий қатлам эмас, балки юқори ҳароратга чидамли магнезиал-шпинель $MgAl_2O_4$ тузилишига айлантиришдан иборат. Бунда модификатор сифатида алюминий сақловчи материаллар Al_2O_3, Al кукуни ёки иккиламчи алюминий шлаклари ишлатилади. Технологик босқичларини олиб борилиши қолдиқ шлакни тайёрлаш ва модификациялаш орқали олиб борилади. Қуйидаги 1-жадвалда модификатор миқдори келтирилган.

1-жадвал

Параметр	**Тавсия этиладиган қиймат**	**Изоҳ**
Модификатор миқдори	Шлак массасига нисбатан 5–12%	Шпинель ҳосил бўлиши учун етарли миқдор
Шлак ҳарорати	1600–1650^0 C	Шлакнинг суюқ-оқувчанлигини таъминлаш учун
Пуркаш вақти	2–4 дақиқа	Гарнисаж қалинлиги 10–30 мм бўлиши учун
Газ босими	0.8–1.2 МПа	Шлак зарраларини юқори тезликда ҳайдаш учун

Металл қуйилгандан сўнг печда маълум миқдорда одатда 10–15% суюқ шлак қолдирилади. Ушбу шлакка махсус диспенсерлар ёки пуркагичлар ёрдамида модификатор киритилади. Жараённи бориши. Шлакдаги MgO ва киритилган Al_2O_3 ўзаро таъсирга киришиб, шпинель фракцияларини ҳосил қилади. Натижада шлакнинг ёпишқоқлиги ортади, бу эса унинг футеровка деворларида яхшироқ тутилишини таъминлайди. Шлакни пуркаш жараёни қуйидагича олиб борилади. Юқори босимли азот N_2 ёки аргон оқими ёрдамида модификацияланган иссиқ шлак футеровка деворларига пуркалади, унинг таъсирида шлак зарралари футеровканинг микроғовакларига кириб боради**.** Тўйинтириш жараёнида модификатор билан тўйинган шлак футеровка материалининг юза қатлами билан диффузияга киришиб, зич ҳимоя қаватини ҳосил қилади. Гарнисаж қатламининг кристалланиши жараёнини олиб бориш натижасида пуркашдан сўнг печнинг совиш зоналарида шлак қота бошлайди ва 10–30 мм қалинликдаги мустаҳкам гарнисаж ҳосил бўлади. Шпинель структураси туфайли бу қатлам кейинги эритиш циклидаги юқори ҳарорат $1650{-}1750^0C$ ва ноқулай кимёвий муҳитга чидамли бўлади. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, магнезиал–шпинель асосида ҳосил қилинган гарнисаж қатлами футеровканинг термик барқарорлигини оширади, эрозия ва коррозия жараёнларини секинлаштиради ҳамда печнинг ишлаш даврини сезиларли даражада узайтиради. Бундан ташқари, футеровка юзасида ҳосил бўлган ҳимоя қатлами иссиқлик йўқотилишини камайтиради ва печнинг энергетик самарадорлигини оширади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. G.L. Atajanov, N.D. Turaxodjayev, Quymakorlik jihozlari, O‘quv qo‘llanma, – T.: «Tosh DTU», 2024.

2. Ф.П. Еднерал Электрометаллургия стали и ферросплавов. – М.: Металлургия, 1977, 488 с.

3. Л.С. Кацевич Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей. – М.: Энергия, 1977, 304 с.

4. Расчет мощности и параметров электропечей черной металлургии. А.В. Егоров. – М.: Металлургия, 1990, 280 с.

45 МАРКАЛИ ПЎЛАТНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ ВА УНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

Г.Л. Атажанов. Тошкент давлат техника университети
А.М. Низамов. Тошкент давлат техника университети
М.С. Холов Д.И. Менделеев номидаги РКТУ Тошкент шаҳридаги филиали

Аннотация: *Мақолада 45 маркали углеродли конструкцион пўлатни ишлаб чиқариш технологияси, кимёвий таркиби, механик хусусиятлари ҳамда саноатда қўлланилиш йўналишлари баён этилган. Пўлатни эритиш, қуйиш ва кейинги ишлов бериш жараёнлари изчил таҳлил қилинган.*

Калит сўзлар: *углеродли пўлат, 45 пўлат, металлургия, эритиш, термик ишлов, конструкцион материал.*

Кириш. Замонавий машинасозлик, қурилиш ва металлургия саноатининг жадал ривожланиши конструкцион материалларга бўлган талабни мунтазам равишда ошириб бормоқда. Техник қурилмалар ва механизмларнинг ишончлилиги, узоқ муддат чидамлилиги ҳамда иқтисодий самарадорлиги бевосита танланган пўлат маркасининг хоссаларига боғлиқ. Ушбу контекстда 45 маркали пўлат ўзининг универсал технологик хусусиятлари билан алоҳида ўрин тутади. Пўлат 45 – сифатли углеродли конструкцион пўлатлар гуруҳига мансуб бўлиб, у «ўртача углеродли» пўлатларнинг типик вакили ҳисобланади. Ушбу материалнинг кенг оммалашишига сабаб, ундаги мустаҳкамлик ва пластиклик хусусиятларининг идеал мутаносиблигидир. Бошқа легирланган (қимматбаҳо қўшимчали) пўлатлардан фарқли ўлароқ, Сталь 45 нисбатан арзон таннархга эга бўлишига қарамай, тўғри термик ишлов берилганда юқори эксплуатацион кўрсаткичларни намойиш этади. Мазкур пўлат туридан тайёрланган деталлар нафақат статик юкланишларга, балки ўзгарувчан динамик кучларга ҳам бардош бера олиши билан ажралиб туради. Саноатда ушбу марка «ишчи от» деб юритилади, чунки машинасозликдаги валлар, тишли ғилдираклар, ўқлар ва шпинделлар каби энг масъулиятли тугунлар айнан мана шу материалдан тайёрланади. Ушбу мақоланинг мақсади – 45 маркали пўлатнинг кимёвий таркибидаги мувозанатни ўрганиш, уни ишлаб чиқаришдаги замонавий технологик жараёнларни таҳлил қилиш ва термик ишлов бериш орқали унинг ички структурасини бошқариш имкониятларини кўрсатиб беришдан иборат. Шунингдек, материалнинг механик хоссаларини ўрганиш орқали унинг саноатдаги стратегик аҳамияти асослаб берилади.

1. КИМЁВИЙ ТАРКИБ ВА УНИНГ ХОССАЛАРГА ТАЪСИРИ

45 маркали пўлатнинг техник тавсифлари унинг кимёвий таркибидаги элементларнинг ўзаро мутаносиблиги билан белгиланади. Ушбу марка сифатли углеродли пўлатлар тоифасига киради, демак, ундаги зарарли аралашмалар (олтингугурт ва фосфор) миқдори қаттиқ назорат қилинади.

- **Углерод (C) – 0,42–0,50%:** Пўлатнинг асосий мустаҳкамловчи элементи. Углерод миқдорининг бу даражада бўлиши детални ҳам тоблаш, ҳам кесиш орқали ишлаш учун қулай қилади.
- **Марганец (Mn) – 0,50–0,80%:** Пўлатнинг қаттиқлигини оширади ва унинг ичидаги олтингугуртнинг зарарли таъсирини камайтиради (десульфурация).
- **Кремний (Si) – 0,17–0,37%:** Металлни суюқ ҳолатида газлардан тозалайди (дезоксидлайди), бу эса тайёр маҳсулотнинг зич ва бир хил структурали бўлишини таъминлайди.
- **Хром, никель, мис:** Бу элементларнинг ҳар бири 0,25% дан ошмайди ва пўлатнинг коррозияга чидамлилигини бироз оширади.

2. ПЎЛАТ 45 НИ ОЛИШ ВА ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Замонавий металлургияда 45 маркали пўлатни ишлаб чиқариш бир неча босқичли мураккаб технологик жараённи ўз ичига олади:

1. Эритиш жараёни: Асосан электр ёйли печларда ёки кислородли конвертерларда амалга оширилади. Бунда хомашё (чўян ва металлолом) юқори ҳароратда эритилиб, таркибидаги ортиқча углерод куйдирилади.

2. Печдан ташқари ишлов бериш (Ковш-печь): Суюқ металл ковшга олиниб, у ерда кимёвий таркиби аниқ меъёрга келтирилади ва газлардан (вакуумлаш орқали) тозаланади.

3. Узлуксиз қуюв ва прокат: Тозаланган суюқ металл махсус қурилмаларда заготовкалар (блум ёки сляб) шаклида қуйилади. Сўнгра иссиқ ҳолатда прокат станларида турли ўлчамдаги доира (круг), лист ёки бошқа профиллар кўринишига келтирилади.

3. ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШ – СТРУКТУРАНИ БОШҚАРИШ КАЛИТИ

Пўлат 45 нинг энг муҳим хусусияти шундаки, унинг механик хоссаларини термик ишлов бериш орқали кенг диапазонга ўзгартириш мумкин:

- **Нормализация (840–870** ^{O}C) деталнинг ички структурасини бир хил қилади ва кейинги механик ишлов беришни осонлаштиради.
- **Тоблаш (Закалка):** сувда ёки мойда тез совутиш орқали юза қатламининг қаттиқлигини 50 HRC гача ошириш мумкин. Бу деталнинг ейилишга бардошлилигини таъминлайди.
- **Юқори ҳароратли бўшатиш (550650** ^{O}C**):** Бу жараён «яхшилаш» (улучшение) деб аталади. Натижада деталь ҳам мустаҳкам, ҳам зарбали юкланишларга чидамли бўлади.

4. ТЕХНИК ХУСУСИЯТЛАРИ ВА ҚЎЛЛАНИЛИШ СОҲАЛАРИ

Пўлат 45 ўзининг юқори технологик хусусиятлари билан ажралиб туради:

- **Кесиб ишлов бериш:** Барча турдаги станокларда (токарь, фрезер) аъло даражада ишланади.
- **Пайвандланувчанлик:** Қийин пайвандланади. Сифатли чок олиш учун детални 200–300 ^{O}C гача қиздириш талаб этилади.

Асосий қўлланилиш соҳалари:

- **Оғир машинасозлик:** Турбина валлари, катта ўлчамли тишли ғилдираклар.
- **Автомобилсозлик:** Коленчатый валлар, шатунлар, ўқлар.
- **Қурилиш:** Юқори мустаҳкамликдаги анкер болтлари ва шпилкалар.

Хулоса. 45 маркали пўлат – замонавий техниканинг таянч материалларидан биридир. Унинг кимёвий таркибидаги оддийлик ва термик ишлов беришдаги мосланувчанлиги ишлаб чиқарувчиларга ҳам сифатли, ҳам иқтисодий жиҳатдан арзон маҳсулот олиш имконини беради. Янги технологиялар ривожланиши билан ушбу пўлат маркасини микролегирлаш орқали унинг хоссаларини янада такомиллаштириш истиқболли йўналишлардан бири бўлиб қолмоқда.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Норхўжаев А.С. Метальшунослик ва термик ишлов бериш. – Тошкент: «Фан ва технология», 2014.
2. Қодиров Т.А. Металлар технологияси. – Тошкент: «Ўқитувчи», 2005.
3. *Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1986.*
4. *ГОСТ 1050-88. Прокат калиброванный из конструкционной качественной углеродистой стали.*
5. Норматив ҳужжатлар: ГОСТ 1050-2013. Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014.ГОСТ 4543-2016. Металлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия.

3D VA IT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA QO‘LLANILGAN ZAMONAVIY TADQIQOTLAR VA ILMIY YUTUQLAR

A.Y. Axunov, N.J. Turaxadjaev, Sh.A. Axmedova
Toshkent davlat texnika universiteti

So‘nggi yillarda 3D va axborot texnologiyalari (IT) birlashgan holda turli ilmiy va ishlab chiqarish sohalarida katta inqilob yaratmoqda. An’anaviy texnologiyalar bilan solishtirganda, 3D modellashtirish va IT asosidagi dizayn tizimlari mahsulotlar yaratish jarayonini tezlashtiradi, sifatni oshiradi va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi. Shu sababli, zamonaviy ilmiy-tadqiqotlar ko‘plab sohalarda aynan ushbu texnologiyalarni integratsiyalashga qaratilgan.

3D texnologiyalari, xususan tez prototiplashtirish (rapid prototyping), ilmiy va sanoat loyihalarida muhim vosita hisoblanadi. Tez prototiplashtirish yordamida dizaynerlar va muhandislar mahsulotni ishlab chiqarishdan oldin uning fizik modelini yaratib, uning shakli, funksionalligi va mustahkamligini sinab ko‘rish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Bu jarayon vaqtni sezilarli darajada tejaydi va noto‘g‘ri yoki samarasiz modellarni ishlab chiqarish xavfini kamaytiradi.

IT texnologiyalari esa 3D modellashtirishni yanada samarali qiladi. Masalan, kompyuter yordamida dizayn (CAD) dasturlari yordamida mahsulotning virtual modeli yaratiladi, uning parametrlari aniq hisoblanadi va turli sharoitlarda sinovdan o‘tkaziladi. Shu bilan birga, IT asosida ishlaydigan simulyatsiya va optimizatsiya dasturlari yordamida materiallarni tejash, strukturalarni mustahkamlash va ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirish mumkin.

Olim va tadqiqotchilar bu sohada katta ilmiy yutuqlarga erishgan. Masalan, Scott Crump 3D printer va plastmassa ekstruziya texnologiyasini birlashtirib, tez prototiplashtirishning dastlabki samarali modelini yaratgan. Shu bilan birga, Hideo Kodama 1980-yillarda tez prototiplashtirish konseptini ishlab chiqqan va uning asoslari bugungi kundagi zamonaviy 3D ishlab chiqarish tizimlariga asos bo‘lib xizmat qilmoqda.

AQShning Plimut taunshipidagi ofisiga ega 3D bosib chiqarish yechimlari bo‘yicha yetakchi Materialize Manufacturing to‘liq qayta ishlanadigan kukunni taqdim etdi. Kompaniyaning ta’kidlashicha, yangi taklif chang chiqindilarini sezilarli darajada kamaytiradi va 3D bosib chiqarish uchun yanada ekologik toza variant yaratadi. Bluesint PA 12 xizmati yangi qismlarni chop etish uchun lazerli sinterlash chiqindilarini - kukunning 70% gacha tanlab qayta foydalanishga imkon beradi.

Zamonaviy tadqiqotlarda 3D va IT texnologiyalari qo‘llanilishi sanoatdan tashqari tibbiyot, arxitektura, avtomobilsozlik va aerokosmik sohalarda ham kengaymoqda. Masalan, tibbiyotda bemorning aniq anatomik shakliga mos keladigan protezlar va implantlar yaratishda 3D modellashtirish va CAD tizimlari muhim ahamiyat kasb etadi. Arxitekturaviy loyihalarda esa murakkab strukturalar va innovatsion dizayn elementlarini yaratishda 3D modellash va virtual reallik texnologiyalari yordam beradi.

Shuningdek, ilmiy-tadqiqotlar ko‘rsatadiki, 3D va IT integratsiyasi mahsulotlar ishlab chiqarish jarayonini nafaqat tezlashtiradi, balki sifatni oshiradi va resurslardan samarali foydalanishni ta’minlaydi. Masalan, qo‘llanilgan materiallar va konstruktiv yechimlar simulyatsiya orqali optimal shaklga keltiriladi, bu esa chiqindilarni kamaytiradi va ekologik jihatdan foydali bo‘ladi.

Kelajakda 3D va IT texnologiyalarining birlashuvi aqlli ishlab chiqarish (smart manufacturing) va sanoat 4.0 konseptlarida yanada muhim ahamiyat kasb etadi. Intellektual tizimlar, sun’iy intellekt va avtomatlashtirilgan dizayn jarayonlari yordamida murakkab loyihalarni qisqa vaqt ichida amalga oshirish mumkin bo‘ladi. Shu bilan birga, bu texnologiyalar ilmiy izlanishlarda innovatsion yondashuvlarni rag‘batlantiradi va yangi texnologik yechimlar yaratishga imkon beradi.

Xulosa qilib aytganda, 3D va IT texnologiyalari integratsiyasi zamonaviy ilmiy-tadqiqot va ishlab chiqarish jarayonlarining ajralmas qismiga aylangan. Bu texnologiyalar nafaqat vaqt va xarajatni tejaydi, balki sifatni oshiradi va yangi innovatsion yechimlar yaratishga imkon beradi. Kelajakda ularning ahamiyati yanada oshishi, aqlli va ekologik barqaror ishlab chiqarish tizimlariga hissa qo‘shishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Crump, S. (1989). *Apparatus and method for creating three-dimensional objects*. US Patent 5121329.

2. Kodama, H. (1981). *Automatic method for fabricating a three-dimensional plastic model with photo-hardening polymer*. Review of Scientific Instruments, 52(11), 1770–1773.

3. Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021). *Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing*. Springer.

4. Chua, C. K., Leong, K. F., & Lim, C. S. (2010). *Rapid Prototyping: Principles and Applications*. World Scientific.

METALLAR SIRTIGA ISHLOV BERISH TEXNOLOGIYASINI O‘QITISHDA TALABALARNING TEXNIK FIKRLASHINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

B.B. Imanov – pedagogika fanlari nomzodi, dotsent. Termiz davlat pedagogika instituti.
Termiz shahri

Annotatsiya. Mazkur maqolada metallar sirtiga ishlov berish texnologiyasini o‘qitish metodikasining nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilingan. Metallar sirtiga ishlov berish jarayonlarining turlari, ularning texnologik xususiyatlari hamda o‘qitishda zamonaviy pedagogik yondashuvlar, jumladan STEM texnologiyalari asosida ta’limni tashkil etish masalalari yoritilgan. Shuningdek, talabalarda texnik fikrlash, amaliy ko‘nikmalar va kasbiy kompetensiyalarni shakllantirish usullari asoslangan.

Kalit so‘zlar: metallar sirti, mexanik ishlov, kimyoviy ishlov, elektroximik ishlov, pedagogik texnologiyalar, STEM yondashuvi, texnik fikrlash.

Kirish

Metallarga ishlov berish texnologiyalari sanoat taraqqiyotining ajralmas va strategik ahamiyatga ega bo‘lgan tarkibiy qismi hisoblanadi. Ayniqsa, metallar sirtiga ishlov berish jarayonlari detallarning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash, ularning ishonchliligi va xizmat muddatini oshirishda hal qiluvchi o‘rin tutadi. Bunday jarayonlar orqali yuza sifati, qattiqlik, yeyilishga chidamlilik hamda korroziyaga bardoshlilik kabi muhim ko‘rsatkichlar samarali ravishda oshiriladi.

Mamlakatimizda zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida yuqori aniqlik, mustahkamlik va tashqi muhit ta’sirlariga chidamlilikka bo‘lgan talablar tobora ortib bormoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M. Mirziyoyevning 2018-yil 5-iyundagi “Oliy o‘quv yurtlarida ta’lim sifatiga e’tiborni oshirish va mamlakatda amalga oshirilayotgan keng ko‘lamli islohotlarda faol ishtirokini ta’minlash bo‘yicha qo‘shimcha choralar to‘g‘risida”gi [1] va 2019-yil 8-oktyabrdagi PF-5847-sonli “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi [2] Qarorlarini ijrosini ta’minlash maqsadida texnologik ta’lim yo‘nalishi talabalariga “Metallar va metallmas buyumlarga ishlov berishni o‘qitish metodikasi” fanlari o‘qitiladi. Ushbu fan esa metallar sirtiga ishlov berish texnologiyalarini nafaqat amaliy jihatdan, balki ilmiy-nazariy asoslarda ham chuqur o‘rganishni talab etadi. Shu nuqtayi nazardan, mazkur sohada kadrlar tayyorlash sifati va samaradorligini oshirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Metallar sirtiga ishlov berish texnologiyasini o‘qitish jarayonida talabalarda mustahkam nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy ko‘nikma va malakalarni shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi. Bu esa o‘qitish jarayoniga zamonaviy pedagogik yondashuvlar, innovatsion ta’lim texnologiyalari hamda amaliy yo‘naltirilgan metodlarni joriy etishni taqozo etadi.

Shu munosabat bilan, “Metallar sirtiga ishlov berish texnologiyasini o‘qitish metodikasi” mavzusini ilmiy jihatdan tadqiq etish, uning mazmuni, shakl va usullarini takomillashtirish hamda ta’lim samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy-metodik tavsiyalarni ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega.

Asosiy qism. Metall detallar sirtiga ishlov berish – bu ularning yuza qatlamini mexanik, kimyoviy hamda fizik omillar ta’sirida maqsadli ravishda modifikatsiya qilishga qaratilgan texnologik jarayon hisoblanadi. Mazkur jarayonda asosiy e’tibor materialning ichki hajmidan ko‘ra, uning ekspluatatsion ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir etuvchi sirt qatlami xususiyatlarini optimallashtirishga qaratiladi. Sirtni qayta ishlash texnologiyalarini qo‘llash natijasida metall detallarning funksional, texnologik hamda ekspluatatsion xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilash mumkin. Bunda ishlov jarayoni faqat tashqi qatlamni o‘zgartirish bilan cheklanmay, balki detalning ish jarayonidagi barqarorligi, ishonchliligi va xizmat samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Avvalo, sirtga ishlov berish orqali detal yuzasidagi nohamislik ko‘rsatkichlari pasaytiriladi, mikrorelyef tekislanadi va yuzaning silliqlik darajasi oshadi. Bu esa harakatlanuvchi yoki bir-biri bilan tutash holda ishlaydigan detallar o‘rtasidagi mexanik kontakt sifatini yaxshilab, ularning ishlash jarayonini barqarorlashtiradi. Yuza silliqligining ortishi ayniqsa yuqori aniqlik talab etiladigan mashinasozlik va priborsozlik sohalarida muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, sirt qatlamini qayta ishlash natijasida ishqalanish koeffitsiyenti kamayadi. Bu holat energiya sarfining qisqarishiga, detallar o‘rtasidagi qizish darajasining pasayishiga hamda ishqalanish tufayli yuzaga keladigan yeyilish jarayonlarining sekinlashishiga olib keladi. Natijada mexanizmlarning foydali ish koeffitsiyenti oshadi va ularning uzluksiz ishlash imkoniyati kengayadi.

Metall yuzasini muhofazalovchi qoplamalar, termik yoki kimyoviy ishlov usullari yordamida qayta shakllantirish korroziyaga qarshi barqarorlikni kuchaytirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, namlik, yuqori harorat, zararli kimyoviy muhit yoki atmosfera ta’siri mavjud bo‘lgan sharoitlarda metall yuzasining tashqi ta’sirlarga chidamliligi ortadi. Bu esa detalning konstruktiv xususiyatlarini saqlab qolish, uning ishdan chiqish ehtimolini kamaytirish va ekspluatatsion xavfsizligini ta’minlash uchun muhim omil hisoblanadi.

Sirtni qayta ishlash texnologiyalarining yana bir muhim natijasi detallarning ishonchliligi va xizmat qilish muddatini oshirishdan iborat. Chunki yuza qatlamida yuzaga keladigan mikrochaqiqlar, ichki kuchlanishlar va erta yeyilish holatlari bartaraf etiladi yoki minimallashtiriladi. Bu esa detallarni tez-tez almashtirish yoki ta’mirlash ehtiyojini kamaytiradi, ishlab chiqarish xarajatlarini qisqartiradi hamda texnik tizimlarning uzoq muddatli va barqaror faoliyatini ta’minlaydi.

Bundan tashqari, qayta ishlangan metall sirti mahsulotning tashqi ko‘rinishini estetik jihatdan takomillashtiradi. Sirtning yaltiroqligi, bir xil teksturaga ega bo‘lishi va tashqi nuqsonlardan xoli holga kelishi mahsulotning bozorbopligi va iste’molchida ijobiy taassurot uyg‘otishida muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, maishiy texnika, transport vositalari va dekorativ metall buyumlar ishlab chiqarishda estetik ko‘rsatkichlar mahsulot sifatiga qo‘yiladigan asosiy talablardan biri sifatida namoyon bo‘ladi.

Metall materiallar sirtiga ishlov berish texnologiyalari zamonaviy sanoatda detallarning ishonchliligi, uzoq xizmat qilishi va tashqi ta’sirlarga bardoshliligini ta’minlashda muhim texnologik omillardan biri hisoblanadi. Sirtga ishlov berish jarayonlari orqali materialning faqat tashqi qatlami emas, balki uning funksional va ekspluatatsion ko‘rsatkichlari ham maqsadli ravishda o‘zgartiriladi. Bu esa ayniqsa yuqori yuklanish, ishqalanish va zararli muhitlarda ishlaydigan detallar uchun alohida ahamiyat kasb etadi.

Metall sirtiga ishlov berish usullari qo‘llaniladigan ta’sir turiga qarab mexanik, kimyoviy, elektrokimyoviy va fizik texnologiyalarga ajratiladi. Har bir usul muayyan vazifalarni hal etishga qaratilgan bo‘lib, ular ko‘p hollarda o‘zaro bog‘liq holda kompleks ravishda qo‘llaniladi.

Mexanik ishlov berish usullari metall sirtiga abraziv va kontakt ta’sir ko‘rsatish orqali amalga oshiriladi. Ushbu guruhga shliflash, polirovka va qum purkash kabi jarayonlar kiradi. Bunday ishlov natijasida detal yuzasidagi nohamisliklar darajasi kamayib, mikrogeometrik aniqlik yaxshilanadi. Shu bilan birga, yuzaning fizik holati barqarorlashib, keyingi qoplash yoki termik ishlov berish jarayonlari uchun qulay sharoit yaratiladi. Mexanik ishlov berish, odatda, texnologik zanjirning dastlabki bosqichi sifatida qaraladi va u umumiy sifat ko‘rsatkichlarini shakllantirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Kimyoviy ishlov berish jarayonlari metall sirtiga kimyoviy faol moddalar ta’siri orqali amalga oshirilib, asosan yuzani tozalash, oksid va ifloslanish qatlamlarini bartaraf etish hamda uning reaksion qobiliyatini o‘zgartirishga qaratilgan. Masalan, zararlangan metall sirtidagi qatlamlar eritib tashlanadi va yuza bir xil holatga keltiriladi. Passivatsiya jarayoni esa metall sirtida himoyalovchi oksid plyonka hosil qilib, uning korroziyaga chidamliligini oshiradi. Bu jarayonlar ayniqsa kimyoviy zararli muhitda ishlaydigan detallar uchun samarali hisoblanadi.

Elektrokimyoviy ishlov berish usullari elektr toki va elektrolit muhiti ta’sirida amalga oshirilib, metall sirtidagi o‘zgarishlar anod va katod reaksiyalari orqali yuzaga keladi. Anodlash jarayonida metall sirtida mustahkam oksid qatlam hosil bo‘lib, u himoyalovchi va dekorativ funksiyalarni bajaradi. Galvanik qoplash esa sirtga boshqa metall qatlamini yotqizish orqali uning mexanik mustahkamligi, korroziyaga chidamliligi va tashqi ko‘rinishini yaxshilaydi. Ushbu texnologiyalar sanoatda keng qo‘llanilib, detallarning ishonchli ishlash muddatini oshirishga xizmat qiladi.

Fizik ishlov berish usullari esa yuqori energiyali ta’sirlarga asoslangan bo‘lib, ular qatoriga lazerli va plazmali texnologiyalar kiradi [6]. Lazerli ishlov berish metall sirtiga lokal ta’sir ko‘rsatish imkonini berib, yuqori aniqlik va minimal deformatsiya bilan ajralib turadi. Plazmali ishlov berish jarayonlari yuqori haroratli muhitda amalga oshirilib, sirtni mustahkamlash va maxsus qoplamalar hosil qilish imkonini beradi. Bu usullar yuqori aniqlik talab etiluvchi va og‘ir ekspluatatsion sharoitlarda ishlaydigan detallar ishlab chiqarishda alohida ahamiyatga ega.

Metallar sirtiga ishlov berish texnologiyasini o‘qitish jarayonida pedagogik, psixologik hamda muhandislik bilimlarining o‘zaro uyg‘unligi alohida ahamiyat kasb etadi. Bunday integratsiya ta’lim jarayonining samaradorligini oshirish bilan birga, talabalarda texnik fikrlash qobiliyatini shakllantirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, ishlab chiqarishga yo‘naltirilgan fanlarni o‘qitishda nazariya va amaliyotning o‘zaro bog‘liqligi ustuvor ahamiyatga ega.

Mazkur yo‘nalishda ta’limni tashkil etishda qator didaktik tamoyillarga tayanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Jumladan, ilmiylik tamoyili ta’lim mazmunini zamonaviy ilmiy yutuqlar va innovatsion texnologiyalar asosida shakllantirishni nazarda tutadi. Bu esa talabalarda sohaviy bilimlarning ishonchli va asoslangan tarzda o‘zlashtirilishini ta’minlaydi.

Ko‘rgazmalilik tamoyili esa o‘quv materialini vizual vositalar, modellar, chizmalar va multimedia resurslar orqali yetkazishni talab etadi. Natijada, talabalarning qabul qilish qobiliyati oshadi va murakkab texnologik jarayonlarni tushunish osonlashadi. Shuningdek, izchillik va tizimlilik tamoyili bilimlarni bosqichma-bosqich, mantiqiy ketma-ketlikda bayon etishni taqozo etadi [3]. Bu jarayonda avval oddiy tushunchalar shakllantirilib, keyinchalik ular murakkabroq bilimlar bilan boyitiladi. Bu esa talabalarda mustahkam va tizimli bilimlar bazasini yaratadi.

Amaliyotga yo‘naltirilganlik tamoyili esa nazariy bilimlarni real ishlab chiqarish sharoitlari bilan bog‘lashni nazarda tutadi. Metallar sirtiga ishlov berish jarayonlarini o‘qitishda laboratoriya mashg‘ulotlari, amaliy ishlar va loyihaviy topshiriqlar orqali talabalarning kasbiy kompetensiyalari rivojlantiriladi. Umuman olganda, mazkur tamoyillar asosida tashkil etilgan ta’lim jarayoni talabalarning texnik tafakkurini rivojlantirish, ularda tahlil qilish, muammoni hal etish va innovatsion yondashuvlarni qo‘llash ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Zamonaviy ta’lim tizimida metall materiallar sirtiga ishlov berish texnologiyasini o‘qitishda innovatsion pedagogik yondashuvlarni joriy etish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Xususan, STEM (Stsientse, Technology, Engineering, Mathematitss) yondashuvi mazkur sohadagi nazariy bilimlar va amaliy ko‘nikmalarni integratsiyalash orqali talabalarning texnik tafakkurini rivojlantirishga xizmat qiladi.

STEM yondashuvi doirasida “Stsientse” komponenti metall materiallarning ichki strukturasi, kristall panjarasi, fizik-mexanik va kimyoviy xususiyatlarini chuqur o‘rganishni nazarda tutadi. Bu esa talabalarga turli ishlov berish jarayonlarida yuz beradigan o‘zgarishlarni ilmiy asosda tahlil qilish imkonini beradi.

“Technology” tarkibiy qismi esa metall sirtiga ishlov berishning zamonaviy usullarini, jumladan, mexanik, termik va kimyoviy ishlov berish texnologiyalarini amaliyotda qo‘llashni qamrab oladi. Bu jarayonda talabalar nazariy bilimlarini real ishlab chiqarish sharoitiga moslashtirish ko‘nikmasiga ega bo‘ladilar.

“Engineering” yo‘nalishi doirasida talabalar detal va konstruksiyalarni loyihalash, ular uchun maqbul material tanlash hamda samarali ishlov berish usullarini aniqlash kabi muhandislik masalalarini hal etishga o‘rgatiladi [4]. Bu esa ularning konstruktiv fikrlashini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

“Mathematitss” komponenti esa texnologik jarayonlarning parametrlarini hisoblash, ishlov berish aniqligini ta’minlash, o‘lchamlar va tolerantliklarni aniqlashda asosiy vosita sifatida namoyon bo‘ladi. Matematik modellashtirish orqali ishlov berish jarayonlarining samaradorligini oldindan baholash imkoniyati yaratiladi.

Shu tariqa, STEM yondashuvini metall sirtiga ishlov berish texnologiyasini o‘qitish jarayoniga tatbiq etish talabalarda kompleks va tizimli fikrlashni shakllantiradi, ularning muammoli vaziyatlarni hal qilish qobiliyatini oshiradi hamda innovatsion g‘oyalarni ishlab chiqishga rag‘batlantiradi [5]. Bu esa, o‘z navbatida, raqobatbardosh va yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashda muhim pedagogik omil sifatida xizmat qiladi.

Xulosa. Metallar sirtiga ishlov berish texnologiyasini o‘qitish metodikasi zamonaviy ta’lim talablariga mos ravishda takomillashtirilishi lozim. Nazariy bilimlar va amaliy ko‘nikmalar uyg‘unligi, shuningdek STEM yondashuvi asosida ta’limni tashkil etish talabalarning texnik fikrlashini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Natijada, talabalarda yuqori darajadagi kasbiy kompetensiyalar, tahlil qilish qobiliyati va amaliy faoliyatga tayyorlik shakllanadi.

Xulosa qilib aytganda, metall sirtiga ishlov berish texnologiyalari materiallarning xizmat xususiyatlarini kompleks ravishda yaxshilashga xizmat qiladi. Turli usullarni maqsadli va ilmiy asoslangan holda tanlash orqali detallarning ishonchliligi, samaradorligi va xizmat muddatini sezilarli darajada oshirish mumkin. Shu sababli, ushbu texnologiyalarni takomillashtirish va ularni ta’lim jarayoniga integratsiya qilish zamonaviy muhandislik ta’limida dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi [7].

Adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. M. Mirziyoyevning 2018-yil 5-iyundagi “Oliy o‘quv yurtlarida ta’lim sifatiga e’tiborni oshirish va mamlakatda amalga oshirilayotgan keng ko‘lamli islohotlarda faol ishtirokini ta’minlash bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarorlari.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktyabrdagi PF-5847-sonli “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Qarori.

3. Imanov B. Talabalarning ijodiy faoliyatining o‘ziga xos xususiyatlari // The Ameritsan Journal of Sotsial Stsientse and Edutsation Innovations. – 2020. – T. 2. – № 10. – B. 243–249.

4. Baykov A. A. Metallurgiyaning umumiy asoslari. – Moskva–Leningrad: Gosximtexizdat, 1936.

5. Imanov B. B. Dars va uni tahlil qilish – ta’lim sifatiga ta’sir etuvchi omil sifatida // European Scholar Journal. – 2021. – T. 1. – № 24. – B. 123–126.

6. Imanov B. B. Fizika sohasida muammolarni hal etish tajribalari orqali talabalarning ijodiy faoliyatini rivojlantirishda innovatsion texnologiyalar // The Ameritsan Journal of Sotsial Stsientse and Edutsation Innovations. – 2021. – T. 3. – № 05. – B. 521–525.

7. Imanov B., Imanova M. Jamiyat va innovatsiyalar – Общество и инновации. – 2021.

AVTOMATLASHTIRILGAN ISHLAB CHIQARISH TIZIMLARINING MASHINASOZLIKDA TUTGAN O‘RNI VA AHAMIYATI

Ermatov Valijon Abdivaitovich t.f.b.f.d (PhD)
Batirov Baxtiyar Ko‘nishovich o‘qituvchi
Guliston davlat universiteti. Guliston shahar

Annotatsiya. Mazkur maqolada mashinasozlik sanoatida avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining ahamiyati, ularning tarkibi, ishlash prinsiplari hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi roli tahlil qilingan. Zamonaviy sanoat korxonalarida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, robotlashtirilgan texnologiyalar va raqamli ishlab chiqarish vositalaridan foydalanish natijasida mahsulot sifatining yaxshilanishi, mehnat unumdorligining ortishi hamda ishlab chiqarish xarajatlarining kamayishi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: mashinasozlik, raqamli texnologiyalar, robotlashtirish, avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish, CNC dastgohlar, ishlab chiqarish, tizimlar, samaradorligi.

Kirish. Mashinasozlik sanoati zamonaviy iqtisodiyotning asosiy tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Ushbu sohada mahsulot sifati, ishlab chiqarish tezligi va resurslardan samarali foydalanish muhim ahamiyatga ega. Shu sababli, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlari (AIT) ishlab chiqarish jarayonlarini minimal inson aralashuvi bilan amalga oshirish imkonini beruvchi texnik va dasturiy vositalar majmuasidir. Bunday tizimlar mashinasozlik korxonalarida mahsulot ishlab chiqarishning barcha bosqichlarini-loyihalashdan tortib tayyor mahsulotni nazorat qilishgacha-avtomatik boshqarish imkonini beradi. Bugungi kunda mashinasozlikda avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlari mexanik ishlov berish, yig‘ish jarayonlari, sifat nazorati, logistika va ombor tizimlari, ishlab chiqarishni boshqarish yo‘nalishlarda qo‘llanilmoqda [1, 2, 3].

Tadqiqot obyekti va metodi. Mashinasozlik sanoatida avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining ahamiyati va samaradorligini ilmiy jihatdan tahlil qilishda asosiy ustuvor yo‘nalish sifatida avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining tarkibini o‘rganish, mashinasozlikda avtomatlashtirishning asosiy yo‘nalishlarini aniqlash, ishlab chiqarish samaradorligiga ta’sir etuvchi omillarni tahlil qilish, zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalarini o‘rganish belgilab olindi.

Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimi – bu texnologik jarayonlarni avtomatik ravishda boshqarish, nazorat qilish va optimallashtirish imkonini beruvchi kompleks tizimdir.

Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimining (AIT) umumiy tuzilishi quyidagi asosiy qismlardan iborat:

– texnologik uskunalar bularga raqmli boshqarish tizimi (CNC) dastgohlar, avtomatik stanoklar, robot manipulyatorlar, yig‘ish liniyalar kiradi. Ular mahsulotga ishlov berish jarayonini amalga oshiradi.

– boshqaruv tizimi ishlab chiqarish jarayonini nazorat qiladi va boshqaradi.

Asosiy elementlari PLC tizimi (Programmable Logic Controller *Dasturlash-tiriladigan mantiqiy boshqaruvch*), SCADA tizimi **(Boshqaruv nazorati va ma'lumotlarni yig'ish)**, kompyuter dasturlari, sensorlar hisoblanadi [3, 4, 5, 6]

– axborot tizimi ishlab chiqarish jarayoni haqida ma'lumotlarni yig'adi va qayta ishlaydi.

Mashinasozlikda avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining asosiy turlariga quyidagilar kiradi

1. Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish liniyalari.

2.Robotlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlari.

3. Moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari (FMS).

Bu tizimlar turli xil mahsulotlarni ishlab chiqarish imkonini beradi va yuqori moslashuvchanlik, avtomatik sozlash, tez qayta konfiguratsiya xususiyatlar bilan baholanadi.

Mashinasozlikda avtomatlashtirishning asosiy yo'nalishlari mexanik ishlov berish jarayonlarini avtomatlashtirish, yig'ish jarayonlarini avtomatlashtirish, sifat nazoratini avtomatlashtirish hisoblanadi.

Mashinasozlikda avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining texnik afzalliklar bo'yicha yuqori aniqlik, barqaror ishlash, inson omilining kamayishi, ishlab chiqarish tezligi oshishini ta'minlaydi.

Mashinasozlikda avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining kamchiliklariga ishlab chiqarish tizimlarida dastlabki investitsiya katta bo'lishi, texnik xizmat ko'rsatish murakkablashuvi, yuqori malakali mutaxassislarning talab etilishi va nosozlik yuzaga kelganda tizim to'xtab qolishi mumkin[7, 8].

Zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalari CNC texnologiyasi, Robotlashtirish, Sun'iy intellekt va raqamli ishlab chiqarish

Zamonaviy ishlab chiqarishda sun'iy intellekt, IoT (Internet of Things), raqamli egizak (Digital Twin), Big Data texnologiyalari qo'llanilmoqda

Mashinasozlikda avtomatlashtirishni joriy etish bosqichlari – bu ishlab chiqarish jarayonlarini qo'lda bajariladigan operatsiyalardan avtomatik boshqariladigan tizimlarga bosqichma-bosqich o'tkazish jarayonidir. Ushbu jarayon ishlab chiqarish unumdorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash va xarajatlarni kamaytirishga xizmat qiladi[6, 7].

Xulosa. Mashinasozlik sanoatida avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlari muhim ahamiyatga ega. Ular ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, mahsulot sifatini yaxshilaydi va xarajatlarni kamaytiradi. Zamonaviy sanoat korxonalarida Avtomatlashtirish texnologiyalarini joriy etish raqobatbardoshlikni oshirishning asosiy omillaridan biri hisoblanadi.

Kelajakda mashinasozlik sanoatida sun'iy intellekt, robotlashtirish va raqamli ishlab chiqarish texnologiyalarining roli yanada ortadi.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Pritschow G., Altintas Y. Control of Machine Tools. – Berlin: Springer, 2019, 450 p.

2. Рачков М.Ю. Технические средства автоматизации. – Москва: МГИУ, 2006, 347 с.

3. Vohidov A.X. Abdullayeva D.A. Avtomatikaning texnik vositalari. – T., TIMI, 2011. 180 b.

4. Кузнецов А. П. Автоматизированные системы управления производством. – Москва: Академия, 2019, 384 с.

5. Шишкин В. А. Робототехнические системы в машиностроении. – Санкт-Петербург: Питер, 2020, 420 с.

6. Ташликов С. А. Автоматизация технологических процессов. – Москва: Высшая школа, 2016, 295 с.

7. Abduraxmonov A. A. Mashinasozlikda avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021, 240 b.

8. Qodirov O. Q. Sanoat korxonalarida avtomatlashtirish asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2020, 210 b.

MASHINASOZLIKDA AVTOMATLASHTIRISHNI JORIY ETISH BOSQICHLARINI ILMIY-ASOSLANGAN HOLDA TASHKIL ETISHNING AHAMIYATI

Ermatov Valojon Abdivaitovich t.f.b.f.d (PhD)
Batirov Baxtiyar Ko‘nishovich o‘qituvchi
Guliston davlat universiteti. Guliston shahar

Annotatsiya. Ushbu maqolada mashinasozlik korxonalarida avtomatlashtirish tizimlarini joriy etish bosqichlari, ularning texnologik va iqtisodiy samaradorligini oshirish usullari hamda avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining tuzilmasi ilmiy jihatdan tahlil qilindi. Avtomatlashtirish jarayonini bosqichma-bosqich tashkil etishning nazariy asoslari, texnologik jarayonlarni modellashtirish, uskunalarni tanlash, dasturlash va ishga tushirish bosqichlari ko‘rib chiqildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, avtomatlashtirishni tizimli joriy etish ishlab chiqarish unumdorligini 25–40% ga oshirishi, mahsulot sifatini yaxshilashi va energiya sarfini kamaytirishi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: avtomatlashtirish, mashinasozlik, ishlab chiqarish tizimi, robotlashtirish, texnologik jarayon, boshqaruv tizimi, PLC, sanoat robotlari, samaradorlik.

Kirish. Zamonaviy mashinasozlik sanoati yuqori aniqlik, samaradorlik va ishlab chiqarish barqarorligini talab qiluvchi murakkab texnologik jarayonlarga asoslanadi. Ushbu talablarni qondirish uchun ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Avtomatlashtirish inson mehnatini kamaytirish, mahsulot sifatini oshirish va ishlab chiqarish tannarxini pasaytirishga xizmat qiladi.

Mashinasozlikda avtomatlashtirish tizimi ishlab chiqarish jarayonida inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirish, ishlab chiqarish tezligini oshirish, resurslardan samarali foydalanish, xavfsizlik darajasini oshirish barqarorligini ta’minlashda asosiy muammolarni hal qilish imkonini beradi[1, 2, 3].

Tadqiqot obyekti va metodlari. Mashinasozlikda avtomatlashtirishni joriy etish bosqichlarini ilmiy-asoslangan holda tashkil etish jarayonini o‘rganishda tizimli tahlil, matematik modellashtirish usullar qo‘llanildi.

Mashinasozlikda avtomatlashtirishning tizimli tahlili – bu ishlab chiqarish jarayonlarini shunchaki mexanizatsiyalash emas, balki ularni yaxlit bir murakkab tizim sifatida o‘rganish va boshqarish demakdir. Tizimli tahlil yondashuvi har bir bo‘g‘inni (dastgoh, robot, nazorat tizimi) alohida emas, balki bir-biri bilan uzviy bog‘liq elementlar majmuasi deb qaraydi[1, 2].

Shu boisdan ishlab chiqarish jarayonlari elementlari o‘zaro bog‘liq tizim sifatida o‘rganildi. Tizimli yondashuv avtomatlashtirishning optimal strukturasini aniqlash imkonini beradi.

Avtomatlashtirilgan tizimni loyihalashda dekompozitsiya (qismlarga ajratish), sintez (birlashtirish), modellashtirish bosqichlari qo‘llaniladi.

Dekompozitsiya (qismlarga ajratish) – murakkab texnologik jarayon kichikroq, boshqarish oson bo‘lgan funksional modullarga bo‘linadi. Masalan, detalni quyish, unga ishlov berish va sifatini tekshirish alohida quyi tizimlar sifatida ko‘riladi.

Sintez (birlashtirish) – alohida modullar yagona axborot maydoniga birlashtiriladi. Bunda tizim elementlari o‘rtasidagi teskari aloqa (feedback) mexanizmi asosiy rol o‘ynaydi.

Modellashtirish – tizimning matematik yoki kompyuter modeli yaratiladi. Mashinasozlikda ko‘pincha quyidagi tenglamalar tizimi qo‘llaniladi:

$$W_s = \frac{Y_s}{X_s} \quad (1)$$

Bunda W_s- tizimning uzatish funksiyasi bo‘lib, kirish signali (X_s) va chiqish natijasi (Y_s) orasidagi bog‘liqlikni ifodalaydi[4, 5, 6].

Tizimli tahlil doirasida tanlanadigan asosiy raqamli dasturiy boshqarish (RDB/CNC), sanoat robotlari, moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari (FMS) texnologiyalar hisoblanadi.

Mashinasozlikda avtomatlashtirishni modellashtirish – bu ishlab chiqarish jarayonlari, texnik qurilmalar va boshqaruv tizimlarining virtual nusxasini yaratish hamda ularning ishlashini matematik hisob-kitoblar yordamida tahlil qilishdir. Bu jarayon xatolarni loyihalash bosqichidayoq aniqlash va xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi[4].

Mashinasozlikdagi modellashtirishni uchta asosiy yo‘nalishga bo‘lish mumkin:

1. Matematik modellashtirish.
2. Geometrik va konstruktiv modellashtirish (CAD/CAE)
3. Simulyatsiya va virtual ishga tushirish (Digital Twin)
4. Modellashtirish dasturiy vositalari
5. Modellashtirishning ahamiyati

Modellashtirish – bu loyiha chizmasidan real ishlab chiqarishga o‘tishdagi eng muhim “ko‘prik” bo‘lib, u mashinasozlikda raqobatbardoshlikni ta’minlovchi asosiy omildir[4, 5, 6].

Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish samaradorligi quyidagi ko‘rsatkich orqali baholandi:

$$E = \frac{Q}{T} \quad (2)$$

Bunda, E – ishlab chiqarish samaradorligi;
Q – ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi;
T – ishlab chiqarish vaqti.

Mazkur model ishlab chiqarish unumdorligini baholash uchun qo‘llanildi.

Xulosa. Mashinasozlikda avtomatlashtirishni joriy etish ishlab chiqarish jarayonlarini modernizatsiya qilishning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Tadqiqot natijasida avtomatlashtirishni joriy etishning optimal bosqichlari aniqlanib, ularning texnologik va iqtisodiy samaradorligi asoslab berildi.

Avtomatlashtirishni tizimli joriy etish natijasida ishlab chiqarish unumdorligi oshadi mahsulot sifati yaxshilanadi ishlab chiqarish xarajatlari kamayadi texnologik jarayon barqarorligining ortishiga olib keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Karimov A.A. Mashinasozlik ishlab chiqarishini avtomatlashtirish. – Toshkent: Fan, 2020.
2. Tursunov O.T. Sanoat avtomatikasi asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021.
3. Groover M.P. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. – Pearson Education, 2018.
4. Bolton W. Programmable Logic Controllers. – Elsevier, 2019.
5. Mikell P. Groover. Fundamentals of Modern Manufacturing. – Wiley, 2020.
6. Siemens Automation Handbook. – Siemens AG, 2022.

ATROF-MUHITGA ANTROPOGEN TA’SIRNI KAMAYTIRISHDA YASHIL ENERGIYA MANBALARINING ROLI

Raxmatullayev Ravshan, Qushmurodova Sevinch
Guliston davlat universiteti. Guliston shahar,
Guliston davlat pedagogika instituti talabasi. Guliston shahar

Annotatsiya: Ushbu maqolada qayta tiklanuvchi energiya manbalari (quyosh, shamol, gidro, geotermal va bioenergiya) ning atrof-muhitga antropogen bosimni pasaytirishdagi ahamiyati tahlil qilinadi. Xususan, issiqxona gazlari chiqindilarini kamaytirish, havo ifloslanishini oldini olish va tabiiy resurslarni tejashda yashil energiyaning roli yoritiladi.

Kalit so‘zlar: yashil energiya, antropogen ta’sir, qayta tiklanuvchi energiya, issiqxona gazlari, atrof-muhit muhofazasi.

Kirish. Hozirgi kunda insoniyat faoliyati natijasida atmosferaga chiqarilayotgan issiqxona gazlari, sanoat va transport chiqindilari, qazib olinadigan yoqilg‘ilarning yonishi ekologik muvozanatga jiddiy tahdid solmoqda. Antropogen ta’sir – ayniqsa, karbonat

angidrid (CO_2), metan (CH_4) va azot oksidlari (NO_x) chiqindilari global iqlim o‘zgarishlarining asosiy sababchisidir. Shu nuqtayi nazardan, yashil energiya (quyosh, shamol, gidro, geotermal, bioenergiya) atrof-muhitga bosimni kamaytirishning eng samarali vositasi sifatida namoyon bo‘lmoqda.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari an’anaviy yoqilg‘ilarga nisbatan havoga zararli gazlar chiqarilishini keskin kamaytiradi [2]. O‘zbekiston sharoitida quyosh va shamol energetikasini rivojlantirish bugungi kunning eng dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi [4]. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 05.10.2022-yildagi 06/22/436/0891-sonli Farmonida ham yashil iqtisodiyotga o‘tish strategik maqsad sifatida belgilangan [5].

Yuqoridagilardan kelib chiqib, yashil energiya manbalari atrof-muhitga antropogen ta’sirni kamaytirishda asosiy vositalardan biri hisoblanadi. Ular issiqxona gazlari chiqindilarini keskin kamaytirish, havo va suv ifloslanishini oldini olish, shuningdek tabiiy resurslarni tejash imkonini beradi. Kelgusida qayta tiklanuvchi energiya ulushini oshirish va bu sohada innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish ekologik barqarorlikni ta’minlashning muhim shartidir.

1. Issiqxona gazlari chiqindilarini qisqartirish

An’anaviy elektr stansiyalari atmosferaga yiliga 30–40 milliard tonnaga yaqin CO_2 chiqaradi. Quyosh va shamol energetikasi esa bu chiqindilarni deyarli nolga tenglashtiradi. Masalan, bitta o‘rta quvvatli shamol turbinasi yiliga 1500 tonna CO_2 chiqarilishining oldini oladi.

2. Havo ifloslanishini kamaytirish

Qazib olinadigan yoqilg‘ilarni yoqish natijasida havoga mayda zarrachalar, oltingugurt oksidi va azot oksidlari tarqaladi. Bu moddalar nafas olish kasalliklari va kislotali yomg‘irlarni keltirib chiqaradi. Yashil energiya manbalari esa bu turdagi ifloslanishni butunlay bartaraf etadi.

3. Suv va yer resurslarini tejash

Atom va issiqlik elektr stansiyalari suvni sovutish tizimlari uchun katta hajmda suv sarflaydi. Quyosh panellari va shamol turbinalari esa deyarli suv talab qilmaydi. Shuningdek, ko‘mir konlarini ochish va qazib olish natijasida katta maydonlar buziladi, holbuki, shamol va quyosh stansiyalari qishloq xo‘jaligi yerlari bilan qo‘shib ishlatilishi mumkin.

4. Yashil energiyaning ekologik samaradorligi

Bioenergiya va geotermal energiya ham ma’lum cheklovlarga ega bo‘lsada, ular an’anaviy manbalarga nisbatan ekologik jihatdan ancha toza hisoblanadi. Chiqindilarni qayta ishlab olinadigan biogaz esa ikki tomonlama foyda keltiradi: ham energiya ishlab chiqaradi, ham chiqindilar maydonlarini qisqartiradi.

Xulosa. Yashil energiya manbalari atrof-muhitga antropogen ta’sirni kamaytirishda asosiy vositalardan biri hisoblanadi. Ular issiqxona gazlari chiqindilarini keskin kamaytirish, havo va suv ifloslanishini oldini olish, shuningdek, tabiiy resurslarni tejash imkonini beradi. Kelgusida qayta tiklanuvchi energiya ulushini oshirish va bu sohada innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish ekologik barqarorlikni ta’minlashning muhim shartidir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ismoilov, N. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari va atrof-muhit muhofazasi. Toshkent: Fan va texnologiya. 2023.

2. Karimov, A., & Raxmonov, B. Yashil energetikaning havoga chiqariladigan zararli gazlar miqdoriga ta’siri. Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi jurnali, 2022. 28(4), 12-19.

3. Qodirov, R. Iqlim o‘zgarishi va uglerod chiqindilarini kamaytirishning iqtisodiy mexanizmlari. Samarqand: SamDU nashri. 2021.

4. To‘xtayev, S. O‘zbekistonda quyosh va shamol energetikasini rivojlantirish istiqbollari. Muqobil energiya texnologiyalari, 2024. 15(2), 44-52.

5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining "2030-yilgacha O‘zbekiston Respublikasining yashil iqtisodiyotga o‘tish va past uglerodli rivojlanish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida"gi Farmoni. (2022). Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi, 05.10.2022-y., 06/22/436/0891-son.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВВЕДЕНИЯ МОЛИБДЕНА НА ТВЁРДОСТЬ ЧУГУНА

[1]Абдуллаев Фаррухжон Комилжон ўғли., [2]Йўлдошев Омонжон Чорибоевич., [3]Назарова Наргиза Турабаевна., [1]Аккулова Ирода Умирзак Қизи., [1]Умаралиева Мадина Умид Қизи.

[1]Ташкентский государственный технический университет

[2]Узбекско-Японский молодежный центр инноваций

В работе исследуется влияние температуры введения молибдена на твёрдость чугунных сплавов с использованием методов математического моделирования. На основе экспериментальных данных построена интерполяционная модель, позволяющая прогнозировать изменение твёрдости в зависимости от температурных условий.

Чугунные сплавы широко применяются в машиностроении благодаря своим высоким литейным свойствам, износостойкости и экономичности. Однако современные требования к эксплуатационным характеристикам материалов требуют повышения их прочности и твёрдости. Одним из эффективных способов улучшения свойств чугуна является легирование, в частности добавление молибдена.

Молибден оказывает значительное влияние на структуру чугуна, способствуя образованию карбидных фаз и повышению твёрдости. При этом важную роль играет температура его введения, которая влияет на равномерность распределения элемента и формирование структуры сплава.

В связи с этим возникает необходимость количественного анализа зависимости твёрдости от температуры введения молибдена, что может быть эффективно реализовано с помощью методов математического моделирования.

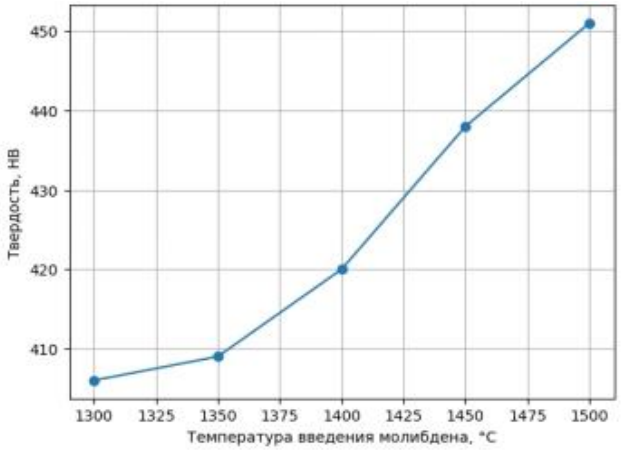


Рис.1. Зависимость твердости от температуры введения молибдена

В работе использованы экспериментальные данные, представляющие собой пары значений «температура – твёрдость». Были выбраны пять значений температуры в диапазоне 1300–1500 °C и соответствующие им значения твёрдости по Бринеллю.

Для описания зависимости использован интерполяционный многочлен Лагранжа четвёртой степени, что обусловлено наличием пяти экспериментальных точек. Общий вид интерполяционной функции представлен как:

$$HB(T) = \sum_{i=0}^{4} y_i L_i(T)$$

Где L*i*(T) – базисные многочлены Лагранжа.

Каждый из полиномов L*i*(T) был получен через произведение соответствующих выражений. Далее интерполяционный многочлен был приведён к стандартному виду. Для определения коэффициентов использована система линейных алгебраических уравнений, решённая методом Крамера.

Построенная математическая модель адекватно описывает зависимость твёрдости от температуры введения молибдена. Анализ показал, что изменение температуры существенно влияет на твёрдость чугуна.

С увеличением температуры введения молибдена наблюдается изменение структуры материала, что отражается на значениях твёрдости. Полученная модель позволяет с высокой точностью интерполировать значения твёрдости в пределах заданного диапазона температур.

В результате исследования была построена математическая модель зависимости твёрдости чугуна от температуры введения молибдена. Применение интерполяционного многочлена Лагранжа позволило получить точную аппроксимацию экспериментальных данных.

Разработанная модель позволяет прогнозировать твёрдость при различных температурных режимах и может быть использована для оптимизации процессов легирования. Полученные результаты имеют практическое значение для повышения износостойкости и долговечности чугунных изделий.

Литература:

1. Абдуллаев Фаррухжон Комилжон ўғли., Йўлдошев Омонжон Чорибоевич. Экспериментальное исследование жидкотекучести чугунных сплавов. Узбекский Научно-технический и производственный журнал Композиционные материалы №1, 2026 ISSN 2091-5527

2. Юлчиева Сурайё Бахрамовна., Йўлдошев Омонжон Чорибоевич., Абдуллаев Фаррухжон Комилжон ўғли., Абдалимов Досмухамед Оралханович. Совершенствование технологии изготовления насосного рабочего колеса методом литья из чугунного сплава. Scientific Journal of Construction and education ISSN 2181-3779, Volume 5, issue 1 2026.

3. Callister W.D. Materials Science and Engineering: An Introduction. – New York: Wiley, 2014.

4. Справочник по чугуну / Под ред. В.И. Каширского. – М.: Машиностроение, 2003.

ПОВЫШЕНИЕ ЖИДКОТЕКУЧЕСТИ ЧУГУННЫХ СПЛАВОВ

[1]Абдуллаев Фаррухжон Комилжон ўғли., [2]Йўлдошев Омонжон Чорибоевич., [2]Назарова Наргиза Турабаевна., [1]Умаралиева Мадина Умид Қизи., [1]Аккулова Ирода Умирзак Қизи.

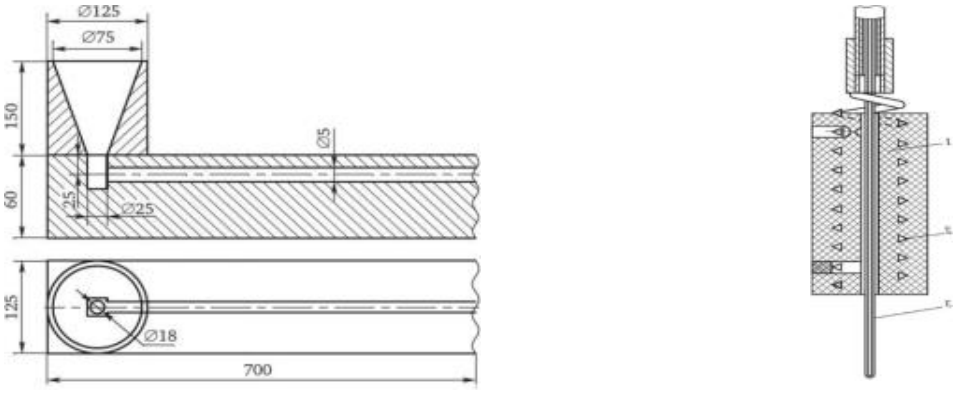
[1]Ташкентский государственный технический университет

[2]Узбекско-Японский молодежный центр инноваций

Жидкотекучесть чугунных сплавов является одним из ключевых технологических свойств в литейном производстве. Она определяет способность расплава заполнять полость формы до начала кристаллизации и напрямую влияет на качество отливок. Недостаточная жидкотекучесть приводит к образованию дефектов, таких как недоливы, холодные спаи, газовая пористость и усадочные раковины. Особенно важна высокая жидкотекучесть при изготовлении тонкостенных и сложнопрофильных деталей. В связи с этим исследование и разработка методов повышения жидкотекучести чугуна являются актуальной задачей современной металлургии.

Жидкотекучесть чугуна зависит от комплекса факторов: химического состава, температуры расплава, физико-химических свойств, условий кристаллизации и параметров литейного процесса.

Основными элементами, определяющими жидкотекучесть чугуна, являются углерод и кремний. Повышение содержания углерода способствует снижению температуры ликвидуса и увеличению интервала кристаллизации, что положительно влияет на текучесть расплава. Кремний, в свою очередь, способствует графитизации, уменьшая склонность к образованию цементита и снижая вязкость жидкой фазы.



а) б)

Рис.1. а) Пруткообразная проба для определения жидкотекучести;
б) Винтообразная проба для определения жидкотекучести:
1 – форма; 2 – винтовой канал; 3 – термопара.

Фосфор играет особую роль: он образует легкоплавкую эвтектику, значительно повышающую жидкотекучесть. Однако его содержание должно строго контролироваться (обычно не более 0,2–0,3%), так как избыток приводит к повышенной хрупкости чугуна.

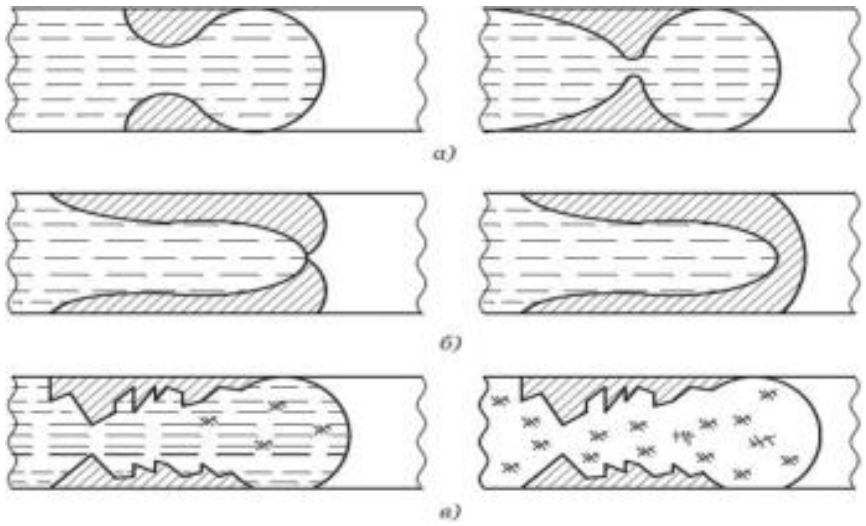


**Рис.2. Механизм остановки потока расплава в канале литейной формы:
а – перемерзание; б – образование пробки; в – объемная остановка.**

Отрицательное влияние оказывают сера и газы (водород, кислород, азот), которые увеличивают вязкость расплава и ухудшают его текучесть. Поэтому важным является их минимизация в процессе плавки.

Температура расплава является одним из наиболее значимых факторов. С увеличением температуры уменьшается вязкость металла и повышается его подвижность. Однако чрезмерный перегрев может вызвать интенсивное окисление, выгорание легирующих элементов и увеличение газонасыщенности расплава. Оптимальный температурный режим должен обеспечивать достаточную текучесть без ухудшения химического состава и структуры.

Материал формы также влияет на процесс: высокая теплопроводность ускоряет охлаждение и может снижать жидкотекучесть, тогда как формы с более низкой теплопроводностью способствуют более длительному сохранению текучести расплава.

В современных условиях применяются комплексные подходы: использование рафинирования расплава для удаления вредных примесей;

– вакуумная обработка для снижения газонасыщенности; применение модификаторов нового поколения; компьютерное моделирование процессов литья для оптимизации параметров; контроль структуры с использованием микроскопических и спектральных методов анализа.

Литература:

1. Абдуллаев Фаррухжон Комилжон ўғли, Ташбулатов Шерзод Бахтиярович, Йўлдошев Омонжон Чорибоевич. “Способы повышения прочности чугуна 300Х28Н2Л путем модифицирования ферротитаном” Scientific journal of Construction and Education ISSN 2181-3779, volume 4, Issue 2 2025 b. 493-498

2. Саидходжаева Ш. Н. Сравнение герметичности высококачественных чугунов // Молодой ученый. – 2017. – №6. – С. 80–83.

3. Каменов А. А., Богомолов А. В., Жакупов А. Н., Рыспаев Т. А., Кулумбаев Н. К. Оптимизация химического состава заливочного чугуна // Наука и техника Казахстана. – 2025. – №2. – С. 272–290.

KO‘PIKBETON ARALASHMASIDA KO‘PIK HOSIL QILUVCHI MODDA KONSENTRATSIYASI VA SUV-SEMENT NISBATINING ZICHLIK KO‘RSATKICHLARIGA TA’SIRINI TADQIQ ETISH

F.B Usmonov, M.B Bahodirov.
Buxoro texnika universiteti, “Qurilish muhandisligi” kafedrasi

Annotatsiya. Ko‘pikbeton qorishmasida KHM (Ko‘pik hosil qiluvchi modda) konsentratsiyasi va V/S (Suv/Sement) nisbatining zichlikka ta’siri eksperimental o‘rganildi. KHM ortishi zichlikni kamaytirishi, V/S nisbatining oshishi esa material mustahkamligiga salbiy ta’sir qilishi aniqlandi. Natijalar yengil beton ishlab chiqarishni takomillashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

Аннотация. Экспериментально исследовано влияние концентрации пенообразователя и водоцементного соотношения на плотность пенобетона. Установлено, что рост концентрации пенообразователя снижает плотность, а увеличение В/Ц отношения ухудшает прочность материала. Результаты представляют практическую ценность для оптимизации производства лёгких бетонов.

Abstract. The effects of foaming agent concentration and water-cement ratio on foam concrete density were experimentally investigated. Increasing foaming agent content reduces density, while a higher water-cement ratio negatively affects material strength. The findings offer practical value for optimizing lightweight concrete production.

Kalit so‘zlar: ko‘pikbeton, ko‘pik hosil qiluvchi modda, suv-sement nisbati, material zichligi, yengil beton, g‘ovakli struktura, qurilish materiallari.

Kirish. Ko‘pikbeton – avtoklavsiz usulda tayyorlanadigan yengil g‘ovak qurilish materiali bo‘lib, maxsus ko‘pik hosil qiluvchi moddalar yordamida sement eritmasiga havo pufakchalari singdiriladi. Ushbu texnologiyaning asosiy ustunligi shundaki, u qimmatbaho avtoklavlash uskunalarini talab etmaydi va dastlabki sarmoya xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi [1]. Ko‘pikbetonning ekspluatatsion sifatini belgilovchi muhim mezon – uning zichligi hisoblanib, bu ko‘rsatkich issiqlik o‘tkazuvchanlik, mexanik mustahkamlik va konstruksiya vazniga bevosita ta’sir qiladi. Zichlikni shakllantirishda hal qiluvchi o‘rin tutuvchi omillar: KHM konsentratsiyasi, V/S nisbati hamda qorishma tayyorlash texnologiyasidir [2, 3]. Hududdagi qurilish korxonalari ko‘pikbetondan ichki bo‘linma devorlar va issiqlik izolyatsiya qatlamlari uchun foydalanayotgan bo‘lsa-da, ishlab chiqarish parametrlari hali yetarlicha ilmiy asoslanmagan. Tajribada protein asosidagi Foamin PB-2000 va sintetik asosidagi PB-Lyuks KHMlari, shuningdek Buxoro sement zavodi PC 400-D20 mahsuloti qo‘llanildi. KHM konsentratsiyasi 1,5%, 2,0% va 2,5% qiymatlarida, V/S nisbati esa 0,40; 0,45 va 0,50 darajalarida o‘zgartirildi. Ikki turdagi KHM, uch xil konsentratsiya va uch xil V/S nisbatidan iborat 18 ta kombinatsiya bo‘yicha 100×100×100 mm o‘lchamli namunalar yasaldi. Namunalar 20±2 °C haroratda 28 kun davomida tabiiy sharoitda qotishga qoldirildi; zichlik GOST 27005-86 talablari asosida o‘lchandi.

Tadqiqot natijalari. Protein asosidagi Foamin PB-2000 uchun olingan o‘rtacha zichlik qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

1-jadval.

***Foamin PB-2000 bo‘yicha zichlik ko‘rsatkichlari*. Sintetik asosidagi PB-Lyuks uchun olingan zichlik ko‘rsatkichlari:**

V/S nisbati	KHM = 1,5%	KHM = 2,0%	KHM = 2,5%
0,40	720 kg/m³	645 kg/m³	580 kg/m³
0,45	695 kg/m³	612 kg/m³	548 kg/m³
0,50	668 kg/m³	588 kg/m³	520 kg/m³

2-jadval.

PB-Lyuks bo‘yicha zichlik ko‘rsatkichlari

V/S nisbati	KHM = 1,5%	KHM = 2,0%	KHM = 2,5%
0,40	738 kg/m³	660 kg/m³	595 kg/m³
0,45	710 kg/m³	628 kg/m³	563 kg/m³
0,50	684 kg/m³	601 kg/m³	537 kg/m³

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, KHM ulushining ortib borishi bilan namunalar zichligi izchil ravishda kamaymoqda – bu hodisa qorishmaga singdirilayotgan havo pufakchalarining ko‘payishi bilan bevosita bog‘liq. Protein asosidagi KHM sintetik

analogiga nisbatan o‘rtacha 18–22 kg/m³ ga past zichlik qiymatlarini qayd etdi. D600 sinfi (551–650 kg/m³) uchun eng maqbul rejimlar: Foamin PB-2000 da KHM=2,0%, V/S=0,45; PB-Lyuks da esa KHM=2,0%, V/S=0,50. D500 sinfi uchun Foamin PB-2000 bilan KHM=2,5%, V/S=0,50 kombinatsiyasi tavsiya etiladi.

Xulosa. Eksperimental tadqiqot natijalari ko‘pikbeton zichligini tartibga solishda KHM konsentratsiyasi V/S nisbatiga qaraganda ancha ta’sirchan omil ekanligini tasdiqladi. KHM ulushini 1,5% dan 2,5% gacha oshirish zichlikni o‘rtacha 140–160 kg/m³ ga kamaytirgan bo‘lsa, V/S nisbatining 0,40 dan 0,50 ga o‘sishi faqat 40–55 kg/m³ ga o‘zgarishga sabab bo‘ldi. Buxoro viloyati qurilish amaliyoti uchun ichki bo‘linma devorlar qurishda D600 sinfi, issiqlik izolyatsiya qatlamlarida esa D500 sinfi ko‘pikbetondan foydalanish maqsadga muvofiq. Protein asosidagi KHM texnik ko‘rsatkichlari jihatidan sintetik KHMdan ustunligi isbotlandi. Tadqiqot natijalari mintaqadagi ko‘pikbeton ishlab chiqaruvchi korxonalarda ishlab chiqarish jarayonini takomillashtirish uchun amaliy qo‘llanma sifatida xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. ГОСТ 25485-89. Ячеистый бетон. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1990.

2. Неймарк А.И. Пенобетон и его применение в строительстве. – СПб: Стройиздат, 2003. – 212 с.

3. Fernandez-Ordonez D. et al. Foam concrete: a state of the art // Construction and Building Materials. – 2022. – Vol. 345. – P. 128357.

4. O‘zDSt 1437:2014. Yengil betondan ishlangan qurilish bloklari. – Toshkent: O‘zstandart, 2014.

5. Xolmatov D.N. Ko‘pikbeton texnologiyasi va xususiyatlari. – Toshkent: Fan, 2019, 156 b.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕМПФИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

Маг. Мусаева Д.Б., проф. Каримов Ш.А.

Резцы для токарного станка по металлу демпфирующего типа, позволяют повысить устойчивость и качество процесса резания материалов. Рассмотрено взаимодействие элементов системы «станок-приспособление-инструмент-деталь». Показаны причины возникновения колебаний и классификация по диапазону частот, а также возможные способы их уменьшения или устранения. Предлагается сменные резцы для токарного станка по металлу менять конструктивно, это позволит устранять негативное влияние вибраций на качество механической обработки. Приведена разработанная линейка демпфирующих резцов с упругой демпфирующей вставкой в державку или с державкой в упругой вставке. Особенностью конструкции представленных резцов является то, что токарный станок по металлу будет отделен виброизоляцией от рабочей части инструмента через демпфирующие элементы.

В процессах формообразования резанием технологическая система «станок-приспособление-инструмент-деталь» испытывает переменные воздействия от колебания режимов резания, силы резания, дисбаланса вращающихся деталей, колебания сил трения, что приводит к появлению вибраций всей технологической системы. Если она в рассматриваемом промежутке времени находится в равновесии или её состояние изменяется не в сторону увеличения колебаний, то такая система считается устойчивой. В противном случае, то есть при увеличении колебаний, система неустойчива. Резцы для токарного станка в процессе резания также испытывают вибрации, которые ухудшают точность и качество обработки. Частота колебаний или вибраций технологической системы зависит от ее жесткости - j и величины радиальной составляющей силы резания - Ру.

Возникающие колебания могут быть низкочастотными (10-100 Гц) и высокочастотными (1,5 до 4,5 кГц). Низкочастотные вибрации возникают, когда колебания получает токарный станок по металлу. Высокочастотные колебания возникают, когда вибрирует инструмент, в случае его малой жесткости, что приводит к увеличению шероховатости и уменьшению точности обработки. Следовательно, от тех и других вибраций следует избавляться или их минимизировать.

Одним из основных элементов определяющих производительность и качество обработки, являются сменные резцы по металлу, а придание им свойств, улучшающих выходные характеристики процессов формообразования, еще более повышает их значимость. Перспективным направлением исследований для повышения эффективности обработки являются сменные резцы для токарного станка с виброгасящими, демпфирующими свойствами.

К числу наиболее широко применяемых технологических операций в машиностроении относится обработка металла на токарном станке. В настоящее время существует множество токарных резцов, в которых используются элементы для демпфирования или гашения вибраций при резании. Вибрации, возникающие при токарной обработке металлов, приводят к преждевременному износу который испытывают на себе все виды токарных резцов, итог - нарушение правильной работы станка, увеличение шероховатости обработанной поверхности и волнистости образование на ней волн с большим шагом.

Основными недостатками демпфирующих систем, которые имеют существующие виды резцов по металлу является то, что в большинстве своем они имеют жесткую связь со станком, это малоэффективно снижает колебания в процессе резания. Кроме того, многие демпфирующие резцы имеют очень сложные конструкции, а работоспособность некоторых вообще вызывает большие сомнения. Требуются новые разработки и модификации токарного инструмента для снижения вибраций при обработке, повышения качества поверхностей деталей и обеспечения устойчивости резания.

Таким образом, демпфирующие резцы по металлу позволяют достичь технического результата по повышению качества обработки и надежности устойчивого процесса резания, а также по упрощению конструкции резца и снижению его материалоемкости.

При изготовлении и испытании экспериментальных образцов универсальных демпфирующих резцов выявлено, что эти резцы для токарного станка по металлу имеют недостаток, который заключается в большой трудоемкости монтажа резцов, связанной со сложностью размещения оправки в тонкостенном контейнере с равномерными зазорами по его основанию и стенкам, заполнением зазоров материалом с высоким демпфированием, а также с неподвижным закреплением контейнера в выборке.

Данные демпфирующие резцы по металлу позволяют:

1. Повысить надежность устойчивого процесса резания за счет возможности минимизации воспринимаемых державкой сил резания путем подбора жесткости материала с высоким демпфированием вставки.

2. Повысить качество обработки изделий, так как державка без возможности контактирования со стаканом размещена во вставке, заполняющей зазоры между основанием, стенками стакана и державкой, поэтому происходит высокоэффективное демпфирование продольных и поперечных вибраций и ударных нагрузок, возникающих в процессе резания.

3. Выполнить резец для токарного станка упрощенной конструкцииииз-за отсутствия необходимости дополнительных разработок по увеличению жесткости и прочности державки.

Литература:

1. Гречишников В.А., Малыгин В.И., Перфильев П.В. Оценка динамической точности настройки сборного режущего инструмента на стадии проектирования. / Вестник машиностроения. 1996. - № 6 - 24-26 с.

YUQORI MARGANESLI PO‘LATLARNING MIKROSTRUKTURASIGA FERROVOLFRAMNING TA’SIRI

N.A. Yusupov, D.O. Jo‘raboyev, Sh.B. Tashbulatov, N.D. Turaxodjayev
Andijon davlat texnika instituti, Andijon, Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Yuqori uglerodli va marganesli austenistik mikrostrukturaga ega bo‘lgan bu turdagi po‘lat mustahkamlik, egiluvchanlik, qattiqlik va yuqori yeyilishbardoshlik xossalarini o‘zida mujassamlagan. Bundan tashqari, bu turdagi po‘latlar ishlash davomida ishqalanish ta’sirida yanada qattiqlashish xususiyatiga ham ega. Shu sababli, bu po‘latdan olingan quyma detallar ko‘p yillar davomida tog‘-kon sanoati, temiryo‘llar, qazish, qishloq xo‘jaligida va mashinasozlikning turli xil ishqalanish yuqori bo‘lgan sharoitlarda keng qo‘llaniladi[1-2]. Ushbu maqolada yuqori marganesli po‘latlarning mikrostrukturasiga ferrovolframning ta’siri o‘rganilgan.

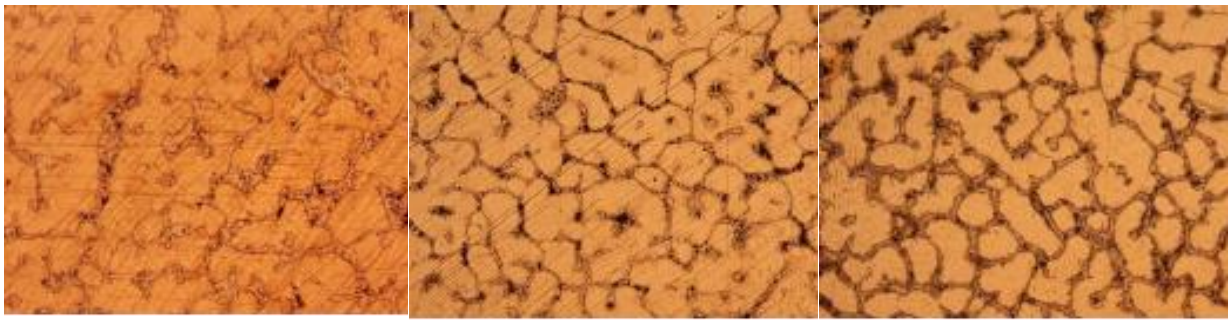
Tadqiqot ishida dastlab induksion pechda 1-jadvaldagi tarkibli namunalar qum-gilli qoliplarga quyib olingan. Ushbu namunalar tarkibni quyib olish uchun L14 markali po‘lat parchalariga Ferromarganes 70, Koks granulalari, Ferrovolfram 80 lar analitik usulda hisoblanib shixta tarkibiga kiritilgan. Quyish haroratlari 1480–1500 C° haroratda amalga oshirilgan. Haroratni nazorat qilishda DT-9862 pirometridan foydalanilgan.

1-jadval.

Namunalarning kimyoviy tarkibi

Element (%)	C	Si	Mn	P	S	W	Mo	Fe
Namuna 1	1.12	0.62	17.25	0.01	0.00	0.25	0.03	Muv.
Namuna 2	1.12	0.65	13.00	0.01	0.00	0.56	0.03	Muv.
Namuna 3	1.12	0.66	14.30	0.01	0.00	0.83	0.03	Muv.

Namunalar Jhonny 5 markali mufel pechida dastlab 700 °C haroratda 2 soat davomida tutib turilib keyin yana 1050 °C haroratda 1 soat tutib turildi va keyin suvda sovutildi. Keyin namunalar “Grinder Polisher MP-1C” jilvirlash-polirovkalash jihozida jilvirlash va polirovkalash jarayonlarida ishlov berildi. Jilolangan namunalar yuzasiga 70% li sirka kislotasi, osh tuzi (natriy xlorid NaCl) va pereks vodorodi (H_2O_2) aralashmasi yordamida kimyoviy ishlov berildi. Tayyorlangan namunalar mikrostrukturalari AmScope 50X-500X markali mikroskopda ko‘rildi.



a) b) d)

1-rasm. Tarkibida volfram bo‘lgan namunalarning 5x kattalikdagi mikrostrukturasi.
a) 0.25%, b) 0.56% d) 0.83%.

Mikrostrukturalar tahlil qilinganda namunalarning tarkibida volfram miqdorining ortishi bilan mikrostrukturadagi karbidlar soni ortib hajmi ham kattalashib borgan. Karbidlarning ortishi namunalarning issiqbardoshligini, qattiqligi va yeyilishbardoshligini sezilarli darajada oshiradi, ammo karbidlarning miqdori ortib ketishi zarbiy qovushqoqlik va mustahkamlik xossalarini kamaytirib yuboradi. Shu sababli, detallarning ishlash sharoitiga qarab yuqori marganesli po‘latlarining mexanik xossalarini ferrovolfram kiritish orqali oshirishda po‘lat tarkibiga W elementini 0.3-0.6 % oralig‘ida kiritish tavsiya qilinadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. N.A. Yusupov, 110G13L po‘latlarini mexanik xossalarini oshirish tahlili, “O‘zbekistonda mashinasozlikning zamonaviy yo‘nalishlari va dolzarb muammolari” mavzusidagi xalqaro miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami 2025-yil 13-14 may.

2. Yusupov, N., Tashbulatov, S., To‘raxodjayev, N., & Nurdinov, Z. (2025). 110G13L (Gadfild) po‘latining mexanik xossalarini oshirish usullari. “Ahmad Farg‘oniy avlodlari” elektron ilmiy jurnali ISSN 2181-4252. Tom: 1 | Son: 4 | 2025-yil https://al-fargoniy.uz/index.php/journal/article/view/924
https://doi.org/10.5281/zenodo.17661812

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF ENHANCING THE MECHANICAL PROPERTIES OF STEELS USING FERROMANGANESE

Nurdinov Zokirjon[a], Turakhodjaev Nodir[a] Sharipov Jamshid[b]
[a]Assistant teacher, “Metals Technologies” department, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan
[a] Head of the Department, “Metals Technologies” department, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan
[b]Associate-professor, “Metals Technologies” department, Bukhara State Technical University, Uzbekistan

Ferromanganese is a primary alloying and deoxidizing additive widely used in steel production. Its composition typically consists of Fe–Mn as the main components, with manganese (Mn) content ranging around 70–85%. This element actively reacts with oxygen and sulfur in steel, enhancing the processes of deoxidation (binding oxygen) and desulfurization (reducing sulfur content).

In steel production, ferromanganese is used for the following purposes:

– removing oxides from the molten metal composition;

– qurifying by binding sulfur into the slag;

– improving impact toughness, strength, hardness, and wear resistance as an alloying element.

Manganese combines with oxygen to form MnO. This compound readily bonds with slag and separates from the metal phase. Therefore, the efficiency of the deoxidation process is increased by introducing ferromanganese inside the furnace or at the ladle stage.

The process of adding ferromanganese to molten steel is based on the principles of mass transfer, melting kinetics, and heat exchange. The efficiency of this process is directly related to the geometric size (d) and density (ρ) of the ferromanganese particles, the temperature (T) of the liquid, and the stirring rate (v). If the particle size is small, its surface area relative to its mass increases, meaning the melting rate rises. However, very fine particles can rapidly form an oxide layer on their surface, which may prevent complete melting or cause agglomeration. Therefore, the optimal size is selected depending on the temperature of the molten steel [1].

A new method for introducing ferromanganese into high-manganese steel has been developed. In this method, ferromanganese is first sorted according to lump size, and then one portion is added in the steelmaking furnace and the second portion in the ladle. As a result, the ferromanganese is distributed more uniformly in the cast steel, and observation of the steel microstructure shows a reduction in grain size.

Samples obtained by traditional and new technological methods were tested for tensile strength, impact toughness, hardness, and wear resistance after undergoing the same heat treatment regime. In all tests, the properties of the sample cast using the new method were confirmed to be superior.

References:

1. Xolmirzayev N.B. va b., po‘lat qotishmalari suyuqlantirish jarayonida tarkibidagi nometall qo‘shimchalar va gazlarni vallastonit bilan kamaytirishning nazariy asoslari, O‘zbekiston kompozitsion materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali, ISSN 2091-5527 №2/2025

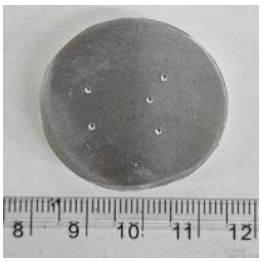
2. yusupov, nuriddin, Nurdinov, Z., Turaxodjayev, N., Sharipov, J., Raxmanov, U., & Bobodustov, Z. (2026). Marganesli po‘latga turli elementlar va termik ishlov berishning ta’siri. Потомки Аль-Фаргани, (1), 156–159. извлечено от https://al-fargoniy.uz/index.php/journal/article/view/1044

TITAN TA’SIRIDA ALYUMINIY QUYMAKORLIK QOTISHMALARINING QATTIQLIGINI O‘ZGARISHI

Nigora Rizayeva[1], Sarvar Tursunbayev, Tatlimurat Kalendarov
Toshkent davlat texnika universiteti, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi

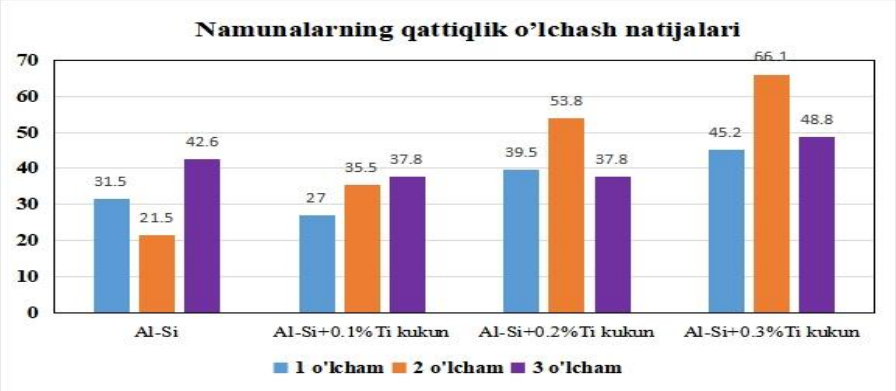
Qotishmalarning qattiqligi odatda uning plastik deformatsiyaga qarshilik ko‘rsatish xossasi sifatida aniqlanadi. Materialshunoslik sohasida qattiqlikni aniqlash usullari orasida qattiq materialni o‘zidan nisbatan qattiqmas materialga botirish sinovi keng qo‘llaniladi. Ushbu usulda shar, konus yoki piramida shaklidagi qattiq jism ma’lum bir (ko‘p hollarda doimiy) yuklama ostida namunaga bosiladi. Shundan so‘ng hosil bo‘lgan izlarning chuqurligi yoki yon o‘lchamlari asosida qattiqlik qiymatlari aniqlanadi. Ushbu tadqiqot ishida alyuminiy qotishmasi tarkibiga titan kukuni kiritgan holda namunalarning mexanik xossasi hisoblangan qattiqligini o‘zgarishini tahlil qilishgan.

Tadqiqot jarayonida alyuminiy qotishmasiga shixtaga nisbatan 0.1% dan 0.3% gacha titan kukuni kiritilgan bo‘lib, namunalar induksion pechda suyuqlantirilgan. Suyuqlantirilgan namunalar 750º C haroratda qum-gilli qoliplarga quyib olindi.



1-rasm. Qattiqlikni aniqlangan namuna ko‘rinishi.

Namunalarni qattiqligini aniqlash uchun Rokvel usulidan foydalanildi. Rokvell qattiqlikni aniqlash sinovida 120° uchburchakka ega olmos konus yoki qattiqlashtirilgan po‘lat sharlar (diametri 1/16 dyum = 1.5875 mm yoki 1/8 dyum = 3.175 mm) bosuvchi sifatida qo‘llanildi. O‘lchangan namunaning ko‘rinishi 1-rasmda berilgan. Qattiqlikni aniqlash uchun THBRV-187.5DX hardness testing device uskunasidan foydalanildi. O‘lchangan natijalar 2-rasmdagi diagrammada keltirilgan.



2-rasm. Namunalarning qattiqligini o‘lchash natijalari.

O‘tkazilgan tajriba asosida ma’lum bo‘ldiki alyuminiy-kremniy quymakorlik qotishmasini titan kukuni bilan modifikatsiyalash qotishma qattiqligiga sezilarli darajada ta’sir qilganligi aniqlandi. Titan kukuni bilan modifikatsiyalangan namunalarda esa qattiqlikning asta-sekin va barqaror ortib borishi kuzatiladi. 0,3 % da maksimal qiymat (~66,1 HR) qayd etiladi. Bu holat titan kukunining suyuqqotishmada bosqichma-bosqich singishi va bir tekis taqsimlanishi bilan izohlash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

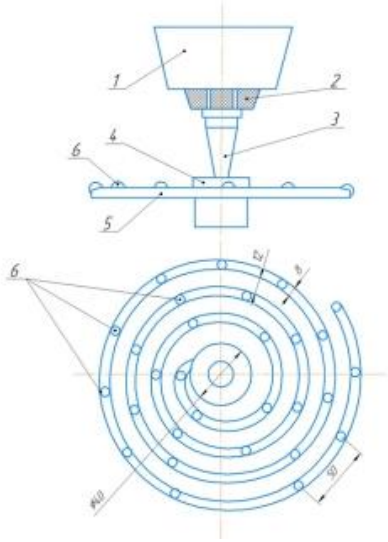
1. N. Rizaeva, & S. Tursunbayev, (2026, February). Analysis of technologies for modifying aluminum–silicon casting alloys with titanium. In *International Online Multidisciplinary Conference* (pp. 68–70).

2. S. Tursunbayev, N. Rizayeva, & Tadjiyev, N. (2026). Al-Si tizimidagi qotishmalarini titan elementi bilan modifikatsiyalash texnolgiyasi. *Строительство и образование*, *5*(1), 340–344.

ALYUMINIY QUYMAKORLIK QOTISHMALARINING SUYUQOQUVCHANLIGINI ANIQLASH

Sobirjon Murodov, Baqbergen Saburov, Sarvar Tursunbayev
Toshkent davlat texnika universiteti, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi

Suyuqoquvchanlik xossasi qotishmalarining eng muhim quymakorlik xossasi hisoblanadi. Agar namunlarni quyish jarayonida qotishmada yetarli darajadagi suyuq-oquvchanlik xossasi bo‘lmasa, quymalarda turli nuqsonlar yetishmaslik, qolipni egallab olmaslik, gaz rakovinalar va boshqalar paydo bo‘lishi mumkin. Suyuq oquvchanlik juda ko‘p omillarga jumladan, qotishmaning qovushqoqligi va sirt tarangligi, uning tarkibi, quyilish sharoiti, qotishmaning qolipdagi harakati va sovishi, uning birlamchi kristallanish sharoiti, kristallanish oralig‘i va boshqalar bog‘liqdir.Suyuq oquvchalik ikki tur bo‘lib, haqiqiy va amaliyga bo‘linadi. Haqiqiy va amaliy suyuq oquvchanlik o‘rtasida farq bor. Haqiqiy suyuq oquvchanlikni nol suyuq oquvchanlik chizig‘idan bir xil haroratda turli xil tarkibdagi qotishmalar uchun aniqlanadigan suyuqoquvchanlik deb tushunish kerak. Bunday holda, har xil quyish haroratini olish mumkin.



1-rasm. Suyuqoquvchanlikni aniqlash uchun spiral namuna.

Amaliyotning ko‘p holatlarida maxsus tadqiqotlarsiz nol suyuqlik haroratini aniq-lash qiyin. Shuning uchun, turli qotishmalarning haqiqiy suyuqoquvchanligi ko‘rsatkich-lariga biroz yaqinlashish uchun ba’zan nol suyuqoquvchanlik ustidan bir xil harorat o‘rniga suyuqlanish ustidan bir xil qizdirishdan foydalanish mumkin [1]. Amalda turli qotishmalarning suyuqoquvchanligini bir xil quyilish haroratida (amaliy suyuq-oquvchanlik) yoki bir xil suyuqlanish haroratida (shartli haqiqiy suyuqoquvchanlik) baholash mumkin. Suyuq oquvchanlik xossasini aniqlash usuli metall qotishmaning takribiga bog‘liq bo‘lib, masalan, po‘lat, magniy qotishmalarining suyuqoquvchanligi qum qolipda olingan prutli namuna bo‘yicha aniqlanadi. Cho‘yan, bronza va alyuminiy qotishmalarining suyuqoquvchanligi ko‘ndalang kesimi trapetsiyasimon bo‘lgan, 1-rasmda modeli keltirilgan spiral namuna yordamida aniqlash qabul qilingan [2]. Model

quyidagilardan tashkil topgan: 1 – quyish chashkasi, 2 – tutgich setka, 3 – ustun, 4 – zumpf, 5 – spiral, 6 – tepa yuzasida bo‘rtmalari (50 mm ga teng masofada). Tadqiqot ishida rangli qotishmalarda olib borilganligi sababli ko‘ndalang kesimi trapetsiyasimon bo‘lgan spiral namuna yordamida tajriba namunalarini suyuqoquvchanligini aniqlandi.

Xulosa qilsak, qotishmalarning suyuqoquvchanlik xossasi quymakorlik jarayonining sifatini belgilovchi eng muhim omillardan biridir. Ushbu xossa qotishmaning tarkibi, fizik-kimyoviy xususiyatlari hamda quyish sharoitlariga bevosita bog‘liq bo‘lib, yetarli darajada bo‘lmaganda turli nuqsonlar yuzaga keladi. Tadqiqotda rangli qotishmalar uchun qabul qilingan spiral namuna usuli yordamida suyuqoquvchanlik aniqlanib, bu usul amaliy jihatdan ishonchli natijalar berishi tasdiqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. S. Tursunbayev, A. Ashirbayev, A. Z. Valiyev, M. Xalimov, & N. Tashimov, (2023). The effect of the amount of lithium in aluminum lithium alloys on the property of fluidity. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 417, p. 04010). EDP Sciences.

2. Rizaeva, N., & Tursunbaev, S. (2026). Change In Shrinkage Of Aluminum Alloy During Crystallization As A Result Of Alloy Modification. *Stanford Database Library of American Journal of Applied Science and Technology*, *6*(01), 12-14.

O‘ZBEKISTON SANOATLARIDA PVD TEXNOLOGIYASINI QO‘LLASH VA SAMARADORLIK TADQIQOTI

Ilmiy rahbar – A.X. Rasulov TDTU “Materialshunoslik” kafedrasi professori, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent.
F.B. Umirzakova – TDTU “Materialshunoslik” kafedrasi 2-kurs tayanch (PhD) doktoranti.
Sh.Z. Turdimurodov – TDTU “Materialshunoslik” kafedrasi 1- kurs 72-25MMT guruh talabasi.

Kirish: Maqolada PVD (Physical Vapor Deposition) texnologiyasini qo‘llash texnik va iqtisodiy samaradorligi tadqiq etilgan. PVD texnologiyasi metall va mexanizm detallariga yuqori sifatli, mustaham va korroziyaga chidamli qoplamalar olish imkonini beradi. Tadqiqot natijasida PVD texnologiyasini joriy etish orqali detallar xizmat muddati uzayishi, ishlab chiqarish samaradorligining oshishi va xarajatlarni kamaytirish mumkinligi isbotlangan. Hozirgi kunda O‘zbekistonda sanoat tarmoqlari – metallurgiya, mashinasozlik, kimyo va elektronika sohalari, detallarning uzoq muddat va yuqori sifatda ishlashiga e’tibor qaratmoqda hamda yuqori mexanik yuk, ishqorli va abraziv muhit detallarni tez eskirishiga olib keladi. Shu bois, PVD texnologiyasi orqali yuqori sifatli va mustahkam qoplamalar olish juda dolzarb hisoblanadi. Bugungi kunda O‘zbekiston sanoatida metall kesish va mashinasozlik sohalarida jadal rivojlanmoqda. Shu bilan birga, ishlab chiqarish jarayonlarida asboblarning tez yeyilishi, resurs sarfining yuqorilgi va mahsulot sifatining pasayishi kabi muammolar mavjud. Ushbu muammolarni hal etishda

zamonaviy PVD (Physical Vapor Deposition) texnologiyasi orqali asboblar yuzasiga yuqori qattiqlikka va yeyilishga chidamli qoplamalar qoplash muhim ahamiyat kasb etadi. PVD texnologiyasi asosida qoplanadigan detallarining adgeziyasi va qat'iyligini yaxshilash, ularning xizmat muddatini uzaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Mazkur tadqiqotning muhimligi shundaki, O'zbekiston sanoati korxonalarida qo'llanilayotgan metall kesuvchi asboblarning samaradorligini oshirishga qaratilgan zamonaviy yechimlarni taklif etadi. Xususan, PVD texnologiyasi orqali hosil qilingan qoplamalar asboblarning yeyilishga chidamliligini oshirib, ularning xizmat muddatini uzaytiradi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarida asboblarni tez-tez almashtirish ehtiyojini kamaytiradi, texnologik to'xtashlarni qisqartiradi va mahsulot sifatini barqarorlashtiradi. Shu bilan birga, energiya va material sarfining kamayishi orqali iqtisodiy samaradorlik oshadi, natijada ushbu tadqiqot sanoat korxonalarida innovatsion texnologiyalarni joriy etish, raqabotbardosh mahsulot ishlab chiqarish va milliy iqtisodiyot rivojiga hissa qo'shish nuqtayi nazaridan muhi ahamiyatga ega.

Ilmiy tadqiqotni maqsadi va vazifalari: Tadqiqotning asosiy maqsadi – O'zbekiston turli sanoat tarmoqlqrida PVD texnologiyasi asosida qoplangan asboblarning ish samaradorligini o'rganish, ularning yeyilishga chidamliligini oshirish va ishlab chiqarish jarayonlariga ta'sirini aniqlqsh va uning texnik, iqtisodiy afzalliklarini o'rganib baholash. PVD texnologiyasini qo'llash tajribasini o'rganish va PVD asboblari orqali olingan qoplamalarning sifatini tahlil qilish, qoplamalarning xizmat muddati va ishlab chiqarish samaradorligiga ta'sirini aniqlash va o'rganib chiqish.

Ilmiy tadqiqotni metodikasi va natijalari: Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, PVD qoplamalar ayniqsa TiN qoplamasi asbob yuzasining qattiqligini oshiradi va yeyilish tezligini kamaytiradi. Natijada asbobning xizmat muddati sezilarli darajada uzayadi. Shu bilan birga, ishlov berish sifatining yaxshilanishi va ishlab chiqarishdagi to'xtashlar soni kamayishi kuzatiladi.

- Analitik usul – O'zbekiston sanoatidagi PVD texnologiyasi va qoplama texnologiyasi bo'yicha adabiyotlarni tahlil qilindi.
- Eksperimental usul – PVD texnologiyasini qo'llash orqali qoplangan qoplamalarni sifati va xizmat muddati tahlil qilindi.
- Solishtirish usuli – PVD texnologiyasini qo'llash orqali qoplangan qoplamalarni an'anaviy qoplamalar bilan taqqoslab chiqildi.
- Iqtisodiy – PVD texnologiyasini qo'llash orqali qoplangan qoplamalarni, uzaytirilgan xizmat muddati va xarajatlar hisoblab chiqildi.

PVD texnologiyasini qo'llash orqali detallarning qat'iyligi va korroziyaga chidamliligi sezilarli darajada oshgan bo'lib, O'zbekiston metallurgiya va mashinasozlik korxonalarida PVD texnologiyasini qo'llash orqali qoplangan detallar xizmat muddati 2–3 barobarga uzaygan. PVD texnologiyasi orqali ishlab chiqarish jarayonida texnologik yo'qotishlar kamaygan va xarajatlar qisqargan ва PVD texnologiyasini samaradorligi detallar sifatini yaxshilash va sanoat uskunalari ishonchliligini oshirishda muhim ekanligi tasdiqlandi.

Foydalangan adabiyotlar:

1. A.X. Rasulov, S.D. Nurmurodov, A.A. Allanazarov. Influence of structural – textural features of turbo – alloy products using tungsten treatment on their strength properties. TEXCHNICAL SCIENCE AND INNOVATION, Tashkent, №1/2020 pp 178-186(05.00.00; №6).

2. F. Abdullayev va boshqalar. Yuqori chidamli asboblar uchun PVD qoplamalarning samaradorligi, “Fan va texnika” 2023-yil.

3. Sh.Q. Hakimov (2020). Metall detallarini yuqori sifatli qoplash texnologiyalari. Toshkent: Fan nashriyoti.

4. A.B. Rahimov (2019). Yuza qoplamalarini PVD usulida olish va uning sanoatda qo‘llanilishi. Toshkent: Mashinasozlik jurnali, №3, 45–50.

5. T. Sultonov (2018). Texnik va iqtisodiy samaradorlikda PVD texnologiyasi ahamiyati. Samarqand: Ilmiy-texnologik jurnali, 12(4), 15–22.

PVD USKUNALARIDA QOPLAMA QOPLASHDA MATERIALLARNING AHAMIYATI VA DIZAYNI

Ilmiy rahbar – A.X. Rasulovв TDTU “Materialshunoslik” kafedrasi professori, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent.
F.B. Umirzakova– TDTU “Materialshunoslik” kafedrasi 2-kurs tayanch (PhD) doktoranti.
Sh.Z. Turdimurodov– TDTU “Materialshunoslik” kafedrasi 1- kurs 72-25MMT guruh talabasi.

Kirish: Zamonaviy sanoat taroqlarida yuza qoplamalarini yuqori sifatda hosil qilishda PVD (Physical Vapor Deposition) texnologiyasi alohida ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu jarayonda qoplama sifatini belgilovchi asosiy oillardan biri– uskunada qo‘llaniladigan materiallar va uning konustruktiv dizayni hisoblanadi.PVD uskunalarida yuqori harorat, vakuum muhiti, ionlar oqimi va yuqori energiyali zarrachalar ta’siri mavjud bo‘lgani sababli, uskuna qismlarini tayyorlash uchun issiqlikka, korroziyaga, abraziv ta’siriga va plaza ta’siriga chidamli materiallar tanlanishi talab etiladi. Asosan materiallarni to‘g‘ri tanlashda, zanglamas po‘lat, titan qotishmalari, alyuminiy qotishmalari va volfram materiallar keng qo‘llaniladi.

- Qoplama adgeziyasini oshiradi.
- Qoplama bir xilligini ta’minlaydi.
- Uskunaning xizmat muddatini uzaytiradi.
- Energiya sarfini kamaytiradi.

PVD uskunasi dizayni esa qoplama jarayonining barqarorligi va samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Kamera geometriyasi, katod va anod joylashuvi, vakuum kanallari, aylanuvchi mexanizmlar va sovitish tizimi qoplamani bir tekisda hosil qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. Noto‘g‘ri dizayin qoplama qalinligining nomutanosibligiga, nuqsonlar hosil bo‘lishiga va texnologik yo‘qotishlarga olib keladi.

Ilmiy tadqiqotni predmeti va metodikasi: Tadqiqotni predmeti: PVD (Physical Vapor Deposition) uskunalarning konstruktiv elementlari uchun qo‘llaniladigan materiallar xususiyatlari, ularning qoplama sifatiga ta’siri hamda uskuna dizaynining qoplama bir xilligi va adgeziyasiga ta’siri hisoblanadi. Ya’ni tadqiqotda – kamera materiallari, katod va anod materiallari, sovitish tizimi elementlari, uskuna geometriyasi hamda ularning qoplama sifat ko‘rsatkichlari bilan bog‘liqligi o‘rganiladi.

Tadqiqotni metodikasi:

1. Analitik metodi – mavzu bo‘yicha mahalliy va xorijiy ilmiy maqolalar, dissertatsiyalar, standartlar va texnik hujjatlar tahlil qilindi. PVD texnologiyalarida qo‘llaniladigan talablar o‘rganildi.

2. Ekspremental metodi – turli materiallardan tayyorlangan uskuna elementlarida qoplama qilib, ularning qoplama qalinligi, adgeziya va strukturalari tadqiq etildi. Qoplama sifatiga material turining ta’siri aniqlandi.

3. Taqqoslash metodi – turli materiallar va dizayin variantlarida olingan natijalar o‘zaro taqqoslanadi va eng maqbul konstruktiv yechimlar tanlab olinadi.

4. Mikrostrukturaviy tahlil metodi – qoplama tuzilishi optik mikroskopiya va elektron mikroskopiya orqali o‘rganiladi. Nuqsonlar va yoriqlar tahlil qilinadi.

5. Mexanik sinovlar metodi – qoplamani qattiqligi, yopishish mustahkamligi, yeyilishga chidamliligi aniqlanadi.

6. Tahliliy metod – issiqlik uzatish, vakuum muvozanati va plazma taqsimlanishi hisoblab chiqiladi va uskuna dizayni texnologik samaradorligi modellar orqali baholanadi.

Xulosa: Ushbu tadqiqot natijasida PVD uskunalarida qoplama qoplash jarayonida qo‘llaniladigan materiallarni to‘g‘ri tanlash va uskuna dizaynini ilmiy asosda loyihalash qoplama sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Aniqlanishicha, konstruktiv elementlar uchun issiqlikka, korroziyaga, plazma va abraziv ta’sirlarga chidamli materiallarni qo‘llash qoplamaning adgeziyasini, bir xilligini va mexanik mustahkamligini sezilarli darajada oshiradi. Shuningdek, PVD uskuna kamerasining geometrik shakli, katod va anodlar joylashuvi, vakuum kanallari hamda sovitish tizimining samarali ishlashi qoplama qalinligining bir tekis taqsimlanishini ta’minlashi isbotlandi.

Foydalangan adabiyotlar:

1. A.X. Rasulov, S.D. Nurmurodov, A.A. Allanazarov, T.U. Pardayev, M.B. Rakhmonov. Tungsten Oxides Reduction Technology on a Plasma Plant. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics PUBLISHING HOUSE: CEFIN – Bucharest/ 10/2021. Vol. 1 / https://ijomam.com/ Scopus.

2. F. Abdullayev va boshqalar. Yuqori chidamli asboblar uchun PVD qoplamalarning samaradorligi, “Fan va texnika” 2023-yil.

3. A.Sh. Pirmatov, “Metall kesish asboblariga yuza qoplamalar qoplashning texnologik imkoniyatlari”, TMI Ilmiy axboroti, 2022-yil.

4. S. Veprek, The search for novel, superhard materials. Journal of Vacuum Science & Technology, 2001.

5. K. Holmberg, A. Matthews Coating Tribology: Properties, Mechanisms, Techniques and Application in Surface Engineering. Elsevier, 2009.

OPTIMIZING SUPPORT STRUCTURES FOR CYLINDRICAL GEOMETRIES: A PERFORMANCE EVALUATION

Saydaxmedov Ravshan Xolxo‘jayevich, professor
Turin politexnika universiteti, Toshkent
Rajabov Jaloladdin Mansurovich, o‘qituvchi
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, Urganch

Abstract: In this work, a thin-walled cylindrical AlSi10Mg model created by Selective Laser Melting utilizing Simufact Additive is compared using line, contour, and block supports. According to the data, block support has the lowest displacement (0.74 mm), the lowest surface deviation (0.34 mm), and 81% tolerance compliance. It offers the best balance between structural stability and dimensional precision, albeit having a slightly longer build time.

Keywords: Additive, support, displacement, equivalent stress, surface deviation

Introdoction. Complex metal items with excellent mechanical qualities and great dimensional precision are frequently produced using additive manufacturing, particularly Selective Laser Melting (SLM) [1-2]. However, the design of the support structure has a significant impact on the quality of manufactured parts. This is especially crucial for cylindrical geometries because overhangs and curved surfaces can exacerbate surface flaws, residual stress, and deformation [3]. Support structures must therefore be assessed in terms of end part quality, build stability, and material usage. In order to identify the best option, this study examines several support arrangements for cylindrical pieces [4-7].

Methodology. In this study, a cylindrical model was selected to evaluate the performance of different support structures. The dimensions of the model were 220 mm in diameter, 80 mm in height, and 10 mm in wall thickness which is shown on figure 1. To ensure stable manufacture, support structures with a support height of 7 mm were only placed to the bottom portion of the cylinder, where the item was joined to the build plate.For every case, the same process settings were applied: 370 W laser power, 0.06 mm layer thickness, 0.1 mm laser beam diameter, 0.07 mm hatch distance, and 1200 mm/s scanning speed. To ensure that the comparison relied solely on the type of support, these factors were held constant. The study directly assessed which design was better at minimizing distortion and enhancing build quality for the cylindrical geometry because all supports had the same overall volume. The shell thickness, voxel mesh size, level of coursing, and critical surface angle were all set to 0.3 mm, 2.5 mm, and 45° for each support case. The support volumes were 1058 mm^3 for contour support, 2053 mm^3 for block support, and 2053 mm^3 for block line support.

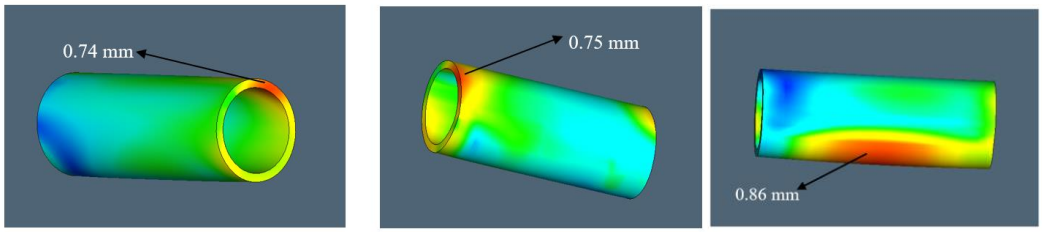


Figure 1.It shows max displacements of block, line and contour support.

Results and discussion. The findings demonstrate that the cylindrical model performed better with block support. It yielded the highest in-tolerance value (81%), the lowest total displacement (0.74 mm), and the lowest surface deviation (0.34 mm). With 0.75 mm displacement, 0.38 mm surface deviation, and 78.7% tolerance that is shown on figure 1, line support demonstrated comparable outcomes but was marginally less successful. With the greatest displacement (0.86 mm), the largest surface variation (0.56 mm), and only 56% tolerance, contour support, on the other hand, performed the worst. Consequently, the best configuration for this geometry was block support.

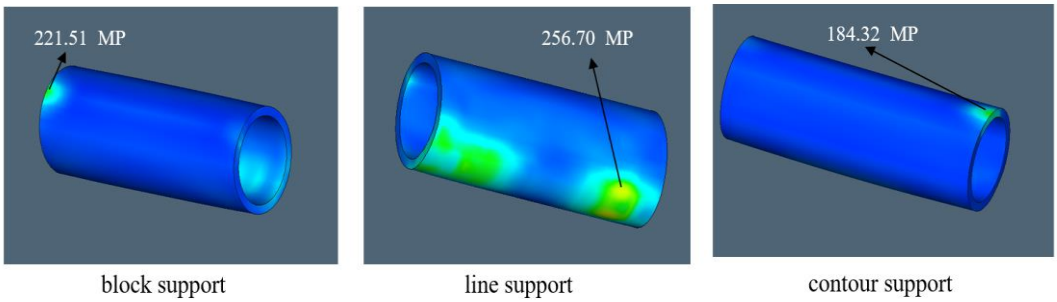


Figure 2. It shows max equivalent stresses of block, line and contour support

CONCLUSION. The best support configuration for the thin-walled cylindrical model in the SLM process, according to this study, is block support. When compared to line and contour supports, it offered the lowest displacement, the lowest surface variation, and the maximum tolerance compliance. Block support is therefore advised for enhancing structural stability and dimensional correctness in cylindrical shapes.

References:

1. Ian Gibson, David Rosen, Brent Stucker, Mahyar Khorasani. “Additive Manufacturing Technologies”. Third Edition.Springer. Pages: 125-127

2. Liu Y T and Sing S L. 2023. “A review of advances in additive manufacturing and the integration of high-performance polymers, alloys, and their composites”. Mater. Sci. Addit. Manuf. 2, 1587. https://doi.org/10.36922/msam.1587

3. Antonios Dimopoulos, Mohamad Salimi, Tat-Hean Gan, Panagiotis Chatzakos. “Support structures optimisation for high-quality metal additive manufacturing with laser powder bed fusion: A numerical simulation study”. https://doi.org/10.3390/ma16227164

4. Rasmus Svantesson. “Optimization of support structures for laser powder bed fusion by Design for AM”. Master’s thesis in Product Development.

https://odr.chalmers.se/server/api/core/bitstreams/5a77d8f6-d862-4e14-b583-62088c0fec3f/content

5. Jinlong Su, Yang Mo, Peijie Shangguan, Chinnapat Panwisawas, Fulin Jiang, Swee Leong Sing. “Additive manufacturing-by-design for support structures: a critical review”. https://doi.org/10.1088/2631-7990/add4d2

6. Javidrad H. R and Javidrad F. “Review of state-of-the-art research on the design and manufacturing of support structures for powder-bed fusion additive manufacturing”. Prog. Addit. Manuf. 8, 1517–1542. 2023. https://doi.org/10.1007/s40964-023-00419-6

7. Dimopoulos A, Salimi M, Gan T-H and Chatzakos P. “Support structures optimisation for high-quality metal additive manufacturing with laser powder bed fusion: a numerical simulation study”. Materials 16, 7164. 2023

ФУТЕРОВКА ДУГОВЫХ ПЕЧЕЙ И СВОЙСТВА ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Саидходжаева Шохиста Нуритдиновна, Атажанов Гапур Латипович, Абдалимов Досмухамед Оралханович, Таджиев Нуритдин Хуснитдинович, Агзамова гулсевар Фазлиддин қизи.
Ташкнетский государвственный технический университет

Футеровка дуговых печей является одним из ключевых элементов конструкции, обеспечивающих надежную и длительную эксплуатацию агрегата в условиях высоких температур, химического воздействия шлаков и механических нагрузок. От правильного выбора огнеупорных материалов и технологии их укладки напрямую зависят энергетическая эффективность печи, качество выплавляемого металла и экономические показатели производства. Огнеупорные материалы, применяемые в футеровке дуговых печей, должны обладать комплексом эксплуатационных свойств: высокой огнеупорностью, высокой температурой начала размягчения под нагрузкой, термостойкостью, -механической прочностью,-химической устойчивостью к шлакам,-стабильностью объема при нагреве,-низкой теплопроводностью для теплоизоляционных слое),-экономической эффективностью.

Огнеупорность – это способность материала сохранять твердое состояние при воздействии высоких температур без плавления и деформации. Для футеровки дуговых печей этот показатель обычно превышает 1580–1700 °C. Температура начала размягчения под нагрузкой является важнейшей характеристикой, определяющей работоспособность материала в условиях эксплуатации. Она показывает предел, при котором материал начинает деформироваться под действием механической нагрузки и высокой температуры.

Термостойкость характеризует способность материала выдерживать многократные циклы нагрева и охлаждения без разрушения. Для дуговых печей это особенно важно, так как процесс плавки сопровождается резкими температурными колебаниями.

В зависимости от химического состава и характера взаимодействия со шлаками огнеупоры делятся на кислые огнеупорыю Динасовые кремнеземистые. Основной компонент: SiO_2. Преимущества: высокая температура размягчения под нагрузкой. Недостатки: низкая устойчивость к основным шлакам. Применяются преимущественно в сводах печей. Основные огнеупоры делятся на магнезитовые MgO, доломитовые CaO·MgO, периклазоуглеродистые MgO-C. Преимущества огнеупор. высокая устойчивость к основным шлакам и высокая огнеупорность.

Недостатки. склонность к термическим деформациям, высокая стоимость особенно MgO-C материалов. Нейтральные огнеупоры. Хромомагнезитовые. Шпинелевые $MgAl_2O_4$. Обладают высокой термостойкостью, устойчивостью к различным типам шлаков, высокой механической прочностью. Футеровка дуговой печи состоит из нескольких функциональных зон. Подина днище. Испытывает максимальное воздействие расплава и шлака. Используются магнезитовые или периклазоуглеродистые материалы. Стенки печи. Подвергаются воздействию дуги и брызг металла. Требуются материалы с высокой термостойкостью и устойчивостью к эрозии. Свод печи работает при высоких температурах и тепловых потоках. Здесь важна высокая температура размягчения под нагрузкой. Для повышения энергоэффективности печей используется многослойная футеровка. Рабочий слой – высокоогнеупорные материалы, промежуточный слой – шамотные кирпичи, изоляционный слой – легковесные огнеупоры. Главная задача теплоизоляции – снижение теплопотерь и защита металлического корпуса печи от перегрева. В производстве и ремонте футеровки применяются следующие связующие, жидкое стекло силикат натрия, огнеупорная глина, каменноугольная смола. Органические добавки выгорающие материалы. Связующие обеспечивают прочность кладки, адгезию и формирование монолитной структуры футеровки. Современные исследования направлены на использование периклазоуглеродистых материалов с нанодобавками, снижение пористости футеровки, повышение стойкости к термошоку, применение монолитных огнеупоров бетонов, внедрение локальных сырьевых ресурсов например, узбекских огнеупорных песков. Особое внимание уделяется модификации структуры огнеупоров с целью повышения их долговечности при эксплуатации в дуговых печах. Футеровка дуговых печей представляет собой сложную инженерную систему, работающую в экстремальных условиях.

Правильный выбор огнеупорных материалов, их комбинации и технологии укладки позволяет значительно повысить срок службы печи, снизить эксплуатационные расходы и улучшить качество металлургической продукции. Развитие новых материалов и технологий футеровки остается актуальной задачей современной металлургии, особенно в условиях повышения требований к энергоэффективности и экологической безопасности производства.

Литературы:

1. Атажанов Г.Л., Халимжонов Т.С. Технология литья. Учебное пособия. – Т.: «Фан ва технология», 2019, 440 с.

2. Вольский А.В., Сергиевская Й.М. Теория металлургических процессов. М.: Metallurgiya. 2001. 396 s.

3. Saidxodjayeva Sh.N. Quymakorlik texnologiyasi. Oquv qo‘llanma. – T.: “Fan va texnologiyalar”, 2020, 230 bet.

БРОНЗА ҚОТИШМАЛАРИДАН МАРКАЗДАН ҚОЧМА ҚУЙИШ УСУЛИДА МАҲСУЛОТЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

Абдалимов Досмуҳамед Оралханович ассистент, Чоршанбиев Шуҳрат Махматмуродович т.ф.д., доцент.
Тошкент давлат техника университети “Металлар технологиялари” кафедраси

Замонавий машинасозлик, нефть-газ, энергетика ва кимё саноати тармоқларида ишлатиладиган конструкцион деталларга қўйилаётган талаблар тобора ортиб бормоқда. Айниқса, ишқаланиш шароитида ишловчи узеллар учун юқори ейилишга чидамлилик, коррозиябардошлик ва узоқ хизмат муддатига эга бўлган материаллардан фойдаланиш долзарб масала ҳисобланади. Шу нуқтаи назардан бронза қотишмалари юқори антифрикцион хусусиятлари ва ишончлилиги билан алоҳида аҳамият касб этади.

Марказдан қочма қуйиш усули рангли металл қотишмаларидан, хусусан бронзадан юқори сифатли қуюв маҳсулотлар олишда энг самарали технологиялардан бири ҳисобланади. Ушбу усулда суюқ металл айланувчи қолипда марказдан қочма куч таъсирида тақсимланиб, металлнинг зичлиги ортиши, газ ва шлак киритмаларининг камайиши ҳамда макро ва микро тузилманинг бир жинсли шаклланиши таъминланади. Бироқ, амалда жараён параметрларининг мукаммал оптималлаштирилмаганлиги сабабли металл таркибининг сегрегацияси, ички кучланишлар ва микродефектлар юзага келиши кузатилади.

Бронза қотишмалари (БрОС-5-5-5) юқори антифрикцион ва коррозиябардош хусусиятлари билан кенг қўлланилади. Марказдан қочма қуйиш усулида металлнинг қаттиқлашиш жараёни радиал йўналишда кечади ва бу структуранинг зичлашишига олиб келади.

Бронза (Cu-Sn асосидаги қотишма) кристалланиш жараёнида ликвацияга мойил бўлиб, айниқса секин совишда структура нотекис бўлади. Марказдан қочма қуйишда тез совиш девор қисмида майда донали структура ҳосил қилади, марказда эса йирик донали зона кузатилади.

Марказдан қочма қуйишда қуйидаги нуқсонлар учрайди: ички порозлик, сегрегация (кимёвий нотекислик), оксидланиш қатлами, термик стресслар. Шу боис, технологик параметрларни оптималлаштириш муҳим илмий муаммо ҳисобланади.

Марказдан қочма қуйиш жараёнида металлга таъсир этувчи асосий омил марказдан қочма куч бўлиб, у қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$F=m\cdot\omega^2\cdot r$$

бу ерда,

F – марказдан қочма куч,

m – масса,

ω – бурчак тезлик,

r – айланиш радиуси.

Шунингдек, қотиш жараёнида ҳосил бўладиган босим қуйидагича ифодаланади:

$$P=\frac{pw-\left(r\frac{2}{2}-r\frac{2}{1}\right)}{2}$$

бу ерда, ρ – металл зичлиги.

Марказдан қочма қуйиш жараёни қуйидаги босқичлардан иборат: қолип тайёрлаш, айлантириш, суюқ металл қуйиш, марказдан қочма куч таъсирида тақсимланиш, совитиш, тайёр маҳсулотни олиш.

Жараён параметрлари маҳсулот сифатига тўғридан-тўғри таъсир кўрсатади. Айланиш тезлигининг ортиши зичликни оширади, аммо меъёрдан юқори бўлса ички кучланишлар ҳосил бўлиши мумкин. Совитиш тезлиги эса донача структурасини шакллантиришда муҳим роль ўйнайди.

Бронза қотишмаларидан марказдан қочма қуйишда оптимал технологик режимларни танлаш орқали:

– структуранинг бир жинслилиги ошади;

– газ ва шлак киритмалар камаяди;

– механик мустаҳкамлик ва ейилишга чидамлилик ортади;

– ички нуқсонлар минималлашади.

Мазкур тадқиқот ишининг мақсади бронза қотишмаларидан марказдан қочма қуйиш усулида маҳсулотлар олиш жараёнини чуқур таҳлил қилиш ҳамда асосий технологик параметрларни оптималлаштириш орқали қуйма маҳсулотлар сифатини оширишдан иборат. Тадқиқот доирасида қуйиш ҳарорати, айланиш тезлиги, қуйиш вақти, қолип материали ва совитиш интенсивлигининг металл структурасига ва механик хоссаларига таъсири комплекс равишда ўрганилди.

Илмий натижалар шуни кўрсатдики, марказдан қочма қуйиш жараёнида айланиш тезлиги ва совитиш шароитларини мақбул танлаш металлнинг дендрит тузилмасини бошқариш, донача ўлчамини камайтириш ва механик мустаҳкамликни ошириш имконини беради.

Шунингдек, қуйиш ҳароратининг оптимал диапазонда бўлиши қотишма элементларининг бир текис тақсимланишини таъминлаб, сегрегация жараёнларини камайтиради.

Қолип материалининг иссиқлик-физик хусусиятлари эса қаттиқлашиш тезлигига таъсир кўрсатиб, маҳсулотнинг ички нуқсонларини камайтиришда муҳим омил сифатида намоён бўлади.

Оптимал технологик режимлар натижасида, доналар майдаланади, порозлик камаяди, механик мустаҳкамлик ортади, ишқаланишга чидамлилик яхшиланади.

Таклиф этилган режимлар қуйма маҳсулотлардаги ички нуқсонларни камайтириш, структуранинг бир жинслилигини таъминлаш ва эксплуатацион кўрсаткичларни ошириш имконини беради.

Бронза қотишмаларидан марказдан қочма қуйиш усулида маҳсулотлар олиш технологиясини такомиллаштириш нафақат маҳсулот сифати ва ишончлилигини оширади, балки энергия ва ресурслардан самарали фойдаланиш орқали ишлаб чиқариш самарадорлигини ҳам сезиларли даражада юксалтиришга хизмат қилади.

Марказдан қочма қуйиш усули бронза қотишмаларидан юқори сифатли цилиндрик маҳсулотлар олишда самарали ҳисобланади. Бироқ технологик параметрларни оптималлаштириш орқали нуқсонларни камайтириш ва структурани яхшилаш мумкин. Таклиф этилган усуллар саноат шароитида маҳсулот сифатини сезиларли оширади.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Патент RU № … “Центробежное литьё цветных сплавов”, 2018.
2. Ўзбекистон Республикаси давлат стандартлари: ГОСТ 613-79, ГОСТ 493-79 (бронза қотишмалари).
3. Гуляев А. П. *Металловедение*. – М.: Металлургия, 2015.
4. Лившиц Б. Г. *Физические свойства металлов и сплавов*. – М.: Наука, 2017.
5. Иванов В.П. “Центробежное литьё сплавов”. Москва: Машиностроение, 2018.
6. Эгамбердиев И. П., Яхшиев С. Н. *Металл қотишмалари технологияси*. – Тошкент, 2019.
7. Ашуров Х. Х. *Металлургик жараёнлар назарияси*. – Тошкент давлат техника университети нашриёти, 2021.

PROKATLASH STANLARIDA KATTA DIAMETRLI NAVLI PROKAT MAHSULOTLARINI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIK JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH

Saydumarov Botir Muradovich dotsent,
Ibragimov Abduazim Panji o‘g‘li 125-22 guruh talabasi,
Hakimov Beksulton Hayotjon o‘g‘li 125-22 guruh talabasi.

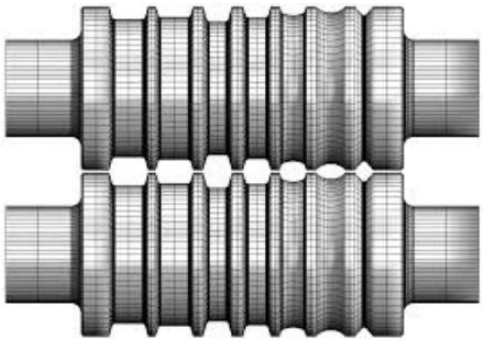
Annotatsiya; Navli mahsulotlarni prokatlab olish texnologiyasi ishlab chiqilgan. jo‘valarni ishlash unimdorligini oshirish, prokatlash jo‘valariga termik ishlov berish texnologiyalari, ishlab chiqarishdagi iqtisodiy samaradorlik va ekologik hamda xavfsizlik masalalari ko‘rib chiqilgan. Taklif etilgan texnologiya ishlab chiqarish unumdorligini oshirish va mahsulot sifatini yaxshilashga qaratilgan.

Kalit so‘zlar; navli prokat, prokatlash, ishlab chiqarish, texnologik jarayon, energiya tejamkor, xavfsiz.

Kirish. Zamonaviy mashinasozlik, energetika va tog‘-kon sanoatida katta diametrli navli prokat mahsulotlariga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Katta kesimli mahsulotlarni prokatlashda metallning ko‘ndalang kesimi bo‘ylab deformatsiyaning notekis taqsimlanishi, ichki kuchlanishlarning yuqoriligi va mikrostrukturaning yirik donadorligi asosiy muammolardan hisoblanadi. Texnologik jarayonni takomillashtirish mahsulot sifatini oshirish bilan birga, tannarxni kamaytirish imkonini beradi.

Metallurgiya sohasidagi navli prokat mahsulotlarini ishlab chiqarish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Katta diametrli navli prokat (masalan, yirik diametrli doiralar, jo‘valar va zagotovkalar) ishlab chiqarishda asosiy muammo metallning ichki qismidagi bir xillikni ta’minlash va energiya sarfini kamaytirishdir.

Asosiy qism. Katta diametrli zagotovkalarni qizdirishda bosqichma-bosqich isitish texnologiyasini qo‘llash lozim. Bu metallda termik kuchlanishlar tufayli yuzaga keladigan darzlarning (treshina) oldini oladi. Isitish pechlarida avtomatlashtirilgan nazorat tizimlarini joriy etish orqali yoqilg‘i sarfini $10–15\%$ ga kamaytirish mumkin.



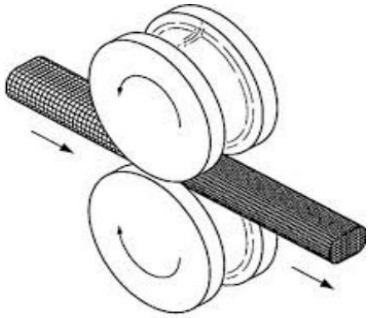
1-rasm. Navli prokat mahsulotlarini ishlab chiqaruvchi prokatlash jo‘valari

Navli prokat mahsulotlarini ishlab chiqarish liniyasi yiliga 50 dan 500 tonnagacha ishlab chiqarish quvvatiga ega. Diametri 6 mm dan kam bo‘lgan kichik o‘lchamli ishlab chiqarish liniyasi yiliga taxminan 30 dan 40 tonnagacha quvur ishlab chiqarishi mumkin,

o‘rta o‘lchamdagi ishlab chiqarish liniyalari esa 6 va 12 dyuymli diametrli yiliga 150 tonnagacha quvur ishlab chiqarishi mumkin. Diametri 12 mm va undan ortiq bo‘lgan yirik ishlab chiqarish liniyalari yiliga 300000 dona, ya’ni va 500 tonnagacha navli prokat ishlab chiqarishi mumkin.

Mexanik xossalarga sinash. Termik ishlov berilgan po‘latlarning qattiqligini TIME THBRV-187.5DX qattiqlik o‘lchaydigan qurilmada aniqlandi. Namunalarning cho‘zilishdagi mustahkamlik chegarasi GOST 25.503-97ga binoan R5 mashinasida aniqlandi. Namunalarning zarbiy qovushqoqligi GOST 9454-78 ga binoan va tavsiyalarga muvofiq 10×10×55 o‘lchamdagi standart namunalarda MK-15 mayatnikli kopyor yordamida aniqlandi.

Navli prokat mahsulotlarini ishlab chiqaradigan prokatlash jo‘valarini puxtalash ya’ni termik ishlov berish judayam muhim jarayon hisoblanadi, shuning uchun jo‘valarni mexanik xossalari o‘rganiladi.



2-rasm. Navli prokat ishlab chiqarishning texnologik jarayoni.

Xulosa. Katta diametrli navli prokat ishlab chiqarishni takomillashtirish faqatgina uskunalarni yangilash bilan cheklanmay, balki deformatsiya va harorat rejimlarining matematik modellarini yaratishni talab etadi. Taklif etilayotgan kalibrlash va termo-mexanik ishlov berish usullari metallurgiya zavodlarining raqobatbardoshligini oshirishda asosiy omil bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Saydumarov B.M., Prokat ishlab chiqarish texnologiyalari. Darslik. -Toshkent: ToshDTU, 2022, 305b.

2. Saydumarov B.M. Prokatlash uskunalarini loyihalash. Darslik. - Toshkent: TDTU. 2023, 236 b.

3. Saydumarov B.M., Prokatlash mashinalari va jihozlari. O‘quv qo‘llanma. - Toshkent: ToshDTU, 2020, 188b.

4. Prokatlash jo‘valarining konstruksiyasi, ishlash sharoiti, ekspluatatsion xossalarini tahlili va ularning chidamliligini oshirish usullari. B.M. Saydumarov, O‘zbekiston Kompozit Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali №1/2026.

5. Legirlangan po‘latlardan tayyorlangan prokatlash jo‘valarini chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyalarini takomillashtirishga. B.M. Sayduma-

rov, Berdiyev D.M., Tashmatov R.Q. Ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik, fan va ta'-limga oid ilmiy-amaliy jurnal MUHANDISLIK VA IQTISODIYOT. 2026-yil, mart. № 3-son.

6. Ziyonet.uz.
7. edu.uz.

ANALYSIS OF CAST IRON MELTING TECHNOLOGY IN AN INDUCTION FURNACE

J.N. Khasanov, N.D. Turakhodjaev, M.S. Gulomkodirov

The melting stage plays a key role in determining the final properties of cast iron. In laboratory conditions and small-scale production, induction furnaces are often preferred because they provide clean melting, stable temperature control, and good reproducibility of the chemical composition. Therefore, studying the melting process in an induction furnace is important for improving the quality of cast iron.

In this work, melting was carried out in a laboratory induction furnace with a power of 3.8 kW. The charge consisted of gray cast iron and metallic scrap. The melting temperature was maintained in the range of 1450–1500 °C, while pouring was performed at 1380–1420 °C. Due to electromagnetic stirring inside the melt, the liquid metal was continuously mixed, which helped to obtain a more uniform chemical composition.



Figure 1. Experimental procedure of cast iron melting and tungsten addition in the induction furnace: (a) cast iron samples; (b) weighing of tungsten powder; (c) melting process in the induction furnace.

As shown in Fig. 1, the experimental procedure included preparation of the charge materials, weighing of tungsten powder, and melting of cast iron in the induction furnace. The charge materials were carefully selected and cleaned prior to melting in order to minimize contamination. The tungsten additive was weighed using a precision balance and introduced into the melt at the final stage to improve its dissolution efficiency.

The induction furnace provided uniform heating and effective electromagnetic stirring, which enhanced the distribution of alloying elements within the melt. The visual observation of the molten metal confirmed stable melting conditions and proper thermal control. In addition, the prepared samples with different tungsten contents (0.2–0.8 wt.%) demonstrate the consistency of the casting process and the reproducibility of experimental conditions.

Such an approach allows better control over the modification process and ensures that the influence of tungsten on the microstructure and properties of cast iron can be reliably evaluated.

One of the advantages of induction melting is the relatively low interaction with slag compared to other methods. However, at high temperatures some oxidation of elements can still occur, so the process needs to be controlled carefully.

In addition, tungsten (W) was introduced as a modifying element in amounts of 0.2–0.8 wt.%. The element was added at the final stage of melting. Under high-temperature conditions, tungsten partially dissolves in liquid iron:

$$W \rightarrow [W]$$

Tungsten is known as a strong carbide-forming element and can interact with carbon to form carbides:

$$W + C \rightarrow WC$$

$$2W + C \rightarrow W_2C$$

It can also participate in the formation of complex carbides such as $(Fe,W)_3C$, which contribute to strengthening of the matrix. At the same time, oxidation reactions are also possible:

$$W + O \rightarrow WO_x$$

but in the induction furnace these effects are limited due to controlled melting conditions.

The microstructure of cast iron depends strongly on the melting conditions. In the present study, the addition of tungsten led to a refinement of graphite flakes and an increase in the pearlite fraction. These changes are associated with higher hardness and improved wear resistance.

The change in chemical composition during melting can be estimated as:

$$\Delta C = C_0 - C_1$$

where C_0 and C_1 are the initial and final compositions, respectively.

The results showed that induction melting provides stable processing conditions and promotes uniform distribution of alloying elements. This leads to improved microstructural homogeneity.

In conclusion, induction furnace melting is an effective method for producing high-quality cast iron. The addition of tungsten as a modifying element further improves the microstructure and enhances mechanical and tribological properties.

References:

1. Relationship between matrix-microstructure and mechanical properties of copper alloyed thin wall austempered gray cast iron (TWAGI) Tanmoy Sarkar & Goutam Sutradhar (2017): Relationship between matrixmicrostructure and mechanical properties of copper alloyed thin wall austempered gray cast iron (TWAGI), International Journal of Cast Metals Research, DOI: 10.1080/13640461.2017.1351705 17 Jul 2017

2. “Effect of Shakeout Time on Microstructure and Hardness Properties of Grey Cast Iron” written by Saliu Ojo Seidu, Daniel Toyin Oloruntoba, Iyiola Olatunji Otunniyi,

published by Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering, Vol.2 No.4, 2014. http://dx.doi.org/10.4236/jmmce.2014.24039

3. Şensoy, Abdullah Tahir. "Numerical simulation and mathematical modeling of the casting process for pearlitic spheroidal graphite cast iron" Open Chemistry, vol. 20, no. 1, 2022, pp. 1202-1211. https://doi.org/10.1515/chem-2022-0238

ANALYSIS OF CAST IRON MODIFICATION WITH MOLYBDENUM IN AN INDUCTION FURNACE

J.N. Khasanov, N.D. Turakhodjaev, M.S. Gulomkodirov

The melting process plays a crucial role in determining the final properties of cast iron. In laboratory and small-scale production conditions, induction furnaces are widely used due to their high efficiency, clean melting environment, and precise control over chemical composition. Therefore, studying the effect of modifying elements during induction melting is of significant scientific and practical interest.

In this study, gray cast iron was melted in a laboratory induction furnace with a power of 3.8 kW. The charge consisted of cast iron and metallic scrap. The melting temperature was maintained within the range of 1450–1500 °C, while pouring was carried out at 1380–1420 °C. Electromagnetic stirring during melting ensured uniform distribution of elements within the liquid metal.

Molybdenum (Mo) was introduced as a modifying element in amounts of 0.2–0.4 wt.%. The addition was performed at the final stage of melting to enhance dissolution efficiency.



(a) **(b)** **(c)**

Figure 1. Experimental procedure of cast iron modification with molybdenum: (a) cast samples with 0.2 wt.% Mo (b) weighing of molybdenum powder; (c) pouring of molten metal into molds.

As shown in Fig. 1, the modification process includes precise weighing of molybdenum, controlled addition into the molten metal, and casting of samples under stable thermal conditions. The sequence confirms the reliability and reproducibility of the experimental procedure.

Under high-temperature conditions, molybdenum dissolves in liquid iron:

$$Mo \rightarrow [Mo]$$

Molybdenum is known as a strong carbide-forming and pearlite-stabilizing element. It can interact with carbon to form carbides:

$$Mo + C \rightarrow Mo_2C$$

In addition, molybdenum contributes to the formation of complex carbides:

$$(Fe, Mo)_3\ C$$

These phases strengthen the metallic matrix and improve hardness and wear resistance. Molybdenum also suppresses ferrite formation and promotes a more stable pearlitic structure. At high temperatures, oxidation reactions may occur:

$$Mo + O \rightarrow MoO_x$$

however, under controlled melting conditions in an induction furnace, these reactions are minimized.

The microstructure of cast iron is strongly influenced by modification. The addition of molybdenum resulted in a more uniform structure, refinement of the matrix, and an increase in the pearlite fraction. These changes are associated with improved mechanical properties.

The change in chemical composition during melting can be estimated as:

$$\Delta C = C_0 - C_1$$

where C_0 and C_1 represent the initial and final compositions, respectively.

The results indicate that induction furnace melting provides stable conditions for effective modification. The addition of molybdenum improves structural uniformity and enhances the performance of cast iron.

In conclusion, molybdenum can be considered an effective modifying element for gray cast iron. Its addition allows control of microstructure and contributes to improved mechanical and tribological properties.

References:

1. Agus Yulianto, Rudy Soenoko, Wahyono Suprapto, As’ad Sonief, Agung Setyo Darmawan, Muhammad Debi Setiawan.; Microstructure and Hardness of Gray Cast Iron as a Product of Solidification in Permanent Mold. Materials Science Forum (Volume 991) https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.991.37

2. Krutiš V, Novosad P, Záděra A, Kaňa V. Requirements for Hybrid Technology Enabling the Production of High-Precision Thin-Wall Castings. Materials. 2022; 15(11):3805. https://doi.org/10.3390/ma15113805

3. Lu, Y., Lü, K., Li, Y. et al. Effect of Wall Thickness on Properties of Multilayer Composite Plaster Mold for Investment Casting. Inter Metalcast (2024). https://doi.org/10.1007/s40962-024-01350-4

ENHANCEMENT OF MECHANICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF W–CU COMPOSITES USING SPHERICAL POWDERS

Prof. Sh.A. Karimov, t.f.d. K.G. Baxadirov, tayanch doktarant S.B. Xakimov, katta o‘qituvchi L.O. Daminov, katta o‘qituvchi (PhD) N.A. Xusanov.
Tashkent State Technical University

Tungsten–copper (W–Cu) composite alloys are widely used in electrical engineering, heat transfer systems, and resistance welding electrodes due to their unique combination of high electrical conductivity and excellent thermal stability. However, achieving both high strength and high conductivity in these materials remains a significant challenge. [1]

Traditional W–Cu composites are commonly produced using irregular tungsten powders, which often lead to poor packing density and the formation of structural defects such as pores and blind holes. [2] These defects reduce electrical conductivity and act as stress concentrators, resulting in decreased mechanical performance. Therefore, improving the microstructure of W–Cu composites is a key factor in enhancing their overall properties. [4]

In this study, W–Cu composite alloys with compositions of W60Cu40 and W70Cu30 were fabricated using spherical initial powders through powder metallurgy methods. The process included powder mixing, cold pressing, sintering under a hydrogen atmosphere, and subsequent copper infiltration. The use of spherical powders ensured better flowability and more uniform packing, which contributed to the formation of a homogeneous structure.[3]

Microstructural analysis confirmed the presence of a two-phase system consisting of body-centered cubic tungsten and face-centered cubic copper. A continuous copper network was observed throughout the structure, providing efficient pathways for electrical conduction. At the same time, the tungsten phase formed a strong skeleton that enhanced the load-bearing capacity of the material. The improved uniformity of the structure and the absence of blind pores played a crucial role in enhancing the overall performance of the composites.[2]

Mechanical testing results demonstrated a significant improvement in hardness. The hardness values reached 150.2 HB for W60Cu40 and 183 HB for W70Cu30, which are higher than those of conventional commercial alloys. In addition, tensile testing revealed that the ultimate strength achieved 423 MPa for W60Cu40 and 485 MPa for W70Cu30, with corresponding elongation values of 8.8% and 7.6%. These results indicate a favorable combination of strength and ductility.

Electrical conductivity measurements also showed notable improvement. The conductivity reached 57.9% IACS for W60Cu40 and 52% IACS for W70Cu30, which represents a significant increase compared to standard materials. This enhancement is mainly attributed to the formation of a continuous copper phase and the reduction of structural defects that could interrupt electron transport. [1]

The relationship between structure and properties was clearly observed in this work. Increasing tungsten content led to higher hardness and strength, while slightly reducing electrical conductivity. However, the optimized microstructure allowed the composites to maintain a high level of conductivity alongside improved mechanical performance. [5] Fractographic analysis showed a combination of brittle fracture in tungsten and ductile tearing in copper, which contributed to effective energy absorption and crack deflection during deformation.

To conclude, the use of spherical initial powders in the fabrication of W–Cu composites significantly improves both mechanical and electrical properties. The resulting materials exhibit enhanced hardness, high tensile strength, and excellent electrical conductivity due to their homogeneous and defect-free microstructure. These findings demonstrate the strong potential of W–Cu composites for advanced applications, particularly in resistance welding electrodes and electrical contact materials.

References:

1. Achieving both high conductivity and reliable high strength for W–Cu composite alloys using spherical initial powders – L. Zhuo, J. Zhang, Q. Zhang, H. Wang, Z. Zhao, Q. Chen, S. Liang, J. Xu, A. Xi, *Vacuum*, 2020.

2. Microstructure and investigation after vacuum electrical breakdown of the W–30wt%Cu contact material – Q.Y. Chen et al., *Vacuum*, 2018.

3. Evaluation of W–Cu metal matrix composites produced by powder injection molding and liquid infiltration – P.W. Ho, Q.F. Li, J.Y.H. Fuh, *Mater. Sci. Eng. A*, 2008.

4. Microstructure and properties of W–25wt%Cu composites reinforced with tungsten carbide – Q. Zhang et al., *Vacuum*, 2020.

5. The influence of pre-sintering temperature on the microstructure and properties of infiltrated ultrafine-grained tungsten–copper composites – Y.H. Zhang et al., *J. Alloys Compd.*, 2020.

6. Microstructure and properties characterization of W–Cu composite materials doped with La2O3 – J.W. Li et al., 2018.

INFLUENCE OF W/CU RATIO ON THE MECHANICAL BEHAVIOR OF POWDER-METALLURGY W–CU COMPOSITES

Prof. Sh.A. Karimov, t.f.d. K.G. Baxadirov, tayanch doktarant S.B. Xakimov, katta o‘qituvchi L.O. Daminov, katta o‘qituvchi (PhD) N.A. Xusanov.
Tashkent State Technical University

The mechanical behavior of W–Cu composites fabricated by powder metallurgy is strongly governed by the tungsten-to-copper ratio, since the relative phase content directly controls density, hardness, and tensile strength. The study of W80Cu20, W70Cu30, and W60Cu40 compositions demonstrates that compositional design is the primary factor determining the balance between strength and ductility in these materials.[5] This is particularly important because W–Cu composites are used in demanding applications such as electrical contacts, EDM electrodes, heat sinks, and aerospace components, where both high strength and functional conductivity are required.

The processing route plays a key role in enabling this behavior. The materials were produced by powder metallurgy using tungsten and copper powders, followed by ball milling for 4 hours, compaction at 600 MPa, and sintering at 1200°C for 2 hours in a hydrogen atmosphere.[6] Liquid-phase sintering allows copper to infiltrate the tungsten skeleton, improving densification and interparticle bonding. Since tungsten has a very high melting point (3420°C) and copper melts at 1085°C, conventional alloying is not possible, making powder metallurgy the most suitable method for controlling phase distribution and porosity.[1] As a result, changing the W/Cu ratio does not only modify composition but also alters the structural role of each phase within the composite.

The first observable effect of increasing copper content is a reduction in density. The density decreases from 14.68 g/cm³ (W80Cu20) to 13.02 g/cm³ (W70Cu30) and 12.16 g/cm³ (W60Cu40), which is consistent with the lower density of copper compared to tungsten. However, all samples maintain high relative density values above 94% (approximately 94.6–96.9%), confirming effective sintering and low porosity. This indicates that the differences in mechanical properties are primarily composition-driven rather than caused by fabrication defects.[2] From an engineering perspective, higher tungsten content increases rigidity and density, while higher copper content reduces weight but weakens the structural framework.

Hardness follows a similar decreasing trend, from 216 HB (W80Cu20) to 184 HB (W70Cu30) and 138 HB (W60Cu40). This behavior is attributed to the increasing fraction of the softer copper phase, which reduces resistance to plastic deformation. As copper content increases, the continuity of the hard tungsten network decreases, leading to a reduction in overall hardness.[3]

The most important result is observed in tensile strength, which shows a non-linear trend: 587 MPa (W80Cu20), 592 MPa (W70Cu30), and 470 MPa (W60Cu40). The slight increase in strength at W70Cu30 indicates that a moderate copper addition improves interparticle bonding and densification, enhancing load transfer between phases. This composition represents the optimal balance where tungsten provides structural rigidity while copper improves bonding and ductility.[4]

In contrast, increasing copper content to 40% significantly reduces tensile strength. At W60Cu40, the excessive copper phase begins to dominate the microstructure, reducing the effectiveness of the tungsten skeleton. This leads to localized plastic deformation, weaker load-bearing capacity, and possible interfacial weakening. As a result, the beneficial effects of improved sintering are outweighed by the loss of structural reinforcement from tungsten.

Overall, W70Cu30 demonstrates the most balanced combination of properties. At this composition, copper enhances densification and structural cohesion without compromising the load-bearing role of tungsten, resulting in the highest tensile strength together with acceptable hardness and density. W80Cu20 shows higher hardness and density but slightly lower tensile strength, while W60Cu40 becomes too soft and mechanically weaker due to excessive copper content.

In conclusion, the study confirms that the mechanical performance of W–Cu composites is controlled primarily by the optimization of the W/Cu ratio rather than the maximization of a single component. Tungsten provides hardness and structural strength, while copper improves sinterability and ductility. The best mechanical balance is achieved at W70Cu30, making it the most suitable composition among the investigated materials for applications requiring both mechanical reliability and functional performance.

References:

1. Chen, W., Shi, Y., Dong, L., Wang, L., Li, H., & Fu, Y. (2017). *Infiltration sintering of WCu alloys from copper-coated tungsten composite powders for superior mechanical properties and arc-ablation resistance*. *Journal of Alloys and Compounds, 728*, 196–205. https://doi.org/10.1016/J.JALLCOM.2017.08.164

2. Han, Y., Li, S., Cao, Y., Li, S., Yang, G., Yu, B., Song, Z., & Wang, J. (2022). *Mechanical Properties of Cu-W Interpenetrating-Phase Composites with Different W-Skeleton*. *Metals, 12*(6), 903. https://doi.org/10.3390/met12060903

3. Ho, P. W., Li, Q. F., & Fuh, J. Y. H. (2008). *Evaluation of W–Cu metal matrix composites produced by powder injection molding and liquid infiltration*. *Materials Science and Engineering: A, 485*(1–2), 657–663.

4. Liu, J., Wang, K., Chou, K., & Zhang, G. (2020). *Fabrication of ultrafine W-Cu composite powders and its sintering behavior*. *Journal of Materials Research and Technology, 9*, 2154–2163. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.12.046

5. Tejado, E., Müller, A., You, J., & Pastor, J. (2018). *The thermo-mechanical behaviour of W-Cu metal matrix composites for fusion heat sink applications: The influence of the Cu content*. *Journal of Nuclear Materials, 498*, 468–475. https://doi.org/10.1016/J.JNUCMAT.2017.08.020

6. Zhang, B., Yang, K., Huang, Z., & Wang, J. (2023). *Recent Advances in W–Cu Composites: A Review on the Fabrication, Application, Property, Densification, and Strengthening Mechanism*. *Advanced Engineering Materials, 26*(1). https://doi.org/10.1002/adem.202301204

OPTIMUM STRUCTURAL BALANCE IN POWDER-METALLURGY W–CU COMPOSITES: WHY THE W70CU30 COMPOSITION EXHIBITS THE BEST OVERALL MECHANICAL PERFORMANCE

Prof. Sh.A. Karimov, t.f.d. K.G. Baxadirov, tayanch doktarant S.B. Xakimov, katta o‘qituvchi L.O. Daminov, katta o‘qituvchi (PhD) N.A. Xusanov.
Tashkent State Technical University

Powder-metallurgy W–Cu composites are widely used in applications requiring a combination of high thermal stability, electrical conductivity, and mechanical reliability, such as electrical contacts, EDM electrodes, heat sinks, and aerospace components. These materials are inherently two-phase systems, where tungsten provides structural rigidity and load-bearing capacity, while copper contributes ductility and enhances sinterability and interparticle bonding. Because these phases do not form a solid solution, the final properties are governed primarily by phase distribution and volumetric ratio rather than classical alloying mechanisms.[3]

In this context, the concept of structural balance becomes more important than individual property maximization. Increasing tungsten content improves hardness and density but limits densification efficiency and ductility. Conversely, increasing copper content enhances diffusion bonding and plasticity but reduces the strength contribution of the tungsten skeleton.[2] Therefore, the mechanical performance of W–Cu composites is determined by a competition between a rigid refractory framework and a ductile metallic matrix.

The analysis of W80Cu20, W70Cu30, and W60Cu40 compositions clearly demonstrates this trade-off. Density decreases progressively from 14.68 g/cm³ to 13.02 g/cm³ and 12.16 g/cm³ with increasing copper content, reflecting the lower intrinsic density of copper compared to tungsten. Hardness follows a similar decreasing trend, confirming the dominant role of tungsten in resisting plastic deformation.

However, tensile strength reveals a non-linear relationship that defines the core scientific finding of this study. The W70Cu30 composition exhibits the highest ultimate tensile strength (592 MPa), outperforming both higher tungsten (W80Cu20: 587 MPa) and higher copper (W60Cu40: 470 MPa) compositions. This indicates that maximum

mechanical performance is not achieved at maximum tungsten content, but at an intermediate phase ratio where both constituents contribute synergistically.[1]

The superior performance of W70Cu30 can be explained through microstructural interaction mechanisms. At this composition, copper is sufficient to promote effective liquid-phase sintering, enhance particle rearrangement, and strengthen interfacial bonding between tungsten particles. Simultaneously, the tungsten network remains continuous enough to maintain high load-bearing capability. This results in an optimized stress-transfer system where deformation is efficiently distributed across phases without premature localization.[4]

In contrast, W80Cu20, although harder and denser, exhibits slightly lower tensile performance due to insufficient copper-assisted bonding, which limits interparticle cohesion. On the other hand, W60Cu40 contains excessive copper, leading to discontinuity in the tungsten framework. In this case, the mechanical response becomes increasingly governed by the softer copper phase, resulting in reduced strength and increased susceptibility to plastic deformation and interfacial instability.

Therefore, W70Cu30 represents the critical equilibrium point where the advantages of both phases are simultaneously realized. The tungsten phase ensures structural integrity and resistance to deformation, while the copper phase optimizes densification and interfacial cohesion without compromising the continuity of the load-bearing skeleton. This balance leads to the most efficient combination of hardness, density, and tensile strength among the investigated compositions.

References:

1. Ingle, C., & Nikalje, A. (2025). *Study on Mechanical Behavior of W–Cu Composites Fabricated via Powder Metallurgy*. *International Journal of Experimental Research and Review, 47*, 186–191. https://doi.org/10.52756/ijerr.2025.v47.016

2. Chen, W., Shi, Y., Dong, L., Wang, L., Li, H., & Fu, Y. (2017). *Infiltration sintering of WCu alloys from copper-coated tungsten composite powders for superior mechanical properties and arc-ablation resistance*. *Journal of Alloys and Compounds, 728*, 196–205. https://doi.org/10.1016/J.JALLCOM.2017.08.164

3. Han, Y., Li, S., Cao, Y., Li, S., Yang, G., Yu, B., Song, Z., & Wang, J. (2022). *Mechanical Properties of Cu-W Interpenetrating-Phase Composites with Different W-Skeleton*. *Metals, 12*(6), 903. https://doi.org/10.3390/met12060903

4. Liu, J., Wang, K., Chou, K., & Zhang, G. (2020). *Fabrication of ultrafine W-Cu composite powders and its sintering behavior*. *Journal of Materials Research and Technology, 9*, 2154–2163. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.12.046

THE ROLE OF COPPER CONTENT IN CONTROLLING HARDNESS, DENSITY, AND TENSILE STRENGTH OF W–CU COMPOSITES FABRICATED BY POWDER METALLURGY

Prof. Sh.A. Karimov, t.f.d. K.G. Baxadirov, tayanch doktarant S.B. Xakimov, katta o‘qituvchi L.O. Daminov, katta o‘qituvchi (PhD) N.A. Xusanov.
Tashkent State Technical University

Copper content plays a decisive role in determining the mechanical and structural behavior of W–Cu composites produced by powder metallurgy, as it directly influences densification, interparticle bonding, microstructural evolution, hardness, tensile strength, and load transfer mechanisms between phases. The analysis of W80Cu20, W70Cu30, and W60Cu40 compositions demonstrates that the effect of copper is non-linear and must be optimized to achieve a balance between strength and ductility.[2]

From a physical standpoint, tungsten provides a rigid skeletal framework due to its high melting point and high modulus, while copper acts as a ductile infiltrating phase that improves densification and facilitates liquid-phase sintering. During sintering, copper enhances particle rearrangement and promotes diffusion bonding at tungsten interfaces, reducing porosity and improving structural continuity. However, excessive copper weakens the load-bearing tungsten network, leading to reduced mechanical strength.[1]

The density of the composites decreases with increasing copper content: 14.68 g/cm³ for W80Cu20, 13.02 g/cm³ for W70Cu30, and 12.16 g/cm³ for W60Cu40. This trend is consistent with the lower intrinsic density of copper compared to tungsten. Despite this reduction, all samples exhibit high relative density values above 94%, indicating effective sintering and successful consolidation with minimal residual porosity.[2] This confirms that the observed property variations are primarily composition-driven rather than processing defects.

Hardness also decreases with increasing copper content, from 216 HB (W80Cu20) to 184 HB (W70Cu30) and 138 HB (W60Cu40). This is attributed to the increased fraction of the soft copper phase, which reduces resistance to plastic deformation. Microstructurally, higher copper content leads to thicker copper-rich regions surrounding tungsten particles, decreasing the continuity of the hard phase network responsible for overall hardness.[1]

The tensile strength exhibits a non-monotonic behavior: 587 MPa for W80Cu20, 592 MPa for W70Cu30, and 470 MPa for W60Cu40. The slight increase at W70Cu30 indicates an optimal structural condition where copper significantly improves interparticle bonding and stress transfer efficiency without compromising the tungsten framework. This improvement can be explained by enhanced diffusion bonding and improved interface integrity during liquid-phase sintering.[3] At higher copper content (W60Cu40), excessive soft phase continuity reduces the effectiveness of the load-bearing tungsten skeleton, resulting in a sharp decrease in strength.

From a microstructural perspective, W70Cu30 demonstrates the most uniform phase distribution. At this composition, copper effectively fills interparticle voids and strengthens tungsten–tungsten contact regions, while still maintaining a continuous rigid network. This balance results in improved crack resistance and better energy absorption under tensile loading.[4]

Overall, the results confirm that copper acts as a functional structural phase rather than a simple soft additive. Its role is dual: it enhances densification and bonding at moderate levels, but reduces mechanical integrity when its fraction becomes dominant. Therefore, W–Cu composites must be designed based on an optimized phase balance rather than maximum tungsten or copper content alone. Among the investigated compositions, W70Cu30 represents the optimal equilibrium between strength, hardness, and structural stability, making it the most suitable for high-performance electrical contact and electrode applications.

References:

1. Ingle, C., & Nikalje, A. (2025). *Study on Mechanical Behavior of W–Cu Composites Fabricated via Powder Metallurgy*. *International Journal of Experimental Research and Review, 47*, 186–191. https://doi.org/10.52756/ijerr.2025.v47.016

2. Chen, W., Shi, Y., Dong, L., Wang, L., Li, H., & Fu, Y. (2017). *Infiltration sintering of WCu alloys from copper-coated tungsten composite powders for superior mechanical properties and arc-ablation resistance*. *Journal of Alloys and Compounds, 728*, 196–205. https://doi.org/10.1016/J.JALLCOM.2017.08.164

3. Han, Y., Li, S., Cao, Y., Li, S., Yang, G., Yu, B., Song, Z., & Wang, J. (2022). *Mechanical Properties of Cu-W Interpenetrating-Phase Composites with Different W-Skeleton*. *Metals, 12*(6), 903. https://doi.org/10.3390/met12060903

4. Zhang, B., Yang, K., Huang, Z., & Wang, J. (2023). *Recent Advances in W–Cu Composites: A Review on the Fabrication, Application, Property, Densification, and Strengthening Mechanism*. *Advanced Engineering Materials, 26*(1). https://doi.org/10.1002/adem.202301204

QALAYSIZ BRONZA TARKIBI, XOSSALARI, AFZALLIKLARI VA KAMCHILIKLARI

Mohinur Raxmonova, Sarvar Tursunbayev
Toshkent davlat texnika universiteti, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi.

Qalaysiz bronzalar – bu tarkibida qalay (Sn) elementi bo‘lmagan, biroq mis (Cu) asosida alyuminiy (Al), kremniy (Si), marganes (Mn) yoki berilliy (Be) kabi elementlar bilan legirlangan qotishmalardir. Metallurgiyada bu qotishmalar maxsus vazifalarni bajarish uchun yaratilgan va an’anaviy qalayli bronzalarga qaraganda ancha yuqori mexanik ko‘rsatkichlarga ega. Alyuminiyli bronza: Mis (Cu) 80–90%, Alyuminiy (Al) 5-12% va qolgani Temir+Nikel+Marganes (Fe+Ni+Mn), Kremniyli bronza: Mis (Cu) 90-

97%, Kremniy (Si) 1-4%, Marganes (Mn) 0.5-1.5%, Berilliyli bronza: Mis (Cu) 97-98%, Berilliy (Be) 0.4-2.0%, Kobalt (Co) yoki Nikel (Ni) 0.2-0.5% kimyoviy tarkibga ega. Ushbu har bir element qotishmaga o‘ziga xos xususiyat beradi. Masalan: Alyuminiy (Al) qotishmaning mustahkamligini va korroziyaga chidamliligini oshiradi. 5% dan yuqori alyuminiy tarkibi qotishmani o‘ta qattiq qiladi. Kremniy (Si) suyuq holatdagi oquvchanlikni yaxshilaydi va payvandlash jarayonini osonlashtiradi. Berilliy (Be) misga qo‘shilganda eng qattiq va elastik bronzalarni hosil qiladi. U termik ishlov natijasida po‘lat bilan raqobatlasha oladigan qattiqlikka erishadi. Marganes (Mn) qotishmani oksidlanishdan himoya qiladi va yuqori haroratlarda uning mexanik xossalarini barqaror saqlaydi. Qalaysiz bronzalarda elementlar nisbati 0.5% ga o‘zgarsa ham, qotishmaning mikrotuzilmasi o‘zgarishi mumkin. Bu esa detalning sinishga chidamliligi yoki korroziyaga bardoshliligiga bevosita ta’sir qiladi.

Tarkibida qalay mavjud bo‘lmagan bronza yuqori mexanik mustahkam. Alyuminiyli bronzalar po‘latga yaqin mustahkamlikka ega. Qalaysiz bronza ayniqsa dengiz suvi va zararli kimyoviy muhitlarda oksidli himoya plyonkasi hosil qilib, yemirilishga juda chidamli. Yuqori bosim ostida ishlaydigan detallar (reduktor tishli g‘ildiraklari, podshipniklar) uchun juda mos. Ishqalanish vaqtida uchqun chiqarmaydi, bu esa portlash xavfi bo‘lgan muhitlarda ishlash imkonini beradi. Qalaysiz bronzaning mustahkamligi juda yuqori, narxi arzon (qalay juda qimmat metall) korroziyaga chidamliligi ham yuqori ayniqsa dengiz suvida, ammo suyuq oquvchanligi pastroq chunki oksid plyonkasi bilan qoplangan boladi, qattiqligi sabab ishlov berish qiyin biroq qisqarish, ya’ni qotish vaqti qalayli bronzaga nisbatan yuqori.

Qalaysiz bronzalarning asosiy qo‘llanilish sohalari:

1. Dengiz va kemasozlik sanoati – bu sohada alyuminiyli bronzalar (Al-bronza) “oltin standart” hisoblanadi. Ular dengiz suvidagi zararli muhitda zanglamaslik (korroziyaga chidamlilik) xususiyatiga ega bolib, kema parvonalari (katta o‘lchamli va yuqori bosim ostida ishlaydi), nasoslar va valflar (dengiz suvi bilan to‘g‘ridan to‘g‘ri aloqada bo‘lgan nasoslarning ishchi g‘ildiraklari), kema mahkamlagichlari (dengiz muhitiga chidamli boltlar, gaykalar va shtutserlar) ishlab chiqariladi.

2. Neft-gaz va kimyo sanoati – bu sohada “uchqun chiqarmaslik” (non-sparking) xususiyati juda muhim hisoblanadi. Portlash xavfi mavjud muhitlarda po‘lat asboblar ishlatish taqiqlanadi, shuning uchun bu bronzalar ajralmas hisoblanadi va ulardan kalitlar, bolg‘alar, lomlar, kislota va agressiv suyuqliklar o‘tadigan quvurlar va boshqa ta’mirlovchi asboblar, flaneslar va armatura detallari, : Issiqlik o‘tkazuvchanligi va chidamliligi uchun ishlatiladigan quvur panjaralari ishlab chiqariladi.

3. Mashinasozlik va avtomobilsozlikda – og‘ir yuk ostida ishlaydigan va uzluksiz ishqalanishga ega bo‘lgan mexanizmlar qalaysiz bronzalarsiz tasavvur qilib bo‘lmaydi va bu sohalarda podshipniklar hamda vtulkalar, alyuminiyli bronzalardan yasalgan g‘ildiraklar po‘lat g‘ildiraklar bilan juft bo‘lib ishlaganda ishqalanishni kamaytiradi va yemirilishga qarshilik ko‘rsatadi shu sababli, tishli g‘ildiraklar hamda yo‘naltiruvchi vtulkalar ishlab chiqariladi.

4. Elektrotexnika va energetika – berilliyli bronzalar bu sohada keng qo‘llaniladi, chunki ular ham mustahkam, ham elektr tokini yaxshi o‘tkazadi. Elektr kontaktlari, o‘chirgichlar va ulagichlardagi prujinalar, yuqori elastiklik va o‘tkazuvchanlik talab etiladigan datchiklar va rele qismlari, payvandlash elektrodlari, kontaktli payvandlash mashinalarida ishlatiladigan elektrod uchlari kabilar ishlab chiqariladi.

Qalayli bronzaga qaraganda qalaysiz bronzini suyuqlantirish murakkabroq hamda asosiy muammolardan biri oksidlanishi yuqori ayniqsa alyuminiy bronzada. Bu muammolarni hal qilish uchun esa maxsus himoya flyuslardan foydalanish, ligerlovchi elementlardan to‘g‘ri foydalanish, haroratni qat’iy nazorat qilish, ortiqcha qizdirmaslik hamda laminar (sokin) oqimni ta’minlash lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Anantapong, J., Uthaisangsuk, V., Suranuntchai, S., & Manonukul, A. (2014). Effect of hot working on microstructure evolution of as-cast Nickel Aluminum Bronze alloy. *Materials & Design*, *60*, 233-243.

2. Baumeister, G., Okolo, B., & Rögner, J. (2008). Microcasting of Al bronze: influence of casting parameters on the microstructure and the mechanical properties. *Microsystem technologies*, *14*(9), 1647-1655.

3. Garbacz-Klempka, A., Kwak, Z., Żak, P. L., Szucki, M., Ścibior, D., Stolarczyk, T., & Nowak, K. (2017). Reconstruction of the casting technology in the Bronze Age on the basis of investigations and visualisation of casting moulds. *Archives of Foundry Engineering*, *17*.

BRONZA TASNIFI VA UNING SANOATDA QO‘LLANILISHI

Mohinur Raxmonova, Sarvar Tursunbayev
Toshkent davlat texnika universiteti, “Metallar texnologiyalari” kafedrasi.

Bronza qotishmasi bu asosan mis (Cu) asosidagi qotishma bo‘lib, tarkibiga qalay (Sn), alyuminiy (Al), kremniy (Si), berilliy (Be) yoki boshqa elementlar qo‘shilishi orqali uning fizik-mexanik va kimyoviy xossalari sezilarli darajada yaxshilanadi. Bronzalar yuqori mustahkamlik, yeyilishbardoshlilik, korroziyaga bardoshlilik va yaxshi quyma-korlik xossalari bilan tavsiflanadi. Shu sababli, ular mashinasozlik, kemasozlik, energetika va boshqa sanoat tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. Insoniyat tarixida muhim bosqich bo‘lgan “Bronza davri” dan boshlab, bu qotishma o‘zining mustahkamligi bilan ajralib kelgan. Bugungi kunda sanoatda bronza o‘zining noyob kimyoviy va mexanik xossalari tufayli yuqori texnologik ehtiyojlar uchun qayta kashf etilmoqda. Bronzaning boshqa qotishmalardan ustunligi uning tarkibidagi legirlovchi elementlarga bog‘liq. Ayniqsa, dengiz suvi va sanoat atmosferasidagi kislotali muhitlarda oksidlanishga qarshi barqarorligi metallning sirt xususiyati uni podshipniklar va vtulkalarda moylashsiz yoki kam moylash bilan ishlashga imkon berish, dinamik yuklanishlar va yuqori bosim ostida deformatsiyaga uchramaslik qobiliyati, murakkab shakldagi detallarni quyish va qayta

ishlash qulayligi mavjud [1,2]. Eng ko‘p ishlatiladigan bronza turlari:Qalayli bronza (Cu + Sn) – klassik va keng tarqalgan; Alyuminiy bronza – juda mustahkam va korroziyaga chidamli; Berilliy bronza – elastik va yuqori mustahkam; Kremniy bronza – yaxshi quyma xossalarga ega.

Bronza ishqalanishga chidamli sababli mashinasozlikda vtulka, podshibnik, tishli g‘ildiraklar, tuzli suvda chidamliligi sabab, dengiz muhandisligida propellerler, nasoslar, kalapanlar, zararli kimyoviy muhitga inertligi yuqoriligi sabab, kimyo sanoatida reaktor qismlari hamda quvurlar, elektr otqazuvchanligi yuqoriligi sabab, elektr energetikasida kontaktlar va tok o‘tkazgichlar, korroziyaga chidamliligi sabab, qurilish va me’morchilikda dekorativ panellar va armaturalar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi.

Zamonaviy ishlab chiqarishda an’anaviy qum-gilli qoliplarga quyish usuli bilan bir qatorda, bugungi kunda bronza detallarini ishlab chiqarish uchun ilg‘or texnologiyalar qo‘llanilmoqda:

1.Elektro-yoy usulida quyish (3D printer yordamida quyish): Bu usul yordamida bronza qotishmalaridan katta o‘lchamli detallarni qatlamma-qatlam hosil qilish va ularni ta’mirlash mumkin. Bu xomashyoni tejash va murakkab geometriyali detallarni yaratishda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi [3].

2.Termik ishlov berish: Bronza detallarining korroziyaga chidamliligini oshirish uchun gomogenizatsiyalash (qotishmalarning kimyoviy tarkibini butun hajmi bo‘ylab bir xil holatga keltirish) jarayonlari qo‘llaniladi, bu esa metall tarkibidagi kimyoviy elementlarning butun hajm bo‘ylab notekis taqsimlanishi kamaytiradi.

Bronza qotishmalari o‘zining ko‘p qirrali yaxshi xossalari tufayli sanoatning kelajagida ham muhim o‘rinni egallaydi. Ayniqsa, ekstremal muhitlarda ishlash talab qilinadigan sohalarda (dengiz tubi, kimyoviy reaktorlar) bronza o‘rnini bosa oladigan materiallar juda kam. Kelgusida materialshunoslik hamda quymakorlik sohasidagi tadqiqotlar bronzaning yanada yengil va mustahkam turlarini ishlab chiqishga qaratilishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Tyler, D. E., & Black, W. T. (1990). Introduction to copper and copper alloys. In *Properties and selection: nonferrous alloys and special-purpose materials* (pp. 216-240). ASM International.

2. Konečná, R., & Fintová, S. (2012). Copper and copper alloys: casting, classification and characteristic microstructures. In *Copper alloys-early applications and current performance-enhancing processes*. IntechOpen.

3. Huo, J., & Zhang, G. (2022). New process for integrated manufacturing of copper alloy shells by bimetal 3D printing remanufacturing technology. *Energy Reports*, *8*, 11052-11063.

CHOKSIZ QUVURLARNI PROKATLAB OLISHDA ISHLATILINADIGAN JO‘VALARNI PUXTALASH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Saydumarov Botir Muradovich dotsent,
Ergashev Davron Ortiq o‘g‘li
60M-25 guruh magistranti

Annotatsiya; Choksiz quvurlarni prokatlab olish texnologiyasi ishlab chiqilgan. jo‘valarni ishlash unimdorligini oshirish, prokatlash jo‘valarini termik puxtalash texnologiyalari, ishlab chiqarishdagi iqtisodiy samaradorlik va ekologik hamda xavfsizlik masalalari ko‘rib chiqilgan. Taklif etilgan texnologiya ishlab chiqarish unumdorligini oshirish va mahsulot sifatini yaxshilashga qaratilgan.

Kalit so‘zlar; choksiz quvur, prokatlash, modernizatsiya, texnologik jarayon, energiya tejamkor, xavfsiz.

Kirish. Choksiz quvurlar ishlab chiqarish stani yuqori sifatli mahsulotlarni doimiy ravishda ishlab chiqaradigan yuqori avtomatlashtirilgan agregat hisoblanadi. Ma’lumki bugungi kunda choksiz quvurlar sanoatda keng qo‘llanilmoqda. Ularni ishlab chiqarish esa jadal rivojlanib bormoqda. Choksiz quvurlarni ishlab chiqarish asosan issiq holatda amalga oshiriladi. Choksiz quvur ishlab chiqarishda ko‘pincha kalibrli stanlar, teshuvchi stan va 3 valkali cho‘zuvchi stanlar keng qo‘llaniladi. Undan tashqari choksiz quvur ishlab chiqarishda maxsus opravkalardan ham foydalaniladi. Opravkaning vazifasi issiq holatda quvurning ichini ma’lum diametrda teshib berish hisoblanadi. Kalibrli stanlar – bu metall quvurlarni aniq o‘lcham va shaklga keltirish uchun qo‘llaniladigan stanlardir. Aynan kalibrli stanlar choksiz quvur ishlab chiqarishda keng miqyosda qo‘llaniladi. Ular asosan quvurlarni to‘g‘ri geometrik shaklga keltirish uchun, ichki va tashqi diametrlari bo‘yicha aniqlikni ta’minlash uchun va quvur yuzasini silliqlashtirish va uning sifatini yaxshilash uchun ishlatiladi.

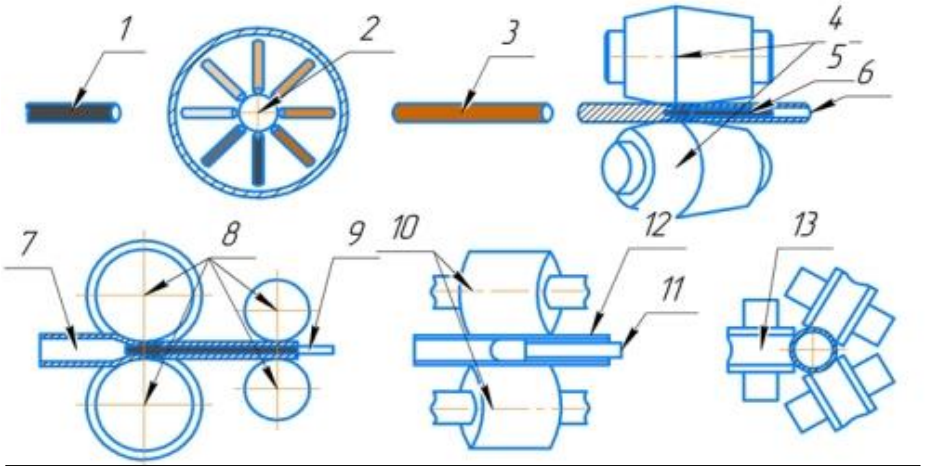
Asosiy qism. Choksiz quvur ishlab chiqarish stani boshqa quvur ishlab chiqarish usullari bilan solishtirganda juda samarali, lekin birmuncha murakkab hisoblanadi. Chunki, bu jarayonda kuzatilishi mumkun bo‘lgan har qanday kichkina xato ham quvurning sifatiga o‘z ta’sirini ko‘rsatmasdan qolmaydi. Jarayon qisqa vaqt ichida ko‘proq quvur ishlab chiqarish, ish unumdorlikni oshirish uchun mo‘ljallangan. Choksiz quvurlar ishlab chiqarish liniyasi mehnat xarajatlarini minimallashtiradigan va moddiy chiqindilarni kamaytiradigan tejamkor jarayondir hisoblanadi.

Avtomatlashtirilgan jarayon ishlab chiqarish resurslardan to‘g‘ri va samarali foydalanishni ta’minlaydi, natijada ishlab chiqarish jarayoni tejamkor bo‘ladi. Choksiz quvur ishlab chiqarish liniyasi uglerod po‘lat quvurlarni, zanglamaydigan po‘lat quvurlari va mis, nikel va titanium qotishmalari kabi maxsus materiallardan tayyorlangan quvurlarni ishlab chiqarishi mumkin. Liniyaning quvvati va texnik xususiyatlariga qarab, ishlab chiqarilgan quvur diametrlari 8 mm dan kichik o‘lchamdagi va undan ortiq katta o‘lchamlarga qadar bo‘lishi mumkin.



1-rasm. Choksiz quvur ishlab chiqaruvchi prokatlash stanlari.

Standart choksiz quvurlar ishlab chiqarish liniyasi yiliga 50 dan 500 tonnagacha ishlab chiqarish quvvatiga ega. Diametri 6 mm dan kam bo‘lgan kichik o‘lchamli ishlab chiqarish liniyasi yiliga taxminan 30 dan 40 tonnagacha quvur ishlab chiqarishi mumkin, o‘rta o‘lchamdagi ishlab chiqarish liniyalari esa 6 va 12 dyuymli diametrli yiliga 150 tonnagacha quvur ishlab chiqarishi mumkin. Diametri 12 mm va undan ortiq bo‘lgan yirik ishlab chiqarish liniyalari yiliga 300000 dona, ya’ni va 500 tonnagacha quvur ishlab chiqarishi mumkin.



Choksiz quvur ishlab chiqarishning texnologik jarayoni 1. Quvur zagatovka; 2. Halqali qizdirish pechi; 3. Qizdirilgan zagatovka; 4. Proshivka jo‘valari; 5. Opravka 6. Quvur gilza; 7. Gilza; 8. Aylanuvchi jo‘valar; 9. Opravka (teshuvchi o‘q); 10. Raskatka (to‘g‘irlovchi jo‘valar; 11. Opravka; 12. Quvur gilza; 13. Uch valikli kalibirovkalash jo‘valari; 14. Tayyor choksiz quvur mahsuloti.

2-rasm. Choksiz quvur ishlab chiqarishning texnologik jarayoni.

Choksiz quvurlarni ishlab chiqaradigan prokatlash jo‘valarini puxtalash, ya’ni termik ishlov berish judayam muhim jarayon hisoblanadi, shuning uchun jo‘valarni mexanik xossalari o‘rganiladi.

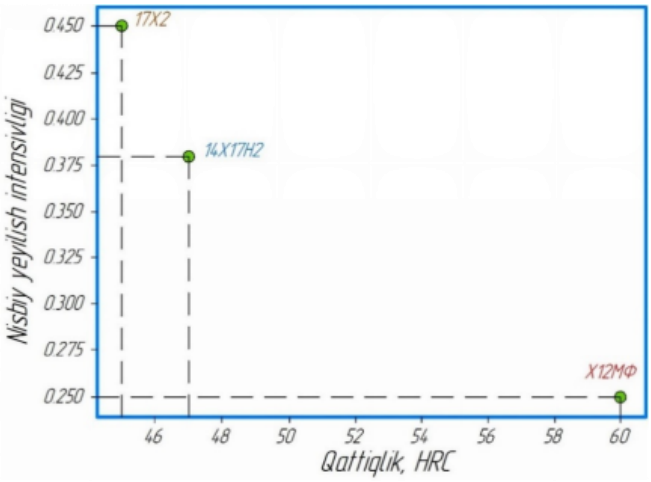
Mexanik xossalarga sinash. Termik ishlov berilgan po‘latlarning qattiqligini TIME THBRV-187.5DX qattiqlik o‘lchaydigan qurilmada aniqlandi. Namunalarning cho‘zilishdagi mustahkamlik chegarasi GOST 25.503-97ga binoan R5 mashinasida aniqlandi. Namunalarning zarbiy qovushqoqligi GOST 9454-78 ga binoan va tavsiyalarga muvofiq 10×10×55 o‘lchamdagi standart namunalarda MK-15 mayatnikli kopyor yordamida aniqlandi.

Yeyilishbardoshlilikka sinash. Ishchi jo‘valarning yeyilishbardoshliligi ularning ekspluatatsion xossalarini baholashda muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Yeyilishga bardoshlilikni aniqlashning bir nechta standart usullari mavjud bo‘lib, ularning asosiy maqsadi turli materiallar, xususan 17X2, 14X17H2 va X12MF markali po‘latlarning plastiklik, qattiqlik va deformatsiyaga chidamlilik xossalarini baholashdan iborat [4]. Sinovlar standartlashtirilgan metodika bo‘yicha, po‘lat namunalari ma’lum o‘lcham va shaklda tayyorlangan holda o‘tkaziladi. Ushbu sinovlar natijasida materialning maksimal kuchlanish, cho‘zilish va deformatsiyaga chidamlilik ko‘rsatkichlari aniqlanadi, bu esa ishchi jo‘valarning xizmat muddatini prognoz qilishga imkon beradi.

– X12MF po‘lat eng yuqori qattiqlikka (≈60 HRC) ega va yeyilish intensivligi eng past – bu yuqori xromli karbidlarning katta hajmiy ulushi bilan izohlanadi.

– 14X17H2 o‘rtacha qattiqlikda bo‘lsa ham, yeyilishga chidamliligi 17X2 ga nisbatan yuqoriroq – bu $Cr_{23}C_6$ karbidlari va martensitik struktura bilan bog‘liq.

– 17X2 da qattiqlik nisbatan pastroq va yeyilish intensivligi yuqoriroq, ammo u zarb yuklamalariga bardoshlilik nuqtayi nazaridan muvozanatli xossalarga ega.



3-rasm. Po‘latlarda qattiqlik va yeyilish bog‘liqligi.

Xulosa. Choksiz quvurlarni ishlab chiqarishda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining joriy etilishi, ishlab chiqarish jarayonlarini samarali, barqaror va xavfsiz qiladi. Bu choksiz quvurlar sifatini oshirish va tannarxni kamaytirishga yordam beradi. Undan tashqari choksiz quvurlarni ishlab chiqarishda eng asosiy e’tibor beriladigan jarayon bu prokatlash jo‘valarini puxtaligini hamda yeyilishbardoshliligi oshirish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Saydumarov B.M., Prokat ishlab chiqarish texnologiyalari. Darslik. – Toshkent: ToshDTU, 2022, 305b.
2. Saydumarov B.M. Prokatlash uskunalarini loyihalash. Darslik. – Toshkent: TDTU. 2023, 236 b.
3. Saydumarov B.M., Prokatlash mashinalari va jihozlari. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2020, 188b.
4. Prokatlash jo‘valarining konstruksiyasi, ishlash sharoiti, ekspluatatsion xossalarini tahlili va ularning chidamliligini oshirish usullari. B.M. Saydumarov, O‘zbekiston Kompozit Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali №1/2026.
5. Legirlangan po‘latlardan tayyorlangan prokatlash jo‘valarini chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyalarini takomillashtirishga. B.M. Saydumarov, Berdiyev D.M., Tashmatov R.Q. Ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik, fan va ta’limga oid ilmiy-amaliy jurnal MUHANDISLIK VA IQTISODIYOT. 2026-yil, mart. № 3-son.
6. Ziyonet.uz.
7. edu.uz.
8. gov.uz.

SOVUQ HOLATDA QALINLIGI 2 MM BO‘LGAN TASMALI LISTLARNI PROKATLASH TEXNOLOGIK JARAYONINI

Saydumarov Botir Muradovich dotsent,
Arslonov Asadbek G‘aybulla o‘g‘li
60M-25 guruh magistranti,
Ismatov Dostonbek Yusuf o‘g‘li
125-22 guruh talabasi

Annotatsiya; Sovuq holatda qalinligi 2 mm bo‘lgan tasmali listlarni prokatlashning texnologik jarayoni ishlab chiqildi. Tadqiqotda sovuq prokatlash jarayonining nazariy asoslari, ishlab chiqarish texnologik ketma-ketligi, asosiy va yordamchi uskunalarni tanlash, energiya tejamkorlik masalalari, iqtisodiy samaradorlik, ekologik va mehnat xavfsizligi jihatlari kompleks tahlil qilindi. Taklif etilgan texnologik yechimlar mahsulot sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash, ishlab chiqarish unumdorligini oshirish va tannarxni kamaytirishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar; tasmali list, sovuq prokatlash, texnologik jarayon, modernizatsiya, energiya tejamkorlik, xavfsizlik.

KIRISH. Sovuq holatda prokatlashning asosiy vazifasi yuqori sifatli sirtga, talab etilgan mexanik xossalarga va o‘lchamlarga ega bo‘lgan listlar va lentalarni olish hisoblanadi, masalan, qalinligi 0,0015 m dan 0,004 m gacha; eni 1,000 m dan 2,000 m gacha bo‘lishi mumkin.

Yupqa alyuminiy listlarni sovuq holatda prokatlash yo‘li bilan olish uchun xomashyo sifatida qalinligi 0,002 m dan 0,012 m gacha, eni 1,0 m dan 2,0 m gacha va uzunligi 200,0 m dan 800,0 m gacha bo‘lgan issiq prokatlangan lenta ishlatiladi, bu esa prokat stanokida prokat qilinadigan quyma metall og‘irligi, qotishma markasi va issiq holatdagi prokat qalinligiga bog‘liq. Issiq holatda prokatlangan rulonning og‘irligi 5 000 kg dan 10 000 kg gacha bo‘lishi mumkin.

Asosiy prokat ishlab chiqarishda zamonaviy yuqori unumli prokatlash stanoklari qo‘llanilgani sababli, ular og‘irligi 15 000 – 18 000 kg gacha bo‘lgan rulonlarni prokatlashi mumkin, shu sababli, issiq prokatlangan rulonlarning og‘irligini oshirish uchun maxsus rulonlarni yiriklashtirish liniyalari qo‘llaniladi.

Sovuq holatda prokatlash natijasida metallning mexanik xossalari o‘zgaradi va mustahkamligi oshadi, plastikligi kamayadi, sirt sifati yaxshilanadi. Prokat oralig‘ida materialni qayta qizdirish amalga oshiriladi, bu metallning deformatsiyadan keyin hosil bo‘lgan ichki kuchlanishlarini yo‘qotadi va unga kerakli plastiklikni tiklaydi.

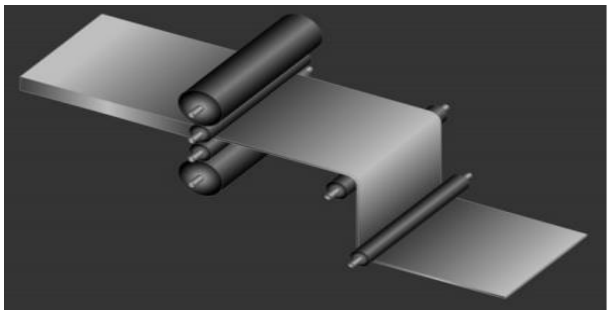
Asosiy qism. Sovuq holatda prokatlangan listlar va lentalar quyidagi yakuniy ishlov berish bosqichlaridan o‘tadi: kesish, silliqlash, moylash va qadoqlash. Prokat qilingan mahsulotlar kengaytirilgan sifat nazoratidan o‘tkaziladi. Asosiy nazorat ko‘rsatkichlariga sirt holati, geometrik aniqlik (qalinlik, eni, tekislik), mexanik xossalar (mustahkamlik, cho‘ziluvchanlik) va metall tarkibi kiradi.

Prokatlash jarayonida ishlatiladigan uskunalar yuqori aniqlikka ega bo‘lishi, rulonlar orasidagi kuchlanishni doimiy nazorat qilishi va avtomatik boshqaruv tizimlari yordamida ishlashi lozim. Shuningdek, zamonaviy sovuq prokatlash liniyalari energiya tejamkor texnologiyalar bilan jihozlangan bo‘lib, chiqindilar miqdorini kamaytirishga va atrof-muhitga salbiy ta’sirni minimallashtirishga qaratilgan.

Sovuq holatda prokatlash liniyasining asosiy qurilmalari:

1. Rulon ochish qurilmasi – issiq prokatlangan metall rulonni ochib, lentani stanokka yuboradi.
2. Tekislagich (pravitel) – lentadagi egilish va notekisliklarni bartaraf qiladi.
3. Sovuq holatda prokatlash stani – metallni kerakli qalinlikka yetkazadi.
4. Pech (rekristallizatsiya haroratida qizdirish) – metallga issiqlik bilan ishlov berib, plastiklikni tiklaydi.
5. Silliqlash moslamasi – sirt sifatini yaxshilaydi.
6. Kesish liniyasi – lenta yoki listni kerakli o‘lchamda kesadi.
7. Qadoqlash moslamasi – mahsulotni himoyalovchi o‘ramga joylashtiradi.

Yuvish-quritish agregati ikki kameradan iborat bo‘lib, harakatlanayotgan quyma bo‘lakni ketma-ket issiq suvda yuvish va quritishni amalga oshiradi. Quyma bo‘lak harakati tezligi $(16{,}7–50{,}0)\times10^{-3}$ m/s ni tashkil qiladi.



1-rasm. Sovuq holatda prokatlash jarayoni.

List prokat ishlab chiqarishining o‘ziga xosligi shundaki, prokat sexlarida murakkab mexanik va energetik uskuna majmualari qo‘llaniladi. Ular maxsus mexanizatsiyalashgan liniyalarga birlashtirilgan, masofadan boshqariladi va oqimli ishlab chiqarish prinsipini ta’minlaydi.



2-rasm. Uskuna ko‘rinishi.

Asosiy uskunalarga texnologik jarayonlarning asosiy operatsiyalarini bajaruvchi barcha turdagi texnologik uskunalar kiradi: quyma-frezalash agregatlari, prokat stanlari, tekislagich mashinalar, kesish liniyalari, termik pechlar va boshqalar.

Qo‘shimcha uskunalarga texnologik jarayonlar operatsiyalarini bajarishda yordamchi vazifani bajaradigan uskunalar kiradi: mexanik sinov laboratoriyalari, buzmay nazorat qilish usullari laboratoriyalari, metallografik laboratoriya va boshqalar.

Xulosa. Choksiz quvurlarni ishlab chiqarishda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining joriy etilishi, ishlab chiqarish jarayonlarini samarali, barqaror va xavfsiz qiladi. Bu choksiz quvurlar sifatini oshirish va tannarxni kamaytirishga yordam beradi. Undan tashqari choksiz quvurlarni ishlab chiqarishda eng asosiy e’tibor beriladigan jarayon bu prokatlash jo‘valarini puxtaligini hamda yeyilishbardoshliligi oshirish hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Saydumarov B.M., Prokat ishlab chiqarish texnologiyalari. Darslik. – Toshkent: ToshDTU, 2022, 305b.

2. Saydumarov B.M. Prokatlash uskunalarini loyihalash. Darslik. – Toshkent: TDTU. 2023, 236 b.

3. Saydumarov B.M., Prokatlash mashinalari va jihozlari. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2020, 188b.

4. Prokatlash jo‘valarining konstruksiyasi, ishlash sharoiti, ekspluatatsion xossalarini tahlili va ularning chidamliligini oshirish usullari. B.M. Saydumarov, O‘zbekiston Kompozit Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali №1/2026.

5. Legirlangan po‘latlardan tayyorlangan prokatlash jo‘valarini chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyalarini takomillashtirishga. B.M. Saydumarov, Berdiyev D.M., Tashmatov R.Q. Ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik, fan va ta’limga oid ilmiy-amaliy jurnal MUHANDISLIK VA IQTISODIYOT. 2026-yil, mart. № 3-son.

6. Ziyonet.uz.

7. edu.uz.

8. gov.uz.

XH56MBKЮ QOTISHMASINING TERMOPLASTIK DEFORMATSIYALANISHDA STRUKTURAGA TA’SIRINI TADQIQOT QILISH

Berdiyev Darob Muratovich professor,
Saydumarov Botir Muradovich dotsent,
Baxtiyorov Rustam Ravshan o‘g‘li
60M-25 guruh magistranti

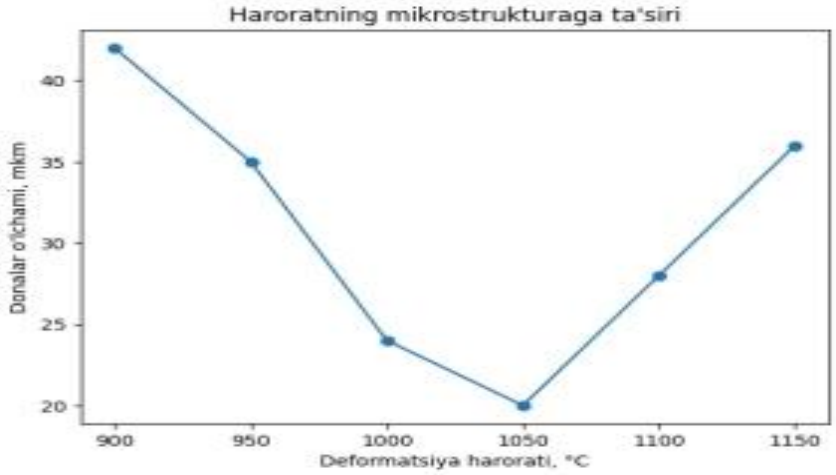
Annotatsiya: Mazkur ishda XH56MBKЮ markali nikel asosli qotishmaning termoplastik deformatsiyalanish jarayonida mikrostrukturaviy o‘zgarishlari o‘rganilgan. Deformatsiya harorati va deformatsiya darajasining qotishmaning ichki tuzilishi hamda mexanik xossalariga ta’siri metallografik usullar yordamida tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari asosida optimal ishlov berish rejimlari aniqlangan va materialning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash imkoniyatlari ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: XH56MBKЮ qotishmasi, termoplastik deformatsiya, mikrostruktura, rekristallanish, nikel qotishmalari, issiqbardoshlilik.

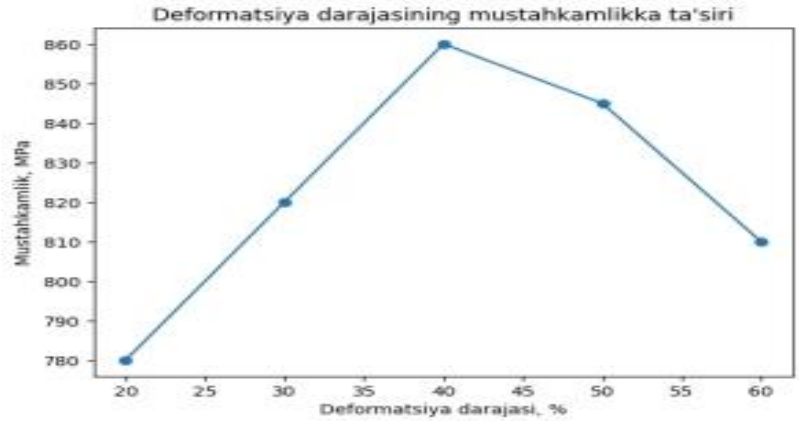
Kirish: Yuqori harorat sharoitida ishlovchi sanoat jihozlari va mashina detallari uchun nikel asosli issiqlikbardosh qotishmalar alohida ahamiyatga ega. Bunday materiallar yuqori mustahkamlik, oksidlanishga chidamlilik va uzoq muddatli ishlash xususiyatlari bilan ajralib turadi. XH56MBKЮ qotishmasi murakkab legirlangan qotishma bo‘lib, energetika, aviatsiya va kimyo sanoatida keng qo‘llaniladi. Qotishmalarning mexanik xususiyatlari ko‘p jihatdan ularning deformatsiyadan keyingi strukturasiga bog‘liq. Shu sababli, termoplastik deformatsiyalanish vaqtida qotishmada sodir bo‘ladigan strukturaviy o‘zgarishlarni o‘rganish ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot usuli: Tadqiqot uchun XH56MBKЮ qotishmasidan tayyorlangan silindrsimon namunalar tanlab olindi. Namunalar 900°C dan 1150°C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida termoplastik deformatsiyaga uchratildi. Deformatsiya darajasi 20%, 40% va 60% qiymatlarda o‘rganildi. Mikrostrukturani aniqlash uchun optik mikroskopiya va metallografik tahlil usullaridan foydalanildi. Tadqiqot natijalari 1000-1050°C oralig‘ida mayda va bir tekis donali struktura hosil bo‘ldi. 35-45% deformatsiya oralig‘ida mexanik xossalar eng yuqori natijani ko‘rsatdi.

Deformatsiya harorati oshishi bilan maksimal deformatsiya kuchlanishining kamayishi kuzatildi, bu yuqori haroratlarda diffuziya jarayonlarining faollashuvi bilan bog‘liq. Zener-Hollomon parametri (Z) yordamida deformatsiya sharoitlari umumlashtirildi. Z qiymatining kamayishi bilan XH56MBKЮ qotishmasida dinamik qayta kristallanish ulushi sezilarli darajada ortishi aniqlandi.



1-rasm. Haroratning mikrostrukturaga ta’siri.



2-rasm. Deformatsiya darajasining mustahkamlikka ta’siri.

Xulosa: XH56MBKЮ qotishmasining strukturaviy holati termoplastik deformatsiya harorati va tezligiga sezilarli darajada bog‘liq. Optimal termoplastik deformatsiya rejimi sifatida 1000–1050°C va 35–45% deformatsiya tavsiya etiladi. Ushbu takomillashtirilgan rejim qotishmaning mustahkamligini yetarli darajada oshiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Каблов Е.Н. Жаропрочные никелевые сплавы для газотурбинных установок. – М.: Наука, 2010.

2. Поляков А.Н., Федоров В.М. Термомеханическая обработка никелевых сплавов. – М.: Металлургия, 2008.

3. Humphreys F.J., Hatherly M. Recrystallization and Related Annealing Phenomena. – Oxford: Elsevier, 2004.

СНИЖЕНИЕ ОТХОДОВ И ДЕФЕКТОВ ПРИ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКЕ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Загидуллин Рафаил Рахимуллаевич доцент. Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова
Рахимов Дониёр Равшан угли магистрант 1 курса Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова по направлению “Технология металлов” группы 61М-25МТ

В современных условиях промышленного производства особое внимание уделяется снижению отходов и повышению качества продукции как важным факторам экологически устойчивого развития. Холодная штамповка широко применяется при изготовлении осесимметричных деталей благодаря высокой производительности и точности. Однако процесс сопровождается образованием дефектов, таких как трещины, складки и утонение стенок, что снижает качество изделий. Основной причиной является несоответствие технологических параметров, включая усилие деформации, скорость штамповки и условия трения. Это приводит к увеличению доли брака и усложняет обеспечение стабильности процесса.

Возникновение дефектов вызывает перерасход материала и дополнительных энергетических затрат, связанных с повторной обработкой или утилизацией изделий. Это негативно влияет на экологические показатели производства и увеличивает объём отходов. Кроме того, нестабильность технологических режимов затрудняет достижение требуемого качества продукции. В связи с этим актуальной задачей является снижение дефектности и отходов при штамповке. Решение данной проблемы позволит повысить ресурсную эффективность и снизить экологическую нагрузку на производство.



Рис 1. Проблемы дефектов и отходов при штамповке.

В связи с этим актуальным является применение методов искусственного интеллекта для анализа и прогнозирования дефектов на ранних стадиях технологического процесса. Использование интеллектуальных алгоритмов позволяет обра-

батывать большие объёмы технологических данных и выявлять скрытые закономерности между параметрами штамповки и качеством продукции. Предполагается, что применение методов машинного обучения позволит установить зависимости между усилием деформации, скоростью штамповки, условиями трения и вероятностью возникновения дефектов. Это создаёт возможность своевременного выявления критических режимов обработки и их корректировки. В результате повышается стабильность технологического процесса и снижается риск появления брака.

Целью работы является разработка подходов к снижению отходов и дефектной продукции при холодной штамповке на основе интеллектуального анализа данных. Объектом исследования являются осесимметричные детали, широко используемые в машиностроении. В работе анализируются ключевые технологические факторы, влияющие на качество изделий, включая свойства материала заготовки и геометрию процесса. Предлагается применение методов машинного обучения для прогнозирования качества продукции и выбора оптимальных технологических параметров с учётом требований энергоэффективности и экологичности.

Ожидается, что внедрение интеллектуальных методов позволит существенно снизить уровень брака, уменьшить объём отходов и повысить точность технологических процессов за счёт оптимизации параметров штамповки и повышения стабильности режимов обработки. Предполагается, что применение методов искусственного интеллекта обеспечит более эффективное управление процессом и позволит своевременно корректировать отклонения технологических параметров. Это, в свою очередь, приведёт к более рациональному использованию материалов, снижению энергозатрат и уменьшению износа инструмента. Кроме того, ожидается снижение экологической нагрузки за счёт сокращения объёма производственных отходов и повышения ресурсной эффективности. В результате внедрение интеллектуальных технологий будет способствовать повышению качества продукции и общей эффективности промышленного производства.

Использованная литература

1. Kalpakjian S., Schmid S. Manufacturing Engineering and Technology. Pearson Education, 2014.

2. Рахимов.Д.Р Международная научная и научна-техническая конференция “Интеграция науки, оброзования и производства в машиностроении: тенденции, проблемы и решения” Тезис «Разработка модели четырёх угловой скобы для тракторов в условиях ТТЗ»

3. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // Nature, 2015.

4. Tao F., Qi Q., Liu A., Kusiak A. Data-Driven Smart Manufacturing. // Journal of Manufacturing Systems. – 2018. – Vol. 48. – P. 157–169.

5. Altan T., Ngaile G., Shen G. Cold and Hot Forging: Fundamentals and Applications. – ASM International, 2005.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Загидуллин Рафаил Рахимуллаевич доцент Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова
Рахимов Дониёр Равшан угли магистрант 1 курса Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова по направлению “Технология металлов” группы 61М-25МТ

В современных условиях развития промышленности особое значение приобретает повышение экологичности и энергоэффективности технологических процессов, что обусловлено необходимостью рационального использования ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Холодная штамповка, являясь одним из наиболее распространённых методов обработки металлов давлением, широко применяется в машиностроении благодаря высокой производительности и точности получаемых изделий. Однако данный процесс характеризуется значительным потреблением энергии, износом инструмента и образованием отходов, особенно при неоптимальных технологических режимах. Несоответствие параметров штамповки приводит к увеличению усилия деформации, возникновению дефектов (трещин, складок, утонения), а также росту доли брака, что влечёт за собой дополнительные материальные и энергетические затраты.



Рисунок 1. Актуальность: повышение экологичности и энергоэффективности в промышленности.

В связи с этим актуальным является внедрение методов искусственного интеллекта для оптимизации параметров процесса с учётом экологических требований. Предполагается, что использование интеллектуальных алгоритмов, основанных на анализе больших массивов технологических данных, позволит выявить скрытые зависимости между параметрами штамповки и показателями

энергоэффективности. Ожидается, что разработка и внедрение таких моделей обеспечит снижение энергозатрат, уменьшение количества отходов и повышение стабильности технологического процесса. Кроме того, применение методов искусственного интеллекта позволит осуществлять прогнозирование возможных дефектов на ранних стадиях проектирования, что будет способствовать повышению качества продукции и снижению экологической нагрузки на производство.

Целью работы является проведение экологической оценки процесса холодной штамповки и разработка подходов к снижению энергозатрат на основе интеллектуальных методов. Объектом исследования являются осесимметричные детали, широко применяемые в машиностроении. В работе анализируются ключевые факторы процесса, включая усилие деформации, скорость штамповки, условия трения и свойства материала. Предлагается использование методов машинного обучения для прогнозирования оптимальных режимов обработки.

Предлагается использование методов машинного обучения и интеллектуального анализа данных для выявления закономерностей между технологическими параметрами и энергетическими затратами, а также для прогнозирования оптимальных режимов обработки. Предполагается, что внедрение таких подходов позволит повысить точность выбора технологических параметров и обеспечить более эффективное управление процессом штамповки. Ожидается, что применение интеллектуальных методов приведёт к снижению энергопотребления, уменьшению износа инструмента и сокращению количества дефектной продукции, что, в свою очередь, обеспечит снижение объёма отходов и экологической нагрузки на производство, а также повышение общей эффективности и устойчивости технологических процессов.

Применение интеллектуальных алгоритмов позволяет сократить энергопотребление за счёт выбора рациональных технологических параметров, оптимизации режимов деформации и снижения избыточных нагрузок на оборудование. Одновременно уменьшается износ инструмента и повышается его ресурс, а также снижается вероятность возникновения дефектов продукции. Предполагается, что использование методов искусственного интеллекта обеспечит более стабильное протекание технологического процесса и повысит точность управления параметрами штамповки. Это, в свою очередь, способствует сокращению количества отходов производства и повышению ресурсной эффективности.

Использованная литература:

1. Kalpakjian S., Schmid S. Manufacturing Engineering and Technology. Pearson Education, 2014.

2. Рахимов.Д.Р Международная научная и научна-техническая конференция “Интеграция науки, оброзования и производства в машиностроении: тенденции, проблемы и решения” Тезис «Разработка модели четырёх угловой скобы для тракторов в условиях ТТЗ»

3. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // Nature, 2015.

PROKATLASH JARAYONLARIDA YUQORI NIKELLI QOTISHMADAN LIST PROKATLASHDA QAYTA KIRISTALLANISHDAGI METALLNI XOSSASIGA TA'SIRINI TADQIQOT QILISH

Saydumarov Botir Muradovich dotsent,
Yuldashaliyev Shohruhbek Diyorbek o'g'li
60M-25-guruh magistranti

Anotatsiya. Ushbu maqolada yuqori nikelli qotishmalarni issiq va sovuq prokatlash jarayonida sodir bo'ladigan qayta kristallanish hodisalari tadqiq etiladi. Kristallanish darajasining qotishma mustahkamligi, plastikligi va korroziyaga bardoshliligi bilan bog'liqligi tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari prokatlashning optimal harorat va deformatsiya rejimlarini tanlash uchun xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, nikel miqdori kristallanish tezligi va donalarning o'lchamiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Yuqori nikelli qotishmalarda qayta kristallanish natijasida donalar mayda va bir xil shaklda hosil bo'ladi. Bu metallning plastiklik darajasini oshiradi, mustahkamlik esa muvozanatli darajada saqlanadi.

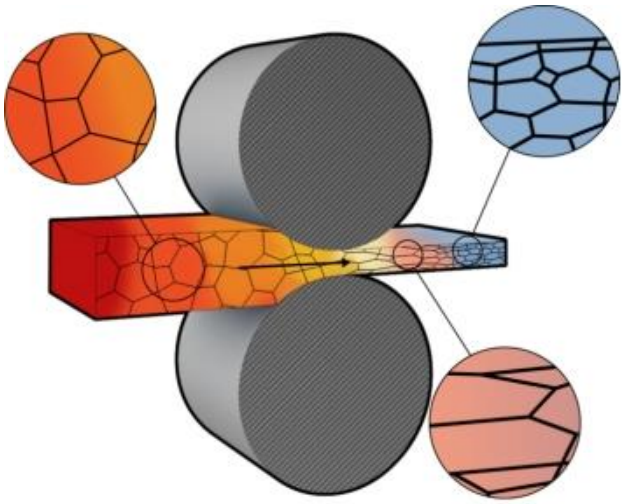
Kalit so'zlar. Yuqori nikelli qotishma, list prokatlash, qayta kristallanish, mexanik xossalar, termik ishlov berish

Kirish. Yuqori nikelli qotishmalar yuqori haroratli muhitlarda, kuchli korroziya sharoitida va yuqori mexanik yuklar ostida ishlash qobiliyati tufayli zamonaviy texnologiyalarda strategik ahamiyatga ega hisoblanadi. Ushbu materiallardan yupqa listlar (0,5-5 mm) ishlab chiqarishda issiq va sovuq prokatlash usullari qo'llaniladi, bu esa materialda intensiv plastik deformatsiyani keltirib chiqaradi. Deformatsiyadan keyin materialning strukturasi va xossalari asosan qayta kristallanish jarayoni bilan belgilanadi. Qayta kristallanish bu yuqori darajada deformatsiyalangan metall kristall panjaralarida yangi, kamroq defektli kristallarning paydo bo'lishi va o'sishidir. Ushbu jarayon metallning mexanik, fizik va kimyoviy xususiyatlarini tubdan o'zgartiradi Yuqori nikelli qotishmalar zamonaviy sanoatda eng ko'p qo'llaniladigan materiallardan biri hisoblanadi. Yuqori korroziyaga chidamlilik, issiqlikka bardoshlilik, mexanik mustahkamlik va uzoq xizmat muddatidir. Ayniqsa kimyo sanoati, energetika, mashinasozlik va aviatsiya sohalarida bunday qotishmalar keng qo'llaniladi.

Asosiy qism. Yuqori nikelli qotishmalarda list prokatlash jarayonidan keyin sodir bo'ladigan qayta kristallanishning metall mikrostrukturasi va mexanik xossalariga ta'sirini o'rganish, ya'ni: deformatsiya darajasi va issiqlik ishlovlari qayta kristallanish tezligi va don o'lchamiga qanday ta'sir qilishini aniqlash. Qattiqlik, plastiklik va mustahkamlik ko'rsatkichlarining o'zgarishini baholash. Optimal prokatlash va anneallash rejimlarini ishlab chiqish orqali metall xossalarini yaxshilash. Tadqiqot obyekti sifatida yuqori nikelli masalan, (Ni > 50%) qotishmadan tayyorlangan quymalar olindi. Tajriba prokatlash jarayoni laboratoriya stanida quyidagi o'zgaruvchan parametrlar ostida bajarildi:

Asosiy texnologik parametrlar:

- prokatlash harorati: 950–1150 °C;
- umumiy deformatsiya darajasi: 15-20-45 50 %;
- defarmatsiya tezligi: 0,5-1,5 m/s.



1-rasm Prokatlashtagi metall tolalarning ko‘rinish sxemasi.

Xulosa: Ilmiy manbalarda qayta kristallanish jarayoni deformatsiyalangan donalarning tiklanishi va yangi ekvial donalarning hosil bo‘lishi bilan izohlanadi. Yuqori nikelli qotishmalarda bu jarayon yuqori haroratlarda sodir bo‘lib, donalar chegarasi migratsiyasi, subdonalarning qo‘shilishi va egizaklanish orqali nukleatsiya mexanizmlari ustuvor hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, prokatlash darajasi va anneallash harorati qayta kristallanish tezligi va donalar o‘lchamiga bevosita ta’sir qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Saydumarov B.M., Prokat ishlab chiqarish texnologiyalari. Darslik. – Toshkent: ToshDTU, 2022, 305b.

2. Saydumarov B.M. Prokatlash uskunalarini loyihalash. Darslik. – Toshkent: TDTU. 2023, 236 b.

3. Saydumarov B.M., Prokatlash mashinalari va jihozlari. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2020, 188b.

4. Prokatlash jo‘valarining konstruksiyasi, ishlash sharoiti, ekspluatatsion xossalarini tahlili va ularning chidamliligini oshirish usullari. B.M. Saydumarov, O‘zbekiston Kompozit Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali №1/2026.

5. Legirlangan po‘latlardan tayyorlangan prokatlash jo‘valarini chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyalarini takomillashtirishga. B.M. Saydumarov, Berdiyev D.M., Tashmatov R.Q. Ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik, fan va ta’limga oid ilmiy-amaliy jurnal MUHANDISLIK VA IQTISODIYOT. 2026-yil, mart. № 3-son.

6. Ziyonet.uz.

7. edu.uz.

8. gov.uz.

PROKATLASH JARAYONLARIDA KONUSSIMON SHAKLDAGI KICHIK O‘LCHAMDAGI ZAGOTOVKALARNI PROKATLAB OLISHDA QFORM DASTURINI QO‘LLASHNI TADQIQ QILISH

Saydumarov Botir Muradovich dotsent,
Mo‘minov Afzalsho Oljabay o‘g‘li
60M-25-guruh magistranti

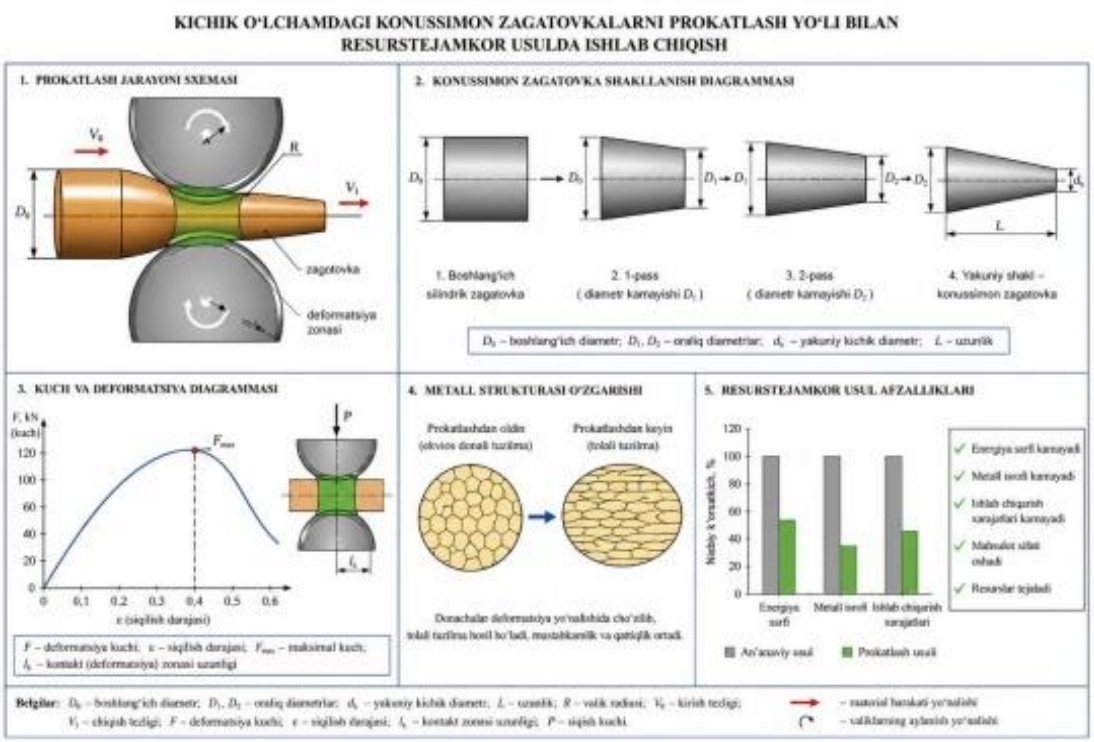
Annotatsiya: Ushbu tezisda 35XGSA markali po‘latdan tayyorlanadigan konussimon shakldagi kichik o‘lchamli zagotovkalarni prokatlash jarayonini QForm dasturiy paketi yordamida modellashtirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida metallning kuchlanish-deformatsiya holati tahlil qilinib, qazib oluvchi tish asosini ishlab chiqarish uchun maqbul texnologik parametrlar aniqlangan. Raqamli simulyatsiya yordamida ishlab chiqarishdagi ehtimoliy nuqsonlarning oldini olish va metall sarfini optimallashtirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Prokatlash, Qform, 35XGSA po‘lati, konussimon zagotovka, modellashtirish, qazib oluvchi tish, deformatsiya.

Kirish. Zamonaviy mashinasozlik va tog‘-kon sanoatida foydali qazilmalarni qazib olishda ishlatiladigan tishli asboblar yuqori mustahkamlik va aniqlikni talab etadi. Bunday murakkab shakldagi, xususan, konussimon zagotovkalarni an’anaviy usullarda tayyorlash ko‘p resurs talab qilishi mumkin. Shu sababli, ishlab chiqarish jarayoniga zamonaviy raqamli modellashtirish texnologiyalarini, xususan, Qform dasturiy paketini joriy etish, texnologik rejimni optimallashtirish va nuqsonlarning oldini olishda muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi 35XGSA markali po‘latdan foydalanib, qazib oluvchi tish asosini shakllantirishda prokatlash jarayonini Qform dasturi orqali modellashtirish va samarali texnologik rejimni ishlab chiqishdan iborat.

Asosiy qism. Tadqiqot obyekti sifatida “O‘zmetkombinat” AJ tomonidan ishlab chiqariladigan 35XGSA markali po‘lat tanlab olindi. Bu material o‘zining yuqori mexanik xususiyatlari va zarbga chidamliligi bilan ajralib turadi. Konussimon shakldagi kichik o‘lchamli zagotovkalarni prokatlash jarayoni murakkab deformatsiyalanish mexanizmiga ega bo‘lib, unda metallning oquvchanligi va harorat o‘zgarishini nazorat qilish lozim.

Qform dasturi yordamida amalga oshirilgan modellashtirish jarayoni quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:



Geometrik modelni yaratish: Qazib oluvchi tish asosining 3D modeli va prokatlash vallarining konfiguratsiyasi dasturga kiritildi.

Chegaraviy shartlarni belgilash: 35XGSA po‘latining termofizik xususiyatlari, ishqalanish koeffitsiyenti va boshlang‘ich prokatlash harorati o‘rnatildi.

Simulyatsiya va tahlil: Prokatlash davomida metallning kuchlanish-deformatsiya holati tahlil qilindi. Konus qismidagi metall to‘lishi va yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan ichki va tashqi nuqsonlar o‘rganildi.

Tadqiqot davomida prokatlash vallarining aylanish tezligi va zagotovkaning siqilish darajasi o‘rtasidagi bog‘liqlik aniqlandi. Qform dasturining qo‘llanilishi tajriba-sinov ishlarini kamaytirishga va metall sarfini optimallashtirishga imkon berdi. Ayniqsa, tish asosining konussimon qismida strukturaning bir xilligini ta’minlash bo‘yicha texnik tavsiyalar shakllantirildi.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida Qform dasturi yordamida 35XGSA po‘latidan tayyorlanadigan konussimon zagotovkalarning prokatlash texnologiyasi muvaffaqiyatli modellashtirildi. Dastur yordamida olingan natijalar real ishlab chiqarish jarayonidagi xatoliklarni 15–20% gacha kamaytirish imkonini beradi. Taklif etilayotgan prokatlash rejimi tog‘-kon sanoati asboblari uchun yuqori sifatli va chidamli qismlarni tayyorlashda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Saydumarov B.M. Prokat ishlab chiqarish texnologiyalari. Darslik. – Toshkent: ToshDTU, 2022, 305b.

2. Saydumarov B.M. Prokatlash uskunalarini loyihalash. Darslik. – Toshkent: TDTU. 2023, 236 b.

3. Saydumarov B.M. Prokatlash mashinalari va jihozlari. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2020, 188b.

4. Prokatlash jo‘valarining konstruksiyasi, ishlash sharoiti, ekspluatatsion xossalarini tahlili va ularning chidamliligini oshirish usullari. B.M. Saydumarov, O‘zbekiston Kompozit Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali №1/2026.

5. Legirlangan po‘latlardan tayyorlangan prokatlash jo‘valarini chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyalarini takomillashtirishga. B.M. Saydumarov, Berdiyev D.M., Tashmatov R.Q. Ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik, fan va ta’limga oid ilmiy-amaliy jurnal MUHANDISLIK VA IQTISODIYOT. 2026-yil, mart. № 3-son.

6. Ziyonet.uz.

7. edu.uz.

8. gov.uz.

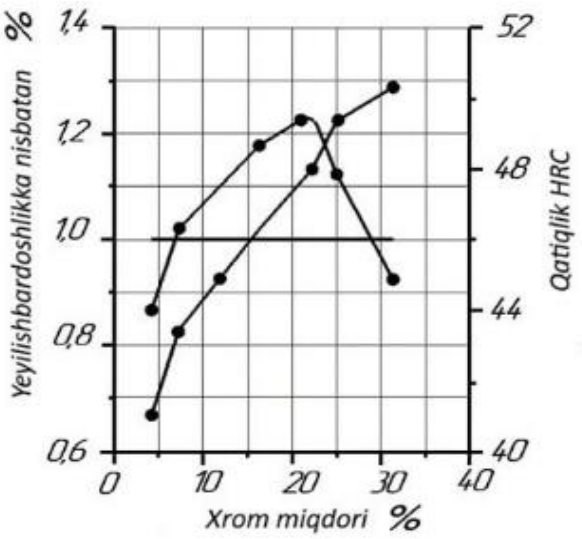
YUQORI XROMLI CHO‘YAN QOTISHMASIGA XROM VA NIKEL ELEMENTINING TA’SIRI

Saidmaxamadov Nosir Mo‘ysininalayevich, t.f.d., dotsent,
Bekchanova Valida Baxram qizi, t.f.f.d., PhD,
Yuldashev Umid Olimjonovich, tayanch doktorant,
Toshpo‘latov Abdulaziz Abduqodir o‘g‘li, talaba
Namangan davlat texnika universiteti, Namangan

Kirish: Yuqori xromli oq cho‘yanlar zamonaviy mashinasozlik, kon-metallurgiya, sement va energetika sanoatlarida keng qo‘llaniladigan yuqori yeyilishga chidamli materiallar sirasiga kiradi. Ushbu qotishmalar tarkibida odatda 12÷30 % gacha xrom mavjud bo‘lib, ularning mikrostrukturasi asosan martensit yoki austenit asosli matritsa va yuqori qattiqlikka ega bo‘lgan M_7C_3 turidagi xrom karbidlari bilan tavsiflanadi [1]. Aynan ushbu karbid fazasi materialning yuqori abraziv va zarbiy yeyilishga bardosh-liligini ta’minlaydi. Yuqori xromli oq cho‘yanlarning asosiy afzalliklari – yuqori qattiqlik (HRC 55÷65 gacha), korroziyaga nisbatan chidamlilik va noqulay muhitlarda ishlash imkoniyati hisoblanadi. Shu bilan birga, ularning mo‘rtligi va quyma jarayonida mikrostrukturani boshqarish murakkabligi texnologik jihatdan muhim muammolarni keltirib chiqaradi. So‘nggi yillarda yuqori xromli oq cho‘yanlarni ishlab chiqarishda resurs tejamkor texnologiyalarni joriy etish, eritish jarayonini optimallashtirish, modifi-katsiya va legirlash orqali mikrostrukturani boshqarish dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri bo‘lib qolmoqda. Ayniqsa, induksion pechlarda suyuqlantirish, ferroqotishmalarni samarali qo‘llash hamda issiqlik ishlovi rejimlarini takomillashtirish orqali material xossalarini yaxshilash imkoniyatlari kengaymoqda [2].

Mazkur ishda yuqori xromli oq cho‘yanlarning tarkibi, mikrostrukturasi, ularning shakllanish mexanizmlari hamda mexanik va ekspluatatsion xossalarini oshirishga qaratilgan zamonaviy texnologik yondashuvlar tahlil qilinadi.

Yuqori xromli cho‘yanlar yuqori ekspluatatsion xossalarga ega bo‘lsada, ulardan sifatli quyma detallarni olish birmuncha yaxshilanib bormoqda.



1-rasm. Xrom yuqori legirlangan cho‘yanning qattiqligi va yeyilishga qarshiligini ta’siri:
1- nisbiy yeyilishga qarshilik, 2-qattiqlik HRC, 3-standart(cho‘yan markasi 280X28H2).

Chunki cho‘yan turli legirlovchi elementlar bilan ayniqsa xrom bilan legirlanishi natijasida uning quymakorlik xossalari xrom miqdoriga bog‘liq holda yaxshilanadi [3].

Bundan tashqari, legirlangan cho‘yanlarning yeyilishbardoshliligi uning mikrostruktura shakllanishiga juda sezgir bo‘ladi, ya’ni legirlangan cho‘yan quymalarini olishda faqat quymaning sifati, balki cho‘yanni yeyilishbardoshliligini ta’minlovchi mikrostrukturani shakllanishi ta’minlanishi zarur.

Cho‘yanlarni yeyilishbardoshliligini asosan tarkibida Cr miqdori 9,5÷15 % bo‘lganda $(Cr, Fe)_7C_3$, $(Cr, Fe)_3C$ yoki Cr miqdori 30% bo‘lganda $(Cr, Fe)_{23}C_6$ tuzilishga ega bo‘lgan karbidlar tomonidan ta’minlanadi. Bu karbidlar sementit karbidiga qaraganda 1,5÷2,0 marta qattiqroq bo‘ladi. Bu bilan bog‘liq yana bir murakkabliklardan biri $(Cr, Fe)_7 C_3$, $(Cr, Fe)_3 C$, $(Cr, Fe)_{23}C_6$ sistemadagi karbidlarni hosil bo‘lishi uchun 3% S ga ega bo‘lgan cho‘yanda xromning miqdori juda ko‘pi bilan 9,5 dan 30 % oralig‘ida hosil bo‘ladi.

Xromni miqdori 21,1% gacha oshirilganda marganesli cho‘yanni yeyilishbardoshliligi oshishi aniqlandi, chunki xromni karbidlari oshib u esa qotishmani qattiqligi oshishiga sabab bo‘ldi. Biroq xrom miqdorini yana oshirish cho‘yanda karbid atrofida ferrit hosil qiluvchini oshirib, xrom karbidlar va ferrit o‘rtasida bog‘liqlikni kamaytiradi, bu esa yeyilishbardoshlikni kamayishiga sabab bo‘ladi. Shundan kelib chiqib, yuqori yeyilishbardoshlikka ega marganesli cho‘yanlarni eritish uchun (280X28N2 markali cho‘yandan 15÷20% ko‘proq bo‘lishi uchun) 18÷21% Cr qo‘shish talab etiladi. Yuqori xromlangan (18÷20% Cr) cho‘yanda marganesni 2,1÷11,9% gacha ta’siri o‘rganildi. Tadqiqot natijalari 1-rasmda keltirilgan.

Nikelning qotishmaga ta’siri. Ishlab chiqarish sharoitlarida shixta materiallari sifatida muddatini ishlab bo‘lgan va tarkibida nikel bor nasoslarlarning quyma detallari ishlatiladi. Shuning uchun bu metallni qimmatligiga qaramay xrom-marganesli cho‘yanni xossalarini o‘rganish uchun qiziqish ortib bormoqda.

Tarkibida nikel bo‘lmasa, xrom-marganesli cho‘yan eng yuqori yeyilishbardoshlikka ega bo‘ladi, lekin uning qattiqligi nikeli mavjud xrom-marganesli cho‘yandan pastroq bo‘ladi.

Nikel qo‘shimchalari austenit shakllanishiga sabab bo‘ladi va shu tufayli qotishmani yeyilishbardoshliligi kamayadi. Bu holat asosan nikel miqdorini 1 % gacha oshirganda ko‘rinadi. Undan keyin qo‘shganda yeyilishbardoshlikka unchalik ta’sir qilmaydi va cho‘yanga qo‘shish qimmat hisoblanadi.

Shunday qilib, yeyilishbardoshlik nuqtayi nazaridan nikel ekspluatatsion xossalarini oshirish uchun modda sifatida ishlatib bo‘lmaydi. Uni faqat marganes va titan bilan birga turli xil bosim ostida ishlaydigan yeyilishbardosh qotishmalarni xossalarini oshirish uchun ishlatish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Nikel miqdori har bir quyma detal uchun alohida ishlatish sharoitlaridan kelib chiqib aniqlanadi. Grunt nasoslaring quyma detallarini tayyorlash uchun qotishma tarkibida 0,3÷1,0% Ni bo‘lishi kerak bo‘ladi.

Xulosa: Yuqori xromli oq cho‘yanlar yuqori yeyilishga chidamliligi, qattiqligi va noqulay muhitlarda ishlash qobiliyati bilan sanoatda muhim ahamiyatga ega material hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ularning ekspluatatsion xossalari asosan mikrostrukturadagi karbid fazasining miqdori, shakli va taqsimlanishi bilan belgilanadi.

Xrom miqdorining ortishi natijasida M_7C_3 turidagi karbidlar hosil bo‘lib, materialning qattiqligi va yeyilishga chidamliligi sezilarli darajada oshadi. Shu bilan birga, legirlovchi elementlar (Mo, Ni, V va boshqalar) qo‘shilishi matritsa strukturasini barqarorlashtirib, materialning zarbiy mustahkamligini oshirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Nodir T. et al. Development of 280X29Nl alloy liquefaction technology to increase the hardness and corrosion resistance of cast products //International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics. – 2021. – №. 10. – С. 154-159.

2. To‘raxodjayev ND va boshqalar. Oq choyondagi nuqsonlarning tahlili //Nazariy va amaliy fan. – 2020. – № 6. – S. 675-682.

3. Nosir S., Bohodir K. Quymalarning mustahkamligi va mo‘rtligini oshirish uchun 280X29NL suyultirish texnologiyasini ishlab chiqish // Ishonchli tizimlar muhandisligi bo‘yicha xalqaro konferensiya. – Cham: Springer International Publishing, 2022, 105–115 b.

SUN’IY INTELLEKT YORDAMIDA LIST PROKATLASH STANLARIDA 2 MM QALINLIKDAGI POLOSALI LISTLARNI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

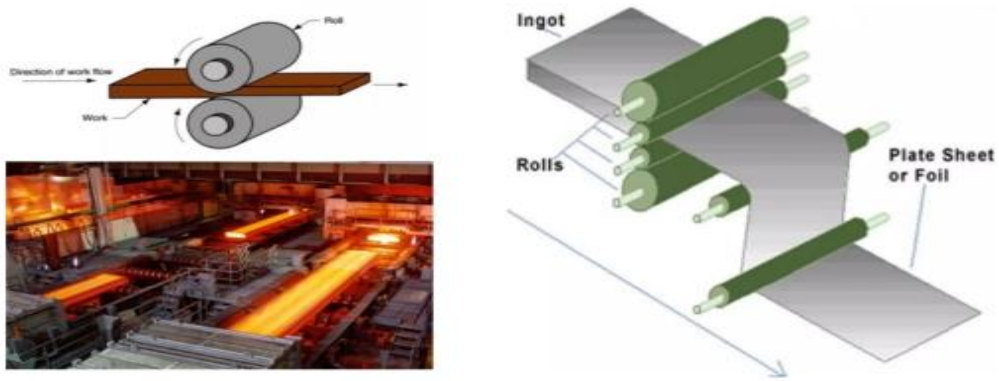
Saydumarov Botir Muradovich dotsent,
Atakulov Alimardon Abdurashid o‘g‘li
126-22 guruh talabasi, Jumaboyev Bobur Rustam o‘g‘li
126-22 guruh talabasi.

Annotatsiya. Mazkur maqolada list prokatlash stanlarida 2 mm qalinlikdagi polosali listlarni ishlab chiqarish jarayonini sun’iy intellekt (SI) yordamida optimal-lashtirish masalalari ko‘rib chiqiladi. Asosiy e’tibor texnologik jarayonni barqarorlash-tirish, energiya sarfini kamaytirish va xavfsizlik choralarini kuchaytirishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: Sun’iy intellekt, list prokatlash, polosali listlar, prokatlash stanlari, deformatsiya.

Kirish. Metallurgiya sanoatida list prokatlash jarayoni yuqori aniqlik va barqarorlikni talab qiluvchi murakkab texnologik tizim hisoblanadi. Ayniqsa, 2 mm qalinlikdagi yupqa polosali listlarni ishlab chiqarishda quyidagi muammolar yuzaga keladi: qalinlikning notekisligi, deformatsiya jarayonining beqarorligi, energiya va material yo‘qotishlari, inson omiliga bog‘liq xavfsizlik xatarlari. Zamonaviy yondashuv sifatida sun’iy intellekt asosida boshqaruv tizimlarini joriy etish ushbu muammolarni sezilarli darajada kamaytiradi.

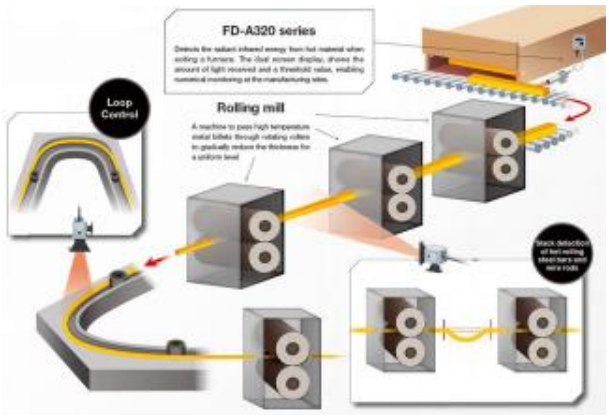
Asosiy qism. List prokatlash quyidagi asosiy bosqichlardan iborat: Mahsulotlar tay-yorlash metall slyab yoki quyma qizdiriladi (1100–1250 °C). Qora prokatlash (roughing) qalinlik keskin kamaytiriladi. Tozalovchi prokatlash (finishing) yakuniy qalinlikka (2 mm) yetkaziladi. Sovitish va tekislash hamda mexanik xossalar shakllantiriladi.



1-rasm. Prokatlash texnologik jarayoni.

2 mm list olishdagi asosiy texnologik muammolar. Yupqa list ishlab chiqarishda quyidagi muammolar dolzarb: Qalinlik aniqligi (0.05 mm talab qilinadi), jo‘valar orasidagi kuchlarning notekis taqsimlanishi, Haroratning keskin o‘zgarishi, Tebranishlar (vibratsiya). Bu omillar mahsulot sifatini pasaytiradi va sifatsiz darajasini oshiradi. Sun’iy intellektni qo‘llash imkoniyatlari.









2-rasm. Prokatlash jarayonini sun’iy intellekt yordamida boshqarish.

Sun’iy intellekt asosida quyidagi vazifalar bajariladi: Jarayonni real vaqt rejimida monitoring qilish, sensorlar orqali quyidagilar nazorat qilinadi: qalinlik, harorat, bosim, tezlik. SI algoritmlari bu ma’lumotlarni tahlil qilib, optimal boshqaruv signallarini beradi.

Machine learning yordamida: jo‘valarning yeyilishi oldindan aniqlanadi, nosozliklar prognoz qilinadi, optimal rejim avtomatik tanlanadi. Har bir zagotovka uchun: individual prokatlash rejimi belgilanadi, qalinlik aniqligi avtomatik sozlanadi.

Sun’iy intellekt asosida xavfsizlikni oshirish: Avtomatik xavfni aniqlash, kameralar orqali operator harakati kuzatiladi, xavfli hududga kirish aniqlanadi, tizim avtomatik to‘xtaydi.



3-rasm. Takomillashtirilgan texnologik model.

Favqulodda holatlarni boshqarish, tezkor signalizatsiya, avtomatik o‘chirish, energiya uzatishni bloklash, inson omilini kamaytirish, masofaviy boshqaruv, robot-lashtirilgan operatsiyalar.

Sun’iy intellekt asosida quyidagi model taklif etiladi: Kiruvchi parametrlar: harorat, tezlik, bosim, SI moduli: neyron tarmoq, Chiquvchi parametrlar: optimal valts bosimi, tezlik, Natijada: qalinlik aniqligi 20–30% yaxshilanadi, energiya sarfi 10-15% kamayadi, sifatsiz miqdori sezilarli pasayadi.

Mazkur yondashuvning yangiligi: real vaqtli SI boshqaruvi, xavfsizlik va texnologiyani integratsiyasi, adaptiv prokatlash rejimlari.

Amaliy ahamiyati: metallurgiya korxonalarida samaradorlik oshadi, inson salomatligi himoyalanadi, ishlab chiqarish tannarxi kamayadi.

Xulosa. Sun’iy intellektni list prokatlash stanlarida qo‘llash 2 mm qalinlikdagi polosali listlar ishlab chiqarishda yuqori aniqlik, samaradorlik va xavfsizlikni ta’minlaydi. Kelajakda to‘liq avtomatlashtirilgan “aqlli prokatlash stanlari”ni yaratish ushbu sohaning asosiy rivojlanish yo‘nalishi hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Saydumarov B.M. Prokat ishlab chiqarish texnologiyalari. Darslik. – Toshkent: ToshDTU, 2022, 305b.

2. Saydumarov B.M. Prokatlash uskunalarini loyihalash. Darslik. – Toshkent: TDTU. 2023, 236 b.

3. Saydumarov B.M. Prokatlash mashinalari va jihozlari. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2020, 188b.

4. B.M. Saydumarov. Prokatlash jo‘valarining konstruksiyasi, ishlash sharoiti, ekspluatatsion xossalarini tahlili va ularning chidamliligini oshirish usullari. O‘zbekiston Kompozit Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali №1/2026.

5. B.M. Saydumarov, Berdiyev D.M., Tashmatov R.Q. Legirlangan po‘latlardan tayyorlangan prokatlash jo‘valarini chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyalarini takomillashtirishga. Ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik, fan va ta’limga oid ilmiy-amaliy jurnal MUHANDISLIK VA IQTISODIYOT. 2026-yil, mart. № 3-son.

6. Ziyonet.uz.

7. edu.uz.

8. gov.uz.

SAMARALI SOVUTISH-MOYLASH SUYUQLIKLARINI ISHLAB CHIQISH VA QO‘LLASH MAQSADIDA ULARNI TADQIQ QILISH

Mamurov Eldor Tursunovich, Abdukarimov Jasurbek Avazbek o‘g‘li
Farg‘ona davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Mazkur maqolada mashinasozlik sohasida qo‘llaniladigan sovutish-moylash suyuqliklarining xossalari va ularning texnologik jarayonlardagi ta’siri ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Asosiy maqsad mashina detallariga mexanik ishlov berish jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi optimal sovutish-moylash suyuqligi hamda muhitini aniqlashdan iborat.

Kalit so‘zlar: Mashinasozlik, texnologiya, fizik-kimyoviy tarkib, metall, kesish, ishlov berish, emulsiya, mineral moylar, yarim sintetik, sintetik, tokarlik, parmalash, frezalash, kesish zonasi, texnologik jarayonlar, metall kesish dastgohlari, iqtisodiy samaradorlik.

Mashinasozlik texnologiyasi bu mashina va mexanizmlarni ishlab chiqarish jarayonlarini o‘rganadigan muhim ilmiy-amaliy sohadir. Bu soha ishonchli, yuqori aniqlikdagi, resurs tejamkor va iqtisodiy jihatdan samarali mahsulotlar ishlab chiqarishni o‘z ichiga oladi. Ishlab chiqarish jarayonida eng ko‘p metallarga kesib ishlov beriladi. Bu jarayonda yuzaga keladigan issiqlik va ishqalanish kuchlari kesuvchi asbobning yeyilishiga, ishlov berilayotgan detal yuzasining sifatini pasayishiga hamda umumiy ishlab chiqarish samaradorligining kamayishiga olib keladi. Yuqoridagi salbiy omillar ta’sirini kamaytirish uchun samarali sovutish-moylash suyuqliklarini ishlab chiqish va qo‘llash maqsadida ularni tadqiq qilish bugungi kundagi asosiy vazifalardan biri bo‘lib qolmoqda.

Shu boisdan, bir nechta texnalogik jarayonlarni ko‘rib chiqildi va har bir texnologik jarayon uchun alohida tahliliy o‘rganishlar olib borildi. O‘rganish natijasida har bir jarayon uchun mos suyuqlik tanlandi. Misol uchun tokarlik ishlov berish jarayonida hosil bo‘ladigan issiqlikni va ishqalanishni kamaytirishda asosan mineral moy asosli emulsiyalar qo‘llanildi. Bu suyuqliklar yirik dispersli mahsulotlar hisoblanib tarkibida 85% gacha moylovchi emulsiya mavjud. Mazkur suyuqlikni hosil qilish uchun 5–30% konsentratsiyadagi anion va noionogen emulyatorlar hamda suv aralashtiriladi. Natijada oq rangli emulsiya hosil bo‘ladi. Ushbu suyuqlik kesuvchi asbob bilan detal orasida himoya qatlam hosil qilib, kesish kuchlarini kamaytiradi va ishlov berilgan yuzaning g‘adir-budurligini kamaytiradi. Bundan tashqari, kesuvchi asbobning xizmat qilish muddatini sezilarli darajada uzaytiradi.

Parmalash texnologik jarayoni keskich orqali turli xil teshiklarga kesib ishlov berilganda kesuvchi asbob qizib ketishi kuzatiladi va qirindining ishlov berilayotgan zonadan chiqib ketishi qiyinlashadi. Shu sababli, sovutish moylash suyuqligining optimal variantini tanlash muhim hisoblanadi. Ko‘p hollarda maqbul variant sifatida yarim sintetik sovutish-moylash suyuqligi olinadi. Bu suyuqlik tarkibi 5–20% mineral yog‘ va suvda eruvchi polimer moddalardan iborat bo‘lib, yuqori bosimda sovutish va moylash

uchun xlor(CI), oltingugurt(S), fosfor(P) birikmali suyuqliklardan foydalaniladi. Bu suyuqlik parmalash jarayonida haroratni pasayishiga, qirindi ajralib chiqishini yaxshilashga va kesuvchi asbobning ishlash muddatini ortishiga yordam beradi.

Bundan tashqari, frezalash, jilvirlash va boshqa texnologik jarayonlarida ishlov berilayotgan material xossalari, ishlov berish usullarini inobatga olgan holda smslar tanlab olinadi. Bunga misol tariqasida turli xildagi smsning fizik-kimyoviy xususiyatiga qarab bir-biri bilan taqqoslash mumkin bo‘ladi (1-jadval).

1-jadval.

Turli asosga ega bo‘lgan sovutish-moylash suyuqliklarining xususiyatlari

Xususiyat	**Mineral moylar**	**Emulsiyalar**	**Yarim sintetik moylar**	**Sintetik moylar**
Tashqi ko‘rinishi	Yog‘simon	Loyqa	Yarim shaffof	Shaffof
Moylash	Juda yaxshi	Yaxshi	Yaxshi	Kuchsiz
Sovutish	Kuchsiz	Yaxshi	Yaxshi	Juda yaxshi
Qirindini chiqarish	O‘rtacha	O‘rtacha	O‘rtacha	O‘rtacha
Korroziyadan himoya	Juda yaxshi	Kuchsiz	Yaxshi	Yaxshi
Mikrobiologik barqarorlik	Juda yaxshi	Kuchsiz	Yaxshi	Juda yaxshi
Yong‘inga chidamlilik	Yonuvchan	Xavfsiz	Xavfsiz	Xavfsiz

Xulosa qilib aytganda, o‘tkazilgan tahlillar asosida sovutish-moylash suyuqlik-larining turli asoslari (mineral moylar, emulsiyalar, yarim sintetik va sintetik suyuqliklar) o‘zining fizik-kimyoviy va ekspluatatsion xususiyatlari bilan farqlanishi aniqlandi. Har biri ma’lum sharoitlarda o‘zining afzallik va kamchiliklariga egaligi, ulardan foydalanish esa ishlov berish turi, kesish rejimlari hamda material xususiyatlariga bog‘liq holda tanlanishi o‘rganildi. Umuman olganda, suyuqlikni to‘g‘ri tanlash kesish jarayonining barqarorligini oshirishga, detal sifatini yuqori darajaga olib chiqishga, kesuvchi asbob-ning xizmat muddatini uzaytirishga, ishlab chiqarish samaradorligi hamda korxonaning iqtisodiy o‘sishini ta’minlashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Кучер, А. М. Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) при обработке резанием / А. М. Кучер. – Л.: Машиностроение, 1970.

2. Karpov I. N., Belov S. V. “Regeneration of Metalworking Fluids and Lubricants.” Moscow: Mashinostroenie, 2020.

MURAKKAB-SHAKLDOR YUZALARGA ELEKTROKIMYOVIY ISHLOV BERISH

Babayev Narimon Otabayevich, katta o‘qituvchi
Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada murakkab shakldor yuzalarga elektrokimyoviy sayqallash va elektrokimyoviy o‘lchamli ishlov berish usullari bayon qilingan.

Kalit so’zlar: murakkab shakldor yuza, mikronotekislik, mikroyoriq, elektrolit, katod, anod-zagotovka, elektrokimyoviy sayqallash, elektrokimyoviy o‘lchamli ishlov berish.

Mashinasozlikda tayyorlanadigan detallarning sirti uning ichki tuzilishiga qaraganda bir qator o‘ziga xos xususiyatlarga ega. Mashina detallarni ishlatishdagi xossalari ko‘p holatlarda materialning makroskopik mustahkamligi bilan emas, balki sirt qatlamning holati va uning fizik-mexanikaviy xossalari bilan belgilanadi.

Buyumning aniqligi va materialiga qo‘yiladigan talablarga qarab, turli ishlov berish usullari qo‘llaniladi. Ularning har biri o‘ziga xos afzalliklarga ega va ma’lum vazifalar uchun mos keladi.

Mexanik ishlov berish metall yoki plastmassa kabi qattiq materiallar uchun juda mos keladi va bir necha mikrongacha aniqlikka erishish imkonini beradi.

Yuza sifatini yaxshilash uchun ko‘pincha kimyoviy usullar qo‘llaniladi.

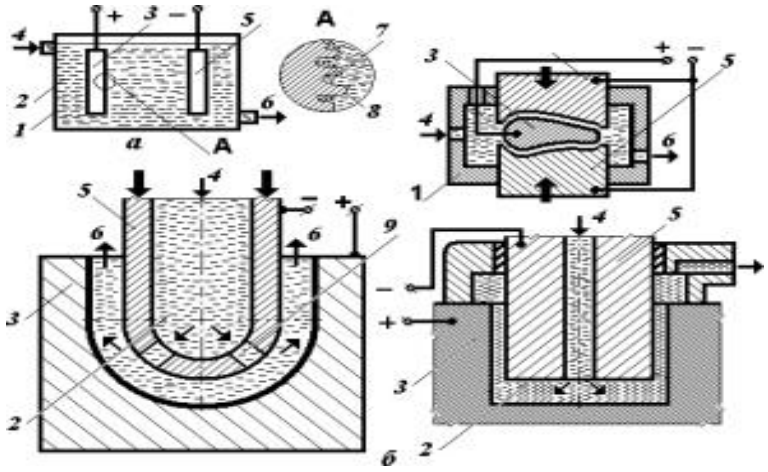
Kimyoviy ishlov berish mexanik usullar bilan erishib bo‘lmaydigan tozalikka erishish imkonini beradi. Ayniqsa, elektrokimyoviy ishlov berish orqali murakkab profilli detallarga ishlov berish iqtisodiy va texnolik jihatdan yuqori samaradorlikka ega.

Elektrokimyoviy ishlov berish elektroliz paytida mikronotekisliklarning chiqiqlari va botiqlarini anodli eritishga asoslangan. Elektrolit (2) dan (1-rasm, a) o‘zgarmas elektr toki o‘tganda, anod-zagotovka (3) ning sirtida kimyoviy reaksiyalar sodir bo‘ladi va metallning yuza qatlamlari kimyoviy birikmalarga aylanadi. Elektroliz mahsulotlari eritmaga o‘tadi yoki mexanik usulda chiqarib yuboriladi.

Elektrokimyoviy sayqallashda (1-rasm, *a)* zagotovka elektrolitli vanna (*1*) ga joylashtiriladi. Ishlov beriladigan materialga qarab, elektrolit sifatida kislota yoki ishqor eritmalari xizmat qiladi. Zagotovka anodga ulanadi. Katod (*5*) sifatida qo‘rg‘oshin, mis yoki po‘latdan yasalgan plastina xizmat qiladi Elektr zanjiri ulanganda anod materialining erishi boshlanadi.

Erish mikronotekisliklar *8* ning chiqiqlari bo‘ylab sodir (eng yuqori tok zichligi chiqiqlarning cho‘qqilarida) bo‘ladi. Erish mahsulotlari (*7)* (o‘tkazuvchanligi past bo‘lgan oksidlar yoki tuzlar) chuqurchalarni to‘ldiradi va metallning erishiga to‘sqinlik qiladi. Chiqiqlar va botiqlar bo‘yicha tanlab eritish tezligi mikronotekisliklarni tekislaydi. Ishlov berilgan yuza metalldek yaltiraydi.

Elektrokimyoviy sayqallash mikroyoriqlar chuqurligini kamaytiradi, tayyor mahsulotni deformatsiyalamaydi, strukturaning termik o‘zgarishlarini istisno qiladi. Bu usul qattiq bo‘lmagan zagotovkalarga bir vaqtning o‘zida butun yuza bo‘ylab ishlov berish imkonini beradi va kesuvchi asboblarga oxirgi ishlov berishda keng qo‘llaniladi.



1-rasm. Elektrokimyoviy ishlov berish sxemalari: a-sayqallash; b-o‘lchamga ishlov berish:
1-vanna; 2-elektrolit; 3-zagotovka; 4-elektrolitni uzatish; 5-katod;
6-elektrolitni to‘kish; 7-eritish mahsulotlari; 8-mikronotekisliklar; 9-teshik.

Elektrokimyoviy o‘lchamli ishlov berishning o‘ziga xos xususiyati (1-rasm, *b)* elektrodlararo oraliq orqali bosim ostida haydaladigan elektrolit oqimidagi elektroliz bo‘lib, u zagotovka – anod *3* va asbob – katod *5* tomonidan hosil qilinadi. Bir vaqtning o‘zida elektrolit oqimi elektroliz mahsulotlarini ishchi zonadan chiqarib yuboradi. Usul bir vaqtning o‘zida katod ta’sirida bo‘lgan zagotovkaning butun yuzasiga ishlov berish imkonini beradi (sirtning ishlov berilmaydigan qismlari izolyatsiya qilinadi). Usul bikr bo‘lmagan zagotovkalarga, murakkab-shakldor zagotovkalarga; shakldor bo‘shliqlarga yoki qiyin ishlov beriladigan materiallardagi shakldor berk (ochiq) teshiklarga ishlov berish imkonini beradi. Bo‘shliqlar yoki teshiklarga ishlov berishda elektrolit katodning ochiq yoki berk markaziy kanali bo‘ylab *9* teshiklar orqali uzatiladi.

Shakldor yuzalar, chiqiqilar, botiqlar, murakkab shaklli ichki va tashqi yuzalarni abraziv asbolar bilan sayqallash uchun murakkab profilli asboblar tayyorlash talab qilinadi. Bu, o‘z navbatida, ishlov berish tannarxining ortib ketishi olib keladi. Bu muammoning maqbul yechimi sifatida elektrokimyoviy ishlov berishni ko‘rsatish mimkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник. Под редакцией Арзамасова В.Б. и Черепахина А.А. – М., Издательский центр «Академия», 2007, 446 с.

2. Зайцев, А.Н. Электрохимическая обработка. Теория, технология, оборудование: учебное пособие / А. Н. Зайцев. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024, 636 с.

3. Babayev, N. O., Siddiqov, A. S., & Hamidov, A. S. (2023). Mashinasozlikda detallar sirtlarini puxtalashning ionli legirlash texnologiyasi: mashinasozlikda detallar sirtlarini puxtalashning ionli legirlash texnologiyasi. “*Qurilish va ta’lim*” *ilmiy jurnali*, *1*(1), 60-64.

SUYUQLIK VA GAZLARNI TASHISH UCHUN VAGON - SISTERNANING KONSTRUKSIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Begmatov Dilmurod Karimjonovich
Namangan davlat texnika universiteti, katta o‘qituvchi.
E-mail: begmatovdilmurod5@gmail.com, tel:+99(893) 4922294
Qodirjonov Samandar Baxtiyor o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti, talaba
E-mail: qodirjonovsamandar@gmail.com, tel:+99(893) 8180711

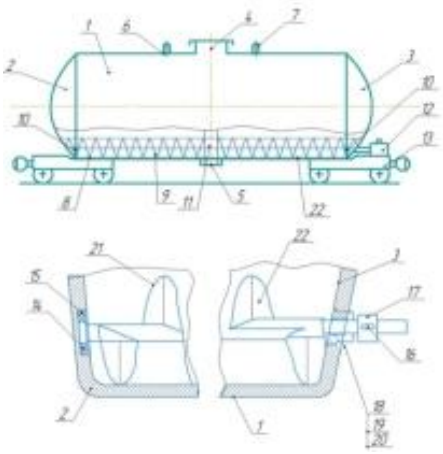
Kalit so‘zlar: texnologiya, konstruksiya, shnekli val, qovushoq, vagon-sisterna, qozon, cho‘tkasimon kurak, po‘lat, cho‘kindi, harorat, bosim, struktura, mustahkamlik.

Annotatsiya: Maqolada vagon-sisterna qozoni ostidagi cho‘kindini tozalash uchun o‘ngga va chapga aylanadigan cho‘tkasimon kuraklar bilan jihozlangan shnekli valni qo‘llash asosida takomillashgan konstruksiyasi bo‘yicha tahliliy natijalar keltirilgan.

Ma’lumki, xalq xo‘jaligi ehtiyojini qondirish maqsadida bir joyda ishlab chiqarilgan yoki qazib olingan suyuq yoki gazlarni temiryo‘l orqali vagon - sisternalarda boshqa joyga yetkazib beriladi.

Bunday yuklarga neft mahsulotlarini, shakar siropini, kislota va ishqorlarni misol keltirish mumkin. Bunday yuklar vagon - sisternalarda ma’lum vaqt saqlanganligi yoki tashish davomida ma’lum vaqt o‘tishi hisobiga sisterna qozoni ostida cho‘kindi hosil bo‘ladi.

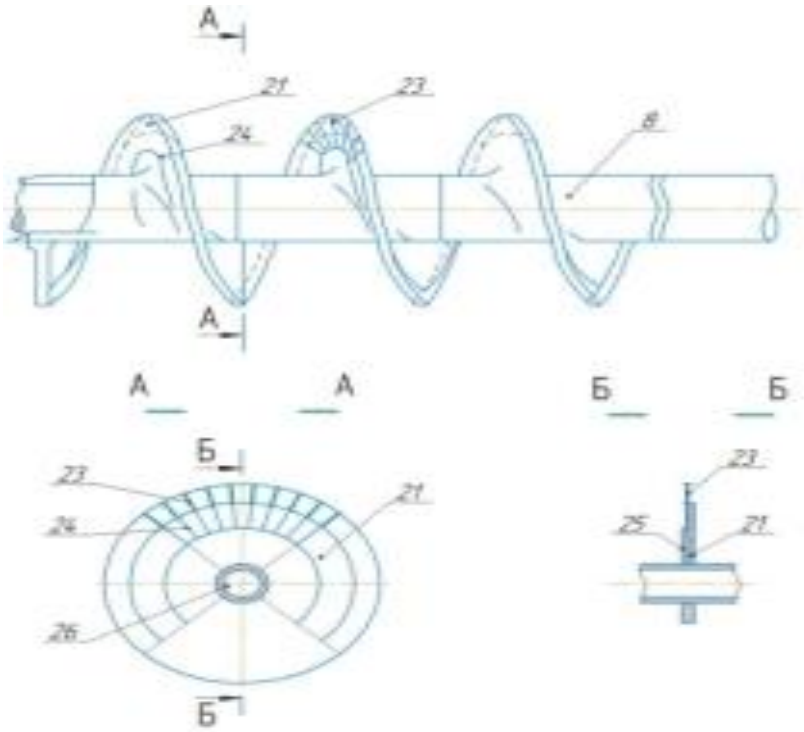
Suyuq va kam qovushoq yuklarni tashishga mo‘ljallangan vagonlar ramaga o‘rnatib mahkamlangan sisterna qozonidan, yuklarni sisternaga yuklash va undan tushirib olishga mo‘ljallangan qurilmadan va zich yopiladigan qopqoqdan tashkil topgan bo‘ladi. Bunda yuklash va tushirish qurilmasi qozonning ostida joylashgan shnekli val shaklida tayyorlangan va ushbu valning uchi uni aylantiruvchi yuritmaga ulangan bo‘ladi. Ushbu yuklash va tushirish qurilmasi faqat yuklarni sisternaga yuklashda va tushirishda harakatga keladi. Tashiladigan yukning xususiyatidan kelib chiqib, undan ajraladigan cho‘kindi vaqt o‘tishi bilan sisterna ostida qotib qolishi mumkin. Bu, o‘z navbatida, shnekli valning me’yorda ishlashiga zarar yetkazishi mumkin [2].



1-rasm. Shnekli vali takomillashtirilgan vagon - sisterna. 1-vagon - sisternaning qozoni; 2 va 3-qozonning ikki yon tomonlari; 4-zich yopiladigan ustki qopqog‘i; 5-yukni tushirish qurilmasi; 6 va 7-saqlash klapanlari; 8-shnekli val; 9-shnekning spiralsimon qanotlari; 10-oraliq tayanch; 11-o‘rta tayanch; 12-elektr yuritgich; 13-vagon aravasi; 14-podshipnik; 15-podshipnik oboymasi; 16-shponka; 17-mufta; 18-qopqoq; 19-salnik; 20-vtulka; 21 va 22- shnekning chap va o‘ng qanotlari.

Vagon – sisternalarni payvandlab tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish ustida olib borilgan tadqiqotlarimiz natijasida hamda shnekli val konstruksiyasini takomillashtirish va uning ishonchliligini oshirish maqsadida quyidagilar amalga oshirildi (1-rasm).

Bunda qozon ostida hosil bo‘ladigan cho‘kindilardan tozalash uchun shnekli valning o‘ng va chap qanotlarining tashqi qismiga cho‘tka o‘rnatiladi. Ushbu cho‘tkalar elastik-deformatsiyalanuvchi po‘lat simlardan tayyorlanadi va ular shnekka listsimon qo‘yilma yordamida nuqtali kontakt payvandlanadi (2-rasm).



2-rasm. Takomillashtirilgan shnekning sxemasi.
23-cho‘tkasimon kurak; 24- elastik-deformatsiyalanuvchi po‘lat simlar; 25-listsimon qo‘yilma; 26-takomillashtirilgan shnekni valga o‘rnatish uchun teshik.

Takomillashtirilgan temiryo‘l vagon – sisternasi quyidagicha ishlaydi. Yuklangan vagon – sisterna kerakli manzilga yetib kelganidan so‘ng yukni tushirish qurilmasi ochiladi. Keyin kompressor yordamida vagon – sisterna ichiga siqilgan havo yuboriladi va aravaga o‘rnatilgan elektr yuritgich orqali spiralsimon qanotlarga cho‘tkali shnekli val aylanma harakatga keltiriladi. Natijada suyuq yukni tushirish qurilmasi tomon siljiydi. Bunda shnekli valning chap qismi chapga, o‘ng qismi esa, o‘ngga aylanadi. Natijada, shnekning qanotlari ustiga payvandlab mahkamlangan elastik-deformatsiyalanuvchi po‘-lat simlardan iborat cho‘tkasimon kurak sisterna qozoni ostiga cho‘kib qolgan cho‘kin-dilarni suyuq yukka aralashtirib yuboradi va qozonni to‘la tozalanishini ta’minlaydi.

Shunday qilib o‘ngga va chapga aylanadigan cho‘tkasimon kuraklar bilan jihozlanib takomillashtirilgan shnekli valni qo‘llash vagon - sisternani suyuq yukdan tez va sifatli bo‘shatish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. K. Qosimov., M.T. Mansurov., D. Begmatov., U. Xaydarov. Specific Properties of Welding Chromium-Nickel Steels. Academic Journal of Digital Economics and Stability Volume 9, ISSN 2697–2212, September 2021. 65-69 peg. Online: https://academicjournal.io

2. Patent Uz IAP 7845. Suyuq va yopishqoqligi past bo‘lgan yuklarni tashish uchun temiryo‘l sisternyasi// Rasmiy axborotnoma. 2024 Byul. №11.

3. D.K. Begmatov, U.Y. Xaydarov. Technology of Welding Metal Products Under Flux Layer. Eurasian Journal of Engineering and Technology. Vol. 5, ISSN: 2795–7640, April 2022. p. 45–49.

4. K. Qosimov., M.T. Mansurov., D. Begmatov., U. Xaydarov. Technological Features of Surfacing of Working Bodies Under a Layer of Flux. Academic Journal of Digital Economics and Stability Volume 9, ISSN 2697-2212, September 2021. 59–63 peg. Online: https://academicjournal.io

5. M.M. Ubaydullayev., Sh.A. Karimov., Sh.M. Shakirov., R. Qudratov., G‘.M. Parmonov. Use of Carbon Materials as a Heating Element. European multidisciplinary journal of modern science. Vol. 6, Issue 8, June 2022. p. 671–677.

6. K. Z. Qosimov., D.K. Begmatov. Flyus qatlami ostida payvandlangan namunalarni mikrostrukturasini tahlil qilish texnologiyasini takomillashtirish. “Fan va innovatsiya – 2023: rivojlanish va ustuvor yo‘nalishlari” Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. 20–22-oktyabr, 2023-yil, 124–126-betlar.

7. M.M. Ubaydullayev, K. Abdullayev, D. Begmatov, S.M. Abduvaliyev, B.D. Muxammadaliyev, Uglerod asosli elektr cho‘tka materiallarni olish. “Texnika va texnologiyalar rivojining istiqbollari: muammolar va yechimlar” mavzusidagi Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. 18-oktyabr, 2023-yil, 99–101 betlar.

8. Toyo Tanso Co. Features of Special Graphite Products. Elektronnыy resurs http://www.ttu.com/1.Special graphite eg.pdf

9. S. Shuxrat, A. Akmal, U. Mamasidiq, & Bohodir, E. (2022). determination of the effect of temperature on the graphitization process of amorphous carbon materials. Conferencea, 284–288.

10. M.M. Ubaydullayev, & N.N. Isroilov, (2023). Mahalliy xomashyolar asosida olingan uglerod asosli materiallarni xossalarini tatqiq qilish usullari: mahalliy xomashyolar asosida olingan uglerod asosli materiallarni xossalarini tatqiq qilish usullari. “Qurilish va ta’lim” ilmiy jurnali, 1(1), 245–248.

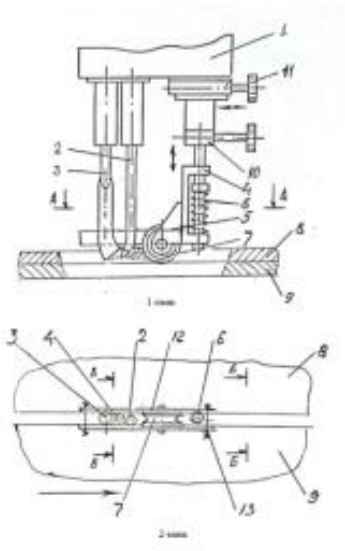
11. Ahmadjonov, M., & Ubaydullayev, M. (2023). prospects of obtaining mineral powder based on local raw materials: prospects of obtaining mineral powder based on local raw materials. “Qurilish va ta’lim” ilmiy jurnali, 1(1), 296–298.

FLYUS QATLAMI OSTIDA YOYLI PAYVANDLASH QURILMASI

Begmatov Dilmurod Karimjonovich
Namangan davlat texnika universiteti, katta o‘qituvchi.
E-mail: begmatovdilmurod5@gmail.com, tel:+99(893) 4922294
Abdusattorov Diyorbek Alisher o‘g‘li
Namangan davlat texnika universitet, talaba
E-mail: abdusattorovdiyorbek555@gmail.com, tel:+99(850)7305282

Kalit so‘zlar: texnologiya, konstruksiya, fiyus, uskuna, sisterna, elektrod sim, apparat, payvandlash qurilmasi, erish zonasi, ishchi asbob, kallak.

Annotatsiya: Maqolada Flyus qatlami ostida payvandlash qurilmasini takomillashtirish orqali yirik gabaritli buyumlarni payvandlash bo‘yicha tahliliy natijalar keltirilgan.



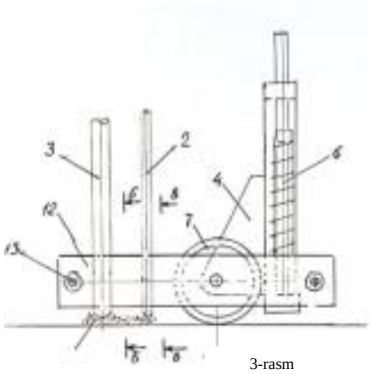
Flyus qatlami ostida payvandlash uskunasiga taalluqli bo‘lib, yirik gabaritli buyumlarni, masalan, ekskavator cho‘michlarini, temiryo‘l sisternalarini payvandlashda qo‘llanilishi mumkin, ular qalin devorli listlardan tayyorlanadi, tor bo‘laklarga ega yoki l=2-5 mm oraliq bilan joylashtirilgan payvandlanadigan listlar.

Flyus ostida payvandlash suzuvchi elektrod bilan mexanizatsiyalashgan yoyli payvandlashning eng keng tarqalgan usulidir. Bunda katta uzunlikdagi elektrod simi ishlatiladi, u buklama shaklida o‘raladi va yoy zonasiga avtomatik ravishda erish, shuningdek, payvandlanadigan qirralar bo‘ylab siljish jarayonida uzatiladi.

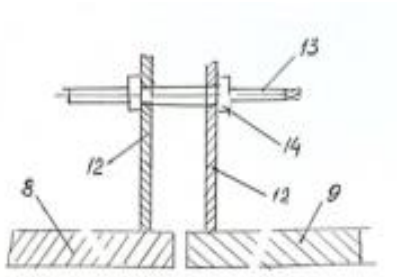
Flyusni eritish zonasiga uzatuvchi kallakli payvandlash apparatini bir vaqtning o‘zida mexanik siljitish bilan flyus ostida payvandlash usuli ma’lum. Ma’lum usulning kamchiligi shundaki, qo‘llaniladigan apparat eritish zonasiga flyusni bir tekisda uzatishni ta’minlamaydi, bu esa uzatilayotgan flyus porsiyasining yoyilma kengligi bo‘ylab yoyilishi, chokning ochilib qolishi va payvandlash texnologiyasining buzilishi, payvandlanayotgan chokning mexanik nuqsonlar va ehtimoliy yoriqlar bilan notekis hosil bo‘lishi bilan bog‘liq.

Tadqiqotimiz vazifasi simli elektrodning erish zonasiga flyusning barqaror va bir tekis uzatilishini ta’minlovchi payvandlash avtomatining kallagini takomillashtirishdan iborat.

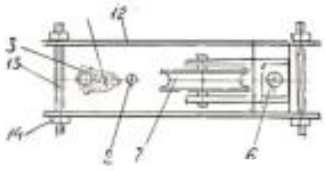
Ko‘rsatilgan vazifa shu bilan bajariladiki, flyus ostida payvandlashning ma’lum usulida payvandlash apparati mavjud bo‘lib, u simli elektrodning erish zonasiga avtomatik ravishda flyus uzatuvchi nasadkali kallak bilan ta’minlangan, kallak qo‘shimcha ravishda rostlanadigan tirqish hosil qilish imkoniyati bilan plastinalarning rezbali shpilkasiga mahkamlangan holda bajarilgan bortli cheklagich bilan ta’minlangan, bunda shpilkalar rezbaning har tomonlama yo‘nalishi bilan bajarilgan, bortli cheklagich esa flyus uzatish oldida joylashgan.



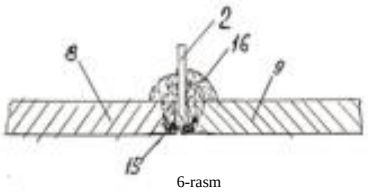
3-rasm



5-rasm



4-rasm



6-rasm

Tadqiqot mohiyati rasmlar bilan tasvirlangan bo‘lib, 1-rasmda flyus qatlami ostida yoyli payvandlash uchun qurilmaning umumiy ko‘rinishi tasvirlangan; 2-rasmda 1-rasmdagi tasvirning A-A kesimi; 3-rasmda flyusni joylashtirish uchun qurilmaning o‘zi kattalashtirilgan masshtabda ko‘rsatilgan; 4-rasmda xuddi shunday, yuqoridan ko‘rinishi; 5-rasmda 3-rasmdagi tasvirning B-B kesimi; 6-rasmda 3-rasmdagi tasvirning V-V kesimi ko‘rsatilgan.

Flyus qatlami ostida yoyli payvandlash qurilmasi flyus uzatish uchun kallak (2) va nasadka (3) li payvandlash apparati (1) ning o‘zini o‘z ichiga oladi. Payvandlash apparati (1) orqasida kallak 2 orqasida yuqoriga-pastga va o‘ngga-chapga siljish imkoniyati bilan shtanga (4) o‘rnatilgan bo‘lib, u ponasimon charxlangan (7) erkin aylanuvchi disk ko‘rinishida bajarilgan ish asbobi (6) bilan prujinalangan kronshteyn 5 ni ko‘tarib turadi. Ishchi asbob 6 ning payvandlanadigan listlar (8) va (9) ga nisbatan holati korrektorlar (10) va (11) bilan rostlanadi. Varaqlar (8) va (9) ustida payvandlanadigan chok ustida flyus qatlami ostida yoy yordamida payvandlash uchun biz tomonimizdan modifikatsiyalangan qurilma joylashgan bo‘lib, u flyusni uzatish uchun uchlik 3 oldida joylashgan va rezbaning qarama-qarshi yo‘nalishiga ega bo‘lgan gayka (14) li ikkita shpilka 13 vositasida masofani o‘zgartirish imkoniyati bilan o‘zaro mahkamlangan ikkita plastina 12 ni o‘z ichiga oladi.

Ikki listli flyus qatlami ostida yoyli payvandlash qurilmasi quyidagicha amalga oshiriladi.

Payvandlash boshlanishidan oldin ishchi asbob (6) kallak (2) dan shlak zonasida bo‘ladigan masofada o‘rnatiladi. Buning uchun shpilka (13) ni aylantirib, plastinalar (12) ni l=2-5 mm masofada, ya’ni disk (7) ning eniga ponasimon charxlangan holda o‘rnatiladi. Bunda disk (7) bo‘lajak payvand chokni yopishi, plastinalar (12) esa flyusning payvand chok bo‘ylab kengayish (yoyilish) zonasini yopishi kerak. Boshqa qalinlikdagi listlarni payvandlashda shpilkalar (13) ni u yoki bu tomonga burab,

plastinalar (12) ning holati o‘zgartiriladi. Rezbaning chap va o‘ng yo‘nalishi bunga yordam beradi.

Shunday qilib, qurilmaning universalligi uni turli qalinlikdagi listlarni payvandlashda qo‘llashdan iborat.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. K. Qosimov., M.T. Mansurov., D. Begmatov., U. Xaydarov. Specific Properties of Welding Chromium-Nickel Steels. Academic Journal of Digital Economics and Stability Volume 9, ISSN 2697–2212, September 2021. 65–69 peg. Online: https://academic journal.io

2. В.Н.Волченко, В.М.Ямпольский, В.А.Винокуров Теория сварочных процессов: Учебник для вузов по специальности «Оборудования и технология сварочного производства»//Под редакцией В.В.Фролова.-Москва: Высшая школа, 1988, 559 с. (313–405 с)

3. Patent Uz IAP 7845. Suyuq va yopishqoqligi past bo‘lgan yuklarni tashish uchun temir yo‘l sisternyasi// Rasmiy axborotnoma. 2024 Byul. №11.

4. D.K. Begmatov, U.Y. Xaydarov. Technology of Welding Metal Products Under Flux Layer. Eurasian Journal of Engineering and Technology. Vol. 5, ISSN: 2795-7640, April 2022, p. 45–49.

5. K. Qosimov, M.T. Mansurov, D. Begmatov, U. Xaydarov. Technological Features of Surfacing of Working Bodies Under a Layer of Flux. Academic Journal of Digital Economics and Stability Volume 9, ISSN 2697–2212, September 2021. 59–63 peg. Online: https://academicjournal.io

6. M.M. Ubaydullayev, Sh.A. Karimov, Sh.M. Shakirov, R. Qudratov, G‘.M. Parmonov. Use of Carbon Materials as a Heating Element. European multidisciplinary journal of modern science. Vol. 6, Issue 8, June 2022, p. 671–677.

7. K. Z. Qosimov., D.K. Begmatov. Flyus qatlami ostida payvandlangan namunalarni mikrostrukturasini tahlil qilish texnologiyasini takomillashtirish. “Fan va innovatsiya – 2023: rivojlanish va ustuvor yo‘nalishlari” Respublika ilmiy-amaliy konferentsiya materiallari to‘plami. 20–22-oktyabr, 2023-yil, 124–126-betlar.

8. Ubaydullayev, M. M., Abdullayev, K., Begmatov, D., Abduvaliyev, S. M., Muxammadaliyev, B. D. Uglerod asosli elektr cho‘tka materiallarni olish. “Texnika va texnologiyalar rivojining istiqbollari: muammolar va yechimlar” mavzusidagi Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. 18-oktyabr, 2023-yil, 99–101 betlar.

9. Toyo Tanso Co. Features of Special Graphite Products. Elektronnыy resurs http://www.ttu.com/1.Special graphite eg.pdf

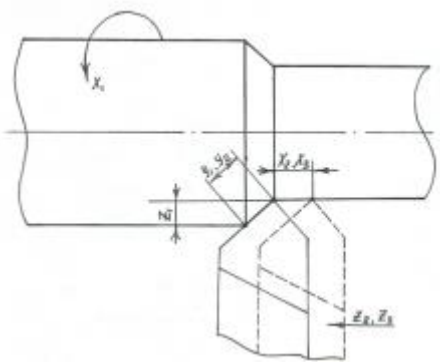
MEXANIK ISHLOV BERISH ANIQLIGINI TA'MINLASHDA AVTOMATIK BOSHQARISH VA HISOBLASH MUAMMOLARI

Asatillayev Yo'ldashali Malikovich, texnika fanlari nomzodi, dotsent
Namangan davlat texnika universiteti, Namangan shahri
tel. 93-272-27-05, e-mail: asatillaevyuldashali@gmail.com
(4-sho'ba. Mashinasozlikda innovatsion energiya va resurstejamkor texnologiyalar).

Kirish. Avtomatlashtirilgan va moslanuvchan dastgohlarda ishlov berish aniqligi kesuvchi asbobning turg'unligiga bog'liq. Kesuvchi asbob yeyilgan hollarda ishlov berilgan yuzalarning o'lchamlari belgilangan chegaralardan chetga chiqadi. Agar asbobning kesuvchi qirrasi singan bo'lsa, dastgohga ortiqcha kuch ta'sir qiladi. Detalga mexanik ishlov berish aniqligini ta'minlash uchun kesuvchi asbobning turg'unlik muddatini, uning ishlov berish vaqtida aniq nazorat qiladigan avtomatik boshqarish va hisoblash usullarini va qurilmalarini loyihalash va ishlab chiqish kerak.

Kesuvchi asbob o'zining ishlash muddatini bajarib bo'lgach, avtomatik tarzda yangisiga almashtiriladi. Bu usulning kamchiligi kesuvchi asbobning turg'unlik chegarasini hisoblab topishda, yo'l qo'yilgan xatolik natijasida yaroqsiz asbob bilan yuzaga sifatsiz ishlov beriladi [1,2].

Detalga mexanik kesib ishlov berishda boshqarish va nazorat qilish ishlarini axborot-nazorat jarayoni sifatida ko'rish, tadqiqot ishini aniq yechimga olib keladi. Ishlov berishdagi boshqarish va nazorat qilish quyidagi 1- rasmda keltirilgan.



1- rasm. Detalga kesib ishlov berishda ishlanayotgan yuzada kesuvchi asbobga ta'sir ko'rsatuvchi boshqariladigan va nazorat qilinadigan kattaliklar.

Ikki koordinatali tokarlik RDB dastgohining detalga ishlov berish jarayonida, kesuvchi asbobga ta'sir ko'rsatuvchi boshqariladigan va nazorat qilinadigan kattaliklar quyidagilar:

x_1 – detalning aylanish tezligi;

x_2, x_3 – kesuvchi asbob joyining o'zgarishi.

Boshqariluvchi ta'sir etuvchi o'zgaruvchilar :

u_1 – shpindelni aylantiruvchi kuch;

u_2, u_3 – ikkita o‘q bo‘yicha supportning harakatini amalga oshiruvchi kuch ;

Nazorat qilinuvchi o‘zgaruvchilar:

z_1 – kesish chuqurligining o‘zgarishi;

z_2, z_3 – koordinatalar bo‘yicha keskich holatini o‘zgarishi.

Rostlanuvchi o‘zgaruvchilar:

y_1 – kesuvchi asbobning yeyilishi;

y_2 – detal materialining qattiqligini o‘zgarishi;

y_3 – dastgohni yurgizuvchi mexanizmlarida hosil bo‘ladigan kuchlar [2,3,4].

Ishlov berish jarayonida holat o‘zgartiruvchilari quyidagidan iborat bo‘lib, kesish nuqtasidagi kesuvchi asbobning keyingi harakatini aniqlash uchun

$$x = \{x_1(t), x_2(t), \ldots, x_n(t)\} \quad (1)$$

zarur bo‘lgan, boshlang‘ich va hozirgi holati tushuniladi.

Boshqariluvchi o‘zgaruvchilar quyidagilar

$$U = \{u_1(t), u_2(t), \ldots, u_n(t)\} \quad (2)$$

kesuvchi asbobga tashqi sharoitlarni yuzaga keltiruvchi ta’sir etuvchilar.

Nazorat qilinuvchi o‘zgaruvchilar :

$$Z = \{z_1(t), z_2(t), \ldots, z_n(t)\} \quad (3)$$

natija yoki rostlanuvchi o‘zgaruvchilar :

$$Y = \{y_1(t), y_2(t), \ldots, y_n(t)\} \quad (4)$$

Dastohning harakati natijasida ta’sirlanuvchi boshqariluvchi o‘lchamlari t vaqtda X_0 boshlang‘ich holati va U_0, Z_0 vektorlar yordamida aniqlanadi :

$$X(t) = F\{X_0; U_0; Z_0\} \quad (5)$$

$$DX(t) = F\{X; U; t\} \quad (6)$$

(3) formulada Z chetlanuvchi vektorning ta’siri t vaqtga bog‘liq.

Boshqarish maqsadi uning ko‘rsatkichi bo‘lgan ekstremumga erishish

$$H = H\{X; U; Z\} \quad (7)$$

zaruriyati bilan aniqlanadi.

Boshqarish muammosining yechilishi dastgohdagi texnologik jarayonlarni ichki xususiyatlari hosil qiladigan chetlanishlar va bog‘lanishlarni qanoatlantiradigan holda quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$H = H\{X; U; Z\} = extremum \quad (8)$$

O‘rganilayotgan masalaning murakkabligidan, uni yechishda ketma-ket yaqin-lashish usuli qo‘llaniladi. Bunda birinchi bosqich muvofiqlashtirilgan (boshqarish jarayonining muhim xususiyatlarini hisobga oluvchi) holatda yechiladi va haqiqiy

boshqarish vektori topiladi. Ikkinchi bosqich dastlabki yechimdan juda kam farqlanuvchi va shuning bilan birga jarayonda foydalaniladigan yechim topiladi.

Ishlov berish jarayonining barqaror yechimining dastlabki yechimdan farqini miqdoriy ifodalash uchun boshqarish sifat ko‘rsatkichi kattaligi kiritiladi:

$$L = L(H_{ud} - H) \tag{9}$$

bu yerda, H_{ud} – dastlabki boshqarish ko‘rsatkichi ekstremumi,

H – haqiqiy boshqarish maqsadi ko‘rsatkichining qiymati.

Texnologik jarayonni avtomatik boshqarishning matematik yechimini differensial tenglamalar ko‘rinishida yozish juda murakkab. Soddalashtirish uchun, detalga ishlov berish jarayoni elementlarga bo‘linadi va ular orasidagi bog‘lanishlarga matematik yechim beriladi [4,5,6].

Bunda boshqariladigan elementlar tenglamasi ishlov berish jarayonida sodir bo‘luvchi fizik-mexanik qonuniyatlar asosida tuziladi:

– detal bilan kesuvchi asbob urinishi nuqtasidagi o‘zgarish bilan bog‘liq jarayonlar uchun, moddaning saqlanish qonuni qo‘llaniladi va material balansi tenglamasi olinadi;

– kesish nuqtasida energiyaning o‘zgarishi bilan bog‘liq jarayonlar uchun energiyaning saqlanish qonuni qo‘llaniladi va issiqlik balansi tenglamasi olinadi;

– detal yuzasiga kesuvchi asbobning bosim bilan urinishi holatini mexanik chetlashish jarayoni bilan bog‘liq bo‘lgani uchun, Nyuton qonunlari qo‘llaniladi. Bunda aylanuvchi jismlar uchun Dalamber tenglamasi olinadi [6,7].

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. D.A. Miraxmedov. Avtomatik boshqarish nazariyasi: Oliy texnika o‘quv yurtlari talabalari uchun darslik. – T.: O‘zbekiston, 1992, 285 b.

2. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие / Ю. А. Бондаренко, А. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе, М. А. Федоренко. - 3-изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ. 2016, 292 с.

3. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и. доп. – М.: Машиностроение, 2001, 236 с.

4. Кишуров В. М. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп./ В. М. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. Изд. «Лань», 2018, 216 с.

5. Асатиллаев Й. М., Оптимизация параметров резания в зависимости от глубины резания и подачи / Асатиллаев Й. М., Мухторов С. А. – Научно - технический журнал ФерПИ, 2020. - Т. 24, спец. вып. №3. стр.142–146.

6. Malikovich, A. Y. (2021). Methods for Optimizing the Dynamic Characteristics of the Main Elements of Machine tools during Cutting. Design Engineering, pp. 57–69.

7. Y.M. Asatillayev. Kesuvchi asbobning ishlash muddatini oshirishda kimyoviy-termik ishlash usullaridan foydalanishning samaradorligi / Y.M. Asatillayev, O.N. Toshpo‘latov, Sh.N. Fozilov. // Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali. NamMQI. - 2022. №2. 182-186 b.

SUSTAINABLE RECYCLING METHODS FOR TECHNOLOGICAL RESIDUES IN THE SECONDARY ALUMINUM INDUSTRY

Mahmudov Fakhriddin PhD student, Tashkent State Technical University
Tursunov Nodirjon Qayumjonovich, Tashkent State Transport Department.

Abstract. The secondary aluminum industry produces substantial quantities of hazardous technological residues such as dross, salt slag, and ashes, which contain valuable metallic aluminum and harmful contaminants. Traditional disposal in landfills is environmentally harmful and economically costly. This thesis explores innovative recycling methods aimed at converting these residues into valuable products while minimizing environmental impact.

Introduction. Technological residues from the secondary aluminum industry are complex wastes containing soluble salts, metal oxides, carbides, sulfides, and entrapped metallic aluminum. When exposed to water, these wastes can release flammable and toxic gases, making disposal problematic and hazardous. The global aluminum industry faces significant costs associated with traditional landfill disposal, motivating the search for sustainable recycling alternatives. Under EU regulation pressures and rising expenses, it is imperative to develop processes that recover valuable components from residues and reduce environmental footprint.

Residue Characterization and Process Influence. Initial steps involved sampling residues from three secondary aluminum processors in Romania–SC ALMET SA Năvodari, SC FABRIMIXT SA Câmpina, and SC GEORGE IMPEX SRL Potcoava–each employing similar furnace technologies but varying in feedstock and processing techniques. Analyses revealed that technological residue quantities depended largely on the quality and type of starting materials, ranging from approximately 18% to 57% by weight. Chemical characterization showed discrepancies in residue composition: ALMET residues contained about 45% aluminum compounds (aluminum nitride, spinelide, corundum) indicating suitability for refractory and fireproof materials. FABRIMIXT and GEORGE IMPEX residues contained higher metallic aluminum content, highlighting potential for aluminum recovery and by-product production such as aluminum sulphate or hydroxide. The mineralogical complexity necessitates specialized processing to separate insoluble solids and capture metallic elements selectively, creating challenges but also opportunities for targeted valorization.

Soluble Salt Removal from Salt Slag. Salt slags, laden with soluble sodium and potassium salts, were subjected to washing experiments under defined conditions. Using counter-current washing with simultaneous grinding at 40°C and a solid-to-liquid ratio of 1:1, approximately 70% potassium chloride and 75% sodium chloride were effectively

removed. Salt recovery through evaporation and controlled cooling further allowed crystallization of high-purity NaCl and KCl. This process not only enables salt recycling but also renders the residual solid fraction less hazardous and more amenable for further applications.



Aluminum Recovery via Sulfuric Acid Leaching. Recovering metallic aluminum from residues is crucial for economic and environmental sustainability. Experiments involved leaching homogenized dross mixtures using sulfuric acid under varying parameters–reaction time, temperature (80–120°C), acid concentration (5–55%), acid excess, and solid-to-liquid ratios. Key findings include: Aluminum leaching efficiency increased with temperature up to 110°C and acid concentration up to 55%, reaching over 80% relative to soluble aluminum content. An acid excess of about 20% optimized aluminum extraction, while too much acid decreased efficiency. Iron and other metals also leached, sometimes re-precipitating over time, indicating the need for purification steps. One-step leaching was generally more effective than two-step processes. Optimal solid-to-liquid ratios (~1:8) avoided premature crystallization and maintained good filtration properties. These results provide a foundation for a complex ecological aluminum recovery technology producing aluminum sulphate coagulants useful in various industrial applications.

Conclusions. This thesis demonstrates that secondary aluminum industry residues, traditionally viewed as waste, can be transformed into valuable materials through tailored processing steps. Key conclusions are: Secondary aluminum dross can be integrated into foundry moulding mixtures with appropriate binders, providing refractory and energetic benefits. Soluble salts like NaCl and KCl can be efficiently separated and recycled from salt slags using controlled washing and crystallization. Aluminum metal recovery through sulfuric acid leaching achieves high efficiency, producing aluminum sulphate solutions suitable for coagulant applications. Continued research is necessary to fine-tune these processes, optimize material mixtures, and scale technologies for industrial deployment. The sustainable management of these residues aligns with circular economy goals, reduces environmental hazards, and enhances economic viability in Romania's secondary aluminum sector.

References

1. Sarada B. N., Murthy P. L. S., Ugrasen G. Hardness and wear characteristics of hybrid aluminium metal matrix composites produced by stir casting technique //Materials Today: Proceedings. – 2015. – Т. 2. – №. 4-5. – С. 2878-2885.

2. Nodir, T., Sarvar, T., Kamaldjan, K., Shirinkhon, T., Shavkat, A., & Mukhammadali, A. (2022). THE EFFECT OF LITHIUM CONTENT ON THE MASS

OF THE PART WHEN ALLOYED WITH LITHIUM ALUMINUM. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 2022(11), 52–56. https://doi.org/10.17683/ijomam/issue11.7

3. Sarvar T., Nodir T., Sharofuddin M. Changes in the Hardness of Aluminum Alloys in the Influence of Lithium //Eurasian Journal of Engineering and Technology. – 2022. – T. 8. – C. 56-60.

METALL VA QOTISHMALARNING SUYUQ OQUVCHANLIGI TA'SIR ETUVCHI FAKTORLARNI TAHLIL QILISH

Saidmaxamadov Nosir Mo'ysininalayevich, t.f.d., dotsent
Bekchanova Valida Baxram qizi, t.f.f.d., PhD
Adxamov Xusniddin Zuxriddin o'g'li, tayanch doktorant
Namangan davlat texnika universiteti

Kirish. Metall va qotishmalarni quyma usulida shakllantirish zamonaviy mashinasozlik va metallurgiya sanoatining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Quyma mahsulotlarning sifati, ularning geometrik aniqligi, ichki tuzilishi va ekspluatatsion xossalari ko'p jihatdan suyuq metallning qolip bo'shlig'ini to'ldirish qobiliyatiga bog'liqdir. Ayniqsa, yupqa devorli va murakkab shaklli detallarni olishda metallning suyuq oquvchanligi hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi [1].

Suyuq oquvchanlik metallning faqat fizik xossasi bo'lib qolmay, balki metall tarkibi, quyish harorati, qolip materiali va quyish sharoitlari bilan chambarchas bog'liq bo'lgan murakkab texnologik ko'rsatkichdir. Shu sababli, yangi qotishmalarni ishlab chiqishda va mavjud texnologiyalarni takomillashtirishda oquvchanlikni chuqur o'rganish zarur hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotda metall va qotishmalarning suyuq oquvchanligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar – metall tarkibi va xossalari hamda qolip bilan bog'liq sharoitlar kompleks ravishda tahlil qilinadi. Bu esa quyma mahsulot sifatini oshirish, nuqsonlarni kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini yaxshilash imkonini beradi.

Asosiy qism. Suyuqlantirilgan metallni qolipga quyish va qolip bo'shlig'ini yaxshi to'ldirish metall quyishda juda muhim hisoblanadi. Chunki suyuq metallning xatti-harakati va uning sovishi quyma shaklini to'g'ri shakllanganligini va quyma ichki nuqsonlardan xoli bo'lishini ta'minlaydi. Shunday qilib, metall va qotishmalarning oquvchanligi juda muhim hisoblanadi. Quyma mahsulotlarning umumiy mustahkamligi va sirt xossalariga ta'siri katta hisoblanadi. Yangi markadagi qotishma tarkibidan kelib chiqib, uning suyuq oquvchanligini aniqlanishi kerak, shunda sifatli quyma olish operatsiyalari uchun ma'lum bir dasturda bir nechta ekvivalent kompozitsiyalar orasidan eng yaxshi oquvchanlikka ega bo'lgan qotishmani tanlab olishi mumkin. Bu yupqa devorli va murakkab shaklli quyma mahsulotlarini quyib olishda quymakorlik ishlab chiqarish korxonalarida alohida ahamiyatga ega hisoblanadi. Shunday qilib, suyuq

metallni oquvchanligi qum-gilli qolipning murakkablik darajasiga bog‘liq holda to‘g‘ri tanlash quyma mahsulotning nuqsonsiz chiqishini ta’minlaydi [2].

Suyuqlik tushunchasi va terminologiyasi. Odatda, quyish amaliyotida murakkab shakldagi qum-gilli qoliplarni to‘ldirishda, ayniqsa yupqa devorli quyma qismlarini o‘z ichiga olgan ba’zi qotishmalar qolip bo‘shlig‘ini to‘ldiradi va boshqa qotishmalarga qaraganda tayyor quyma mahsulotlarini ko‘paytiradi. Suyuq metall yoki qotishmalarning o‘ziga xos xossalari tadqiqotchilar tomonidan quymaning oquvchanligi yoki suyuq oquvchanlik deb nomlanadi. Oquvchanlikning bu sifati ko‘p sonli o‘zgarishiga ta’sir qiladigan murakkab xossasi hisoblanadi. Shuning uchun u “oquvchanlik xossasi”, “oqim qobiliyati’, “quyish qobiliyati”, “quymaning oquvchanligi” yoki “quyma qobiliyati” deb ta’riflangan, chunki bunday sovutish uning keyingi oqimiga to‘sqinlik qilishi mumkin. Metallurgiyani qo‘llash uchun suyuqlikni fiziklar tomonidan belgilangan yopishqoqlikning o‘zaro samaradorligi sifatida qabul qilish mumkin emas, aksincha, bu metallning turli xil metall va qum-gilli qolip bilan bog‘liq xususiyatlariga tegishli bo‘lgan murakkab sifat hisoblanadi.

Oquvchanlikka ta’sir qiluvchi omillar. Ko‘p jarayonlarni o‘zgarishi quymaning oquvchanligiga ta’sir qildi. Odatda, suyuqlikka ta’sir qiluvchi metallning xossalari yopishqoqlik, sirt tarangligi, sirt oksidi plyonkasining xarakteri, qotishmani tarkibi, ma’lum qotishma qotib qolish usuli, o‘ta qizib ketish, o‘ziga xos og‘irligi va erish nuqtasidir [3]. Shuning uchun bu o‘zgaruvchilarning barchasi ikkita keng toifaga bo‘linishi mumkin.

Xulosa. Metall va qotishmalarning suyuq oquvchanligi quyma ishlab chiqarish jarayonida muhim texnologik ko‘rsatkich bo‘lib, u quyma mahsulotning shakllanishi va sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. O‘rganishlar shuni ko‘rsatadiki, oquvchanlikka ta’sir qiluvchi omillar asosan ikki guruhga – metall bilan bog‘liq va qolip bilan bog‘liq omillarga ajratiladi.

Metallning yopishqoqligi, sirt tarangligi, kimyoviy tarkibi, oksid plyonkalari va quyish harorati uning oqim qobiliyatini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi. Shu bilan birga, qolipning materiali, gaz o‘tkazuvchanligi, issiqlik o‘tkazuvchanligi va geometrik murakkabligi ham metallning qolipni to‘ldirish jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Natijada, suyuq oquvchanlikni to‘g‘ri baholash va boshqarish orqali yupqa devorli hamda murakkab shaklli quyma detallarni nuqsonsiz olish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va material resurslaridan oqilona foydalanish imkoniyati yaratiladi. Shu bois, quyma texnologiyalarini takomillashtirishda oquvchanlikni kompleks yondashuv asosida o‘rganish dolzarb masala hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. G‘aybullayev M.N., Saidmaxamadov N.M. Kam legirlangan po‘latlarni induksion pechida suyuqlantirish jarayonida azot yutilishini nazorat qilish //Строительство и образование. – 2025. – Т. 4. – №. 4. – С. 232-239.

2. Saidmaxamadov N. M. Sifatli po‘lat qotishmasini suyuqlantirish texnologiyasi takomillashtirish //Строительство и образование. – 2025. – Т. 4. – №. 6. – С. 248-253.

3. Saidmaxamadov N. M. Kam legirlangan suyuqlantirib olish texnologiyasini takomillashtirish //Строительство и образование. – 2025. – Т. 4. – №. 6. – С. 242-247.

METALL BILAN BOG‘LIQ O‘ZGARUVCHILARNING TA’SIRI

Saidmaxamadov Nosir Mo‘ysininalayevich, t.f.d., dotsent
Bekchanova Valida Baxram qizi, t.f.f.d., PhD
Adxamov Xusniddin Zuxriddin o‘g‘li, tayanch doktorant
Namangan davlat texnika universiteti

Kirish. Quymakorlik ishlab chiqarishida metall va qotishmalarning suyuq oquvchanligi quyma mahsulot sifatini belgilovchi asosiy texnologik ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi. Suyuq metallning qolip bo‘shlig‘ini to‘liq va bir tekis to‘ldirishi, ayniqsa yupqa devorli hamda murakkab shaklli detallarni olishda muhim ahamiyatga ega [1]. Shu jihatdan oquvchanlikka ta’sir etuvchi omillarni chuqur tahlil qilish va ularni boshqarish zamonaviy metallurgiya va mashinasozlikning dolzarb vazifalaridan biridir.

Suyuq metallning oquvchanligi oddiy fizik ko‘rsatkich bo‘lib qolmay, balki yopish-qoqlik, sirt tarangligi, qotish mexanizmi, oksid plyonka hosil bo‘lishi kabi metallning ichki xossalari hamda qolipning issiqlik-fizik xususiyatlari, gaz o‘tkazuvchanligi va sirt sifati kabi tashqi omillar bilan murakkab bog‘langan jarayon hisoblanadi. Mazkur ishda aynan shu omillar tizimli ravishda o‘rganilib, ularning suyuq metall oqimiga ta’siri tahlil qilinadi.

Asosiy qism. ***Yopishqoqlik.*** Suyuq metallning oquvchanligini aniqlaydigan fizik xossasining yopishqoqlik koeffitsiyentiga bog‘liq bo‘lgan. Bunga harorat, aralashmalar mavjudligi, qo‘shimchalar va qotishmaning tarkibi ta’sir qildi. Metall va qotishmalarning yopishqoqlik xossasi qanchalik yuqori bo‘lsa, suyuq metallning oquvchanligi shunchalik past bo‘lgan.

Sirt tarangligi. Qolip-metall interfeysida ishlaydigan sirt tarangligi suyuq metallning qolip yuzasini namlash xususiyatlariga ta’sir qilgan. Agar metall qolipni qizdirilmasa, u qolip kanallari orqali oqishi paytida ko‘proq fraksiyonel kuchga ega bo‘ldi va shuning uchun metallning suyuqligi kamaygan.

Yuqori harorat. Bu suyuq metallni qolipga quyish haroratidan yuqori qizdiriladigan haroratdir [2]. Bu metallning suyuqligiga turli yo‘llar bilan ta’sir qilgan. Yuqori haroratga oshirish orqali yopishqoqlik kamaygan va shuning uchun oquvchanlik ortgan. Ikkinchidan, yuqori issiqlik oquvchanlik xossasini oshirgan. Natijada metall uzoq vaqt davomida oqib, qolip boshlig‘ini yaxshi to‘ldira olgan.

Qotish mexanizmi. Sof metallar va qisqa sovish oralig‘idagi qotishma suyuq metall oqimiga ta’sir qilmasdan quymaning tashqi qismi tezda qotgan. Boshqa tomondan, quymaning sovish diapazonida bo‘lgan qotishmalar yaxlit shaklida qotib qolgan va bu suyuqlik oqimiga to‘sqinlik qilgan (chunki oquvchanlik erkin kristallar mavjudligi bilan tekshirilgan).

Oksid parda va metall bo‘lmagan qo‘shimchalarni shakllanishi. Oksid parda hosil bo‘lishi sirt tarangligiga ta’sir qilgan va suyuq metallning qolipni eritish qobiliyatini pasaytirgan va shuning uchun oquvchanlik kamaygan, xuddi shu tarzda quyish paytida

suyuq metallda hosil bo‘lgan nometall qo‘shimchalar suyuq metallni oqimi bilan aralashib ketib, oquvchanlikni pasayishiga olib kelgan.

Maxsus vazn. Agar suyuq metallning o‘ziga xos og‘irligi ko‘proq bo‘lsa, u tomonidan qo‘llaniladigan metallostatik bosim ko‘proq bo‘ladi. Bu qolipda suyuq metallning tezligini va shu bilan metallning oquvchanligini oshiradi.

Erish nuqtasi (yoki qotishma qotish harorati). Metallning erish harorati qanchalik yuqori bo‘lsa, metall va qolip o‘rtasida shunchalik intensiv issiqlik almashinuvi sodir bo‘ladi va shu bilan bir vaqtda olinadigan issiqlik ko‘payadi. Bu metallni ko‘proq suyuq bo‘lib turishini hamda suyuq metall oqib qolip boshlig‘ini to‘ldirish vaqtini qisqartiradi. Shuning uchun suyuq metallni harorati yuqori bo‘lsa, quyma mahsulotlarni qotish vaqti cho‘ziladi.

Qolipning issiqlik fizik xususiyatlari. Suyuq metall qolipga quyilganda, qolip ichidagi suyuq metalldan issiqlik ajralib chiqadi. Agar qolip materialining issiqlik o‘tkazuvchanligi yuqori bo‘lsa, qolip tomonidan issiqlik olish tezligi yuqori bo‘ladi. Bu suyuqlikning harakatchan holatda bo‘lish vaqtining qisqarishiga va shuning uchun suyuqlikning oquvchanligini pasayishiga olib keladi. Shuning uchun metall qolipda oquvchanlik qum-gilli qolipga qaraganda pastroq bo‘ldi.

Qolip harorati. Suyuq metall past haroratda qolipga quyilganda, sovutish effekti ko‘proq bo‘ladi, qolip yuqori haroratda bo‘lsa, suyuqlik uzoq vaqt davomida harakatchan holatda qoladi. Demak, issiq qolipdagi oquvchanlik sovuq qolipga qaraganda yuqori bo‘ladi.

Gaz o‘tkazuvchanligi. Qolip bo‘shlig‘ida bo‘lgan havo suyuq metall qolipga quyilganda harorat va bosim hisobiga gazga aylanadi. Qolipga metall quyilganda qolip ichidagi gazlar havo chiqish kanalidan osonlik bilan chiqib ketishi kerak. Aks holda ular suyuq metall oqimiga to‘sqinlik qilishi mumkin. Agar qolip yetarlicha o‘tkazuvchan bo‘lsa, qolip ichida gazlarni qolib ketish ehtimoli kamayadi va suyuq metall yuqori oquvchanlikka erishadi. Demak, qum-gilli qoliplariga quyish doimiy qolipga quyishdan ko‘ra, yuqori oquvchanlikni bergan [3].

Metallostatik bosim. Suyuq metallning yuqoriga ko‘tarilishi qolipga kiradigan metall bosimining oshishiga olib kelgan. Bu qolip ichidagi suyuq metallni oquvchanligini oshirgan. Biroq, bu ortib borayotgan bosimning ta’siri suyuq metallni oquvchaligiga ta’siri kamroq bo‘lgan.

Qolipning sirt xususiyatlari. Qolip ichki yuzasini g‘adir-budurligi ishqalanish kuchining oshishi bilan metall oqimiga to‘sqinlik qilgan. Demak, kichik va silliq sirtli qolipdan foydalanish suyuq metallning oquvchanligini yaxshilaydi [4]. Qolipning sirt qoplamasini yaxshilashda qolip aralashmasining ta’siridan tashqari, bunday qoplamalardan foydalanish metall qolip interfeysi bo‘ylab issiqlik uzatilishiga ham ta’sir qilgan.

Xulosa. O‘rganilgan natijalarga ko‘ra, metall va qotishmalarning suyuq oquvchanligi ko‘plab o‘zaro bog‘liq omillar ta’sirida shakllanadigan murakkab xossa ekanligi aniqlandi. Metallning yopishqoqligi oshishi oquvchanlikni kamaytirsa, yuqori

harorat va metallostatik bosim uning oqim qobiliyatini oshiradi. Sirt tarangligi va oksid plyonka hosil bo‘lishi esa metallning qolip yuzasini namlash xususiyatini pasaytirib, oqimga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Shuningdek, qotish mexanizmi va kristallanish jarayoni suyuq metall oqimining davomiyligiga bevosita ta’sir qiladi. Qolip bilan bog‘liq omillar – issiqlik o‘tkazuvchanlik, qolip harorati, gaz o‘tkazuvchanligi va sirt holati ham metallning qolipni to‘ldirish qobiliyatini sezilarli darajada belgilaydi. Masalan, issiq va gaz o‘tkazuvchanligi yuqori bo‘lgan qum-gilli qoliplar metallning oquvchanligini yaxshilaydi, aksincha metall qoliplar tez sovitish hisobiga oquvchanlikni kamaytiradi.

Umuman olganda, suyuq oquvchanlikni samarali boshqarish orqali quyma mahsulotlarda nuqsonlar kamaytiriladi, sifat ko‘rsatkichlari yaxshilanadi hamda ishlab chiqarish samaradorligi oshiriladi. Shu sababli, metall va qolip omillarini kompleks ravishda hisobga olish hamda optimallashtirish quymakorlik texnologiyalarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. G‘aybullayev M.N., Saidmaxamadov N.M. Kam legirlangan po‘latlarni induksion pechida suyuqlantirish jarayonida azot yutilishini nazorat qilish //Строительство и образование. – 2025. – Т. 4. – №. 4. – С. 232-239.

2. Saidmaxamadov N. M. Sifatli po‘lat qotishmasini suyuqlantirish texnologiyasi takomillashtirish //Строительство и образование. – 2025. – Т. 4. – №. 6. – С. 248-253.

3. Saidmaxamadov N. M. Kam legirlangan suyuqlantirib olish texnologiyasini takomillashtirish //Строительство и образование. – 2025. – Т. 4. – №. 6. – С. 242-247.

4. Sharipovich K. S., Mo‘ysinaliyevich S. N., Abdujalil o‘g‘li X. D. Quymalar sifatini oshirishda vakuumli quyma qoliplash jarayonini avtomatlashtirish //Ta’lim, tarbiya va innovatsiyalar jurnali. – 2025. – Т. 1. – №. 7. – С. 260-263.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОБЛЕМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЯХ ИЗ СТАЛИ 110Г13Л

Научный исследователь Зуфарова Нилуфар Насибуллаевна, проф, Тураходжаев Нодир Джахонгирович, Старший преподаватель Таджиев Нуриддин Хусниддинович, студент Аъзамова Гулсевар Фазлиддин қизи

В современных условиях развития машиностроения и металлургии особое значение приобретает повышение качества литых изделий, работающих в условиях интенсивных ударных и абразивных нагрузок. К числу таких материалов относится высокомарганцовистая аустенитная сталь 110Г13Л, широко применяемая для изготовления деталей горнодобывающего и транспортного оборудования.

Несмотря на высокую износостойкость и пластичность, при производстве отливок из данной стали сохраняется актуальная проблема образования трещин, возникающих на стадиях кристаллизации и охлаждения. Эти дефекты существенно снижают эксплуатационную надёжность изделий и приводят к дополнительным затратам на ремонт и замену деталей.

Сталь 110Г13Л (сталь Гадфильда) широко применяется для изготовления деталей, работающих в условиях интенсивного ударно-абразивного износа (ковши экскаваторов, дробильные плиты, крестовины). Однако при литье данного сплава часто возникают горячие и холодные трещины, усадочные дефекты и микропоры.

Согласно современным исследованиям, основными причинами дефек-тообразования являются: высокая тепловая усадка при затвердевании, неравномерное охлаждение отливки, остаточные термические напряжения, неоднородность структуры аустенита.

Теоретические основы образования трещин

При охлаждении отливки возникают внутренние напряжения, описываемые зависимостью:

$$\sigma_t = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

где:

σ_t – термическое напряжение, Па

E – модуль упругости стали

α – коэффициент линейного расширения

ΔT – температурный перепад по сечению отливки

Если выполняется условие:

$$\sigma t \geq \sigma_{кр}$$

то происходит образование трещины.

Критерий трещинообразования

Используется энергетический подход Гриффитса:

$$\propto_c = \sqrt{\frac{2E\gamma}{\pi a}}$$

где:

γ – поверхностная энергия материала,

a – длина микротрещины.

При превышении критического напряжения происходит развитие тре-щины.

Особенности высокая наклёп устойчивость, высокая пластичность, склонность к горячим трещинам при литье.

Исследования показывают, что качество структуры напрямую зависит от условий кристаллизации и модифицирования расплава.

Причины трещинообразования в 110Г13Л основные факторы **технологические** высокая температура заливки (1450–1500°C); неравномерное охлаждение формы; недостаточное питание усадки.

Структурные крупнозернистая структура ликвация марганца и углерода наличие газовых включений.

Напряжения в отливке остаточные напряжения:

$$\sigma_{res} = \sigma_{thermal} + \sigma_{phase} + \sigma_{shrinkage}$$

Методы предотвращения трещин модифицирование расплава

Введение ультрадисперсных частиц (Ti, B, Al_2O_3) способствует:

увеличению центров кристаллизации; измельчению зерна; снижению внутрен-него напряжения.

Эксперименты показывают уменьшение зерна аустенита до 30–40% при модифицировании.

В результате проведённого исследования, направленного на совершенствование материаловедческих аспектов и технологии предотвращения трещинообразования в литых изделиях из стали 110Г13Л, установлено, что данная проблема носит комплексный характер и обусловлена совокупностью металлургических, структурных и технологических факторов.

Показано, что основными причинами образования горячих и холодных трещин являются дендритная ликвация легирующих элементов, формирование карбидных выделений по границам зерен, а также высокие термические напряжения, возникающие при неравномерном охлаждении отливок. Установлено, что критическим условием возникновения трещин является превышение термических напряжений над пределом прочности материала в интервале кристаллизации:

В ходе работы доказано, что эффективным направлением повышения трещин стойкости является комплексное воздействие на структуру и свойства стали. В частности, применение модифицирования (включая использование редкоземельных элементов, таких как гадолиний) способствует измельчению аустенитного зерна, снижению ликвационной неоднородности и уменьшению количества неметаллических включений.

Установлено, что оптимизация химического состава (снижение содержа-ния серы и фосфора, стабилизация уровня марганца и углерода), а также управ-ление процессами кристаллизации и охлаждения (направленное затвердевание, снижение температурных градиентов) позволяют существенно уменьшить уровень внутренних напряжений.

Экспериментальные данные показали, что предложенные техноло-гические решения обеспечивают:

– снижение склонности к образованию трещин на 20–35%;

– уменьшение дендритной неоднородности структуры на 20–30%;

– повышение ударной вязкости на 10–20%;

– снижение пористости и дефектности литых изделий до 40%.

Дополнительно установлено, что корректно подобранные режимы термической обработки (закалка с последующим быстрым охлаждением) обеспечивают формирование однородной аустенитной структуры и способствуют снижению остаточных напряжений.

Таким образом, разработанный комплекс технологических мероприятий позволяет существенно повысить качество литых изделий из стали 110Г13Л, их надёжность и эксплуатационную долговечность. Полученные результаты могут быть рекомендованы для внедрения в промышленное литейное производство.

Список литературы

1. Иванов В.С. Литейные процессы в высокомарганцовистых сталях. – М.: Машиностроение, 2021.
2. Петров А.Н. Материаловедение металлов. – СПб.: Политехника, 2020.
3. Zhang Y., Li H. Influence of solidification conditions on Hadfield steel // Journal of Materials Processing Technology. – 2022.
4. Kumar R., Singh P. Defect formation in austenitic manganese steels // Metallurgical and Materials Transactions A. – 2021.
5. Кузнецов М.А. Теория и практика литейного производства. – М., 2019.
6. Smith J., Brown T. Hadfield steel: structure and properties // Materials Science Forum. – 2020.
7. Алиев Р.Р. Современные технологии повышения качества стальных отливок. – Ташкент, 2022.

KOMPOZITSION TUPROQ ISHLOVCHI ASBOBLARNI OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH VA ULARNING XUSUSIYATLARI TAHLILI

Jo‘raqulova Ruxshona Murodullo qizi 67-24-guruh talabasi ToshDTU, Djalalova Sevara To‘xtamuratovna v.v.b dotsent Toshkent davlat texnika universiteti Materialshunoslik kafedrasi

Annotatsiya. Maqolada metall qatlamli kompozitsiyalarni (MQK) ishlab chiqarishning yangi texnologiyalari, ularning tarkibi va termik ishlov berish jarayonlarini takomillashtirish masalalari tahlil qilingan. Tadqiqotda bor karbidi va o‘tish metallari orasidagi kimyoviy bog‘lanishlar, shuningdek, PG-S27 va 65GL po‘lati asosidagi kompozitsion materiallarning mikrostrukturaviy xususiyatlari o‘rganilgan. Olingan natijalar tuproqqa ishlov beruvchi asboblarning chidamliligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Kirish. Bugungi kunda metallurgiya va mashinasozlik sohasida metall qatlamli kompozitsiyalarning tarkibini ishlab chiqish hamda ularni termik ishlov berishni

takomillashtirish dunyo miqyosidagi ustuvor yo‘nalishlardan biri bo‘lib qolmoqda. Bu boradagi tadqiqotlar asosan, quyidagi yo‘nalishlarni qamrab oladi:

Metall qatlamli kompozitsiyalarni ishlab chiqarishning mutlaqo yangi texnologiyalarini yaratish.

Metallarga termik ishlov berishning nazariy va texnologik asoslarini shakllantirish.

Ko‘p komponentli metall tizimlarning shakllanish mexanizmlarini aniqlash va ularning operatsion xususiyatlarini optimallashtirish.

Ushbu yo‘nalishdagi ilmiy izlanishlar mahsulot sifatini ta’minlaydigan maxsus metall qatlamli kompozitsiyalarni yaratishda muhim vazifa hisoblanadi. Ayniqsa, fan va texnikaning so‘nggi yutuqlari asosida energiya va materialni tejaydigan yangi MQKlarni ishlab chiqarish, taqchil asbobsozlik materiallarini iqtisod qilish va mehnat unumdorligini oshirish imkonini beradi.

Texnologik jarayonlar va materiallar. Metall qatlamli kompozitsiyalarni tayyorlash murakkab va ko‘p bosqichli jarayon bo‘lib, u quyidagi texnologik bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

Penopolistirol tayyorlash: Penomodel yaratish uchun xomashyoni maxsus ishlovdan o‘tkazish.

Model yaratish: Asbobning aniq o‘lchamdagi penomodelini shakllantirish.

Ishchi element va quyma: Ishchi elementni tayyorlash, quymani shakllantirish va yakuniy asbobni olish.

Konstruksion quyma po‘latdan olingan MQKlar ishchi qo‘shimcha tipidagi birikmalarni ifodalaydi. Bunday turdagi kompozitsiyalar asosan, asbobsozlik va quyma konstruksion po‘latlar orasidagi mustahkam bog‘liqlikni ta’minlaydi. Ushbu birikmalarning asosiy afzalligi – qimmatbaho qotishmali asbobsozlik po‘latlarini arzonroq konstruksion po‘latlar bilan qisman almashtirish orqali ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishdir. Bu usul murakkab profilli shtamplar va ko‘p qatlamli kesuvchi asboblarni tayyorlash mehnatini sezilarli darajada qisqartiradi.

Bor karbidi asosidagi kompozitsion tizimlar. Tadqiqotlar natijasida agressiv muhitlarga kimyoviy chidamliligi va yuqori yeyilishga bardoshliligi bilan ajralib turadigan material olindi. Bor karbidi o‘zining qattiqligi bo‘yicha faqat olmos va kubik bor nitridan keyin ikkinchi o‘rinda turadi.

Kimyoviy faollik va o‘zaro ta’sir mexanizmi. Bor karbidi yuqori harorat sharoitida o‘tish metallariga nisbatan o‘ta faol birikma sanaladi. Uning tarkibidagi bor erkin holatda ham, uglerod ishtirokida ham yuqori faollik ko‘rsatadi.

Harorat rejimlar: 1200–1700°C haroratda vakuumda yoki inert muhitda metall boridlarini hosil qiladi.

Metallarning ta’siri: Kobalt, temir va nikel erish haroratida bor karbidi bilan faol reaksiyaga kirishadi.

Strukturaviy zonalar: Masalan, 1590°C haroratda nikel bilan ta’sirlashganda bor karbid, nikel boridlari va sof nikel aralashmasidan iborat oraliq zonalar vujudga keladi.

Faollik: 1500–1700°C haroratda kobalt va temirning kimyoviy faolligi yanada oshadi, natijada metall boridlari va karbidlarining o‘zaro chirmashib ketgan karkaslari shakllanadi.

Yopishqoqlikni oshirish va o‘zaro ta’sir mexanizmini yaxshilash uchun tizimga Ti, Zr, Hf va Mn kabi faol qo‘shimchalarni kiritish maqsadga muvofiqdir.

Tajribaviy tahlillar va natijalar. Tuproqqa ishlov beruvchi asboblar uchun "qo‘shimcha" (qoplama) sifatida Fe-Cr-C tizimidagi PG-S27 va PG-S27-TN-20 qotishmalari, asos sifatida esa 65GL quyma po‘lati tanlab olindi.

Qoplama xususiyatlari va elementlar taqsimoti. Texnologik jarayonda qoplama (qo‘shimcha) to‘liq eritilib, uning qobig‘i saqlab qolinadi.

Qalinlik: Kompozitsiyalardagi qoplama qalinligi 2,8–3,2 mm oralig‘ida o‘zgarib turadi.

Yaxlitlik: O‘tish zonasida mikrostrukturaning yaxlitligi buzilmaganligi aniqlangan.

Elementlar migratsiyasi: Qobiq qatlami Cr, Ni va W kabi elementlarning tashuvchi asosga asossiz o‘tib ketishiga to‘siq bo‘ladi.

Nikel taqsimoti: Nikelning (Ni) maksimal miqdori (2 mass. %) evtektik zonada kuzatiladi.

Xulosa. Olingan barcha MQK turlarining birikmalarini shakllantirish mexanizmi tahlil qilinishi jarayonni oldindan bashorat qilish va kerakli xususiyatlarga ega materiallar yaratish uchun sharoit tanlash imkonini beradi. O‘tkazilgan rentgen fazaviy tahlillari va mikroqattiqlikni o‘rganish natijasida tuproqqa ishlov beruvchi, metallni qayta ishlovchi va burg‘ulash asboblari uchun original texnologiyalar ishlab chiqildi. Bu texnologiyalar asbobsozlikda resurslarni tejash va ish samaradorligini oshirishda yangi bosqichni ochib beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Grebnev D.Yu., Gabelchenko N.I. *Development of import-substituting technology for manufacturing a plow share using surface alloying in a casting mould* / Заготовительные производства в машиностроении. – 2023. – Т. 21, № 1. – С. 9-11. (DOI: 10.36652/1684-1107-2023-21-1-9-11).

2. Podoprygora M.I. *Structural features, mechanical and tribotechnical properties of powder composites of the Fe–Cr–C(B) system obtained by hot forging* / Powder Metallurgy. – 2024. – № 9/10. (URL: http://www.materials.kiev.ua/article/3801).

3. Titov N.V., Kolomeychenko A.V., Vinogradov V.V., Kolomeychenko A.S. *Economic feasibility of using the technology of carbon-vibro-arc hardening for hardening the pointed paws of tillage machinery* / Tractors and Agricultural Machinery. – 2021. – № 6. – С. 99–104.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ МОДИФИКАЦИИ ДОРОЖНЫХ ВЯЖУЩИХ

к.т.н. проф. Ш.А.Каримов, DSc доц. Ш.М.Шакиров, докторант З.Б.Мирзарахимова
Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова

В настоящее время проблеме поиска эффективного пути утилизации твердых бытовых отходов из полимерных материалов, в том числе и резинотехнических, уделяется все большее внимание. Проблема утилизации резиносодержащих отходов и, в частности, изношенных автомобильных шин (т.к. их накопление остается одной из важнейших экологических проблем) остается актуальной, несмотря на совершенствование технологии производства новых изделий и их вторичной переработки. Складирование и захоронение отходов полимеров экономически неэффективно и экологически небезопасно, т. к. при длительном хранении они могут выделять в окружающую среду вещества, способные привести к нарушению экологического равновесия. Одним из наиболее эффективных методов утилизации полимерных отходов является их использование в процессе модификации дорожных вяжущих. Перспективным направлением утилизации резиносодержащих отходов, в частности, изношенных автомобильных шин, является получение девулканизата резиновой крошки для последующего формования резинотехнических изделий (РТИ). Данные направления утилизации могут быть взаимосвязаны, так как девулканизат резиновой крошки и может быть использован в качестве модификатора для дорожных вяжущих, и позволяет заменить дорогостоящее первичные каучуковые компоненты.

Объем их переработки методом измельчения не превышает 10 %. Большая часть собираемых шин (20 %) используется как топливо. Вышедшие из эксплуатации изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды. Вместе с тем, амортизированные автомобильные шины содержат в себе ценное сырье: каучук, металл, текстильный корд. Проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий имеет большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира. Невосполнимость природного сырья диктует необходимость использования вторичных ресурсов с максимальной эффективностью. Именно вторичная переработка, а не захоронение и сжигание твердых бытовых отходов из полимерных материалов, в том числе резинотехнических, позволит сохранить природные запасы ценного сырья, стимулировать развитие ресурсосберегающих, дешевых технологий, а также очистить и оздоровить окружающую нас среду [2]. В наших исследованиях для улучшения качества дорожного вяжущего

применялся девулканизат шинной резиновой крошки, полученный термическим способом при различных технологических параметрах [3]. Предварительно измельченная резина и отделенная от металлических и иных включений смешивалась с мягчителями и агентами девулканизации, и помещалась в термокамеру, нагретую до заданной температуры. В качестве мягчителя и агента девулканизации выбраны мазут и стеариновая кислота соответственно. Мазут как мягчитель имеет наибольшее сродство с битумом, что важно учитывать, поскольку регенерат будет использоваться в качестве модификатора для битума. Из широкого класса материалов-активаторов стеариновая кислота не обладает токсическими действиями и не дает побочных последствий и эффектов при проведении процесса девулканизации. В результате термической обработки смеси при повышенных температурах происходит разрыв связей S-S и C-S. Полученный регенерат использовался в процессе модификации битума марки БНД 60/90 на лабораторном смесителе периодического действия, принцип действия которого описан в работе [4].

Введение регенерата шинной крошки в дорожное вяжущие приводит к появлению эластичности вяжущего в пределах 30 – 40 %. Эластичность вяжущего обуславливается тем, что при модификации происходит частичное растворение каучуковой девулканизованной части это способствует снижению колееобразования в дорожном покрытии. Оставшаяся часть регенерата при этом служит эластичным демпфирующим наполнителем, который замедляет процессы трещинообразования получаемого дорожного покрытия. Показатели температуры размягчения, дуктильности и пенетрации битума, модифицированного регенератом шинной крошки, остаются в пределах норм битумнорезинового композиционного вяжущего «Битрэк» [5], но при этом вяжущее имеет меньшую себестоимость. Исходя из исследований, можно сделать вывод о целесообразности использования регенерата резиновой крошки для модификации дорожных вяжущих в качестве заменителя первичных каучуковых материалов, что позволяет снизить себестоимость произведенного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Технология утилизации автомобильных шин, а также их восстановление [Электронный ресурс]. ЭкоРезина. 2013. Режим доступа: http://www.ecorezina.ru/ information/ articles/utilizaciya.aspx (14 апреля 2013).

2. Пугачева И.Н., Черных О.Н., Никулин С.С. Влияние природы коагулирующих агентов и волокнистого наполнителя на свойства резиновых смесей и вулканизатов на основе каучука СКС-30 АРК // Вестник ВГУИТ. 2013. № 2. С. 153–155.

3 Беляев П.С., Забавников М. В., Маликов О. Г., Волков Д. С. Исследование влияния резиновой крошки на физико-механические показатели нефтяного битума в процессе его модификации // Вестник ТГТУ. 2005. Т. 11. № 4. С. 923–930

4. Беляев П.С., Маликов О.Г., МеркуловС.А., Полушкин Д.Л. и др. Модификация дорожного битума термоэластопластом ДСТ совместно с полиэтиленом // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2012. № 39. С. 184–189.

МЕХАНИЗМЫ ИЗНОСА БУРОВОГО ДОЛОТА ПОД ВЛИЯНИЕМ АБРАЗИВНОЙ СРЕДЫ

Науч. рук., доц. Мухаммедов Азод Анварович
PhD Абдуллаев Руфат Фатхуллаевич
Ташкентский Государственный Технический Университет

Износ долота в абразивных породах происходит по нескольким основным механизмам. Главный из них – абразивное изнашивание, при котором зерна твердых минералов породы действуют как микрорезцы, снимая материал с поверхности зубьев или резцов. Это сопровождается царапанием, микрорезанием и постепенным притуплением режущих кромок.

Дополнительно развиваются:

– Адгезионный износ – схватывание и последующее вырывание частиц металла или твердого сплава при высоких контактных давлениях и температурах.

– Усталостное разрушение – появление микротрещин от циклических нагрузок, особенно в твердосплавных вставках.

– Термоабразивный износ – локальный перегрев поверхности (до нескольких сотен градусов) из-за трения, с последующим растрескиванием при охлаждении промывочной жидкостью (эффект теплового шока).

– Гидроабразивная эрозия – воздействие потока бурового раствора с абразивными частицами шлама, приводящее к истончению тела шарошек и выпадению зубков.

В шарошечных долотах износ часто сопровождается образованием рейки на забое, самозатачиванием зубьев или, наоборот, скруглением и сколом. В высокоабразивных условиях фрезерованные зубья быстро стираются, а твердосплавные вставки могут скалываться или выпадать из-за эрозии окружающего металла.

Для PDC-долот абразивность приводит к полировке и постепенному износу алмазного слоя резцов, снижению их режущей способности и, в итоге, к полному разрушению. В очень абразивных породах, таких как кварцевые песчаники или граниты, PDC-резцы изнашиваются значительно быстрее, чем в пластичных или малоабразивных формациях (глины, известняки).

Практика показывает, что несоответствие долота абразивности породы может сократить его ресурс на 40 % и более. Высокое содержание кварца в породе особенно опасно, поскольку кварц сохраняет остроту зерен даже при затуплении и продолжает интенсивно царапать инструмент.

Литература

1. Б. Н. Арзамасов, В.И. Макаров и др. Материаловедение: Учебник для технических вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 646 с.

2. Машиностроение: Энциклопедия. М.: Машиностроение. Т. II – 2: Стали. Чугуны / Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др. Под. общ. ред. О.А. Банных, Н.Н. Алесандрова. 2000. 784 с.

СНИЖЕНИЕ ГАЗОВОЙ ПОРИСТОСТИ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Максудова Мадинахон Бахтиёр кизи, базовый докторант
Арипова Камола Авазхоновна, базовый докторант
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, Узбекистан

Аннотация. В работе рассматривается проблема образования газовой пористости в алюминиевых сплавах при плавлении и кристаллизации. Установлено, что основным фактором дефекта является водород, растворённый в расплаве. Проведены экспериментальные исследования влияния методов обработки расплава на уровень пористости. Показано, что применение дегазации и фильтрации позволяет существенно повысить качество литого металла.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, газовая пористость, водород, дегазация, плавление, литейные дефекты.

Газовая пористость является одним из наиболее распространённых дефектов алюминиевых отливок, существенно снижающих их механические и эксплуатационные свойства. Основной причиной её образования является водород, растворённый в жидком металле, который при кристаллизации выделяется в виде газовых пузырьков.

Растворимость водорода в алюминии описывается законом Сивертса:

$$C_H = k\sqrt{P_{H_2}}$$

При снижении температуры растворимость водорода резко уменьшается, что приводит к его выделению и образованию пор. Условие формирования газовой поры определяется балансом давлений:

$$P = P_0 + \frac{2\sigma}{r}$$

где P_0 – внешнее давление, σ – поверхностное натяжение, r – радиус поры.

Образование пор зависит также от скорости охлаждения, концентрации водорода и наличия центров зарождения (оксидные включения).

В рамках исследования были проведены экспериментальные работы на алюминиевом сплаве системы Al-Si. Плавка осуществлялась в лабораторной индукционной печи при температуре 720–760°C. Рассматривались различные режимы обработки расплава: без обработки, продувка аргоном, роторная дегазация и комбинированная обработка с фильтрацией.

Оценка газовой пористости проводилась методом металлографического анализа с определением доли пор в структуре металла.

Результаты эксперимента

№	Метод обработки расплава	Температура, °C	Пористость, %
1	Без обработки	760	4.8
2	Продувка аргоном	750	2.6
3	Роторная дегазация	740	1.4
4	Дегазация + фильтрация	730	0.4

Анализ результатов показывает, что применение дегазации существенно снижает содержание водорода в расплаве, что приводит к уменьшению газовой пористости. Наиболее эффективным является комплексный метод обработки, включающий дегазацию и фильтрацию, при котором пористость снижается более чем в 10 раз по сравнению с необработанным расплавом.

Вывод. Установлено, что основным фактором формирования газовой пористости является содержание водорода в алюминиевом расплаве. Эффективное снижение пористости достигается при применении комплексной технологии обработки, включающей дегазацию, фильтрацию и контроль температурного режима плавления.

Список использованной литературы

1. Davis J.R., Aluminum and Aluminum Alloys. ASM International, 2001.
2. Campbell J., Complete Casting Handbook. Elsevier, 2015.
3. Tiryakioğlu M., Hydrogen and porosity formation in aluminum alloys. Metals, 2020.
4. Gu C. et al., Hydrogen porosity in aluminum alloys. Scientific Reports, 2019.
5. Samuel A.M., Porosity formation mechanisms in Al alloys. Materials, 2023.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ОСНОВАННЫЕ НА СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Нугманов Икром Нугманович
Алмалыкский Государственный Технический Институт
Каф. «Технология машиностроения» к.т.н., профессор.
Эрматов Мухаммадали Алишер угли
Студент 2-курса АГТИ.

Металлические материалы, переведенные в сверхпластичное состояние, напоминают разогретые смолы и горячее стекло: необычно высокие удлинения достигаются при очень малых приложенных напряжениях. После охлаждения

сверхпластичного сплава до комнатной температуры у него восстанавливаются обычные для металлических материалов механические свойства.

В 1964 г. в США была опубликована статья (1), в которой сообщалось о сенсационном эксперименте: из листа сверхпластичного сплава Zn – 22% Al выдувкой небольшим давлением газа была получена куполообразная деталь (рис.1). После этой публикации появилось множество предложений технологического использования эффекта сверхпластичности.

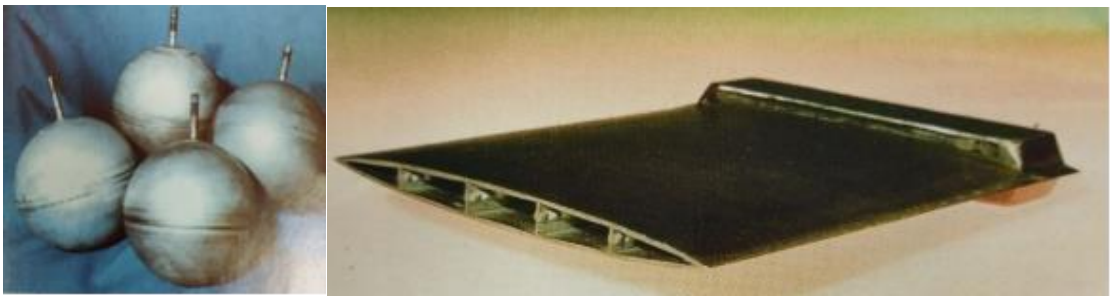


Рис.1.

В настоящее время имеются два главных направления промышленного использования сверхпластичности: сверхпластическая формовка полых тонкостенных деталей и объемная изотермическая штамповка с использованием эффекта сверхпластичности, включая компактирование порошковых материалов (2).

Формообразование деталей сколько-нибудь сложной геометрической формы под небольшим давлением осуществима только с использованием явления сверхпластичности. Технологический процесс сверхпластической формовки существенно отличается от традиционных процессов штамповки листовых деталей. Он во многом аналогичен технологическому процессу выдувки полых изделий из термопластов (3).

Объемная изотермическая штамповка с использованием эффекта сверхпластичности позволяет за один технологический переход получать детали, предельно близкие по геометрии к конечному изделию, причем деформирование осуществляется на менее мощном оборудовании.

Сверхпластическая формовка полых деталей и объемная изотермическая штамповка в сверхпластическом состоянии открывают новые возможности для технологов и конструкторов. Накопленный зарубежные данные показывают следующие основные преимущества и перспективы применения таких процессов:

– Снижение трудоемкости изготовления деталей, в том числе резкое сокращение доли ручного труда.

– Увеличение коэффициента использования металла.

– Эффективная обработка давлением труднодеформируемых малопластичных материалов.

– Уменьшение мощности и металлоемкости деформирующего оборудования.

– Улучшение эксплуатационных характеристик деталей.

– Возможность переконструирования деталей усложненной формы и, как следствие, снижение массы конструкции. Кроме того, становится возможным изготовление конструкций из меньшего числа составных частей с резко уменьшенным числом крепежных деталей и сварных швов.

Мы проанализировали факторы, позволяющие наблюдать явление на широком круге материалов: размера зерен, стабильностъ микроструктуры, температурно-скоростные условий дефоратции, а также влияние фазовых превращений на СП (4). К настоящему времени подробно изучены условия перевода металлических материалов в сверхпластичное состояние и механика сверхпластического течения, выявлена природа СПД.Накоплен определенный опыт промышленного использования эффекта сверхпластичности.

Список литературы:

1. Backofen W.A., Turner I.R., Avery D.H. Superplasticity in an Al–Zn alloy. Trans. ASM, 1964, V.57, p.980–990.

2. Строганов Г.Б., Кайбышев О.А., Фаткуллин О.Х., Мартынов В.Н. Сверхпластичность и износостойкость в машиностроении. – М.: Машиностроение, изд. «Альтекс» 2002. – 286 с.

3. Кайбышев О.А. Сверхпластичность промышленных сплавов. – М.: Металлургия, 1984. – 264 с.

4. Нугманов И.Н. Сверхпластичность сталей. Монография.Таш, 2021. 148 с.

QORA VA RANGLI QOTISHMALARDAN QUYMA OLISH HAMDA 110G13L MARKALI PO‘LATDA NUQSONLARNI KAMAYTIRISH TEXNOLOGIYASI

Zufarova Nilufar Nasibullayevna mustaqil tadqiqotchi, Saidxodjayeva Shoxista Nuridinovna dotsent, Davulov Shuhrat Bozarovich katta o‘qituvchi, Qilichov Suxrob Rustamovich “O‘zkimyomash” zavodi bosh metallallurgi

Zamonaviy metallurgiya sanoati yuqori sifatli, ishonchli va ekspluatatsion jihatdan bardoshli materiallarga bo‘lgan talabning ortib borishi bilan tavsiflanadi. Ushbu talablar ayniqsa, quyma mahsulotlar ishlab chiqarishda yaqqol namoyon bo‘ladi. Quyma texnologiyalari murakkab fizik-kimyoviy jarayonlarni o‘z ichiga olgan bo‘lib, mahsulot sifati ko‘p jihatdan eritma tayyorlash, quyish sharoiti va sovitish rejimlariga bog‘liq.

Qora va rangli metall qotishmalari asosidagi quyma mahsulotlar mashinasozlik, kon sanoati, transport va energetika sohalarida keng qo‘llaniladi. Ushbu mahsulotlar orasida 110G13L markali yuqori marganesli po‘lat alohida ahamiyatga ega bo‘lib, u yuqori zarbaga chidamliligi va ishqalanishga qarshi mustahkamligi bilan ajralib turadi.

Biroq, ushbu po‘latdan quyma mahsulotlar ishlab chiqarish jarayonida turli nuqsonlar, jumladan yoriqlar hosil bo‘lishi dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda. Mazkur

bobda aynan ushbu muammoning kelib chiqish sabablari va uni kamaytirish texnologik yechimlari tahlil qilinadi.

Quyma olish jarayoni metallni suyuq holatga keltirib, maxsus shakllantirilgan qoliplarga quyish orqali kerakli geometriyadagi mahsulot olish texnologiyasidir. Bu jarayon quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

– metallni eritish va tozalash;
– kimyoviy tarkibni muvozanatlash;
– qolipni tayyorlash va termik holatini boshqarish;
– eritmani quyish;
– kristallanish va sovitish;
– yakuniy mexanik va termik ishlov.

Qora metall qotishmalari asosan temir asosida bo‘lib, yuqori mustahkamlik va aşınishga chidamlilikka ega. Rangli metall qotishmalari esa yengillik, korroziyaga chidamlilik va maxsus fizik xususiyatlari bilan ajralib turadi. Har ikki turdagi qotishmalarda ham kristallanish jarayoni sifatni belgilovchi asosiy bosqich hisoblanadi.

110G13L markali po‘latning strukturaviy va texnologik xususiyatlari.

110G13L po‘lat yuqori marganesli austenit sinfiga mansub bo‘lib, uning kimyoviy tarkibi va mikrostrukturasi o‘ziga xos ekspluatatsion xususiyatlar beradi.

Asosiy komponentlari:

– uglerod (C): 1.0–1.3%;
– marganes (Mn): 11–14%;
– qo‘shimcha elementlar: Si, Cr, Ni (kam miqdorda).

Ushbu po‘latning asosiy afzalliklari:

– yuqori zarbaga chidamlilik;
– ish jarayonida o‘z-o‘zini mustahkamlash xususiyati;
– plastik deformatsiyaga yuqori moslashuvchanlik;
– bardoshlilik.

Shu bilan birga, 110G13L po‘lat quyma holatda murakkab kristallanish xususiyatiga ega bo‘lib, ichki kuchlanishlar va strukturaviy notekisliklar hosil bo‘lish ehtimoli yuqori.

Quyma jarayonida yoriqlar hosil bo‘lishining fizik-mexanik mexanizmi

Yoriqlar hosil bo‘lishi ko‘p omilli jarayon bo‘lib, quyidagi asosiy mexanizmlar bilan izohlanadi:

Termik gradiyentlar quyma mahsulotning turli qismlarida sovish tezligi bir xil emas. Bu esa termik kuchlanishlarning paydo bo‘lishiga olib keladi.

Fazaviy o‘zgarishlar austenit strukturasining shakllanishi va barqarorlashuvi notekis kechsa, mikroyoriqlar hosil bo‘ladi, ichki gazlar va g‘ovaklikliklar eritma tarkibidagi gazlar sovish jarayonida ajralib chiqib, ichki nuqsonlar hosil qiladi.

Mexanik zo‘riqishlar qolip va metall o‘rtasidagi issiqlik almashinuvi natijasida mexanik kuchlanishlar yuzaga keladi.

An’anaviy quyma texnologiyalarida yoriqlarni kamaytirish uchun quyidagi usullar qo‘llaniladi: quyish haroratini optimallashtirish, sekin sovitish rejimlari, termik ishlov berish, kimyoviy tarkibni nazorat qilish.

Biroq 110G13L po‘lati uchun ushbu usullar har doim ham yetarli samara bermaydi, chunki materialning yuqori ichki zo‘riqishga moyilligi mavjud.

Zamonaviy texnologik yechimlar vakuumli quyish, vakuum muhitida quyish, metall tarkibidagi gazlarni kamaytiradi va zich strukturani shakllantiradi.

Elektroshlak qayta eritish (EShP) EShP jarayoni metallni chuqur tozalash va bir jinsli kristall tuzilma hosil qilish imkonini beradi.

Modifikatsiya texnologiyalari maxsus qo‘shimchalar yordamida kristall donalar maydalanadi va struktura barqarorlashadi.

Boshqariladigan sovitish tizimi gradiyent sovitish ichki kuchlanishlarni kamaytiradi va yoriqlar hosil bo‘lishini oldini oladi.

110G13L po‘lat uchun takomillashtirilgan texnologik tadqiqotlar asosida quyidagi kompleks yondashuv samarali hisoblanadi:

– eritmani yuqori tozalikda tayyorlash;

– vakuum yoki himoyalangan muhitda quyish;

– qolipni oldindan qizdirish;

– bosqichma-bosqich sovitish;

Yakuniy termik ishlov (termik ishlov berish va normallash).

Ushbu namuna metallning ichki tuzilishini optimallashtiradi va yoriqlarni sezilarli kamaytiradi.

110G13L po‘lat asosidagi quyma mahsulotlar quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi:

– kon maydalagich qismlari;

– zarbaga chidamli plitalar;

– temiryo‘l komponentlari;

– og‘ir sanoat uskunalari;

– qurilish va energetika elementlari.

Ushbu mahsulotlar yuqori yuklama ostida ishlashi sababli, nuqsonsiz struktura juda muhim hisoblanadi.

Metallar texnologiyasi doirasida qora va rangli qotishmalardan quyma mahsulotlar ishlab chiqarish murakkab va ko‘p bosqichli jarayon hisoblanadi. 110G13L markali po‘lat ushbu yo‘nalishda eng muhim materiallardan biri bo‘lib, uning ekspluatatsion xususiyatlari yuqori bo‘lsa-da, quyma jarayonida yoriqlar hosil bo‘lishi asosiy texnologik muammolardan biridir.

Zamonaviy texnologiyalar – vakuumli quyish, elektroshlak qayta eritish, modifikatsiya va boshqariladigan sovitish tizimlari – ushbu muammoni sezilarli darajada kamaytiradi. Natijada mahsulot sifati oshadi, xizmat muddati uzayadi va sanoat samaradorligi yaxshilanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Г.Е. Лёвина, В.А. Ершов *Электрометаллургия стали в дуговых печах: современные технологии и тенденции развития.* – Москва: Металлургия, 2021.

2. В.И. Явойский, Ю.В. Кузнецов *Металлургия стали: теория и практика современных процессов.* – Москва: Инфра-Инженерия, 2023.

3. А.Н. Черепанов, М.В. Иванов *Экологические проблемы электроста-лепла-вильного производства и пути их решения.* – Москва: Металлургия, 2022.

4. В.А. Романов, П.С. Лебедев *Повышение качества высокомарганцевой стали (110Г13Л) при электроплавке.* – Екатеринбург: УрФУ, 2023.

5. Е.И. Федоров, С.М. Киселев *Термодинамика и кинетика процессов в стале-плавильных агрегатах.* – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2024.

6. “Modeling Scrap Composition in Electric Arc Furnaces”, 2025. arXiv preprint.

AN INTEGRATED APPROACH BASED ON ENVIRONMENTALLY SAFE AND LOW-WASTE TECHNOLOGIES FOR REDUCING CRACKS IN CAST PRODUCTS MADE FROM 110G13L STEEL

Independent researcher Zufarova Nilufar Nasibullayevna., prof. Turaxodjayev Nadir Djaxangirovich., Scientific advisor: Odilov Furqat Umarbekovich., Tashkent State Technical University

110G13L steel is a high-manganese alloy widely used in industry. Cast products made from this steel are distinguished by their high mechanical and chemical properties; however, the formation of cracks during the manufacturing process negatively affects product quality and production efficiency. To reduce cracking, it is necessary to apply casting technology, machine tools, and additive approaches. At the same time, implementing industrial ecology principles and low-waste technologies is important for ensuring technosphere safety. The main objective of this study is to identify the mechanisms of crack formation in 110G13L steel castings and to develop an integrated approach to reduce them.

However, during the production of complex-shaped cast products from this steel, cracks often occur due to thermal stresses, chemical composition inhomogeneity, and environmental factors, which remains a pressing problem.

In modern metallurgy, reducing cracks is not limited to selecting technological parameters alone; it also requires an integrated approach that includes industrial ecology, environmental protection, low-waste technologies, and the use of modifiers.

The reduction of cracks in cast products made from 110G13L steel is achieved through the use of modifiers (Zr and Gd), while also considering environmental and technological factors to ensure quality and safety.

Key aspects of this approach include:

Identifying mechanisms of crack formation;

Assessing factors affecting the atmosphere, hydrosphere, and lithosphere;

Analyzing the influence of modifiers on the metal structure;

Justifying low-waste and environmentally friendly technologies;

Improving quality and safety control under technosphere conditions.

Metallurgical characteristics of 110G13L steel and causes of crack formation 110G13L steel is characterized by high manganese (12–14%) and carbon (1.0–1.4%) content. During solidification, an austenitic structure forms. Rapid cooling, carbide accumulation at grain boundaries, and harmful impurities (S, P) are the main causes of casting cracks.

When small amounts of zirconium and gadolinium (Zr and Gd) modifiers are added to the steel:

Grains are refined;

The number of crystallization centers increases;

Harmful impurities are bound;

Internal thermal stresses are reduced.

As a result, the number of cracks in cast products significantly decreases, and mechanical properties improve.

Industrial ecology is critical, as emissions, dust, and waste from cast steel production can pollute the hydrosphere and atmosphere. Chemical modifiers, such as gadolinium or zirconium, play an important role in improving metal composition and reducing crack formation. Their dosage and distribution must be optimized to minimize cracks and increase hardness.

Low-waste technologies and technosphere safety.

Low-waste technologies help save resources, ensure environmental safety, and reduce production costs. Optimal use of modifiers ensures safe and sustainable production under technosphere conditions.

The reduction of cracks in 110G13L steel castings is not limited to optimizing metal composition or controlling technological processes. An integrated approach that combines industrial ecology, chemistry, purification of atmosphere and hydrosphere, low-waste technologies, and technosphere safety ensures:

Improved product quality;

Significant reduction in the number of cracks;

Minimization of environmental risks;

Increased production efficiency and safety.

Composition and modifiers:

Elements: C 1.0–1.2%, Mn 12–14%, Si 0.5–0.7%, Cr 0.5–0.8%, Ni 0.2–0.4%

Modifiers: Gadolinium (Gd) and Zirconium (Zr) optimize the crystal structure.

Gadolinium (Gd) and Zirconium (Zr) additions improve the ferrite-pearlite phase balance, achieving hardness of HB 240–270.

Without modifiers: Many microcracks, unclear grain boundaries.

With Gd + Zr: Well-defined grain boundaries, reduced microcracks, increased hardness.

Crack Reduction in Table Format

Modifier Type	Addition (%)	Crack Reduction (%)	Hardness (HB)	Modifier Type
None	0	0		230
Gd	0,05	12		245
Zr	0,03	15		248
Gd + Zr	0,05 + 0,03	25		265

As can be seen from this table, the modifiers significantly reduce crack formation and increase hardness.

The production of cast products from 110G13L steel presents a significant challenge due to the formation of cracks caused by thermal stresses, chemical inhomogeneity, and environmental factors. This study demonstrates that an integrated approach, combining metallurgical modifications, environmental protection, low-waste technologies, and technosphere safety management, is highly effective in reducing crack formation and improving product quality.

Combining metallurgical modifications, optimized cooling, and additive technologies with environmental control demonstrated a synergistic effect in reducing cracks and improving product quality. Low-waste technologies increased production efficiency and reduced material losses.

The study demonstrated that the following measures are effective in reducing crack formation in cast products made from 110G13L steel:

Optimizing the cooling regime.

Applying modifiers (Zr and Gd) and additive technologies.

Improving casting machines and technological parameters.

Implementing purification measures to ensure industrial ecology and technosphere safety.

Increasing production efficiency through low-waste technologies.

This integrated approach allows for improved product quality, ensures environmental safety during the production process, and reduces technological waste.

The addition of zirconium (Zr) and gadolinium (Gd) as modifiers was shown to refine the grain structure, increase the number of crystallization centers, bind harmful impurities, and reduce internal thermal stresses. As a result, the number of cracks in cast products decreased significantly, while hardness (HB) increased, achieving optimal mechanical properties. The combined use of Gd and Zr resulted in the highest crack reduction (25%) and enhanced hardness (HB 265), highlighting the synergistic effect of these modifiers.

Furthermore, the application of atmosphere, hydrosphere, and lithosphere purification technologies ensures environmental safety, while low-waste production practices improve resource efficiency and reduce ecological risks. The integrated monitoring of process parameters, including temperature, cooling rate, and chemical composition, ensures consistent quality and safe operation under technosphere conditions.

In conclusion, the implementation of this integrated approach provides a scientifically substantiated and practically applicable strategy for producing high-quality, crack-resistant 110G13L steel castings. It effectively combines metallurgical optimization, environmental responsibility, and process control, resulting in improved durability, safety, and sustainability in industrial production.

An integrated approach to controlling quality and safety in the technosphere has been demonstrated to be an effective strategy for reducing crack formation in cast products made from 110G13L high-manganese steel. The combined application of industrial ecology and chemistry, along with purification technologies targeting the atmosphere, hydrosphere, and lithosphere, significantly improves metallurgical process stability and environmental safety.

The use of low-waste and environmentally oriented technologies contributes to cleaner raw materials, reduced harmful impurities, and improved casting conditions, which directly influence the microstructure and mechanical properties of the steel. The application of modifying and refining methods enhances grain refinement, reduces internal stresses, and minimizes the probability of crack initiation during solidification and cooling.

Overall, the proposed integrated approach ensures higher product quality, improved operational reliability, and reduced environmental impact, making it a promising solution for modern foundry production within the framework of sustainable industrial development.

References

1. Saidmakhamadov, N.M., et al. (2024). *Reduction of Gas Pores and Nonmetallic Inclusions in Castings from 35ХГСЛ and 110G13L Steel*. Web of Technology: Multidimensional Research Journal, 2(10), 64–70. https://webofjournals.com/index.php/4/article/view/1961

2. International Journal of Scientific Researchers (IJSR) (2025). *Development of Technology for Improving the Strength of Components Made from Modified 110G13L Steel*. https://worldlyjournals.com/index.php/IJSR/article/view/653

3. Engineering, Technology & Applied Science Research (ETASR) (2025). *Improvement of the Quality Group of Critical Railway Castings from 110G13L Steel*. https://etasr.com/index.php/ETASR/article/view/9705

4. Scientific Journal of Construction and Education (2024). *Analysis of Methods for Reducing Gas Pores and Nonmetallic Inclusions in 35XCL and 110G13L Steel Castings*.https://jurnal.qurilishtalim.uz/dannie/2024_5.pdf

5. Electronic Journal of Actual Problems of Modern Science (2025). *Influence of Thermal Treatment on the Microstructural Structure and Mechanical Properties of 110G13L Steel*. https://ilm-fan-journal.csti.uz/index.php/journal/article/view/583

6. Universum (2021). *Investigation of the Possibility of Increasing the Durability of Steel Castings 110G13L*. https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12584

7. Ten, E.B., Bazlova, T.A., Likholobov, E.Yu. (2015). *Influence of Secondary Treatment on the Structure and Mechanical Properties of 110G13L Steel*. Herald of Kokand State University. https://herald.kokanduni.uz/index.php/public_html/article/download/340/129/473.

8. A review of the effects of chemical and phase segregation on the mechanical behaviour of multi-phase steels (PDF) https://arxiv.org/abs/1604.06485 arxiv.org

ШЛАКЛАРДАН АЛЮМИНИЙ АЖРАТИБ ОЛИШНИ ИҚТИСОДИЙ ВА ЭКОЛОГИК САМАРАДОРЛИГИ

Арипова Камола Авазхоновна таянч доктарант
Максудова Мадинахон Бахтиёр қизи таянч доктарант
Мадиев Тохиржон Мирзатилла ўғли таянч доктарант
Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети,
Ўзбекистон

Аннатация. Ушбу мақолада алюминий ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган шлаклардан металларни ажратиб олишни саноатда, яъни металлар захирасини тежаш ва экологик муаммолар яратаётган чиқиндиларни қайта ишлаб чиқариш орқали муаммоларни ечимлари кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: Алюминий, шлак, экология, қайта ишлаш усуллари, физик хусусиятлари.

Замонавий турмуш тарзини ривожланиши ишлаб чиқаришни ҳам ўз навбатида ривожлантириш, оптималлаштиришга ундайди. Ишлаб чиқаришни ошиши ўз навбатида, иқтисодий самарадор ва технологик тоза материалларни талаб қилади. Шу кундаги яна бир глобал муаммо бу – экология. Экология нафақат Ўзбекистонда эмас, бутун дунё муаммоси. Бу мақолада кўтарилаётган муаммо ҳам иқтисодий, ҳам экологик муаммога ечим бўлиши кутилмоқда.

Алюминий – ер қобиғида энг кўп учрайдиган металлардан бири, унинг асосий ҳусусиятларига кўра қўлланилиши жуда кенг.

Масалан: зичлиги 2,7 г/см^3 (нисбатан паст). Бу автомобилсозлик ва бошқа соҳаларда енгил конструкциялар яратиш оптимал вариант. Юқори корризияга чидамлилик, бу оксид қобиқни ҳосил қилиш билан ифодаланади. Электр ва иссиқлик ўтказувчанликни яхшилиги механик ишлов бериши ва турли шаклни осон олишига сабаб бўлади.

Алюминий ишлаб чиқариш айниқса, қайта ва қуйиш жараёнида шлаклар ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган шлаклар таркиби асосан қуйидагилардан ибрат:

– асосий металл(алюминий)нинг бир қисми;

– оксидлар: Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O_3, CaO, MgO;

– тузлар Na_3AlF_6, NaF, AlF_3 ва бошқалар;

– қотишма элементлари;

– оқсил бошқа қўшимчалар;

– турли минерал ва оксидлар мавжуд.

Шунча таркибга қарамасдан шлак чиқинди ҳисобланади. Шлакни ҳажмини ҳисобга олсак, бу экология учун катта зарба бўлади. Демак, бу шлаклардан унумли фойдаланишни жадаллаштириш лозим булади. Шлакларни таркибидан келиб чиқиб, таркибдаги металларни ажратиб олиш ҳам экологик, ҳам иқтисодий самарадор ҳисобланади. Бу муаммони ечими сифатида қуйидаги жараёнларни таклиф қилинади:

1. Физик-металлургик усуллар.
2. Термик қайта ишлаш.
3. Гидрометалургия.

Юқоридагидан ташқари яна бир қанча усуллар таклиф этилади, масалан, интеграциялашган оқимлар, яъни бир нечта усулларни бирлаштириб қўллаш. Хар бир босқич учун сифат назорати, намуна олинган таҳлил орқали таркибни аниқлаш муҳим. Тажрибалар шуни кўрсатадики, шлак таркибини ижобий равишда тозалаб, қўшимча металларнинг қисман бўлиб чиқиши маҳаллий ишлаб чиқариш қувватини оширади. Яна бир муҳим жиҳат бор. Шлакдан металл ажратиб олиш жараёни кўп ҳолатларда энергия сарфини талаб қилади. Шунга қарамасдан, қайта тикланадиган металларнинг қиймати юқори бўлиши, иқтисодий самарали бўлишини кўрсатади.

Атроф-мухитга чиқирилаётган чиқиндилар, зарарли газлар, ҳавони, сув ҳавзаларини, ҳайвонот ва ўсимликларга дунёси умумий табиатга таъсирини қатъий назорат қилиш, технологик жараёнларни оптималлаштириш. Чиқиндиларни камайтириш, қайта ишлаш усулларини такомиллаштиришни талаб қилади.

Алюминий ишлаб чиқишда ҳосил бўлган шлаклардан металларни ажратиб олиш потенциал ресурс сифатида катта иқтисодий ва экологик фойда келтиради.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Gonzalez, C., & Zubizarreta, L. "Extraction of valuable metals from aluminum production waste by hydrometallurgical processes". Hydrometallurgy, 196, 2021.

2. Zhao, X., & Zhang, Q. "Recycling of aluminum smelting slag: a review on leaching and recovery technologies". Journal of Environmental Management, 260. 2020.

3. Nazarov, A., & Serebryakov, I. "Innovative methods for recycling secondary aluminum production waste". Journal of Cleaner Production, 335, 2022.

MIS ERITISH ZAVODI SHLAKLARIDAN QIMMATBAHO METALLARNI AJRATIB OLISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Abjalova Husnobod Tursunali qizi
Toshkent davlat texnika universiteti "Fan va taraqqiyot''DUK tayanch doktoranti
A.A. Jabborov talaba ToshDTU, O'zbekiston

Annotatsiya. Mis eritish zavodi shlaklaridan qimmatbaho metallarni ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish mavzusiga annotatsiya: Ushbu tadqiqot ishi mis eritish jarayonida hosil bo'ladigan shlak tarkibidagi qimmatbaho metallarni samarali ajratib olish texnologiyalarini takomillashtirishga bag'ishlangan. Hozirgi kunda shlaklar tarkibida oltin, kumush, platina guruhi elementlari hamda rangli metallarning muayyan miqdori saqlanib qolmoqda, bu esa ularni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlashni iqtisodiy jihatdan muhim qiladi. Tadqiqotda shlaklarning fizik-kimyoviy xossalari, fazaviy tarkibi va ularning boyitish jarayoniga ta'siri o'rganiladi. Ish doirasida mavjud pirometallurgik va gidrometallurgik usullar tahlil qilinib, ularning afzallik va kamchiliklari aniqlanadi hamda zamonaviy innovatsion texnologiyalar asosida samaradorligi yuqori bo'lgan yangi yondashuvlar taklif etiladi. Xususan, flotatsiya, magnit ajratish, kimyoviy eritish va kombinatsiyalashgan usullardan foydalanish orqali qimmatbaho komponentlarni ajratib olish darajasini oshirish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Mazkur ish metallurgiya sanoatida resurslardan oqilona foydalanish va chiqindilarni qayta ishlash samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar. Mis eritish shlaklari, qimmatbaho metallar, oltin, kumush, gidrometallurgiya, pirometallurgiya, ikkilamchi xomashyo, metall ishlab chiqarish samaradorligi.

Kirish. Rangli metallurgiya sanoati zamonaviy sanoat ishlab chiqarishining strategik muhim tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Mis eritish jarayonida hosil bo'ladigan shlaklar asosan temir silikatli fazadan tashkil topgan bo'lib, ular tarkibida mis, oltin, kumush, kobalt va boshqa qimmatbaho elementlarning sezilarli miqdori saqlanib qoladi. Ushbu elementlarning shlak tarkibida saqlanib qolishi bir tomondan, metall yo'qotilishiga olib kelsa, ikkinchi tomondan, ekologik muammolarni keltirib chiqaradi. So'nggi yillarda shlaklarni qayta ishlashning turli texnologiyalari ishlab chiqilgan bo'lib, ular orasida pirometallurgik, gidrometallurgik va biogidrometallurgik usullar keng qo'llanilmoqda. Pirometallurgik texnologiyalar yuqori haroratli jarayonlarga asoslangan bo'lsa, gidrometallurgik usullar metallarning eritmaga o'tishi va keyinchalik ularni kimyoviy yoki elektrokimyoviy usulda ajratib olishga asoslanadi. Mis eritish shlaklarini qayta ishlashning asosiy muammolaridan biri ularning murakkab mineralogik tarkibi bilan bog'liq. Shlak tarkibidagi metall zarrachalari ko'pincha silikat matritsasi ichida mikroskopik o'lchamda joylashgan bo'lib, ularni an'anaviy boyitish usullari yordamida to'liq ajratib olish qiyin. Ushbu tadqiqot ishida mis eritish zavodlarida hosil bo'ladigan shlaklarni kompleks qayta ishlash va ulardan qimmatbaho metallarni ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish masalalari o'rganildi. Tadqiqot jarayonida shlaklarning

kimyoviy va mineral tarkibi tahlil qilindi, shuningdek, ularni boyitishning samarali usullari ishlab chiqildi. Bundan tashqari, shlaklarni qayta ishlash jarayonida flotatsiya, gidrometallurgiya va biogidrometallurgiya usullarining kombinatsiyalangan texnologik sxemasi taklif qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, shlaklarni oldindan fizik-kimyoviy aktivatsiya qilish, nano-modifikatsiyalangan flotatsiya reagentlarini qo‘llash hamda bioeritish texnologiyasidan foydalanish metallarning ajralish darajasini sezilarli darajada oshiradi. Taklif etilgan kompleks texnologiya yordamida shlak tarkibidagi mis, oltin va kumush metallari yuqori samaradorlik bilan ajratib olinishi mumkin. Mazkur tadqiqot natijalari metallurgiya sanoatida texnogen chiqindilarni qayta ishlash samaradorligini oshirish, qimmatbaho metallarni ikkilamchi xomashyo manbalaridan ajratib olish hamda ekologik muammolarni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega.

Xulosa. Yuqorida qayd etib o‘tilgan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, mis eritish shlaklari tarkibida qimmatbaho metall komponentlar mavjud bo‘lib, ularni qayta ishlash metallurgiya sanoati uchun muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Mavjud texnologiyalar orasida pirometallurgik, gidrometallurgik usullar keng qo‘llanilmoqda. Biroq shlaklarning murakkab mineral tarkibi sababli ushbu usullarni takomillashtirish zarur. Shu sababli, shlaklarni kompleks qayta ishlash texnologiyalarini ishlab chiqish muhim ilmiy vazifa hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Tolibov B.I., Axmedov M.S., Azimov O.A., Yuldoshov S.M. Mis sanoati chiqindilar tarkibidan metallarni ajratib olishni tadqiq qilish // Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2023.

2. Abjalova H.T., Hojiyev Sh.T. Metallning shlak bilan isrofi va uni kamaytirish yo‘llari // akademik T.M. Mirkomilovning 80 yilligiga bag‘ishlangan universitet miqyosidagi talaba va yosh olimlarning ilmiy-tadqiqot ishlarida “Innovatsion g‘oyalar va texnologiyalar” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjumanining ma’ruzalar to‘plami, Toshkent, 17-18 may, 2019. C. 95 – 97.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR EXTRACTING PRECIOUS METALS FROM SLAGS OF COPPER SMELTING PLANTS

Saidkulov S.A. assistant professor, Tashkent State Technical University.
Abjalova H.T. Basic doctoral student of the Tashkent State Technical University "Science and Development" DUK
Abdulhamidova S. student Tashkent State Technical University.

Abstract. Copper smelting slags are a significant secondary resource containing valuable metals such as gold, silver, and platinum group elements. However, conventional extraction technologies often result in substantial metal losses and environmental challenges. This article explores modern approaches to improving the recovery of

precious metals from copper smelting slags, focusing on advanced physical, chemical, and combined treatment methods.

Keywords. Copper slag, precious metals, extraction technology, hydrometallurgy, pyrometallurgy, slag processing, sustainability.

Introduction. The rapid growth of the metallurgical industry and the increasing demand for precious metals such as gold, silver, and platinum group elements have intensified the need for efficient resource utilization. Copper smelting plants generate large volumes of slag as a by-product, which has traditionally been treated as waste. However, modern studies have shown that these slags contain significant amounts of valuable metals, including copper and trace concentrations of precious metals that remain unrecovered during primary smelting processes. The presence of these metals in slag is mainly due to incomplete separation during smelting, as well as their fine dispersion within complex silicate matrices. As high-grade primary ores become depleted, copper slags are increasingly viewed as an important secondary resource, contributing to the concept of sustainable and circular metallurgy. Recovering valuable metals from these materials not only improves economic efficiency but also reduces environmental impacts associated with waste disposal. Despite its potential, the extraction of precious metals from copper slag remains a challenging task. The metals are often encapsulated within glassy or crystalline phases, making their liberation and recovery difficult using conventional methods. Traditional pyrometallurgical techniques, while effective, are energy-intensive and environmentally demanding. On the other hand, hydrometallurgical and physical beneficiation methods offer advantages in selectivity and lower energy consumption but may suffer from slow kinetics and incomplete recovery. **Composition and Characteristics of Copper Slags.**Copper slags are complex materials composed mainly of iron silicates, oxides, and minor quantities of non-ferrous and precious metals. The valuable metals are often finely dispersed or chemically bound within the slag matrix, making their extraction technically challenging. Key challenges include:

- Low concentration of precious metals
- Fine particle distribution
- Strong chemical bonding within silicate structures

Environmental and Economic Considerations

Improving extraction technologies not only increases metal recovery but also reduces environmental impact by:

- Minimizing waste accumulation
- Lowering toxic emissions
- Promoting circular economy practices

Economically, recovering precious metals from slag can significantly enhance profitability, especially as ore grades decline globally.

Conclusion. The recovery of precious metals from copper smelting slags represents a critical opportunity for both economic gain and environmental sustainability. Advancements in combined processing techniques, innovative reagents, and modern

technologies can significantly improve extraction efficiency. Continued research and industrial implementation are essential to fully realize the potential of these secondary resources.

Literature used.

1.Liu.J. Xie., H.B. Han., *The Utilization of Copper Smelting Slag: A Critical.* Minerals2025, 15(9), 926. Reviews slag composition, formation, and recovery technologies including pyrometallurgical and hydrometallurgical methods.

2.Ochildiyev K.T., Khasanov A.S., Berdiyarov B.T., Hajiyev Sh.T. Study of the causes of mechanical waste of metals with slag // Materials of the Republican Scientific and Practical Conference, 2022.

ALYUMINIY SHLAKLAR VA ULARNING IKKILAMCHI ALYUMINIY SANOATIDAGI AHAMIYATI

Mahmudov Faxriddin Murod o‘g‘li
Toshkent davlat texnika unversiteti, tayanch doktoranti
t.f.d. prof. Tursunov Nodirjon Qayumjonovich
Toshkent davlat transport unversitati, professor

Kirish. Alyuminiy sanoati bugungi kunda metall ishlab chiqarish va qayta ishlash jarayonlarida global iqtisodiyot uchun muhim o‘rin tutadi. Ayniqsa, ikkilamchi alyuminiy ishlab chiqarish energiya tejash va ekologik xavfsizlik nuqtayi nazaridan yuqori ahamiyatga ega. Biroq, bu soha bilan bog‘liq asosiy muammolardan biri – alyuminiy shlaklari hisoblanadi. Ushbu chiqindi shaklida turli kimyoviy va mineralogik komponentlar mavjudligi hamda ularning ekologik zararli tabiati sanoat faoliyati uchun dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Alyuminiy shlaklari: tarkibi va hosil bo‘lish jarayoni. Alyuminiy shlagi – ikkilamchi alyuminiy sanoatining asosiy chiqindisi bo‘lib, u metallolom va shlaklarni eritish jarayonida hosil bo‘ladi. Uning tarkibida 15–30% alyuminiy oksidi (Al_2O_3), 30–55% natriy xlorid (NaCl), 15–30% kaliy xlorid (KCl), shuningdek, 5–7% metall alyuminiy va karbidlar, nitridlar, sulfidlar hamda fosfidlar mavjud. Shlakning hosil bo‘lishi ikki asosiy jarayon orqali amalga oshadi: biri – tabiiy oksid qatlamining qayta eritish jarayonida yuzaga kelishi, ikkinchisi esa eritma suyuqligining pech ichidagi harakati va turbulensiyasi. Bu jarayonlarda metall alyuminiy kislorod bilan reaksiyaga kirishib, kuchli ekzotermik reaksiyalarni yuzaga keltiradi, yuqori haroratlarda shlak tarkibida metall va gaz pufakchalari bilan to‘lgan g‘ovaklik paydo bo‘ladi. Shlak granulalari zichligi 0,828–1,118 g/sm³ ni tashkil etib, eritma yuzasida suzishga moyil bo‘ladi.

Ikkilamchi alyuminiy ishlab chiqarishda shlaklarning roli. Alyuminiy ishlab chiqarish ikki yo‘l bilan amalga oshiriladi: birlamchi va ikkilamchi. Birlamchi ishlab chiqarish yuqori energiya talab qilishi hamda ekologik muammolariga ega bo‘lsa, ikkilamchi ishlab chiqarish atigi 5% energiya va issiqxona gazlari chiqindisini talab

qilishi bilan ustunlikka ega. Har bir tonna ikkilamchi alyuminiy ishlab chiqarishda 200–500 kg shlak paydo bo‘ladi. Gaz pechlari va aylanuvchi konvertor pechlarda metall eritish jarayonida hosil bo‘lgan shlaklar qayta ishlash uchun katta imkoniyatlar yaratadi. Tuzli shlaklar tarkibida yuqori miqdorda metall alyuminiy bo‘lishi mumkin, bu ularni qayta tiklashda iqtisodiy foydali qiladi. Shu bilan birga, tuzli shlaklar toksik va ekologik xavfli chiqindi hisoblanadi. Yevropada ularni poligonlarga ko‘mish taqiqlangan va ularni qayta ishlash, metallni, shuningdek NaCl va KCl tuzlarini qayta tiklash ustuvor vazifa sifatida qaraladi. Shlakni qayta ishlash orqali nafaqat chiqindilar kamaytiriladi, balki qimmatli metall va boshqa resurslar yanada samarali foydalaniladi.



1-rasm. Alyuminiy shlak.

Shlaklar tarkibi va qayta ishlash muammolari. Shlak tarkibida metall alyuminiyning qisman oksidlanishi, karbidlar, spinel ($MgAl_2O_4$) shakllanishi mavjud bo‘lib, bu jarayonlar qayta ishlashni murakkablashtiradi. Bu birikmalar suvli va boshqa kimyoviy reaksiyalarda o‘zaro ta’sirchanlik ko‘rsatadi, natijada shlakning fizik va kimyoviy xususiyatlari o‘zgaradi. Shlaklarni qayta ishlashda ushbu tarkibiy o‘zgarishlarni hisobga olish zarur. To‘g‘ri texnologik usullar orqali shlak tarkibidagi metall alyuminiy, NaCl va KCl tuzlari va boshqa qiymatli komponentlarni ajratib olish mumkin.

Xulosa. Alyuminiy shlaklari ikkilamchi alyuminiy sanoati uchun nafaqat muhim chiqindi, balki qayta ishlab chiqarish orqali qimmatli resurs sifatida foydalaniladigan mahsulot hisoblanadi. Ularning kimyoviy va mineralogik tarkibini chuqur o‘rganish, ularni boshqarish, qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish sanoatning energetik va ekologik samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, shlaklarni qayta ishlash orqali toksik chiqindilarning atrof-muhitga ta’siri kamaytiriladi, alyuminiy sanoatining barqaror rivojlanishi ta’minlanadi. Shu sababli, shlakka oid ilmiy tadqiqotlar va texnologik yechimlar alyuminiy sanoatining kelajagi uchun muhim ilmiy-amaliy vazifa bo‘lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. P.E. Tsakiridis. “Aluminium salt slag characterization and utilization – A review”. Journal of Hazardous Materials Volumes 217–218, 30 May 2012, Pages 1-10. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.03.052.

2. StefanWibner, Helmut Antrekowitsch and Thomas C. Meisel. “Studies on the Formation and Processing of Aluminium Dross with Particular Focus on Special Metals” Submission received: 2 June 2021 / Revised: 3 July 2021 / Accepted: 6 July 2021 / Published: 12 July 2021 https://doi.org/10.3390/met11071108.

EFFECT OF SILICON, TITANIUM AND GRAPHENE ON FLUIDITY OF AL-MG ALLOYS

Azizakhon Turakhujaeva[1], PhD student, Sarvar Tursunbaev[1], associate professor PhD, Fakhriddin Mahmudov[1], PhD student
Tashkent State Technical University[1], Uzbekistan

Fluidity is one of the main characteristics of aluminum alloys, which indicates the durability and economic and environmental efficiency of the alloy. In particular, considering the significant differences between aluminum-magnesium alloys with 5-6% magnesium and alloys with 10% magnesium in many characteristics of the alloy, studies on the effect of adding silicon can play a huge role in improving the quality of the material and thus its fluidity.

For the experiments, molds were first made consisting of 11% bentonite, 85% quartz sand, and the remaining 4% water. Then, they were mixed using a runner for 10-15 minutes, while the aluminum-magnesium alloy was melted in an induction furnace at a temperature of 750° C.

Table 1

The number of alloying elements added to the aluminum-magnesium alloy for subsequent analyses

Base alloy/Alloying elements	Silicon (%)	Titanium (%)	Graphene (%)
Al-Mg alloy	1	0	0
Al-Mg alloy	2	0	0
Al-Mg alloy	3	0	0
Al-Mg alloy	0	0.2	0
Al-Mg alloy	0	0.3	0
Al-Mg alloy	0	0.4	0
Al-Mg alloy	0	0	0.15
Al-Mg alloy	0	0	0.3
Al-Mg alloy	0	0	0.45

The base alloy is aluminum-magnesium and in total it was prepared 10 alloys with additional elemernts, the contents of the additional elements are given in the table above (table 1) and the comparative diagram was drawn based on the alloys: aluminum-magnesium (base alloy), base alloy with silicon (1%, 2%, 3%), base alloy with titanium and the base alloy with graphene.

However, when melting aluminum-magnesium alloys with graphene and graphene oxide additives, careful handling and attention were required during melting: some parts of graphene and graphene oxide were released into the environment, and after adding graphene they were poorly mixed, and special conditions were required for their melting. After preparing the molten alloys and preparing the sand mold, the melted alloys were then poured into the mold, and the results were recorded as follows, as shown in figure 1.

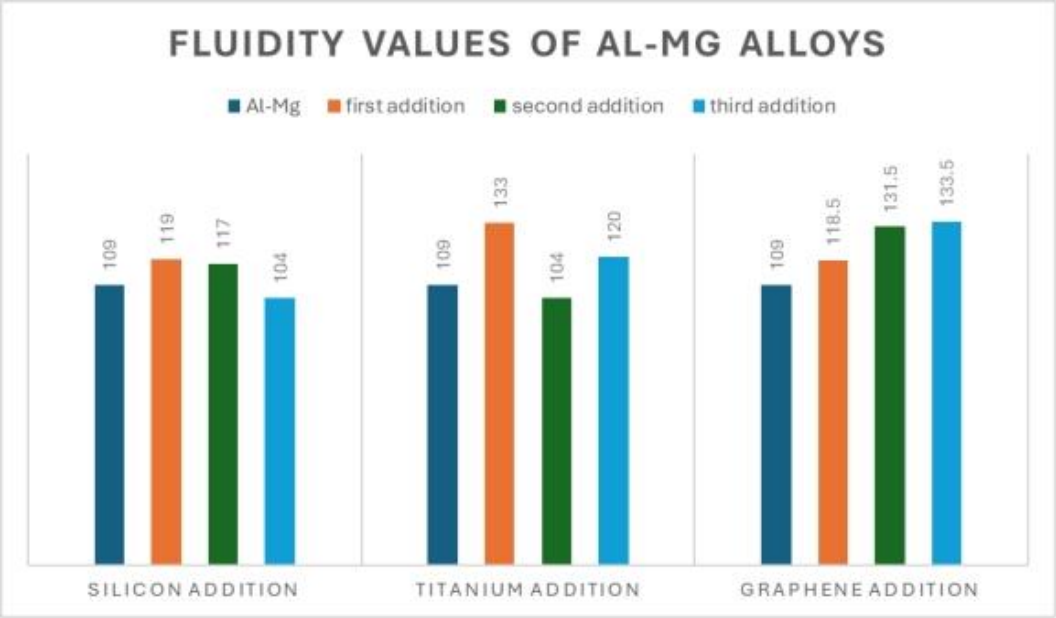


Figure 1. Comparative diagram of the fluidity length (cm) of the alloys.

Figure 1 shows the comparative diagram of al-mg alloys with 10 different contents. It is clear that the best effect in the fluidity was recorded with graphene addition showing a constant increase in the length (from 109cm to 133.5cm). Although, some additions of titanium (0.3%) and silicon (3%) lead to a decrease in the fluidity ability of Al-Mg alloy, overall effect of each element was significant. Silicon is well-known element for its ability to substantially increase the fluidity of alloys, especially aluminium alloys. The best effect of silicon was noticed when adding 1%, while titanium had a better result when the addition of the element is equal to 0.2%.

It can be concluded that graphene gives promising results in terms of fluidity effect on aluminium alloys (0.45%) and the second dominant element for a better fluidity effect was found to be 0.2% titanium, the fluidity length of which is 133cm (0.2% of titanium). Graphene effect had a great effect on fluidity not only with the addition of 0.45% of graphene, but also with 0.15% and 0.3% of graphene additions, changing the length from 109cm to 118.5cm and 133cm, respectively.

Literature:

1. Bhardwaj, A. R., & Purohit, R. (2026). Aluminum alloys in sustainable manufacturing: A review. *Sustainable Materials and Technologies*, e02028.
2. Rong, Z., Rong, X., Zhao, D., Xu, Z., Zhang, X., Sha, J., ... & Zhao, N. (2026). Recent advances in hierarchical heterostructures and mechanical properties of additively manufactured aluminum alloys. Microstructures, 6(1), N-A.
3. Lin, Z., & Yang, C. (2026). Artificial Intelligence Design of Sustainable Aluminum Alloys: A Review. Computers, Materials & Continua, 86(2).

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И ПРАКТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ АКСИАЛЬНОГО КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА

Шахобутдинов Р.Э. д.ф.т.н., доц., Каримова А.Р. д.ф.т.н., доц.,
Сафаров Г.А. студент, Субхонов Х.У. студент.
ТашГТУ им. И. Каримова, Ташкент, Узбекистан

Под синтезом понимают создание кинематической схемы механизма, отвечающей поставленным требованиям, в частности, заданным кинематическим характеристикам движения ведомого звена, возможно меньшим габаритам, динамическим требованиям, соответствию конструкторских и технологических требований [1]. Важным параметром при проектировании кулачковых механизмов является угол давления θ.

Угол давления в кулачковом механизме, толкатель которого совершает возвратно-поступательные движения, как известно, определяется по следующей формуле:

$$tg\theta = \frac{s_T'}{R_0 + s_T} \quad , \tag{1}$$

где s_T – перемещение толкателя, s_T' – аналог скорости толкателя, R_0 – минимальный радиус центрового профиля кулачка.

С целью предотвращения возможности заклинивания кулачкового механизма необходимо, чтобы угол давления за один период движения механизма не превышал заданного его критического значения $\theta_к$. Критический угол давления задаётся при проектировании [2].

Сначала определяем минимальный радиус центрового профиля кулачка в зависимости от изменения его угла поворота:

$$R_0 = \frac{s_T'}{tg\theta} - s_T \tag{2}$$

Из полученных на компьютере данных выбираем максимальное значение $R_0(\phi_к)_{max}$, которое принимается за минимальный радиус-вектор теоретического

профиля кулачка. Далее зная R_0, определяем координаты центрового профиля в параметрической форме:

$$\left.\begin{aligned} x_C &= (R_0 + s'_T)\cdot\cos\varphi_1 \\ y_C &= (R_0 + s'_T)\cdot\sin\varphi_1 \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Радиус ролика целесообразно определять по следующим соотношениям:

$$r_p \le 0{,}8\rho_{\min} \quad \text{и} \quad r_p \le (0{,}4 \dots 0{,}5)R_0 \quad (4)$$

Радиус ролика выбираем по меньшему значению, определенному по формулам (4). Уравнение практического профиля:

$$\left.\begin{aligned} x_к &= -\omega_1\left(\omega_1\cdot x_c - r_p\cdot\cos\left(\left(\varphi_1+\frac{\pi}{2}\right)+\omega_1\cdot\theta(\varphi_1)\right)\right) \\ y_к &= y_c - r_p\cdot\cos\left(\left(\varphi_1+\frac{\pi}{2}\right)+\omega_1\cdot\theta(\varphi_1)\right) \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Уравнение окружности ролика:

$$\left.\begin{aligned} x_p &= -x_C + r_p\cdot\cos\varphi_1 \\ y_p &= -y_C + r\cdot\sin\varphi_1 \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Зависимости (1) - (6) были реализованы в среде MathCAD 15. По результатам расчетов на компьютере в среде MathCAD 15 получен профиль кулачка аксиального кулачкового механизма с роликовым толкателем, совершающим возвратно-поступательное движение.

Синтез практического профиля для аксиального кулачкового механизма с поступательно движущимся роликовым толкателем по равноускоренному закону движения толкателя.

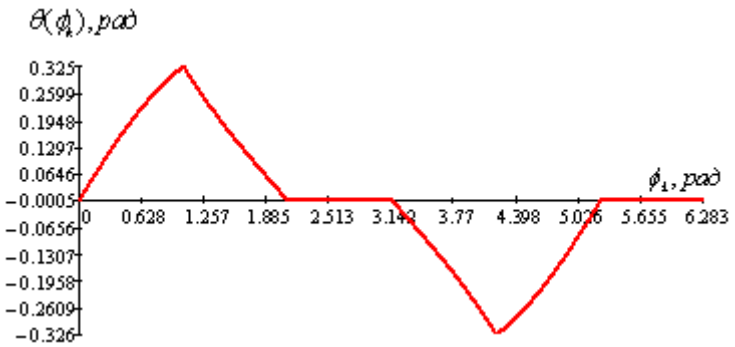


Рис. 1. График изменения угла давления аксиального кулачкового механизма по равноускоренному закону движения толкателя.

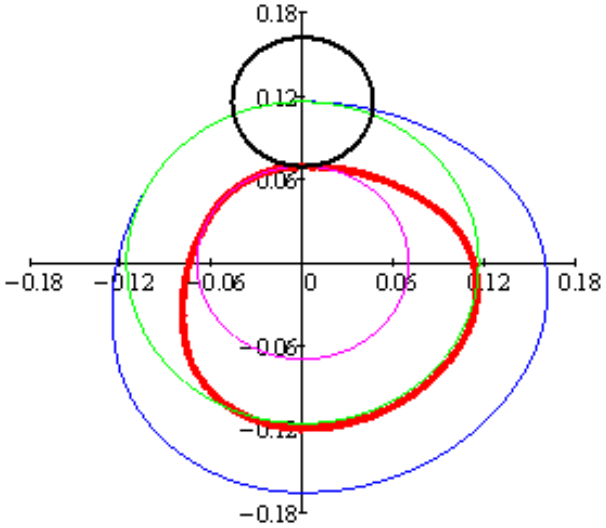


Рис. 2. Теоретический и практический профиль аксиального кулачкового механизма по равноускоренному закону движения толкателя.

Список литературы

1. Носиров Т.Н., Каримова А.Р., Шахобутдинов Р.Э. Решение некоторых задач шаропрокатного производства. “Актуальные проблемы современной науки, техники и образования” Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию Магнитогорского государственного им. Г.И. Носова, 2024, Магнитогорск, стр. 261.

2. Шахобутдинов Р.Э. Теоретические и прикладные основы кулачковых механизмов, применяемых в шаропрокатном производстве. Монография. Ташкент, 2024. - 152 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОСКОГО КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА ПРИ КОСИНУСОИДАЛЬНОМ ЗАКОНЕ ДВИЖЕНИЯ ВЕДОМОГО ЗВЕНА

Р.Э. Шахобутдинов д.ф.т.н., доц., А.Р. Каримова д.ф.т.н., доц.,
А. Хужамов докторант, Д.Х. Хуррамов ст. препод.
ТашГТУ им. И. Каримова, Ташкент, Узбекистан

Кулачковые механизмы нашли широкое применение в различных технологических машинах и оборудованиях. Технологические машины работают в различных условиях, при которых возникают определённые силовые факторы, влияющие на качественные показатели привода. В целях увеличения срока службы привода включая составляющих его звеньев требуется определить силы, действующие в высшей кинематической паре кулачок-толкатель [1].

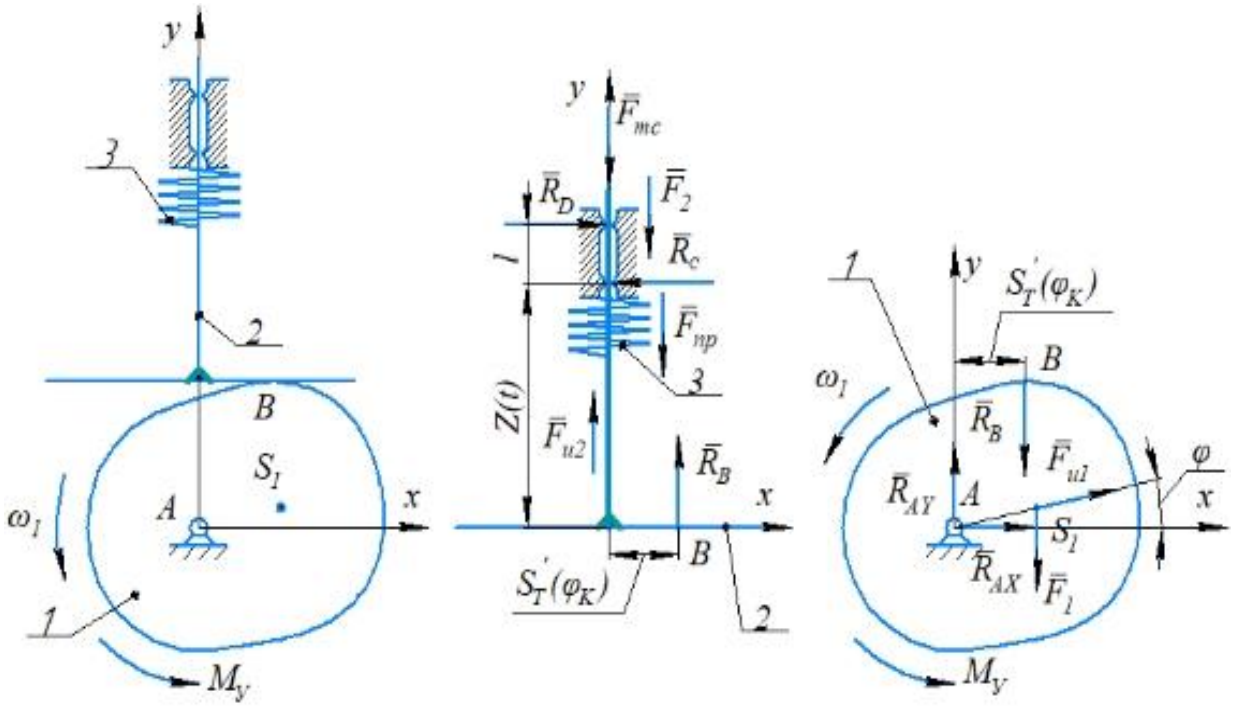
Рассмотрим кулачковый механизм с плоским толкателем. Расчетная схема для определения нагрузок, действующих на кулачковый механизм с плоским толкателем показана на рис.

Условия равновесия кулачка выражаются тремя уравнениями:

$$\begin{cases} R_{Ax} + F_{u1} \cdot \cos\varphi = 0 \\ R_{Ay} + F_{u1} \cdot \sin\varphi - R_B - F_1 = 0 \\ -R_B \cdot s_T'(\varphi_k) - F_1 \cdot AS_1 \cdot \cos\varphi + M_y = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Условия равновесия толкателя выражаются следующими уравнениями:

$$\begin{cases} R_D - R_C = 0 \\ -F_2 + F_{u2} - F_{np} - F_{mc} - R_B = 0 \\ R_C \cdot z(t) - R_D \cdot (z(t) + l) + R_B \cdot s_T'(\varphi_k) = 0 \end{cases} \quad (2)$$



а) ***б)*** ***в)***

Рис. Расчётная схема кулачкового механизма с плоским толкателем для определения нагруженности звеньев

а) – кулачковый механизм с плоским толкателем, б) – плоский толкатель с действующими нагрузками, в) – кулачок с действующими нагрузками.

Для определения реакций в кинематических парах толкателя и кулачка уравнения равновесия толкателя (2), уравнения равновесия кулачка (1) были реализованы на компьютере. Для этого нами в среде MathCAD15 составлена программа, позволяющая определять эти реакции как графически, так и в численных формах. Результаты расчётов на компьютере приведены в табл.

Таблица

Результаты расчётов реакций в кинематических парах кулачкового механизма с плоским толкателем при косинусоидальном законе движения толкателя

R_0, м		$\omega = 5\ c^{-1};\ h = 0,02$ м									
		R_A, Н		R_B, Н		R_C, Н		R_D, Н		M_y, Н·м	
		min	*max*	*min*	*max*	*min*	*max*	*min*	*max*	*min*	*max*
1	0,01	0,21	61,38	-98,97	22,16	-2,11	22,43	-2,11	22,43	-0,88	0,24
2	0,03	0,21	61,38	-98,97	22,16	-2,11	22,43	-2,11	22,43	-0,88	0,24
3	0,05	0,21	61,38	-98,97	22,16	-2,11	22,43	-2,11	22,43	-0,88	0,24
4	0,07	0,21	61,38	-98,97	22,16	-2,11	22,43	-2,11	22,43	-0,88	0,24
5	0,09	0,21	61,38	-98,97	22,16	-2,11	22,43	-2,11	22,43	-0,88	0,24
	ω, c^{-1}	$R_{min} = 0,1$ м, $h = 0,02$ м									
		R_A, Н		R_B, Н		R_C, Н		R_D, Н		M_y, Н·м	
		min	*max*	*min*	*max*	*min*	*max*	*min*	*max*	*min*	*max*
1	5	0,21	61,38	-98,97	22,16	-2,11	22,43	-2,11	22,43	-0,88	0,24
2	10	0,80	69,12	-94,68	29,82	-1,79	20,74	-1,79	20,74	-0,81	0,22
3	15	1,65	82,06	-87,53	42,59	-1,25	17,94	-1,25	17,94	-0,69	0,20
4	20	2,41	100,22	-77,52	60,48	-0,54	15,26	-0,54	15,26	-0,73	0,18
5	25	0,97	123,59	-64,65	83,47	-0,05	20,22	-0,05	20,22	-0,93	0,16
h, м		$R_{min} = 0,1$ м, $\omega = 5\ c^{-1}$									
		R_A, Н		R_B, Н		R_C, Н		R_D, Н		M_y, Н·м	
		min	*max*	*min*	*max*	*min*	*max*	*min*	*max*	*min*	*max*
1	0,02	0,21	61,38	-98,97	22,16	-2,14	22,43	-2,11	22,43	-0,88	0,24
2	0,04	0,48	60,75	-99,606	21,52	-2,09	22,59	-2,09	22,59	-0,89	0,23
3	0,06	0,36	60,99	-99,85	21,28	-2,08	22,66	-2,079	22,66	-0,89	0,23
4	0,08	0,30	61,13	-99,979	21,15	-2,07	22,69	-2,07	22,69	-0,89	0,23
5	0,10	0,27	61,21	-100,06	21,07	-2,07	22,71	-2,07	22,71	-0,89	0,23

Список литературы

1. Шахобутдинов Р.Э. Теоретические и прикладные основы кулачковых механизмов, применяемых в шаропрокатном производстве. Монография. Ташкент, 2024, 152 с.

2. Носиров Т.Н., Каримова А.Р., Шахобутдинов Р.Э. Решение некоторых задач шаропрокатного производства. “Актуальные проблемы современной науки, техники и образования” Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию Магнитогорского государственного им. Г.И. Носова, 2024, Магнитогорск, стр. 261.

РАЗРАБОТКА ПОЛУЧЕНИЯ ТОЧНЫХ ЗАГОТОВОК С МИНИМАЛЬНЫМИ РАЗМЕРАМИ ПРИПУСКОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Нугманов Икром Нугманович
Алмалыкский Государственный Технический Институт
Каф. «Технология машиностроения» к.т.н., профессор.

Припуск на механическую обработку – это слой металла, удаляемый с поверхности заготовки с целью получения требуемых по чертежу формы и размеров детали. Припуски назначают только на те поверхности, требуемые форма и точность размеров которых не могут быть достигнуты принятым способом получения заготовки.

Известно, что коэффициент использования металла особенно низок при производстве режущих инструментов: фрез, свёрл и развёрток. Здесь он колеблется от 65% до 15%. Следовательно, ежегодно тоннами дорогостоящих видов стали уходит в стружку. Переплавлять их для повторного использования почти в 3 раза дороже, чем изготовление инструмента из стандартного проката. Доля точных заготовок, полученных обработкой металла давлением, в инструментальном производстве пока ещё очень мала из-за низкой пластичности инструментальных сталей и сложности их деформирования.

Облегчить положение может более широкое использование эффекта сверхпластичности металлических материалов. Это их свойство сулит практически неограниченные возможности изготовлять детали и точные заготовки из труднодеформируемых сталей и сплавов объёмной штамповкой. В режиме сверхпластичности удаётся использовать даже такие технологические приёмы, которые в обычных условиях считаются вообще невозможными либо чрезмерно трудоёмкими.

Сверхпластичность проявляется при температурах не ниже 0,5 Тпл. при мелком зерне и малой скорости деформирования. В принципе сверхпластичность может быть осуществлена для любого сплава, если возможно обеспечить следующие три условия: размер зерна должен быть очень мал (не более 2–3 мкм); скорость деформирования порядка 10^{-1}–10^{-4} мм/мин. а температура деформации >0,5 Тпл. – обычная температура горячего деформирования. И тем не менее, деформирование в режиме сверхпластичности имеет ряд существенных препятствий, что ограничивает, может быть пока, круг её использования.

Получение стали мелкого зерна – отнюдь не простая задача, в особенности для сплавов, не имеющих фазовых превращений.

Изотермическая штамповка осуществляется так, что деформирующий инструмент, изготовляемый из высокожаропрочных сплавов (например, из сплава

ЖКС), и заготовка нагревается до одинаковой температуры (в одной печи) и в этой печи производится деформация. Степень изотермичности штамповки, вероятно, обеспечивается пределами ± 5°С и вряд ли превосходит ± 10°С. При этих условиях происходит практически «на максимуме пластичности».

Насколько это важно, иллюстрируется рис.1 Деформация быстрорежущей стали Р6М5 при температуре 800°С т.е. при температуре максимальной пластичности (в режим сверхпластичности), позволит за один ход штампа продеформировать сложную конфигурацию заготовки для дисковой фрезы. Повышение температуры 850°С ведёт к резкому снижению пластичности и деформация без нарушения сплошности не осуществляется.

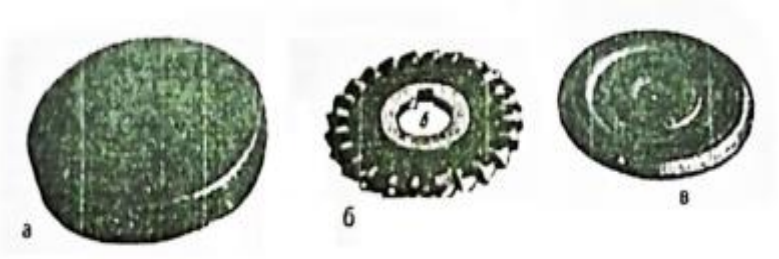


Рис. 1. Готовая фреза из быстрорежущей стали (б) и заготовка после штамповки при обычных температурах (1150°С) (а) и в условиях сверхпластичности (800°С) (в).

В настоящее время организовано на ряде предприятий изотермическая штамповка различного быстрорежущего инструмента в режиме сверхпластичности на рис. 1 показана фотография готовой фрезы, а также заготовки, отштампованной в условиях сверхпластичности (при 800°С) и по обычной технологии (в интервале температур 1100–1200°С). Уже один рисунок показывает существенное различие в припуске на обработку, поскольку штамповка в режиме сверхпластичности позволяет значительно приблизить конфигурацию заготовки к конфигурации готового инструмента

Список литературы:

1. Гуляев А.П. Сверхпластичность стали – М.: Металлургия, 1982. – 560.

2. О.А. Кайбышев. Сверхпластичность промышленных сплавов – Москва. Металлургия 1984г. 263 с.

3. Бойцов В.В., Фиглин С.З. и др. Изотермическое деформирование металлов. – М. Машиностроение. 1978 г. 230 с.

4. Базык А.С., Пустовар А.С. и др. Влияние деформации в условиях сверхпластической деформации на структуру и свойства быстрорежущих сталей. – МиТОМ. 1981. №3 с. 21-24.

EKSKAVATOR TISHLARINING YEYILISHBARDOSHLILIGINI OSHIRISH TEXNOLOGIYASI TAHLILI

prof. Turaxodjayev Nodir Djaxongirovich
doktorant, Chorshanbiyeva Lobar Turg‘unboyevna
doktorant, O‘ngboyev Anvar Muzaffar o‘g‘li
Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent

Annotatsiya. Ushbu maqolada ekskavator tishlarining yeyilish jarayonlari, ularning ishlash muddatiga ta’sir qiluvchi omillar hamda yeyilishbardoshlilikni oshirish texnologiyalari tahlil qilingan. Yuqori marganesli po‘latlar, termik ishlov berish, qattiq qoplamalar va matematik modellashtirish usullarining samaradorligi yoritilgan. Shuningdek, ekskavator tishlarining xizmat muddatini uzaytirishning iqtisodiy ahamiyati ko‘rsatib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: ekskavator tishi, yeyilish, abraziv muhit, 110G13L po‘lat, termik ishlov, qoplama texnologiyasi, matematik model.

Kirish. Hozirgi kunda konchilik, qurilish va yer qazish sanoatida ekskavatorlardan keng foydalanilmoqda. Ekskavatorning asosiy ishchi organlaridan biri bo‘lgan tishlar katta mexanik yuklama va abraziv muhit ta’sirida ishlaydi. Natijada tishlar tez yeyiladi va ularni tez-tez almashtirish talab etiladi. Bu esa korxonaning texnik xizmat xarajatlarini oshiradi.

Ekskavator tishlarining yeyilishbardoshliligini oshirish ishlab chiqarish samaradorligini ko‘paytirish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishda muhim omil hisoblanadi.

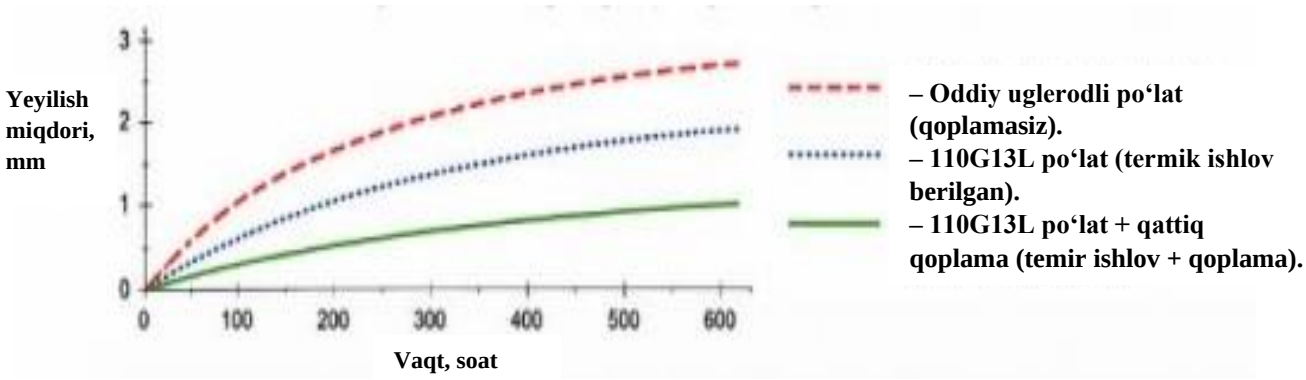
Ekskavator tishlarining yeyilishiga quyidagi omillar sabab bo‘ladi:

– abraziv zarrachalar bilan ishqalanish; -katta bosim ostida ishlash, zarbali yuklamalar, metallning yetarli darajada qattiq emasligi, yuqori harorat ta’siri, noto‘g‘ri termik ishlov.

Ayniqsa, qumli va toshli gruntlarda ishlaganda tishlarning yeyilish tezligi keskin ortadi.

Ekskavator tishlarini ishlab chiqarishda ko‘pincha 110G13L markali yuqori marganesli po‘lat qo‘llaniladi. Ushbu material yuqori zarbaga chidamliligi bilan ajralib turadi.

110G13L po‘latining afzalliklari: yuqori mustahkamlik; zarbaga bardoshlilik; ish jarayonida o‘z-o‘zidan qattiqlashish xususiyati; yorilishlarga chidamlilik.



1-rasm. Yeyilish intensivligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi.

Metallning mexanik xususiyatlarini yaxshilash uchun termik ishlov berish usuli qo‘llaniladi. Ushbu jarayon quyidagi bosqichlardan iborat: metallni yuqori haroratda qizdirish; chiniqtirish; bo‘shatish.

Natijada po‘latning mikrostrukturasi mustahkamlanadi va yeyilishga chidamlilik ortadi.

Ekskavator tishlari yuzasiga maxsus qattiq qoplama hosil qilish yeyilish tezligini kamaytiradi. Bunda quyidagi usullar qo‘llaniladi:

elektr yoyli qoplash, plazmali qoplash, lazerli qoplash.

So‘nggi yillarda metall-keramika asosidagi kompozitsion materiallardan foydalanish kengaymoqda. Ushbu materiallar: yuqori qattiqlikka ega; abraziv yeyilishga bardoshli; uzoq xizmat muddatini ta’minlaydi.

Matematik modellashtirish usuli

Ekskavator tishlarining yeyilish jarayonini matematik model asosida tahlil qilish orqali optimal konstruksiya va material tanlash mumkin.

Matematik modelda quyidagi parametrlar hisobga olinadi: ishqalanish kuchi; bosim miqdori; abraziv zarrachalar ta’siri; harakat tezligi; metall qattiqligi.

Modellashtirish natijasida tishning ishlash muddati oldindan aniqlanadi va eng samarali texnologiya tanlanadi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, yuqori marganesli po‘lat va qattiq qoplama texnologiyasini birgalikda qo‘llash natijasida:

yeyilish 35–45 % gacha kamayadi, xizmat muddati 1,5–2 baravar oshadi,

ta’mirlash xarajatlari kamayadi, ekskavator unumdorligi ortadi.

Xulosa. Ekskavator tishlarining yeyilishbardoshliligini oshirish sanoat korxonalarida muhim texnik va iqtisodiy ahamiyatga ega. Yuqori marganesli po‘latlardan foydalanish, termik ishlov berish, qattiq qoplama hosil qilish hamda matematik modellashtirish usullarini qo‘llash orqali tishlarning xizmat muddatini sezilarli darajada oshirish mumkin. Zamonaviy texnologiyalar ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirib, texnikaning samarali ishlashini ta’minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. GOST 977–88. Yuqori marganesli po‘lat quyma materiallari standarti.
2. Mirboboyev B.A. Konstruksion materiallar texnologiyasi. Texnika oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. – T., “O‘zbekiston” 2004, 544 b.
3. Nosirov Q.N. Mashina detallari yeyilishi nazariyasi. – Toshkent, 2022.
4. Khudaynazarov, D. K., Umarov, U. E., Yunusova, M. U., & Ungboyev, A. M. (2024). Theoretical and experimental determination of the dimensions of the slope and length of the feed distribution device for family livestock farms. In E3S Web of Conferences (Vol. 486, p. 02004). EDP Sciences.
5. O‘ngboyev, A. M., Ismatov, M. N., Ismoilov, U. S., & Mamarizayev, S. A. (2025). Tokli o‘tkazgich atrofidagi magnit maydon kuch chiziqlarini tahlil qilish. Great britain-scientific review of the problems and prospects of modern science and education, 1(11), 10-14.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ОТКРЫТЫХ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ЗАПЫЛЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Шаабидов Шорахмат Аскарович – доктор технических наук, профессор;
Мамасобиров Умид Мамазокир угли - PhD, доцент;
Мирзаев Кахрамон Каршибаевич – доктор технических наук, доцент;
Матякубов Хурсандбек Азизбек угли – студент
Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова

В разных отраслях современного машиностроения для передачи вращательного движения используются различные передачи, которые выбираются исходя из функциональности машин. Для этой цели широко применяют цепные передачи, имеющие следующие достоинства [1-3]: возможность применения в значительном интервале межосевых расстояний; отсутствие проскальзывания; высокий коэффициент полезного действия; относительно малые силы, действующие на опоры; возможность передачи движения нескольким валам, а также реверсом; легкая замена изношенной цепи. Некоторые недостатки цепных передач ограничивают их широкое применение в скоростных передачах, кинематически точных механизмах и приводах, в суровых и запыленных условиях эксплуатации. Недостатками цепных передач являются: неизбежность износа шарниров цепи из-за отсутствия условий жидкостного трения; изменчивость скорости движения цепи, особенно при малых числах зубьев звездочек; высокие требования к монтажу (установке) валов; необходимость смазывания и частой регулировки.

Методы расчета открытых цепных передач, которые широко распространены в машинах (более 80% от всех цепных передач), не в полной мере учитывают тяжелую специфику их эксплуатации. Метод расчета по допускаемым давлениям в шарнирах приводных роликовых цепей гарантирует средний ресурс передачи в стационарных машинах 10...15 тысяч часов, который в большинстве случаев ограничивается долговечностью используемой цепи [3].

Американские ученые Budynas R. G. и Keith Nisbett также указывают долговечность цепных передач до 15000 часов без всякого анализа условий эксплуатации цепных передач [4]. Фактический ресурс цепных передач сельскохозяйственных и других машин колеблется в пределах 750...1000 час [5].

В расчетах должны учитываться основные эксплуатационные факторы, в том числе климатические условия региона, где эксплуатируются цепные передачи, способ смазки, тип смазочного материала, запыленность среды, основные характеристики абразива, конструкция цепного привода и другие, которые влияют на процессы трения и износа, происходящие непосредственно на цепных передачах.

Метод расчета по условию износостойкости шарниров цепи ориентирован определению давления в шарнирах, которое не должно превышать допустимого давления в данных условиях эксплуатации. Условное давление в шарнирах цепи (при отсутствии зазора между валиком и втулкой, а также равномерного распределения давления в шарнире):

$$p = \frac{K_э \cdot F_t}{A} \le [p], \quad (1)$$

где F_t – окружная сила на звездочках, Н; А – площадь проекции шарнира, мм²; р – допускаемое давление, Мпа; $К_э$ – коэффициент эксплуатации, и он представляется в виде частных коэффициентов [1-3,5].

$$K_э = K_д \cdot K_a \cdot K_н \cdot K_{рег} \cdot K_{см} \cdot K_{рем} \cdot K_т, \quad (2)$$

где $К_д$=1…1,6-учитывает динамичность нагрузки; $К_а$=0,9…1,25-учитывает межосевое расстояние; $К_н$=1…0,15-коэффициент угла наклона; $К_{рег}$=1…1.25-коэффициент учета способа регулировки (или натяжения) цепи; $К_{см}$=0,6…1,5-учитывает влияние характера смазывания; $К_{рем}$=1…1,45-учитывает режим (сменность) работы; $К_Т$ -коэффициент влияния температуры окружающей среды.

В работах [4, 5, 6] подробно описан метод расчета цепных передач по условному давлению в шарнирах цепи с учетом многих конструктивных и эксплуатационных факторов.

Научные монографии авторов работ [7, 8] посвящены разработкам эффективных методов повышения точности зацепления в передачах и вопросам проектирования открытых цепных передач.

На основе анализа вышеприведенных работ нами сформулированы следующие выводы и рекомендации при проектировании открытых цепных передач:

1. При расчетах и проектировании открытых цепных передач, используемых в экстремальных условиях эксплуатации сельскохозяйственных машин, особое внимание должно уделяться при определении коэффициента эксплуатации $К_э$, запыленности и абразивности окружающей среды и принимать $К_{за}$=1,1…1,5.

2. С учетом экстремальных условий эксплуатации сельскохозяйственных машин и техники расчет вести не по удельным давлениям в шарнирах цепи, а по износостойкости звеньев цепи.

3. Обратить надлежащее внимание при эксплуатации цепных передач мероприятиям своевременной смазки, регулировки и защиты от пыли, а также абразива.

Использованная литература

1. Детали машин: Учеб. для вузов / Л.А. Андриенко, Б.А. Байков, И.К. Ганулич и др.; Под ред. О.А. Ряховского. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 544 с. (Сер. Механика в техническом университете; Т. 8).

2. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.

3. Иосилевич Г.Б. Детали машин: Учебник для студентов машиностроит. спец. вузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.

4. Budynas R.G., Keith Nisbett. Shigley's Mechanical Engineering Design, English Edition. The McGraw-Hill Companies, 2008. – p. 1109.

5. Shoobidov Sh.A. Mashina detallarini hisoblash va loyihalash: o'quv qo'llanma / T.: 2021, 542 b.

6. Shoobidov Sh.A. Mashina detallari: darslik / Sh.A. Shoobidov – T.: "O'zbekiston milliy ensiklopediyasi" Davlat ilmiy nashriyoti, 2014. – 444 b.

7. Ковалевский В.И., Мамасобиров У.М., Шообидов Ш.А. Эффективные методы повышения точности зацепления в передачах: монография / Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2020. – 166 с.

8. Петрик А.А., Метильков С.А., Пунтус А.В., Бережной С.Б. Проектирование открытых цепных передач: Монография (научное издание) / Под общей редакцией С.А. Метилькова, – Краснодар, 2002. – 156

ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ ЧИСТОВОЙ ВЫРУБКОЙ ТОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Загидуллин Рафаил Рахимуллаевич
ТашГТУ г. Ташкент

В современном машиностроении возрастает потребность в получении деталей с высокой точностью и минимальной последующей обработкой. Одним из эффективных методов является чистовая вырубка, обеспечивающая получение изделий с высокой чистотой поверхности и минимальными отклонениями размеров.

В статье рассматриваются особенности процессов чистовой вырубки точных деталей из листового металла. Приведены основные технологические схемы, расчетные зависимости и факторы, влияющие на качество получаемых изделий.

Чистовая вырубка – это высокоточный метод холодной листовой штамповки, позволяющий за один переход получать металлические детали с зеркально гладкими, перпендикулярными поверхностями среза без разрывов, заусенцев и деформаций. В отличие от обычной штамповки, процесс создает объемное сжатие в зоне резания, что обеспечивает высокую точность (до 7–9 квалитета). Эти технологии широко используются в машиностроении, приборостроении, автомобильной и электронной промышленности.

Особенностью чистовой вырубки является создание в заготовке напряженного состояния, характеризующегося неравномерным всесторонним сжатием до начала выполнения самой операции, до начала относительного смещения в направлении перпендикулярном плоскости листа заготовки, образующих изделие и отход.

На рис.1 показана схема процесса чистовой вырубки и рабочие элементы – пуансон 2, матрица 3, прижим 1 и выталкиватель 4.

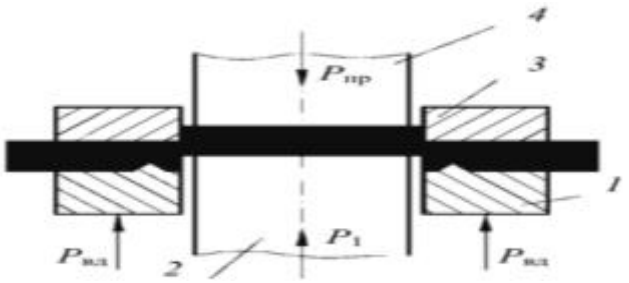


Рис.1. Последовательность чистовой вырубки на прессе тройного действия:
1 - прижим; 2 - пуансон; 3 - матрица; 4 - выталкиватель

После подачи полосы в рабочее пространство штампа пуансон и прижим начинают перемещаться и прижимают полосу к контрпуансону и матрице. При этом клиновидное ребро рабочей поверхности прижима внедряется в полосу, со стороны пуансона в части полосы, ограниченной контурном клиновидного ребра, создаются нормальные напряжения сжатия **σα, σρ, σβ**. Затем прижим останавливается, а пуансон продолжает перемещаться, производя смещение вырубаемой части заготовки детали относительно остальной части. В результате к нормальным напряжениям, создающим всестороннее неравномерное сжатие, добавляются касательные напряжения **τρz** по поверхности среза.

Равнодействующая касательных напряжений среза и давления со стороны контрпуансона уравновешивается силой, приложенной к пуансону.

После отделения детали от заготовки пуансон и прижим перемещаются в обратном направлении, а выталкиватель выталкивает изделие из матрицы. Деталь удаляют из рабочего пространства штампа сжатым воздухом, а полосу продвигают на шаг подачи для осуществления следующего цикла движения рабочих элементов штампа.

В отличие от обычной штамповки, чистовая вырубка обеспечивает практически идеально ровные кромки без заусенцев и деформаций. Это достигается за счёт использования специальных прессов с повышенной жёсткостью пресса тройного действия, использующие три основные силы а также сложных штампов, которые создают равномерное давление по всей линии реза.

Основные факторы, влияющие на качество деталей высокая точность изготовления инструмента использование прижимных устройств для предотвращения смещения материала и минимальный зазор между пуансоном и матрицей обычно зазор составляет **5–10%** от толщины материала а при чистовой **< 1%** от толщины материала (близко к нулю).

Зазор между пуансоном и матрицей

$$z = (0.5 \div 1.0)\% \cdot s$$

где: z – зазор, мм s – толщина материала, мм

Для чистовой вырубки зазор минимален $z \approx 0.005 \cdot s$

Усилие вырубки $P = L \cdot s \cdot \tau$

где: P*– усилие вырубки, Н,* L*– длина контура реза, мм,* s*– толщина материала, мм,* τ*– сопротивление срезу, Мпа.*

Удельное давление прижима $p = \frac{P_п}{A}$

где: p*– давление, Мпа,* $P_п$*– сила прижима, Н,* A*– площадь контакта, мм²*

Основные особенности и преимущества чистовой вырубки идеальная кромка поверхности получаются без трещин скалывания, не требующие последующей шлифовки или чистовой обработки, точность по размерам составляет всего несколько сотых долей миллиметра **(±0.01–0.03 мм)**. За один ход пресса можно производить детали сложной формы, включая одновременную чеканку, гибку и пробивку отверстий, толщина применяемого материала до 15 мм и более.

Чистовая вырубка точных деталей – это ключевая технология современного производства, позволяющие получать изделия высокой точности и качества без дополнительных операций. Их применение особенно эффективно в серийном и массовом производстве, где важны стабильность параметров и снижение себестоимости.

Список литературы

1. Зубцов М. Е. Листовая штамповка. Машиностроение. Ленингр. 1980. – 432 с.
2. Абдуллаев Ф.С., Загидуллин Р.Р. Металларни босим билан ишлаш жараёнлари технологик вазифаларини ечимлари. Тошкент 1996.-193с.
3. Загидуллин Р.Р., Махмудова Н. А. Конструирование штампов листовой штамповки Учебное Ташкент. 2013.-96с.

МЕТОД СНИЖЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ШТАМПОВКЕ ТРУДНОДЕФОРМИРУЕМЫХ СПЛАВОВ

Загидуллин Рафаил Рахимуллаевич
ТашГТУ г. Ташкент

Обработка металлов давлением является важнейшим направлением современного машиностроения и металлургии. Она позволяет получать изделия с высокими механическими свойствами за счёт пластической деформации материала без разрушения. Одним из перспективных направлений является изотермическая штамповка, при которой температура заготовки и инструмента поддерживается постоянной. Это позволяет исключить температурные градиенты и обеспечить равномерное течение металла.

Поведение материала при горячей деформации описывается следующим уравнением:

$$\sigma = K \cdot \varepsilon^n \cdot \dot{\varepsilon}^m \cdot e^{-\frac{Q}{RT}}$$

где: σ – напряжение течения (МПа);

ε – степень деформации;

$\dot{\varepsilon}$ – скорость деформации (с $^{-1}$);

K, n, m – константы материала;

Q – энергия активации (Дж/моль);

R – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура (К).

Чувствительность к скорости деформации

$$m = \frac{\partial \ln \sigma}{\partial \ln \dot{\varepsilon}}$$

Параметр m характеризует способность материала к сверхпластической деформации. При $m > 0.3$ материал проявляет свойства сверхпластичности.

В работе рассмотрены современные методы обработки металлов давлением с акцентом на изотермическую штамповку. Проанализированы особенности пластической деформации при постоянной температуре, течения материала и преимущества метода по сравнению с традиционными технологиями.

Закрытая изотермическая штамповка осуществляется в нагретых штампах, обеспечивающих постоянную температуру. Применяется для трудно-деформируемых сплавов (титановых, никелевых).

Сверхпластическая штамповка используется для материалов с ультрамелкозернистой структурой. Позволяет получать сложные детали с высокой точностью.

Прецизионная изотермическая штамповка обеспечивает получение загото-вок, близких к окончательной форме, что снижает затраты на механическую обработку.

Показано, что изотермическая штамповка обеспечивает повышение качества изделий и улучшение структуры материала.

Проблема неравномерного течения металла при изотермической штамповке трудно-деформируемых сплавов. Несмотря на постоянство температуры, локализация деформации приводит к образованию дефектов *(снижению прочности и неоднородной микроструктуры).* Рассмотрен метод снижения неравномерности деформации за счёт управления параметрами процесса и оптимизации режима деформации на основе регулирования скорости деформации и коэффициента чувствительности материала. Предлагаемая модель процесса и анализ распределения напряжений показывают снижение градиентов деформации на **16–20%**.

Для анализа процессов широко применяется метод конечных элементов (МКЭ). Основное уравнение равновесия:

$$\nabla \cdot \sigma + F = 0$$

где F – объёмные силы.

Моделирование позволяет: *(прогнозировать распределение напряжений, анализировать температурные поля и выявлять дефекты процесса).*

Предлагаемый метод управления скоростью деформации позволяет существенно повысить качество изделий из титановых сплавов при изотермической штамповке.

При традиционной штамповке наблюдаются зависимости напряжения от деформации, напряжение увеличивается с ростом деформации при изотермических условиях кривая более плавная отсутствуют скачки напряжений а увеличение скорости деформации приводит к росту напряжения при высоких температурах влияние уменьшается, в изотермическом процессе температура стабильна. И так при изотермической штамповке получается равномерная микроструктура, улучшаются механические свойства, наблюдается снижение остаточных напряжений, высокая точность изделий и уменьшение отходов материала.

Изотермическая штамповка является эффективной технологией обработки металлов давлением, обеспечивающей высокое качество продукции. Использование численного моделирования позволяет оптимизировать процессы и снизить затраты. Дальнейшее развитие связано с цифровыми технологиями и автоматизацией производства.

Список литературы

1. Altan T. et al. Cold and Hot Forging. ASM, 2005.
2. Абдуллаев Ф.С., Загидуллин Р.Р. Металларни босим билан ишлаш жараёнлари технологик вазифаларини ечимлари. Тошкент 1996.-193с.
3. Теория и технология изотермической штамповки труднодеформи-руемых и малопластичных сплавов / С.П. Яковлев и др. Тула: ТулГУ, 2000. 220 с.
4. Kim H.Y. et al. Superplastic forming of titanium alloys. *Journal of Materials Processing Technology,* 2020.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Загидуллин Рафаил Рахимуллаевич
ТашГТУ г. Ташкент

В работе рассмотрены современные подходы к повышению энергоэффективности процессов обработки металлов давлением. Проведён анализ энергозатрат при пластической деформации, а также предложены методы их снижения за счёт оптимизации температурных режимов, применения индукционного нагрева и цифрового управления процессами. Представлен расчётный пример определения

удельной энергии деформации и эффективности внедрения энергосберегающих решений.

Обработка металлов давлением является базовой технологией машиностроительного производства, характеризующейся высокой энергоёмкостью. Существенная часть затрат приходится на нагрев заготовок и преодоление сопротивления деформации.

Современные тенденции развития металлообработки ориентированы на снижение энергопотребления при сохранении качества продукции. Это достигается за счёт совершенствования технологических процессов и внедрения цифровых методов управления.

Работа пластической деформации определяется выражением:

$$A = \int_V \sigma \cdot \varepsilon \, dV$$

где: σ– напряжение деформации, Па;

ε– относительная деформация;

V– объём заготовки.

Удельная энергия деформации:

$$w = \frac{A}{V}$$

Для приближённых расчётов используется зависимость:

$$w \approx k \cdot \varepsilon$$

где k– сопротивление деформации материала.

Мощность процесса определяется:

$$N = \frac{A}{t}$$

где t– время деформации.

Рассмотрим энергозатраты в процессе осадки цилиндрической заготовки. *Исходные данные (диаметр* $d = 50$*мм, высота* $h_0 = 100$*мм, конечная высота* $h_1 = 60$*мм, сопротивление деформации* $k = 250$*Mпа).*

Определение деформации

$$\varepsilon = \ln \frac{h_0}{h_1} = \ln \frac{100}{60} \approx 0.51$$

Удельная энергия

$$w = k \cdot \varepsilon = 250 \cdot 10^6 \cdot 0.51 = 127.5 \cdot 10^6 \text{ Дж/м}^3$$

Объём заготовки

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h_0 = \frac{3.14 \cdot 0.05^2}{4} \cdot 0.1 \approx 1.96 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Полная энергия

$$A = w \cdot V \approx 127.5 \cdot 10^6 \cdot 1.96 \cdot 10^{-4} \approx 25 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

Пути повышения энергоэффективности:

– оптимизация нагрева-применение индукционного нагрева позволяет снизить потери энергии до 30% за счёт локального подвода тепла;

– снижение сопротивления деформации-использование современных смазочных материалов уменьшает силы трения;

$$\sigma_{тр} = \mu \cdot p$$

где μ– коэффициент трения, p– контактное давление.

Внедрение систем цифровизация процессов на основе искусственного интеллект позволяет:

– адаптивно регулировать параметры;

– снижать пиковые нагрузки;

– уменьшать энергопотребление.

Численные методы (например, метод конечных элементов) позволяют определить оптимальные режимы деформации и снизить затраты энергии на 10–20%.

Снижение энергозатрат можно определить по формуле:

$$\eta = \frac{E_0 - E_1}{E_0} \cdot 100\%$$

где: E_0– исходные энергозатраты;

E_1– энергозатраты после модернизации.

Например, при снижении энергопотребления с 100 кВт·ч до 75 кВт·ч:

$$\eta = \frac{100 - 75}{100} \cdot 100\% = 25\%$$

Проведённый анализ показывает, что повышение энергоэффективности обработки металлов давлением возможно за счёт комплексного подхода, включающего:

– оптимизацию температурных режимов;

– снижение сопротивления деформации;

– внедрение цифровых технологий;

– использование математического моделирования.

Предложенные методы позволяют сократить энергозатраты до 20–30% и повысить эффективность производства.

Список литературы

1. Лахтин Ю.М. Теория пластической деформации металлов.
2. Сторожев М.В. Теория обработки металлов давлением.
3. Современные исследования в области Материаловедение и энергоэффективных технологий.

XH56MBKYO QOTISHMASIDAN LIST METALLARNI PROKATLASHNING RESURS TEJAMKOR TEXNOLOGIYASI

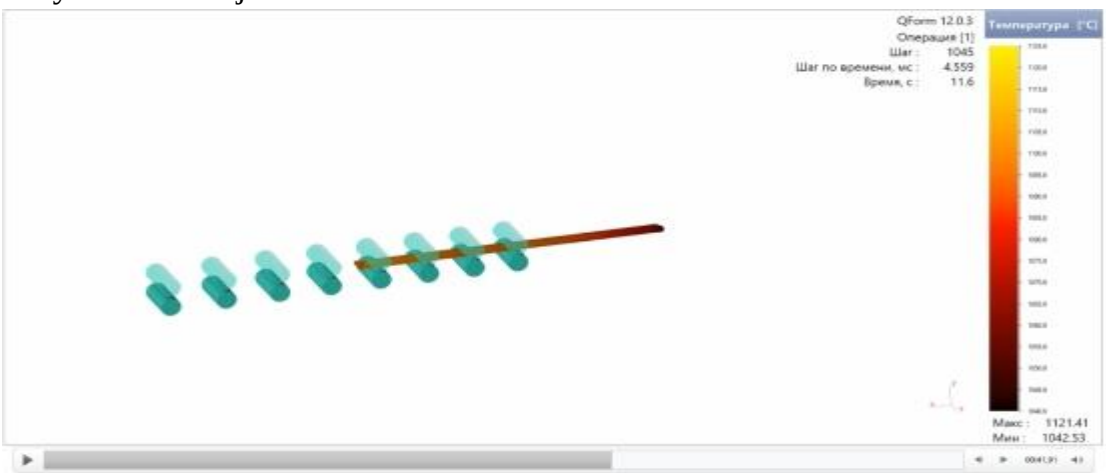
D.M. Berdiyev[1], M.M. Ibroximova[2]
[1]Radiatsiya va yadro xavfsizligi ilmiy-texnik markaz,
[2]I. Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent sh.

XH56MBKYO qotishmasidan tayyorlangan list materialini prokatlash va shakl berish jarayonlarini tadqiq etish maqsadida yakuniy elementlar asosida hisoblash modeli ishlab chiqildi. Issiq holatda prokatlash jarayonida kuchlanish maydoni, harorat maydoni hamda materialning plastik oqish xususiyatlariga ta’sir etuvchi omillarni chuqur tahlil qilish uchun dinamik qayta kristallanishning matematik modeli yakuniy element modeliga o‘tkazildi.

Tadqiqot doirasida ikkinchi fazaning taqsimlanishi va shakllanishi, shuningdek, dinamik qayta kristallanish natijasida hosil bo‘luvchi donachalarning o‘lchami va taqsimoti o‘rganildi. Shu asosda XH56MBKYO qotishmasining mikrotuzilish evolyutsiyasini baholash maqsadida listli prokatni shakllantirish jarayonlari va birlashtirilgan yakuniy element modellashtirish usullari qo‘llanildi, bu esa deformatsiya jarayonidagi ichki fizik qonuniyatlarni chuqurroq anglash imkonini berdi.

Bundan tashqari, list metallning mikrotuzilishi va mexanik xossalari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik aniqlandi. Issiq holatda shakllantirilgan materialning fizik-mexanik xususiyatlarini boshqarish va optimallashtirish imkoniyatlari tadqiq etildi. Olingan natijalar prokatlash jarayoni parametrlarini optimallashtirish va yuqori sifatli mahsulot olish uchun ilmiy asos yaratadi.

XH56MBKYO qotishmasidan tayyorlangan zagotovkaning dastlabki geometrik parametrlari quyidagicha qabul qilindi: qalinligi - 100 mm, uzunligi - 1400 mm, kengligi - 500 mm. Tadqiqot natijalari asosida quyidagi optimal prokatlash rejimi aniqlandi: harorat – 1150–1200 °C, deformatsiya tezligi - 0,01–0,1 s^{-1}, bosqichma-bosqich deformatsiyalanish darajasi – 20–30 %.



1-rasm. XH56MBKYO qotishmasidan tayyorlangan zagotovkani prokatlash jarayonining sun’iy modeli.

Rasmda XH56MBKЮ qotishmasidan tayyorlangan zagotovkani prokatlash jarayonining yakuniy elementlar usuli asosida modellashtirish natijalari tasvirlangan. Jarayonning sun’iy modelini yaratish uchun Qform dasturidan foydalanildi.

Bu sharoitlarda prokatlash barqaror kechadi, mayda donli struktura shakllanadi hamda mahsulot sifati yuqori bo‘ladi. Bir jinsli mayda donli struktura kristallararo korroziya xavfini kamaytiradi va korroziyaga chidamlilikni oshiradi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, yakuniy elementlar usuli asosida dinamik qayta kristallanishni hisobga olgan holda modellashtirish XH56MBKЮ qotishmasining deformatsiya jarayonini yuqori aniqlikda tavsiflash imkonini beradi. Harorat va kuchlanish maydonlarining optimal taqsimlanishi materialning bir maromda plastik oqishini ta’minlab, yuqori sifatli mikrostruktura shakllanishiga xizmat qiladi.

Prokatlash jarayonining boshlang‘ich bosqichida material deyarli bir xil (gomogen) kuchlanish holatida bo‘lib, kuchlanish maydoni nisbatan bir tekis taqsimlangan. Bu holatda maksimal kuchlanish qiymati taxminan 63 MPa ni tashkil etadi. Mazkur bosqichda tashqi yuklamalarning ta’siri hali to‘liq namoyon bo‘lmaganligi sababli, materialdagi ichki kuchlanishlar past darajada bo‘lib, deformatsiya jarayoni amalda boshlanmagan deb hisoblanadi.

Deformatsiyaning boshlanish bosqichida kuchlanish maydonida keskin o‘zgarishlar kuzatiladi va maksimal kuchlanish ≈ 118 MPa gacha oshadi. Bu bosqichda valok va material o‘rtasidagi kontakt zonasida lokal plastik deformatsiya yuzaga keladi. Natijada kuchlanishlar qayta taqsimlanadi, chetki zonalarda esa kuchlanish konsentratsiyalari hosil bo‘ladi. Bu holat materialning plastik oqish jarayoniga o‘tishini ifodalaydi.

Intensiv plastik deformatsiya bosqichida kuchlanishlar yuqori darajaga yetadi va maksimal qiymat ≈ 164 MPa ni tashkil qiladi. Bu bosqichda deformatsiya o‘chog‘ida kuchlanishlar maksimal darajada konsentratsiyalanadi, material yuqori plastik holatga o‘tadi va uning mikrotuzilishida dinamik qayta kristallanish jarayonlari rivojlanishi ehtimoli ortadi. Shu bilan birga, kuchlanish qiymatining ortishi material oqimining noaniq zonalarini shakllantirishi mumkin.

List prokatlashning barqaror shakllanish bosqichida kuchlanishlar nisbatan tekis holatga keladi va maksimal qiymat ≈ 162 MPa atrofida barqarorlashadi. Bu bosqichda jarayon bir qiymatli rejimga o‘tadi, metall oqimi bir maromda amalga oshadi va kuchlanishlar qayta taqsimlanishi orqali zagotovka belgilangan geometrik shaklga keltiriladi. Bu holat texnologik jihatdan eng maqbul rejim hisoblanib, mahsulot sifatini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Xulosa. Kuchlanish maydonining evolyutsiyasi prokatlash jarayonining barcha bosqichlarida materialning mexanik holati va mikrotuzilishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, kuchli deformatsiya bosqichida yuqori kuchlanishlar dinamik qayta kristal-lanish jarayonlarini faollashtirib, materialning yakuniy strukturasi va mexanik xossalarini belgilaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Каблов Е.Н. Жаропрочные никелевые сплавы для газотурбинных установок. – М.: Наука, 2010.
2. Поляков А.Н., Федоров В.М. Термомеханическая обработка никелевых сплавов. – М.: Металлургия, 2008.
3. Humphreys F.J., Hatherly M. Recrystallization and Related Annealing Phenomena. – Oxford: Elsevier, 2004.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ КОНТАКТА КУЛАЧКА И ТОЛКАТЕЛЯ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ ЕГО ПЛАВНОЙ РАБОТЫ

Абдувалиев Убайдулла Абдуллаевич к.т.н., доцент., Турапов Эсиргап Избасарович к.т.н., доцент
Алмалыкский государственный технический институт (АГТИ) Узбекистан

Известно, что контакт кулачка и толкателя обеспечивается посредством пружины, которое устанавливается между толкателем и неподвижного звена. Для этого необходимо определить жесткость пружины обеспечивающей силовое замыкание кинематической пары IV класса, т.е. постоянный контакт толкателя с кулачком.

Рассматривается случай, когда отрыв толкателя от профиля кулачка может произойти во время действия инерционной силы толкателя, или во время действия инерционного момента. Пружину надо подобрать так, чтобы во всех положениях механизма сила давления пружины была бы больше отрывающего силового фактора; при этом предполагается, что пружина смонтирована без предварительного учета деформации (рис. 1) [1,2,3].

Для решения задачи необходимо знать массу поступательно движущихся частей толкателя или момент инерции вращающихся частей толкателя, закон изменения функции положения и его второй производной (аналога ускорений) на всей фазе подъёма или опускания. Для решения задачи берется та фаза, в которой отрицательное значение аналога ускорений будет большим по своему абсолютному значению. Надо также знать угловую скорость ω_1 кулачка.

Приведем решение задачи, относящейся к кулачковым механизмам. На рис. 2 показаны график аналога ускорений

$$\frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2} = \frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2}(\varphi_1)$$

(рис. 2, *а*) и график функции положения $s_2 = s_2(\varphi_1)$ (рис. 2, *b*). На рис. 2, *в* построен график зависимости аналога ускорений от перемещения толкателя

$$\frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2} = \frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2}(s_2)$$

Этот график построен путем исключения параметра φ_1 из зависимостей

$$\frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2} = \frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2}(\varphi_1) \text{ и } s_2 = s_2(\varphi_1)$$

Сила инерции P_i толкателя будет равен

$$P_i = -ma_2 = -m\frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2}\cdot\omega_1^2 \quad (1)$$

где m – масса толкателя; a_2 – ускорение толкателя; $\frac{d^2s_2}{d\varphi_1^2}$ – аналог ускорения толкателя; ω_1 – угловая скорость кулачка.

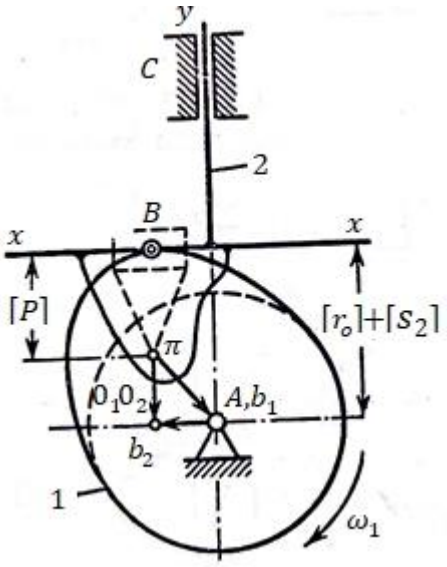
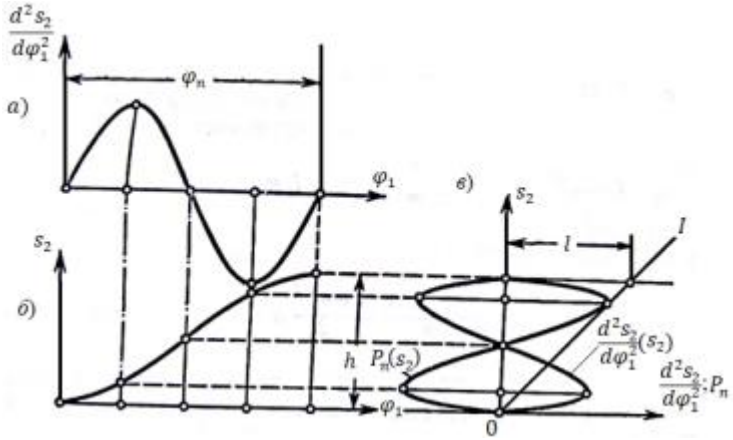


Рис. 1. Определение радиуса кривизны профиля кулачка в точке контакта профиля кулачка с тарелкой



$$P_n(s_2)\, l$$

Рис 2. Определения жесткости замыкающей пружины

$$C\ y\ x\ x\ 0_1 0_2\ A, b_1\ \pi\ \omega_1\ [r_o] + [s_2]\ 1\ 2\ B\ C\ b_2\ [P]$$

График изменения силы инерции толкателя будет отличаться от графика аналога ускорений только масштабом и знаком. Поэтому можно считать, что на рис. 2, *в* построен график $P_i = P_i(s_2)$ изменения силы инерции толкателя в функции перемещения последнего.

Через начало координат O построенного графика, проведен луч $O - I$ касательно к положительной части графика силы инерции. За положительное наравление силы инерции принято также, когда эта сила направлена от оси вращения кулачка, т.е. когда она стремится оторвать толкатель от профиля кулачка.

Луч $O - I$ отсекает на линии, проведенной из конца ординаты h, отрезок l, пропорциональный максимальной силе необходимого нажатия пружины. Эта сила будет равна

$$P_{пр\,max} = \mu_\rho \cdot l \ N \quad (2)$$

где $\mu_P -$ масштаб сил.

Искомая жесткость q будет равна

$$q = \frac{P_{пр\,max}}{h} = \frac{\mu_\rho \cdot l}{h} \ N/mm \quad (3)$$

Для других кулачковых механизмов во всех вышеприведенных формулах следует заменить $s_2(\varphi_1)$ на $\varphi_2(\varphi_1)$, $\frac{d^2 s_2}{d\varphi_1^2} - на \ \frac{d^2\varphi_2}{d\varphi_1^2}$;

$m - на \ l^2$, $h - Ф_и$ $P_{пр\,max} - на$ $M_{пр\,max}$.

На основе проведенных разработки выполнены примеры, которые будут применятся при проектировании новых вариантов кулачковых механизмов, которые будут обеспечивать бесперебойную и долгую работу данного механизма. Эти примеры могут быть использованы при выполнении курсовых работ студентами, а также научными исследователями.

Литература

1. У.А.Абдувалиев. Механика. Теория механизмов и машин. Примеры и задачи. – Т.: «Innovatsion rivojlanish nashiryot-matbaa uyi» 2024, 224 стр.

2. И.И. Артоболевский, Б.В.Эдельштейн. Сборник задач по теории механизмов и машин. М., «Наука», 1975.

УЧЕТ ТРЕНИЯ В КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НОВЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Абдувалиев Убайдулла Абдуллаевич к.т.н., доцент, Хасанов Ботир, Абдухошимов Жорабек Улугбек огли студент
Алмалыкский государственный технический институт (АГТИ) (Узбекистан)

Во многих машинах и механизмов при проектировании обычно не учитываются трения в кинематических парах, так как эти величины очень малы. Однако, не учесть трения в могут уменьшить работоспособность и привести их к нерабочему состоянию раньше времени. В связи с этим приводим расчет с учетом трения в кинематических парах.

По наклонной плоскости 1 движется равномерно вверх ползун k (рис. 1, a), находящийся под воздействием сил P и Q. Сила Q направлена перпендикулярно оси xx и равна $Q = 120\ N$, угол наклона плоскости l равен $\alpha = 20^o$, коэффициент трения ползуна k о плоскость l равен $f = 0{,}3$. Требуется найти величину P, направленной параллельно линии xx, которая поддерживает заданное равномерное движение ползуна k.

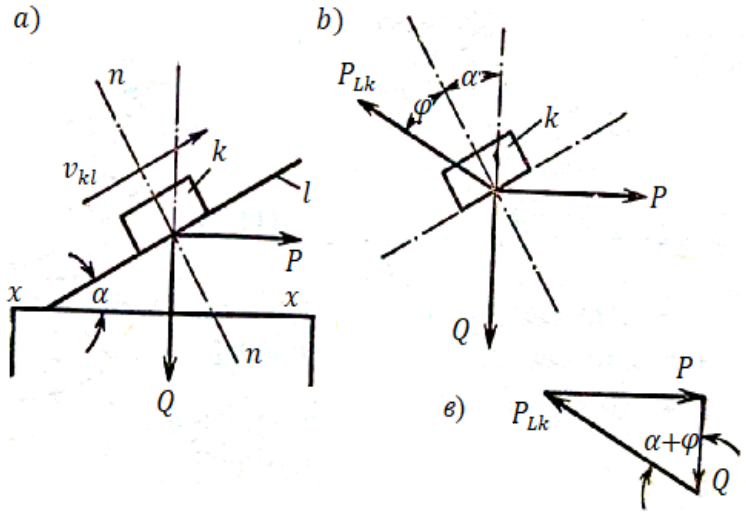


Рис. 1. Определение горизонтальной силы P при движении ползуна на наклонной плоскости. Ползун нагружен силой Q

Решение. Определяем по формуле (1) угол трение φ:

$$\varphi = arctgf = arctg0{,}3 = 16^o70'$$

Рассмотрим зависимости ползуна (рис. 1, *б*). к нему приложены силы P, Q и отклоненная от нормали nn на угол трения $\varphi = 16^o70'$ реакции P_{lk} по стороны плоскости l на ползун k.

Условие равновесия ползуна, записанное в векторной форме, будет

$$Q + P + P_{lk} = 0$$

На рис. 1, *в* построен треугольник сил, удовлетворяющий этому равенству. Угол между силами Q и P_{lk} равен $\alpha + \varphi$, угол между силами Q и P равен 90°. Из силового треугольника получаем

$$P = Qtg(\alpha + \varphi) = 120tg(20^o + 16^o70') = 120tg36^o70'$$=120x0,7581=90,97 Н.

Задаваясь прямоугольной системой координат и проектируя все силы, приложенные к ползуну k, на направление осей координат, можно также получить решение в аналитической форме.

Учет трения между кинематическими парами будут полезны при проектировании новых машин и механизмов, которые повышают работоспособность и долговечность их службы.

Литература:

[1]. У.А.Абдувалиев. Механика. Теория механизмов и машин. Примеры и задачи. – Т.: «Innovatsion rivojlanish nashiryot-matbaa uyi» 2024, 224 стр.

[2]. И.И. Артоболевский, Б.В.Эдельштейн. Сборник задач по теории механизмов и машин. – М., «Наука», 1975.

[3]. И.И. Артоболевский. Теория механизмов и машин. – М., «Наука» 1975.

[4]. Karimov K.A., Abduvaliyev U.A., Axmedov A.H. Development and analytical realization of the mathematical model of controlled motion of a positioning mechanism. Part 1. Europdische Fach hochschule European Applied Sciences 2013 №3

[5]. Karimov K.A., Abduvaliyev U.A., Axmedov A.H. Development and analytical realization of the mathematical model of controlled motion of a positioning mechanism. Part 2. Europdische Fach hochschule European Applied Sciences 2013 №4.

[6]. Абдувалиев У.А., Абдурафиков Б.А. Social sciences and humanities. Построение диаграммы Витенбауэра для механизмов машин машиностроительной отрасли. Conference on innovation in the moderneducation sustem. washington 2021.

[7]. Jumayev A., Abduvaliyev U.A., Nugmanov I, Musayeva M. Development and mathematical modeling of a resource-efficient design of belt conveyor mechanisms with flexible elements and conical gears. Universal journal of technology and innovation issn 2992-8842 https://science-research.org.uz/index.php/UJ TI VOLUME 3 ISSUE 30 November 2025.

[8]. Abduvaliyev U.A., Abduxoshimov. Kinematic study of a four-link mechanism for the purpose of its use in the design of new machines. international conference on science, innovation and global development, Volume-1, Issue-3, 2026, USA

НАПРЯЖЁННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ ШАРИКОВОМ НАКАТЫВАНИИ И ФОРМИРОВАНИЕ ВИНТОВОГО МИКРОРЕЛЬЕФА

Тураев Тиркаш XXX, доцент
Мадаминов Бахром Миродилович, (PhD) доцент
Ферганский государственный технический университет, г. Фергана

В работе рассмотрено напряжённое состояние поверхностного слоя при энергосбригательное метод обработки шариковым накатным инструментом, цилиндрических деталей и формирование регулярного винтового микрорельефа. Процесс основан на контактном взаимодействии вращающегося шарикового инструмента с поверхностью заготовки при осевой подаче, что приводит к пластической деформации поверхностного слоя и образованию упрочнённой структуры. Для оценки напряжений в зоне контакта использована теория упругого контактного взаимодействия Герца для пары «шарик-цилиндр». Получены выражения для приведённого радиуса кривизны, радиуса контактного пятна и максимальных контактных напряжений. Выполнен расчёт для стали 20 при использовании стального шарика, который показал, что возникающие контактные напряжения превышают предел текучести материала, что обеспечивает пластическую деформацию микронеровностей и формирование упрочнённого поверхностного слоя. Шариковое накатывание позволяет формировать регулярный винтовой микрорельеф с повышенной износостойкостью и сниженной шероховатостью поверхности.

Процесс реализуется за счёт контактного взаимодействия вращающегося шарикового инструмента с поверхностью детали, выполненной в виде тела вращения. Заготовка получает осевую или винтовую подачу, что приводит к формированию регулярного винтового микрорельефа. Оценки напряжённого состояния в зоне контакта используется теория упругого Герца, рассматривающая контакт «шарик – цилиндр». Согласно теория приведённый радиус кривизны определяется выражением

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_ш} + \frac{1}{R_д} = \frac{2}{D_ш} + \frac{2}{D_д}$$

где: $R_ш = \left(\frac{2}{D_ш}\right)^{-2} - радиус\ шарика, R_д = \left(\frac{2}{D_ш}\right)^{-2} - радиус\ детали,$

$D_ш$ – диаметр шарика; $D_д$ – диаметр детали.

Контактное взаимодействие и условия пластической деформации напряжённое состояние в зоне контакта шарика с поверхностью детали описывается положениями теории Герца [3].

При действии нормальной силы прижатия в зоне контакта возникают высокие контактные напряжения, которые при превышении предела текучести материала вызывают пластическую деформацию поверхностного слоя.

Расчётные значения максимальных контактных напряжений при шариковом накатывании для углеродистых сталей превышают предел текучести, что гарантирует пластическую осадку микронеровностей поверхности [1]. Это создаёт условия для сглаживания исходного микропрофиля и формирования упрочнённого слоя создавая **контактного винтового пятна и определяется:**

$$a = \sqrt{\frac{3FR'}{4E'}}$$

Приведённый модуль упругости вычисляется по выражению:

$$\frac{1}{E'} = \frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2}$$

Числовой пример (материал детали сталь 20; стальной шарик ШХ 15Х)

Пусть: $D_ш$ = 10 мм; $D_д$ = 40 мм; F = 300 Н; E = 2,1·10⁵ МПа; ν = 0,3

тогда:

$R' \approx 3{,}3$ мм

$E' \approx 1{,}15 \cdot 105$ МПа

$a \approx 0{,}085$ мм

Максимальное контактное напряжение определяется по формуле:

$$\sigma_{max} = (3 \cdot F)/(2\pi)a^2, \quad \sigma_{max} \approx 3{,}5 \text{ ГПа}$$

Полученное значение **превышает предел текучести для материала стали 20** (σт ≈ 245 МПа), что гарантирует **пластическую деформацию поверхностного слоя.**

Заключение можно сказать, что напряжение по Коши – Грин поверхностной слой деталей изготовленные из стали 20 можно подвергат к обработке пластическими деформирование.

Список литературы:

1. Соколов Л.А., Иванов В.И. Поверхностное пластическое деформирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 2008. 320 с.

2. Кудрявцев И.В. Контактные напряжения и теория Герца. – М.: Наука, 2005, – 256 с.

3. Turaevich, T. T., & Mirodilovich, M. B. (2020). Physical Foundations Structural-Formation, Surface Layer Of Parts. *The American Journal of Engineering and Technology*, *2*(09), 71–76.

4. Turaevich, T.T., Anvarxodjaevich, B.Y., & Mirodilovich, M.B. (2021). Choosing the optimal processing method to improve the productivity of machine tools and machine systems. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, *8*(5), 490–494.

5. Тураев, Т.Т., Акрамов, М.М., & Мадаминов, Б.М. (2023). Изучения энергетического баланса прииспользования метода обработки поверхностным пластическим деформированием. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, *14*, 290–295.

EKSKAVATOR TISHLARINING YEYILISH BARDOSHLIGINI OSHIRISHDA 110G13L MARKALI PO‘LATGA TERMIK ISHLOV BERISH

prof. To‘raxodjayev Nodir Djaxongirovich[1]
doktorant. Chorshanbiyeva Lobar Turg‘unboyevna[1]
talaba. Abduraxmatova Mohidil Olim qizi[2]
talaba. Bakirova Salima Daniyar qizi[2]
[1]Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent
[2]Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent

Kirish. Konchilik, qurilish va yer qazish sanoatida ishlatiladigan ekskavator tishlari og‘ir ish sharoitida faoliyat yuritadi. Ular tuproq, tosh, shag‘al va boshqa qattiq jinslar bilan doimiy ishqalanishda bo‘lgani sababli tez yeyiladi. Natijada tishlarning geometrik

shakli buziladi, xizmat muddati qisqaradi va texnikaning samaradorligi pasayadi. Shu sababli, ekskavator tishlarining yeyilish bardoshligini oshirish muhim ilmiy-amaliy masalalardan biridir. Ekskavator tishlarini ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladigan materiallardan biri 110G13L markali po‘lat hisoblanadi. Ushbu po‘lat yuqori marganesli austenit po‘lat bo‘lib, katta zarbiy yuklamalarda ishlash qobiliyatiga ega. To‘g‘ri tanlangan termik ishlov usullari orqali uning mustahkamligi va yeyilishga chidamliligini sezilarli darajada oshirish mumkin.

110G13L markali po‘lat tarkibida taxminan 1,0–1,2% uglerod va 11–14% marganes mavjud bo‘ladi. Ushbu po‘lat Gadfield po‘lati turiga kiradi va zarbiy ishqalanish sharoitlarida yuqori samaradorlik ko‘rsatadi. Ushbu po‘latning asosiy afzalligi – ish jarayonida o‘z-o‘zidan qattiqlashish xususiyatidir. Kuchli bosim va zarba ta’sirida uning yuzasida deformatsion qattiqlashish sodir bo‘ladi. Natijada tashqi qatlamning qattiqligi oshib, ichki qismi esa qovushqoq holatda saqlanadi[1].

Termik ishlov berishning ahamiyati: Termik ishlov – metallni ma’lum haroratgacha qizdirish, ushlab turish va sovitish jarayonidir. Bu usul metallning ichki tuzilishini o‘zgartirib, mexanik xossalarini yaxshilaydi. Ekskavator tishlariga termik ishlov berishning asosiy maqsadlari: yeyilishga bardoshliligini oshirish, qattiqligini oshirish, ichki kuchlanishlarni kamaytirish, zarbiy yuklamalarga chidamliligini oshirish, xizmat muddatini uzaytirish.

110G13L po‘latiga noto‘g‘ri termik ishlov berilsa, karbidlar hosil bo‘lishi natijasida po‘lat mo‘rtlashib qoladi. Shuning uchun termik ishlov rejimlarini to‘g‘ri tanlash juda muhim.

110G13L po‘latiga termik ishlov berish texnologiyasi

1. Qizdirish jarayoni. Po‘lat odatda 1000–1100 °C haroratgacha qizdiriladi. Bu haroratda austenit strukturasi hosil bo‘ladi va karbidlar eriydi. Qizdirish bosqichida: pech harorati bir tekis bo‘lishi kerak, detalning barcha qismi teng qizdirilishi zarur, ortiqcha qizdirishga yo‘l qo‘yilmaydi. Agar harorat haddan tashqari yuqori bo‘lsa, donachalar yiriklashadi va mexanik xossalar yomonlashadi.

2. Ushlab turish jarayoni. Qizdirilgan po‘lat ma’lum vaqt davomida pechda ushlab turiladi. Ushlab turish vaqti detalning qalinligiga bog‘liq bo‘ladi. O‘rtacha ushlab turish vaqti:25–40 mm qalinlik uchun – 1–1,5 soat, 40–60 mm qalinlik uchun – 2 soat. Bu jarayonda po‘lat tarkibidagi uglerod va marganes bir tekis taqsimlanadi.

3. Suvda sovitish. 110G13L po‘latiga ko‘pincha suvda tez sovitish qo‘llaniladi. Tez sovitish natijasida austenit strukturasi saqlanib qoladi va karbidlarning qayta ajralib chiqishi oldi olinadi. Sovitish jarayonining afzalliklari: yuqori qovushqoqlik saqlanadi, yeyilishga chidamlilik oshadi, deformatsion qattiqlashish xususiyati yaxshilanadi. Sovitish jarayonida suv harorati odatda 20–40 °C oralig‘ida bo‘ladi.

Termik ishlov berilgan tishlarning yuzasida ish davomida qo‘shimcha qattiqlashgan qatlam hosil bo‘ladi. Bu qatlam abraziv yeyilishga qarshi himoya vazifasini bajaradi [2-4].

Termik ishlovdan keyingi natijalar

Ko‘rsatkich	Termik ishlovgacha	Termik ishlovdan keyin
Qattiqlik	180 HB	220–260 HB
Yeyilish tezligi	Yuqori	Past
Xizmat muddati	1 baravar	1,5–2 baravar
Zarba bardoshligi	O‘rtacha	Yuqori

Xulosa. 110G13L markali po‘lat ekskavator tishlarini ishlab chiqarishda eng samarali materiallardan biri hisoblanadi. Ushbu po‘latning yuqori qovushqoqligi va deformatsion qattiqlashish xususiyati og‘ir ish sharoitlarida katta afzallik beradi. Po‘latga to‘g‘ri termik ishlov berish natijasida:yeyilishga bardoshlilik oshadi, qattiqlik ortadi, xizmat muddati uzayadi, iqtisodiy samaradorlik yaxshilanadi. Shuning uchun 110G13L po‘latiga optimal termik ishlov rejimlarini qo‘llash ekskavator tishlarining ishonchliligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. GOST 977–88. Yuqori marganesli po‘lat quyma materiallari standarti.
2. Mirboboyev B.A. Konstruksion materiallar texnologiyasi. Texnika oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. – T. “O‘zbekiston” 2004, 544 b.
3. Khudaynazarov, D. K., Umarov, U. E., Yunusova, M. U., & Ungboyev, A. M. (2024). Theoretical and experimental determination of the dimensions of the slope and length of the feed distribution device for family livestock farms. In E3S Web of Conferences (Vol. 486, p. 02004). EDP Sciences.
4. O‘ngboyev, A. M., Ismatov, M. N., Ismoilov, U. S., & Mamarizayev, S. A. (2025). Tokli o‘tkazgich atrofidagi magnit maydon kuch chiziqlarini tahlil qilish. Great britain-scientific review of the problems and prospects of modern science and education, 1(11), 10-14.

QOTISHMALARNING SUYUQOQUVCHANLIGINI ANIQLASH USULI VA UNING QOTISHMALAR SIFATINI BAHOLASH

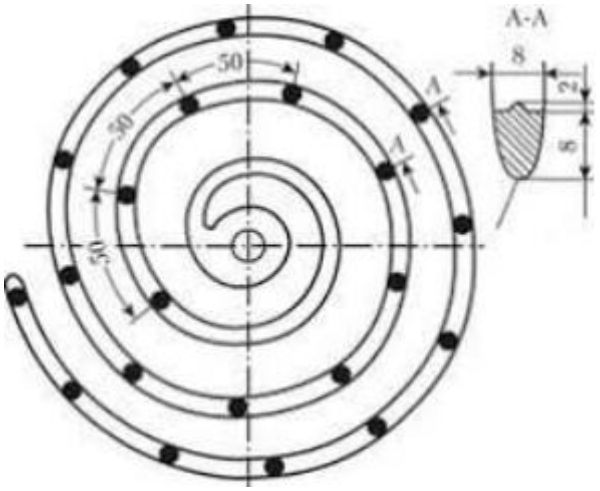
Rizayeva Nigora[1], Tursunbayev Sarvar[1]
Boboyev Nodirbek Qurbonaliyevich[1]

Suyuqoquvchanlik – bu metall va qotishmalarning qolipni to‘ldirish va uning sirtini quyma materiallarda relyef izini berish qobiliyatini ifodalovchi quymakorlik xossasi hisoblanadi. Suyuqoquvchanlik metall va qotishmalarning muhim quymakorlik texnologik xossasi bo‘lib, u eritmaning qolipni to‘ldirish qobiliyati va qolip yuzasida aniq relyef hosil qilish xususiyatini ifodalaydi. Ushbu xossa quyma mahsulot sifatiga bevosita

ta’sir ko‘rsatib, yetishmaslik, quyilmaslik va gaz rakovinalari kabi nuqsonlarning oldini olishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Haqiqiy va amaliy suyuqoquvchanlik o‘rtasida farq bor. Haqiqiy suyuqoquvchanlikni nol suyuqoquvchanlik chizig‘idan bir xil haroratda turli xil tarkibdagi qotishmalar uchun aniqlanadigan suyuqoquvchanlik deb tushunish kerak. Bunday holda, har xil quyish haroratini olish mumkin. Amaliy suyuqoquvchanlik deganda bir xil quyilish haroratida har xil tarkibli qotishmalar uchun aniqlanadigan suyuqoquvchanlik tushunilishi kerak. Bunday holda, nol suyuqoquvchanlik chizig‘i ustida turli xil harorat olinadi.

Amaliyotning ko‘p holatlarida maxsus tadqiqotlarsiz nol suyuqlik haroratini aniqlash qiyin. Shuning uchun, turli qotishmalarning haqiqiy oquvchanligi ko‘rsatkichlariga biroz yaqinlashish uchun ba’zan nol suyuqoquvchanlik ustidan bir xil harorat o‘rniga suyuqlanish ustidan bir xil qizdirishdan foydalanish mumkin [1].



1-rasm. Suyuqoquvchanlikni aniqlash uchun spiral namuna chizmasi.

Shunday qilib, amalda turli qotishmalarning oquvchanligini bir xil quyilish haroratida (amaliy suyuqoquvchanlik) yoki bir xil suyuqlanish haroratida (shartli haqiqiy suyuqoquvchanlik) baholash mumkin. Suyuq oquvchanlik xossasini aniqlash usuli metall qotishmaning takribiga bog‘liq bo‘lib, masalan, po‘latning, magniy va qotishmalarning oquvchanligi qum qolipda olingan prutli namuna bo‘yicha aniqlanadi [2]. Cho‘yan, bronza va alyuminiy qotishmalarining oquvchanligi ko‘ndalang kesimi trapetsiyasimon bo‘lgan, 1-rasmda modeli keltirilgan spiral namuna yordamida aniqlash qabul qilingan. Model tepa yuzasida bo‘rtmalari 2 (50 mm ga teng masofada) bo‘lgan spiral 1, ustun 3 va tirqish 4 tashkil topgan. Tadqiqot ishida alyuminiy qotishmalarida olib borilganligi uchun ko‘ndalang kesimi trapetsiyasimon bo‘lgan spiral namuna yordamida tadqiqot namunalarini oquvchanligini aniqlandi [3].

Tajribada alyuminiy qotishmalarining suyuqoquvchanligi ko‘ndalang kesimi trapetsiyasimon bo‘lgan spiral namuna yordamida o‘rganiladi. Qum-gilli qoliplar (85% kvars qumi, 11% bentonit, 4% suv) tayyorlanib, standart texnologiya asosida presslash

orqali shakllantiriladi. Turli tarkibdagi alyuminiy qotishmalari ushbu qoliplarga quyilib, ularning suyuqoquvchanlik darajasi spiral uzunligi orqali baholanadi.

Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, alyuminiy qotishmalarining suyuq oquvchanligi ularning kimyoviy tarkibi va quyish sharoitlariga sezilarli darajada bog‘liq. Spiral namuna usuli suyuqoquvchanlikni baholashda ishonchli va amaliyotda qulay usul hisoblanadi. Bir xil quyilish haroratida olingan natijalar amaliy suyuqoquvchanlikni obyektiv baholash imkonini beradi. Olingan natijalar quyma mahsulotlar sifatini oshirish, nuqsonlarni kamaytirish va optimal texnologiya rejimlarini tanlashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Tursunbaev, S., Turakhodjaev, N., Mardonakulov, S., & Toshmatova, S. (2024). Effect of germanium oxide on the properties of aluminum casting details in agricultural machinery. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 85, p. 01024). EDP Sciences.

2. Tursunbayev, S., Rizayeva, N., & Tadjiyev, N. (2026). Al-Si tizimidagi qotishmalarini titan elementi bilan modifikatsiyalash texnolgiyasi. Строительство и образование, *5*(1), 340-344.

NAMUNALARNING KIRISHUVCHANLIGINI ANIQLASH VA TAHLILI

Tursunbayev Sarvar[1], Rizayeva Nigora[1], Abdukarimova Munojat[1]
Abduraxmonova Muxlisaxon[1]
Toshkent davlat texnika universiteti, 100095, Toshkent, O‘zbekiston

Quyma hosil bo‘lish jarayonida qotishmaning sovishi bilan bog‘liq ravishda uning hajmida o‘zgarishlar yuz beradi. Qotishma qolipga quyilgandan so‘ng dastlab tez sur’atda soviydi va uning yuzasida mayda zarrali, qalinligi vaqt o‘tishi bilan ortib boruvchi mustahkam po‘st qatlami shakllanadi. Ushbu qatlam qotishmaning ichki qismi uchun izolyatsiya vazifasini bajaradi va natijada ichki hajmdagi sovish jarayoni tashqi muhit bilan to‘g‘ridan to‘g‘ri aloqasiz kechadi.

Qotish jarayonida qator qotishmalarda hajmiy qisqarish (kirishish) natijasida turli xil defektlar, xususan kirishish bo‘shliqlari va g‘ovaklar hosil bo‘lishi mumkin. Biroq ayrim materiallar, jumladan kulrang cho‘yan, qotish jarayonida aksincha hajman kengayish xususiyatiga ega. Bu holat grafitning ajralib chiqishi bilan izohlanadi, chunki grafitning zichligi past va nisbiy hajmi kattadir [1-3].

Qator qotishmalardan olingan quymalar hajmining kirishishi natijasida bo‘shliqlar (kirishish bo‘shliqlari yoki g‘ovaklar) hosil bo‘ladi. Ba’zi qotishmalar (masalan, kulrang cho‘yan) qotirilganda hajmi ortadi, chunki asosiy qotishmaga nisbatan kam zichlikka va katta nisbiy hajmga ega bo‘lgan grafit ajralib chiqadi. Barcha qotishmalardan olingan quymalarning hajmi va o‘lchamlarining davomiy kamayishi ularning qattiq holatda keyingi sovitilishida sodir bo‘ladi. Quymalar hajmi va o‘lchamlarining umumiy

qisqarishi kirishish deb nomlanadi [4]. Quyilmaning cho‘zish jaroyonida chiziqli va hajmiy o‘lchamlarini o‘zgarishiga kirishuv deyiladi. Kirishuv chiziqli va hajmiy kirishuv bo‘lishi mumkin [5].

Quyma sovish jarayonida uch pog‘onali hajmiy kirishuvga duch keladi:

a) suyuq holatda;

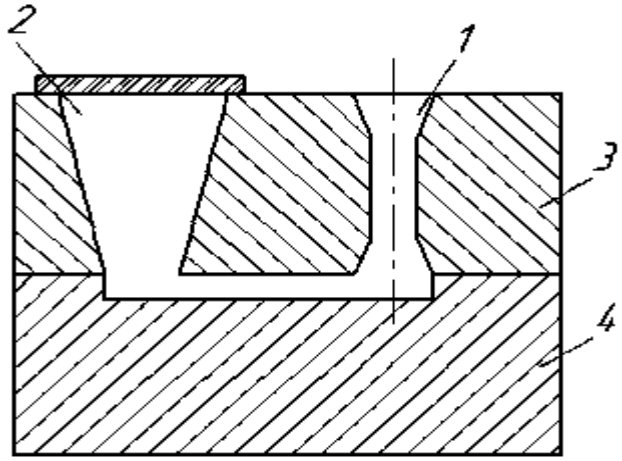
b) qotayotganda-likvidus va solidus chiziqlari orasida;

d) qattiq holatda.

Hajmiy kirishuvchanlik (ΔV_{kr}) quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\Delta V_{кр} = \frac{V_{кол} - V_{куй}}{V_{кол}} * 100\%$$

bu yerda, V_{qol} – qolip hajmi, sm^3; V_{quy} – olinuvchi quyma hajmi, sm^3.



1-rasm. Hajmiy kirishuvchanlik namunasi uchun qolip.

1 - konus namuna; 2-quyish tizimi; 3 - opoka ustki qism; 4 - opoka ostki qismi.

Chiziqli kirishuv (chiziqli o‘lchamlarning o‘zgarishi) qotishmaninga sosiy quymakorlik xossasi bo‘lib, quymani kerakli o‘lchamda, tashqi va ichki nuqsonlarsiz olishda katta ahamiyatga ega.

Ko‘p hollarda hajmiy kirishuvchanlik chiziqli kirishuvchanlikdan uch barobar ortiq bo‘ladi ($V_{kr} \approx 3\Delta l_r$) [6]. Chiziqli kirishuvchanlik quyidagi formula yordamida topiladi.

$$\Delta l_r = \frac{l_{qol} - l_{куй}}{l_{кол}} * 100\%$$

bu yerda, l_{qol} – qolipning uzunligi, mm; l_{quy} – olinuvchi quyma uzunligi, mm. Kirishuvchanlikni aniqlash uchun maxsus konus shaklli namuna va quyish tizimiga ega bo‘lgan qoliplar qo‘llaniladi. Ushbu usul quymadagi hajmiy o‘zgarishlarni aniq va ishonchli baholash imkonini beradi.

Qotishmalarning kirishuvchanligini o‘rganish quymakorlik texnologiyasining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Hajmiy va chiziqli kirishuv jarayonlarini aniqlash orqali quymadagi ichki nuqsonlarni kamaytirish, material sarfini optimallash-

tirish va yuqori sifatli mahsulot olish imkoniyati yaratiladi. Shuningdek, kirishuvchanlikni hisoblashda qo‘llaniladigan formulalar amaliyotda muhim ahamiyat kasb etadi va texnologik jarayonlarni to‘g‘ri loyihalashda asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Rizaeva, N., & Tursunbaev, S. (2026). Change In Shrinkage Of Aluminum Alloy During Crystallization As A Result Of Alloy Modification. Stanford Database Library of American Journal of Applied Science and Technology, 6(01), 12–14.

2. Tursunbaev, S., Turakhodjaev, N., Mardonakulov, S., & Toshmatova, S. (2024). Effect of germanium oxide on the properties of aluminum casting details in agricultural machinery. BIO Web of Conferences, 85.

3. Tursunbayev, S., Rizayeva, N., & Tadjiyev, N. (2026). Al-Si tizimidagi qotishmalarini titan elementi bilan modifikatsiyalash texnolgiyasi. *Строительство и образование*, *5*(1), 340-344.

4. Valida, B., Nodir, T., Nosir, S., Nigora, R., & Anvar, T. (2023). Improvement of the Technology of Production of Quality Semi–Finished Product Products from Steel Alloy.

5. Nunes, H., Emadinia, O., Soares, R., Vieira, M. F., & Reis, A. (2023). Adding value to secondary aluminum casting alloys: a review on trends and achievements. *Materials*, *16*(3), 895.

ЛИСТОВАЯ ШТАМПОВКА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Абдуллаев Фатхулла Сагдуллаевич
Профессор кафедры «Технологии металлов»
Давулов Шухрат Бозарович
Старший преподаватель кафедры «Технологии металлов»
Бозаров Мехриддин Шухрат угли
Стажер-исследователь кафедры «Технологии металлов»
Ташкентский Государственный Технический Университет им. И. Каримова

Аннотация. В работе рассмотрены особенности листовой штамповки как одного из ключевых процессов обработки металлов давлением. Описаны основные технологические операции, преимущества и недостатки метода, а также его роль в современном машиностроении. Особое внимание уделено влиянию параметров процесса на качество изделий.

Ключевые слова. листовая штамповка, обработка металлов давлением, пластическая деформация, машиностроение, штампы, вытяжка

Введение. Листовая штамповка является важным направлением обработки металлов давлением, широко применяемым в машиностроении. Данный процесс основан на способности металлов к пластическому формоизменению под действием внешних сил. Благодаря высокой производительности и экономичности

листовая штамповка получила широкое распространение в массовом и серийном производстве.

Основная часть. Листовая штамповка включает ряд технологических операций, таких как резка, гибка, вытяжка, пробивка и формовка. Эти операции позволяют получать изделия сложной формы из листового материала без значительных отходов.

Процесс осуществляется с использованием специального инструмента – штампов, установленных на прессовом оборудовании. Качество получаемых деталей зависит от множества факторов: свойств материала, условий трения, точности настройки оборудования и режимов деформации.

Одним из преимуществ листовой штамповки является высокая точность и повторяемость размеров изделий, а также возможность автоматизации производства. Однако существуют и недостатки, включая высокую стоимость изготовления штампов и вероятность возникновения дефектов, таких как трещины и складки.

Существенную роль в процессе играет изменение структуры металла, в том числе явление Рекристаллизация, которое влияет на механические свойства и качество изделий.

Заключение. Листовая штамповка занимает важное место в машиностроении благодаря своей эффективности и широким технологическим возможностям. Современные тенденции развития связаны с внедрением автоматизации и компьютерного моделирования, что позволяет повысить качество продукции и снизить производственные затраты. Перспективы дальнейшего развития данного метода обусловлены ростом требований к точности и надежности изделий.

Список литературы

1. Иванов И.И. Технология металлов – Машиностроение 2024
2. Петров П.П. 3d -технологии в промышленности современные технологии 2023
3. Семенов Е.И. Ковка и объемная штамповка 1978

ДЕФЕКТЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ И ИХ ПРИЧИНЫ

Абдуллаев Фатхулла Сагдуллаевич
Профессор кафедры «Технологии металлов»
Давулов Шухрат Бозарович
Старший преподаватель кафедры «Технологии металлов»
Бозаров Мехриддин Шухрат угли
Стажер-исследователь кафедры «Технологии металлов»
Ташкентский Государственный Технический Университет им. И. Каримова

Аннотация. Рассмотрим основные виды дефектов, возникающих при обработке металлов давлением, а также причины их появления. Особое внимание уделено влиянию технологических параметров, свойств материала и состояния оборудования на качество получаемой продукции. Приведены классификация дефектов и рекомендации по их предотвращению.

Ключевые слова: обработка металлов давлением, дефекты, прокатка, штамповка, ковка, трещины, складки, рекристаллизация, качество металла

Введение. Обработка металлов давлением является одним из наиболее распространённых и экономически эффективных методов получения заготовок и готовых изделий. Данный процесс основан на пластической деформации материала без разрушения его сплошности. Несмотря на преимущества, в процессе ОМД могут возникать различные дефекты, которые снижают качество изделий, ухудшают механические свойства и могут привести к браку продукции. Поэтому изучение причин возникновения дефектов и методов их предотвращения является важной задачей современного производства.

Основная часть

Дефекты при обработке металлов давлением можно классифицировать по характеру их возникновения и внешнему проявлению.

Одними из наиболее распространённых являются поверхностные дефекты. К ним относятся трещины, надрывы, риски и складки. Причинами их возникновения могут быть низкая пластичность материала, наличие поверхностных дефектов исходной заготовки, неправильный температурный режим, а также износ инструмента.

Внутренние дефекты представляют собой более опасную категорию, так как они не всегда обнаруживаются при визуальном контроле. К ним относятся внутренние трещины, поры и расслоения. Основными причинами их появления являются неоднородность структуры металла, наличие внутренних напряжений, а также неправильные режимы деформации.

Геометрические дефекты связаны с отклонением формы и размеров изделия от заданных параметров. Они возникают вследствие неправильной настройки

оборудования, износа штампов, а также ошибок в расчётах технологического процесса.

Особое значение имеет влияние температурного режима. При слишком низкой температуре увеличивается вероятность возникновения трещин из-за снижения пластичности металла. При слишком высокой температуре возможен перегрев, приводящий к ухудшению структуры и снижению прочности материала.

Скорость деформации также играет важную роль. При высокой скорости возможно образование внутренних напряжений и разрушений, а при слишком низкой – снижение производительности и неравномерность структуры.

К основным способам предотвращения дефектов относятся правильный выбор режима обработки, контроль температуры, использование качественного исходного материала и своевременное обслуживание оборудования.

Заключение. Таким образом, дефекты при обработке металлов давлением являются важной проблемой, влияющей на качество и надёжность продукции. Их возникновение обусловлено совокупностью факторов, включая свойства материала, параметры технологического процесса и состояние оборудования. Для повышения качества изделий необходимо комплексно подходить к выбору режимов обработки, контролю условий производства и совершенствованию технологических процессов.

Список литературы

1. Иванов И.И. Технология металлов – Машиностроение 2024
2. Петров П.П. 3d -технологии в промышленности современные технологии 2023
3. Семенов Е.И. Ковка и объемная штамповка 1978

QORA METALLURGIYA SANOATI TEXNOGEN CHIQINDILARIDAN KOMPLEKS FOYDALANISHNING ISTIQBOLLARI

Ubaydullayev Alibek ulug‘bek o‘g‘li, Matkarimov Soxibjon Turdaliyevich
(Toshkent davlat texnika universiteti, O‘zbekiston)

Qora metallurgiya sanoati ishlab chiqarish jarayonlarida katta miqdorda texnogen chiqindilar hosil qiladi. Ularning tarkibida qimmatli komponentlar mavjud bo‘lishiga qaramay, ko‘pincha ular yetarli darajada qayta ishlanmaydi. Bunday chiqindilardan biri prokatlash jarayonida hosil bo‘ladigan okalina (kuyindi) hisoblanadi [1]. Okalina metall yuzasida yuqori harorat ta’sirida hosil bo‘lib, asosan temir oksidlaridan – FeO, Fe_2O_3 va Fe_3O_4 dan iborat [4]. Mazkur chiqindining kimyoviy tarkibi uni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash imkonini beradi. Xususan, temir oksidlarining rang berish xossalari tufayli okalinadan rangli pigmentlar olish mumkin. Bu esa chiqindilarni kamaytirish

bilan birga, lak-bo‘yoq sanoati uchun muhim mahsulotlar ishlab chiqarish imkonini yaratadi [2]. Shu sababli, qora metallurgiya chiqindilaridan kompleks foydalanish istiqbollarini o‘rganish dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Tadqiqot jarayonida qora metallurgiya chiqindilarining tarkibi va xossalarini o‘rganish, ularni qayta ishlash texnologiyalarini tahlil qilish hamda pigment olish usullarini baholashda ilmiy-tahliliy yondashuv qo‘llanildi.

Asosiy e’tibor prokatlash jarayonida hosil bo‘ladigan okalinani qayta ishlash texnologiyasiga qaratildi. Jarayon quyidagi bosqichlar asosida o‘rganildi:

- mexanik tozalash va dastlabki tayyorlash;
- termik va kimyoviy qayta ishlash;
- mahsulotni dispers holatga keltirish va yakuniy ishlov berish.

Shuningdek, mavjud ilmiy adabiyotlar asosida zamonaviy texnologiyalar va innovatsion yondashuvlar tahlil qilindi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, okalina tarkibidagi temir oksidlari pigment ishlab chiqarish uchun muhim xomashyo hisoblanadi. Jumladan, Fe_2O_3 qizil rangli pigment, Fe_3O_4 esa qora pigment sifatida keng qo‘llaniladi [7].

Okalinani qayta ishlash texnologiyasi bir necha bosqichdan iborat:

1.Dastlabki tayyorlash bosqichida kuyindi yig‘iladi va mexanik aralashmalardan (chang, qum, moy qoldiqlari) tozalanadi. Magnitli separatsiya va yuvish usullari qo‘llanilib, keyinchalik material quritiladi va maydalanadi [2;3].

2. Termik va kimyoviy qayta ishlash.

Termik usulda okalina ma’lum haroratgacha qizdirilib, kerakli oksid shakliga o‘tkaziladi. Masalan, Fe_3O_4 oksidlanganda Fe_2O_3 hosil bo‘lib, qizil pigment olish imkonini beradi [1]. Kimyoviy usullarda esa temir birikmalari eritmalar orqali ajratib olinadi va cho‘ktirish yo‘li bilan pigment hosil qilinadi [10].

Magnetit asosidagi qora pigment olish jarayoni quyidagi reaksiya orqali ifodalanadi:

$$FeO+Fe^{Fe_2O_3}\rightarrow Fe_3O_4$$

3. Yakuniy ishlov berish.

Olingan mahsulot mayda dispers holatga keltiriladi, bu esa pigment sifatini oshiradi. Zarrachalarning bir xil o‘lchamga ega bo‘lishi rangning bir tekis taqsimlanishini ta’minlaydi. Yakuniy bosqichda pigment quritilib, qadoqlanadi [7]. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, ushbu texnologiya chiqindilarni kamaytirish, iqtisodiy samaradorlikni oshirish va ekologik ta’sirni pasaytirishga xizmat qiladi [6]. Okalinani qayta ishlash orqali korxonalar qo‘shimcha qiymatga ega mahsulot ishlab chiqarish imkoniyatiga ega bo‘ladi [2]. Bundan tashqari, zamonaviy yo‘nalishlar – nanodispers pigmentlar olish, energiya tejovchi uskunalarni qo‘llash va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish – ushbu sohaning rivojlanishiga katta turtki bermoqda [10].

Qora metallurgiya sanoati chiqindilaridan kompleks foydalanish zamonaviy sanoatning muhim va istiqbolli yo‘nalishlaridan biridir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, prokatlash jarayonida hosil bo‘ladigan okalinani qayta ishlash orqali yuqori sifatli pigmentlar olish mumkin[9].

Mazkur yondashuv quyidagi afzalliklarni ta’minlaydi:

- sanoat chiqindilarini kamaytirish;
- ikkilamchi resurslardan samarali foydalanish;
- iqtisodiy foyda olish;
- ekologik barqarorlikni ta’minlash.

Ushbu texnologiyaning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat: chiqindilar hajmini kamaytirish, ekologik yuklamani pasaytirish, ishlab chiqarish tannarxini qisqartirish va qo‘shimcha qiymat yaratish. Bundan tashqari, energiya tejamkor uskunalardan foydalanish va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish orqali ishlab chiqarish samaradorligini yanada oshirish mumkin.

Xulosa qilib aytganda, prokat kuyindilarini qayta ishlash orqali rangli pigmentlar olish qora metallurgiya chiqindilaridan samarali foydalanishning istiqbolli yo‘nalishidir. Ayniqsa, O‘zmetkombinat sharoitida hosil bo‘ladigan okalinalarni qayta ishlashda kimyoviy cho‘ktirish usuli eng maqbul hisoblanadi. Sababi, bu usul orqali yuqori tozalikdagi va bir xil disperslikka ega pigmentlar olish mumkin, bu esa mahsulotning eksportbopligini oshiradi. Shu bilan birga, termik usul oddiy va arzon bo‘lsa-da, mahsulot sifati jihatidan kimyoviy usuldan ortda qoladi. Shuning uchun zamonaviy texnologiyalar asosida kimyoviy qayta ishlashni joriy etish O‘zbekistonda metallurgiya chiqindilarini samarali boshqarish va yuqori qo‘shimcha qiymatli mahsulotlar ishlab chiqarishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Бельский В. В., Кудрявцев А. А. Металлургия железа и стали. – М.: Металлургия, 2010.
2. Левин В. И. Технология переработки отходов металлургического производства. – М.: Академия, 2015.
3. Ржевский В. В. Основы металлургии. – М.: Инфра-М, 2012.
4. Глинка Н. Л. Общая химия. – М.: Юрайт, 2018.
5. Третьяков Ю. Д. Неорганическая химия. – М.: Академкнига, 2016.
6. Соколов А. Н. Промышленная экология. – СПб.: Лань, 2014.
7. Жук А. А. Пигменты и наполнители в лакокрасочных материалах. – М.: Химия, 2011.
8. Gupta C. K. Extractive Metallurgy of Iron. – Elsevier, 2014.
9. Cornell R. M., Schwertmann U. The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions. – Wiley-VCH, 2003.
10. Rout K., et al. “Utilization of Mill Scale in Industrial Applications” // Journal of Materials Science, 2018.

DEGRADATSIYAGA UCHRAGAN YERLAR. SURXONDARYO VILOYATIDA DEGRADATSIYAGA UCHRASH SABABLARI

Termiz Davlat Universiteti Ekologiya yo‘nalishi 2-kurs Magistranti
Qilichova Muxlisa Abdisoat qizi

Kirish. Yer resurslari jamiyat taraqqiyotining muhim asoslaridan biri hisoblanadi. Qishloq xo‘jaligi rivojlangan hududlarda yer unumdorligi aholining turmush darajasi, oziq-ovqat xavfsizligi va iqtisodiy barqarorlikni ta’minlovchi asosiy omil bo‘lib xizmat qiladi. So‘nggi yillarda butun dunyoda yer degradatsiyasi muammosi keskinlashib bormoqda. Aholi sonining ko‘payishi, tabiiy resurslardan haddan tashqari foydalanish, iqlim o‘zgarishi va noto‘g‘ri xo‘jalik yuritish tizimi natijasida katta maydonlarda unumdorlik pasayib bormoqda.

Yer degradatsiyasi tushunchasi va nazariy asoslari

Yer degradatsiyasi tushunchasi

Yer degradatsiyasi – bu tuproqning fizik, kimyoviy va biologik xususiyatlarining yomonlashuvi natijasida uning unumdorligi pasayish jarayonidir. Degradatsiya tabiiy va antropogen omillar ta’sirida sodir bo‘ladi.

Yer degradatsiyasining asosiy shakllari

Yer degradatsiyasi quyidagi shakllarda namoyon bo‘ladi:

- suv eroziyasi;
- shamol eroziyasi;
- sho‘rlanish;
- cho‘llanish;
- biologik degradatsiya.

Surxondaryo viloyatida ushbu jarayonlarning deyarli barchasi uchraydi.

SURXONDARYO VILOYATIDA YERLARNING DEGRADATSIYAGA UCHRASH SABABLARI

Noto‘g‘ri sug‘orish tizimlari

Sug‘oriladigan yerlarda suvdan me’yoridan ortiq foydalanish yerosti suvlarining sathini ko‘tarib, tuproq sho‘rlanishiga olib keladi. Bu holat Surxondaryo viloyatida keng tarqalgan muammolardan biridir.

Qishloq xo‘jaligining intensivlashuvi

Bir xil ekinlarni ketma-ket ekish, tuproqni dam oldirmaslik va mineral o‘g‘itlardan me’yoridan ortiq foydalanish tuproq strukturasi buzilishiga olib keladi.

Yaylovlardan haddan tashqari foydalanish

Chorva mollarining soni yaylov sig‘imidan oshib ketishi natijasida o‘simlik qoplami yemiriladi va eroziya jarayonlari kuchayadi.

Iqlim o‘zgarishi ta’siri

Qurg‘oqchilikning kuchayishi va haroratning oshishi cho‘llanish jarayonlarini tezlashtirmoqda.

Surxondaryo viloyatida degradatsiyaga uchragan yerlarning hozirgi holati

Degradatsiya miqyosi

Hozirgi vaqtda viloyat hududining sezilarli qismi o‘rtacha va kuchli darajada degradatsiyaga uchragan. Ayniqsa, sho‘rlangan va eroziyaga uchragan yerlar salmog‘i ortib bormoqda.

Qishloq xo‘jaligiga ta’siri

Yer unumdorligining pasayishi qishloq xo‘jaligi hosildorligining kamayishiga, ishlab chiqarish xarajatlarining oshishiga olib kelmoqda.

Tuproq turlari va ularning degradatsiyaga moyilligi

Surxondaryo viloyatida yer resurslari quyidagi tuproq turlariga bo‘linadi:

1. Bo‘z tuproqlar – och jigarrang, sho‘rlanishga moyil, eng ko‘p tarqalgan tuproq turi. Sug‘oriladigan yerlar, qishloq xo‘jaligi maydonlarida hosildorlik pasayishining asosiy sababi.

2. Sho‘rxok tuproqlar – sho‘rlanish darajasi yuqori, tabiiy o‘simlik qoplami yetishmaydi. Sug‘orilgan yerlar uchun xavfli.

3. O‘tloqi-alluvial tuproqlar – tog‘ oldi vodiylarida joylashgan, suv resurslariga yaqin, eroziyaga nisbatan sezgir.

4. Qumli tuproqlar – shamol eroziyasiga juda moyil, o‘simlik o‘sishi qiyin.

Bu tuproqlarning har biri degradatsiyaga nisbatan turlicha sezgir: bo‘z tuproqlar sho‘rlanishga, qumli tuproqlar shamol eroziyaga, tog‘ oldi alluvial tuproqlar suv eroziyaga eng ko‘p uchraydi.

Sho‘rlanishning hozirgi holati

Sug‘orish tizimlari yetarli darajada ishlamasligi va yerosti suvlarining sathining ko‘tarilishi natijasida viloyatning ayrim hududlarida sho‘rlanish jarayoni keskinlashgan:

- **Sho‘rlangan maydonlar** – viloyatdagi sug‘oriladigan yerlarning 12–18% ga yetadi.
- **Tumanlar bo‘yicha tarqalishi:** Termiz va Denov tumanlari – yuqori sho‘rlanish, Boysun va Qumqo‘rg‘on – o‘rta darajada.
- Sho‘rlanish natijasida tuproqning fizik va kimyoviy xususiyatlari o‘zgarib, hosildorlik sezilarli darajada kamayadi.

Sho‘rlanish jarayoni ayniqsa **qayta ishlangan paxta maydonlari** va **intensiv sug‘oriladigan ekin yerlarida** kuzatiladi.

Eroziya jarayonlari

Suv eroziyasi va **shamol eroziyasi** viloyatda keng tarqalgan:

- Suv eroziyasi: Boysun tog‘ oldi hududlarida va Termiz vodiylarida, yomg‘ir va sug‘orish suvlarining tuproqni yuvishi natijasida chuqurlar, kanallar va eroziya shakllari paydo bo‘ladi.
- Shamol eroziyasi: Tekislik hududlari (Termiz, Sho‘rchi, Qumqo‘rg‘on) qumli va bo‘z tuproqlarda shamol ta’sirida siljish, qum ko‘chkilarining shakllanishi kuzatiladi.

- Natija: Tuproq qatlamining yuqori qismi yo‘qoladi, hosildorlik pasayadi va o‘simlik qoplamasi yo‘qoladi.

Sug‘orish tizimi va yerosti suvlari

Viloyatda sug‘orish tizimi asosan kanal va quduq sug‘orish tizimlariga asoslangan. Hozirgi holat:

- kanallar eski va samaradorligi past, suv tarqalishi teng emas;
- yer osti suvlarining sathi ko‘tarilishi – sho‘rlanishni kuchaytiradi;
- sug‘oriladigan yerlarning 20% drenaj va suv ta’minoti yetishmovchiligi tufayli degradatsiyaga uchragan.

Biologik degradatsiya

- yaylovlardan ortiqcha foydalanish va chorva mollari ko‘payishi;
- o‘simlik qoplamining yemirilishi;
- tuproqdagi organik modda miqdorining kamayishi Natijada, yer unumdorligi pasayadi va hududlarda biologik xilma-xillik kamayadi.

Ijtimoiy-iqtisodiy oqibatlar

- hosildorlik pasayishi: Bug‘doy, paxta, makkajo‘xori va sabzavot ekinlari hosildorligi kamayadi;
- daromadning kamayishi: Qishloq aholisining moliyaviy holati yomonlashadi;
- ishsizlik va migratsiya: Qishloq xo‘jaligi ishchilari ish o‘rinlarini yo‘qotadi, shahar va chet elga migratsiya ortadi;
- ekologik xavf: Sho‘rlangan va eroziyaga uchragan hududlar landshaftni o‘zgartirib, tabiiy muvozanatni buzadi.

Monitoring va tiklash choralari

So‘nggi yillarda Surxondaryo viloyatida:

1. Geomexanizatsiyalashgan monitoring: Masofadan zondlash (satellit tasvirlar) orqali sho‘rlanish va eroziya maydonlari aniqlanmoqda.

2. Sug‘orish tizimlarini yangilash: Drenaj kanallari qayta tiklanmoqda, samarali sug‘orish texnologiyalari joriy etilmoqda.

3. Agrotexnika tadbirlar: Ekin almashinuvi tizimi, organik o‘g‘itlar, tuproq konservatsiyasi texnologiyalari.

4. Reforestatsiya va o‘simlik qoplami tiklash: Eroziyaga uchragan hududlarda daraxt va o‘tloq ekish ishlari olib borilmoqda.

Xulosa. Surxondaryo viloyatida yer degradatsiyasi murakkab va ko‘p omilli jarayon bo‘lib, u tabiiy sharoitlar va inson faoliyati bilan chambarchas bog‘liqdir. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, degradatsiya jarayonlarining kuchayishi viloyatning ekologik va iqtisodiy barqarorligiga jiddiy tahdid solmoqda. Yer resurslaridan oqilona foydalanish va ilmiy asoslangan yondashuvlar degradatsiyani kamaytirishning muhim sharti hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. H.K. Karshibayev, F.B. Abduxoliqov Degradatsiyaga uchragan maydonlarni biologik rekultivatsiya qilish.

2. https://xabar.uz/uz/jamiyat/bmt-O‘zbekistonning-rezolutsiya

3. FAO. Land Degradation and Sustainable Land Management.

4. Ilmiy jurnal maqolalari va statistik to‘plamlar.

BIOMATERIALLARNING ZAMONAVIY MATERIALSHUNOSLIKDAGI DOLZARB MUAMMOLARI

Umarova Maxmuda Abdugafarovna, PhD
Toshkent davlat texnika universiteti doktoranti (DSc), Toshkent shahri

Annotatsiya. Ushbu tezisda son va tizza bo‘g‘imi endoprotezlarida qo‘llaniladigan titan qotishmalari, kobalt-xrom-molibden qotishmalari, o‘ta yuqori molekulyar massali polietilen, keramika hamda gidroksiapatit qoplamalarning materialshunoslik nuqtayi nazaridan afzallik va cheklovlari tahlil qilinadi. Asosiy e’tibor yeyilish mikrozarralari, korroziya, ion ajralishi, kuchlanishdan himoyalanish effekti, bioplyonka va suyak bilan integratsiyalashuv muammolariga qaratiladi.

Kalit so‘zlar: endoprotez, biomaterial, titan qotishmasi, kobalt-xrom-molibden qotishmasi, gidroksiapatit, suyak bilan integratsiyalashuv.

Endoprotez uzoq muddat tanada qoladigan hamda siklik yuklama, ishqalanish, tana suyuqliklari va immun javob bilan bir vaqtda to‘qnashadigan murakkab tibbiy qurilmadir. Shu sababli, endoprotez biomateriali faqat mustahkam bo‘lishi bilan cheklanmaydi, u biologik xavfsiz, korroziyaga chidamli, yeyilishga bardoshli va suyak to‘qimasi bilan barqaror bog‘lana oladigan bo‘lishi kerak. ISO 10993-1:2025 yondashuvida biologik baholash xavflarni boshqarish jarayonining ajralmas qismi sifatida talqin qilinadi [1].

Muammoning mohiyati. Zamonaviy son va tizza endoprotezlarida implant oyog‘i yoki kosacha qismi uchun ko‘pincha Ti-6Al-4V va boshqa titan qotishmalari, ishqalanish yuzalari uchun CoCrMo, alumina/sirkoniya keramika va polietilenning maxsus turlari qo‘llanadi. Titan suyak bilan mosligi va korroziyaga chidamliligi bilan ajralib tursa-da, uning yeyilishga chidamliligi son suyagi boshchasi uchun yetarli emas. CoCrMo qotishmalari yuqori mustahkamlik va tribologik barqarorlikka ega, biroq metall ionlarining ajralishi ayrim bemorlarda sezgirlik xavfini oshirishi mumkin [2].

Birinchi muammo – ishqalanish natijasida hosil bo‘ladigan mikrozarralardir. Polietilen yoki metall/keramika zarralari periprotez muhitida yallig‘lanish javobini kuchaytirib, osteoliz va aseptik bo‘shashishga olib kelishi mumkin [3]. Ikkinchi muammo – elastiklik moduli mos emasligi: metall implant suyakdan ancha qattiq bo‘lsa, yuklama suyakdan implantga ko‘proq o‘tadi va suyakda qayta so‘rilish xavfi kuchayadi. Bu holat kuchlanishdan himoyalanish effekti deb ataladi. Uchinchi muammo – implant yuzasida

bakterial bioplyonka hosil bo‘lishi bo‘lib, bu revizion operatsiyalarning muhim sabablaridan biridir.

Ilmiy-amaliy yechim. Materialshunoslik nuqtayi nazaridan muammo kompleks yondashuv orqali hal etiladi: birinchidan, ishqalanish juftligi sifatida yuqori darajada tarmoqlangan polietilen yoki keramika-polietilen kombinatsiyalari tanlanadi; ikkinchidan, g‘ovak titan, gidroksiapatit va biofaol qoplamalar suyak bilan integratsiya-lashuvni kuchaytiradi; uchinchidan, sirtni anodlash, fizik bug‘ fazasida cho‘ktirish, plazmali purkash yoki antibakterial qoplamalar orqali korroziya va bioplyonka xavfi kamaytiriladi. 3D-bosma texnologiyasi individual geometriya va g‘ovak strukturani yaratish imkonini beradi, ammo bunday qurilmalar uchun ishlab chiqarish jarayoni, sinov va xossalarni tavsiflash qat’iy asoslanishi zarur [4].

1-jadval

Endoprotez biomateriallari bo‘yicha qisqa tahlil

Biomaterial	Qo‘llanish qismi	Afzalligi	Asosiy muammo	Materialshunoslik yechimi
Titan qotishmasi (Ti-6Al-4V, β-Ti)	implant oyog‘i, kosacha	yengil, biomos, korroziyaga chidamli	elastiklik moduli yuqori	g‘ovak arxitektura, mos modulli qotishma
Kobalt-xrom-molibden qotishmasi (CoCrMo)	boshcha, tizza yuzasi	mustahkam, yeyilishga chidamli	metall ionlari ajralishi	sirtni passivlashtirish, himoya qoplama
O‘ta yuqori molekulyar massali va tarmoqlangan polietilen	oraliq qoplama	past ishqalanish	yeyilish mikrozarralari	tarmoqlash, vitamin E bilan barqarorlashtirish
Keramika (Al_2O_3, ZrO_2)	ishqalanish yuzasi	juda kam yeyilish	mo‘rtlik va yuqori narx	mustahkamlangan keramika
Gidroksiapatit qoplama	implant sirti	suyak bilan integratsiya	qoplama ajralishi	nazoratli plazmali purkash

Xulosa. Endoprotezlar uchun ideal biomaterial mexanik barqarorlik, biologik xavfsizlik, kam yeyilish va infeksiyaga qarshi chidamlilikni bir vaqtda ta’minlashi zarur. Amaliy tavsiya shuki, implant dizayni material tanlashdan alohida emas, balki sirt muhandisligi, g‘ovak arxitektura, tribologik juftlik va ISO 10993 asosidagi biologik xavfni baholash bilan birgalikda ishlab chiqilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. ISO 10993-1:2025. Biological evaluation of medical devices - Part 1. 42 p.
2. Hu C.Y. et al. Recent updates for biomaterials used in total hip arthroplasty. Biomaterials Research, 2018. **P. 1-12.**
3. Zhang L. et al. The effects of biomaterial implant wear debris on osteoblasts. Frontiers in Cell and Developmental Biology, 2020; 8:352
4. U.S. FDA. Technical Considerations for Additive Manufactured Medical Devices. Guidance, 2017. 32 p.
5. Marin E. History of Metallic Orthopedic Materials. Metals, 2025. 15(4):378. 15 p.

MATERIALSHUNOSLIK VA ILG‘OR BIRIKTIRISH TEXNOLOGIYALARI: METALLARGA KOMPLEKS TERMOMEXANIK ISHLOV BERISH

Halimova Hulkar Amin qizi
BuxDU, Tabiiy fanlar va agrobiotexnologiya fakulteti 2-bosqich bakalavr talabasi, Buxoro viloyati, Buxoro shahri

Materialshunoslik va ilg‘or biriktirish texnologiyalari zamonaviy sanoatning eng muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, ular yuqori samarali materiallarni yaratish va ulardan foydalanish imkoniyatlarini kengaytirishga qaratilgan. Ushbu sohada, ayniqsa, metallarga kompleks termomexanik ishlov berish (KTMI) usullari materiallarning mexanik xususiyatlarini, mikrostrukturasini va eksplutatsion xarakteristikalarini sezilarli darajada yaxshilashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. KTMI – bu bir vaqtning o‘zida isitish, deformatsiya qilish va sovutish jarayonlarini o‘z ichiga olgan innovatsion yondashuv bo‘lib, u metall qotishmalarining mustahkamligi, qattiqligi, yemirilishga chidamliligi va boshqa muhim xususiyatlarini optimallashtirish imkonini beradi. Ushbu tadqiqot KTMI ning nazariy asoslarini, amaliy qo‘llanilishini, so‘nggi yutuqlarni va kelajakdagi yo‘nalishlarini, shuningdek, Yevropa davlatlarining ushbu sohadagi hissalarini ko‘rib chiqadi.

KTMI ning samaradorligi uning materialning mikrostrukturasiga chuqur ta’sir etish qobiliyatidan kelib chiqadi. Bu jarayon bir nechta metallurgiya hodisalarini o‘z ichiga oladi:

❖ Qayta kristallanish: Deformatsiya jarayonida hosil bo‘lgan deformatsiyalangan donlar o‘rniga yangi, mayda va izometrik donlarning paydo bo‘lishi. KTMI, ayniqsa, dinamik qayta kristallanish orqali donlarni maydalash va bir tekis taqsimlash imkonini beradi.

❖ Faza o‘zgarishlari: Isitish va sovutish rejimlarini nazorat qilish orqali metallarda istalgan faza o‘zgarishlarini (masalan, martensit, beynit yoki perlit hosil bo‘lishi) boshqarish mumkin.

❖ Dispersion qotishmalar: Qattiq eritmadan mayda zarrachalarning ajralib chiqishi (cho‘kishi) natijasida materialning mustahkamligi oshiriladi. KTMI bu zarrachalarning o‘lchami va taqsimotini optimallashtirishga yordam beradi.

❖ Deformatsiya bilan mustahkamlash: Sovuq yoki issiq deformatsiya natijasida dislokatsiyalarning zichligini oshirish orqali materialning mustahkamligi oshiriladi. KTMI da bu jarayon qayta kristallanish bilan muvozanatlashgan holda kechadi. Ushbu mexanizmlarning o‘zaro ta’siri materialning mikrostrukturasini nozik sozlash va uning mexanik xususiyatlarini maqsadli ravishda yaxshilash imkonini beradi.

Kompleks termomexanik ishlov berishning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- Yuqori mexanik xususiyatlar: Mustahkamlik, qattiqlik, chidamlilik va yemirilishga chidamlilik kabi xususiyatlar sezilarli darajada yaxshilanadi.
- Mayda donli mikrostruktura: KTMI natijasida mayda donli struktura hosil bo‘ladi, bu esa Hall-Petch qonuniga ko‘ra materialning mustahkamligini oshiradi.
- Sinishga chidamlilik: Materialning mikrostrukturasini optimallashtirish orqali uning sinishga qarshiligi oshiriladi.
- Materialdan samarali foydalanish: Ba’zi hollarda KTMI qimmatbaho qotishmalarning miqdorini kamaytirishga yoki standart qotishmalarning ish faoliyatini sezilarli darajada yaxshilashga imkon beradi.

KTMI zamonaviy sanoatning ko‘plab sohalarida keng qo‘llaniladi:

Aviatsiya va kosmik sanoat: Yengil, ammo juda mustahkam qotishmalar (masalan, alyuminiy-litiy qotishmalari, titan qotishmalari) talab qilinadigan samolyot qismlari, raketa korpuslari va boshqa komponentlarni ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

•Avtomobilsozlik: Yonilg‘i samaradorligini oshirish va xavfsizlikni ta’minlash uchun yuqori mustahkamlikdagi po‘latlar va yengil alyuminiy qotishmalarini ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Energetika sanoati: Yuqori harorat va bosimga chidamli turbinalar, qozonlar va reaktor komponentlarini ishlab chiqarishda yuqori haroratli qotishmalar KTMI dan foydalanadi.

• Tibbiyot: Tibbiy implantlar uchun mos keladigan materiallarni (masalan, titan qotishmalari) ishlab chiqarishda ularning mexanik xususiyatlarini yaxshilash uchun qo‘llaniladi.

•Mudofaa sanoati: Yuqori kuchlanishlarga bardosh bera oladigan zirxli plitalar va boshqa harbiy texnika qismlarini ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Hozirgi kunda KTMI sohasidagi so‘nggi yangiliklar quyidagilardan iborat:

Materiallar informatika va AI ning integratsiyasi: Georgia Tech kabi muassasalar tadqiqot imkoniyatlarini yangi materiallarni ishlab chiqish va tavsiflash uchun kuchli yangi vositalar bilan birlashtirmoqda, murakkab xatti-harakatlarni aniqlash va materiallar dizaynini tezlashtirish uchun yangi usullarni topmoqda. AI (sun’iy intellekt) metallarning murakkab suyuqlik aralashmasini bashorat qilish va tushunish uchun tadqiqotlarda qo‘llanilmoqda. Bu materiallar dizayni va optimallashtirish jarayonini sezilarli darajada tezlashtirishi mumkin.

Additiv ishlab chiqarish bilan KTMI ni birlashtirish: 3D-bosib chiqarilgan metall buyumlarning mikrostrukturasini va mexanik xususiyatlarini yaxshilash uchun KTMI usullaridan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar faol olib borilmoqda. Bu, ayniqsa, noyob geometriyali va yuqori samarali komponentlar uchun muhim.

Nanostrukturali metallar: Nanostrukturalar, masalan, nanokristall metallar, noyob mexanik xususiyatlarga ega. KTMI bu kabi materiallarni ishlab chiqarishda va ularning barqarorligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Tadqiqotlar yuqori mustahkamlikka ega bo‘lgan yangi avlod bosma metallarni loyihalashni tezlashtirish uchun murakkab qotishma xatti-harakatlarini o‘rganishga qaratilgan.

Yuqori entropiyali qotishmalar (HEA): Ushbu yangi sinfdagi qotishmalar o‘zining ajoyib mexanik va korroziyaga chidamlilik xususiyatlari bilan ajralib turadi. KTMI HEAlarning mikrostrukturasini va natijada ularning ishlashini optimallashtirish uchun asosiy vositadir.

XULOSA: Metallarga kompleks termomexanik ishlov berish materialshunoslik va ilg‘or biriktirish texnologiyalarining muhim ustuni bo‘lib qolmoqda. Uning nazariy asoslarini tushunish, mexanizmlarni optimallashtirish va yangi texnologiyalar (masalan, AI, 3D-bosib chiqarish) bilan integratsiya qilish orqali materiallarning ishlash xususiyatlarini misli ko‘rilmagan darajada yaxshilash mumkin. Kelajakda KTMI tadqiqotlari yanada samarali, barqaror va moslashuvchan materiallarni yaratishga qaratilgan bo‘ladi, bu esa zamonaviy sanoatning eng dolzarb muammolarini hal qilishda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Norxudjayev, F. R. Materialshunoslik: darslik / F. R. Norxudjayev. – Toshkent: O‘zbekiston shoiri, 2002, 256b.

2. To‘rayev, A. S. Metallar texnologiyasi va materialshunoslik: o‘quv qo‘llanma / A.S.To‘rayev. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2015, 320b.

3. Bernshteyn, M. L. Thermomechanical Treatment of Metals and Alloys: v 2-x t. / M. L. Bernshteyn. – Moscow: Metallurgiya, 1978. – T. 1: Termomexanicheskaya obrabotka splavov. – 592 s.

4. Callister, W. D. Materials Science and Engineering: An Introduction / W. D. Callister, D. G. Rethwisch. – 10th ed. – New York: Wiley, 2018, 912 p.

5. Totten, G. E. Steel Heat Treatment: Metallurgy and Technologies / G. E. Totten. – 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2006, 858 p.

6. Hosford W.F. Mechanical Behavior of Materials. Cambridge University Press, 2010.

7. Materials Momentum: Annual Report 2024-25.

8. Faster Planes, More Efficient Engines, Economical Process | UC Davis.

9. Researchers Convert Discoveries in MSE to Real-World Applications.

10. Michael Kassner Receives Oleg D. Sherby Award from the Minerals Metals and Materials Society.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Хазраткулова Лола Нармуминовна
Vatan Universiteti
Ташкентский филиал РЭУ имени Г.В. Плеханова
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Современный этап развития мировой экономики характеризуется усилением внимания к вопросам рационального использования природных ресурсов и минимизации негативного воздействия промышленного производства на окружающую среду. Рост объемов промышленного производства, увеличение потребления энергетических ресурсов, ускорение процессов урбанизации и усиление экологических рисков обусловливают необходимость поиска новых подходов к организации производственной деятельности. В данных условиях повышение ресурсной и экологической эффективности промышленности становится одним из ключевых направлений обеспечения устойчивого экономического развития и повышения конкурентоспособности национальной экономики.

Промышленный сектор традиционно относится к числу наиболее ресурсоемких отраслей экономики, оказывающих значительное воздействие на окружающую среду. Высокий уровень потребления сырья, воды, электроэнергии и топлива сопровождается образованием значительных объемов отходов, выбросов загрязняющих веществ и увеличением антропогенной нагрузки на экологические системы. Во многих странах сохраняется проблема использования морально и физически устаревших технологий, характеризующихся низкой энергоэффективностью и высокой материалоемкостью производства. В результате предприятия сталкиваются с ростом производственных издержек, снижением экономической эффективности и усилением экологических проблем.

«Повышение энергоэффективности в сфере промышленности не менее чем на 20 процентов» определено одной из стратегических целей Программы по переходу на «зеленую» экономику и обеспечению «зеленого» роста в Республике Узбекистан [1].

По мнению отечественных авторов, «внедрение инновационных, цифровых и «зелёных» решений является важным инструментом повышения эффективности использования ресурсов на промышленных предприятиях» [2].

Таким образом, в современных условиях устойчивое развитие промышленности невозможно без перехода к ресурсосберегающим и экологически ориентированным моделям производства. Особое значение в данном процессе приобретает внедрение инновационных технологий, обеспечивающих снижение потребления природных ресурсов и сокращение объемов загрязнения окружающей среды (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика современных методов повышения ресурсной и экологической эффективности в промышленности

Метод	Содержание метода	Эффект от использования метода
Энергосберегающие технологии	Использование энергоэффективного оборудования и систем управления энергопотреблением	Снижение затрат энергии и себестоимости продукции
Циркулярная экономика	Повторное использование и переработка ресурсов и отходов	Сокращение потребления сырья и уменьшение отходов
Цифровизация производства	Внедрение автоматизированных систем мониторинга и управления	Повышение эффективности использования ресурсов
Экологический менеджмент	Применение международных экологических стандартов и контроля	Снижение экологической нагрузки
Использование ВИЭ	Применение солнечной, ветровой и других видов возобновляемой энергии	Сокращение выбросов и повышение экологической устойчивости

Составлено автором на основе анализа научно-теоретической литературы

Одним из наиболее перспективных направлений считается развитие принципов циркулярной экономики, основанной на повторном использовании ресурсов, переработке отходов и продлении жизненного цикла продукции.

Важную роль в повышении ресурсной эффективности промышленности играют современные цифровые технологии (автоматизированные системы управления производственными процессами, технологии искусственного интеллекта, промышленный интернет вещей, системы цифрового мониторинга и др.).

Особое место среди современных методов повышения экологической эффективности занимает внедрение энергосберегающих технологий, позволяющих сократить себестоимость продукции и снизить негативное воздействие промышленности на окружающую среду.

Международная практика показывает, что внедрение стандартов экологического управления, включая системы серии ISO 14000, способствует формированию комплексного подхода к контролю экологических рисков и повышению уровня экологической ответственности бизнеса.

Для Республики Узбекистан вопросы повышения ресурсной и экологической эффективности промышленности имеют особую актуальность в условиях

активной индустриализации и модернизации экономики. Ускоренное развитие промышленного производства сопровождается ростом потребления природных ресурсов и увеличением экологической нагрузки, что требует внедрения современных ресурсосберегающих технологий и усиления экологического регулирования. В последние годы в стране реализуются масштабные программы модернизации промышленности, направленные на повышение энергоэффективности, внедрение «зеленых» технологий и расширение использования возобновляемых источников энергии. Вместе с тем сохраняется необходимость дальнейшего совершенствования механизмов стимулирования экологически ориентированных инвестиций и повышения уровня технологической модернизации предприятий.

Список литературы

1. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-436 от 02.12.2022 г. «О мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход Республики Узбекистан на «зеленую» экономику до 2030 года» https://lex.uz/docs/6303233

2. Маткулиев А.К. Инновационные и «зелёные» технологии как фактор повышения ресурсной эффективности промышленного сектора: мировой опыт // Raqamli iqtisodiyot (Цифровая экономика). 2026. №14.I. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-i-zelyonye-tehnologii-kak-faktor-povysheniya-resursnoy-effektivnosti-promyshlennogo-sektora-mirovoy-opyt

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ РЕДКИХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

М.А. Тулаганова. PhD Ташкентский государственный политехнический университет имени Ислама каримова
С.Т. Маткаримов д.т.н., профессор Ташкентский государственный политехнический университет имени Ислама Каримова

В условиях постоянного роста потребления металлов и ограниченности природных ресурсов возрастает значение переработки техногенного сырья, образующегося в металлургическом производстве [1]. Современные медеплавильные предприятия формируют значительные объёмы побочных продуктов, среди которых особое место занимают свинцово-висмутовые шламы и пылегазовые выбросы. Эти отходы отличаются сложным многокомпонентным составом, но одновременно содержат значимые количества редких, благородных и цветных металлов, что делает их перспективным источником вторичных ресурсов [2]. Накопление подобных отходов на предприятиях также создаёт экологические

риски, требуя разработки технологических решений, обеспечивающих как их переработку, так и снижение антропогенной нагрузки.

Анализ состава свинцово-висмутовых шламов показывает содержание меди, свинца, железа, цинка, теллура, платины и других элементов [1]. В ряде образцов содержание платины достигает 1,11%, а теллура – до 0,33%. Данные показатели сопоставимы с низкоконцентрированными природными рудами и подтверждают экономическую целесообразность переработки шлама как техногенной руды. Дополнительной особенностью является высокая летучесть некоторых соединений (селена, теллура), что приводит к их переходу в пылегазовую фазу [3]. Часть ценных компонентов аккумулируется в мелкодисперсной пыли, извлекаемой системами газоочистки, что требует интеграции твёрдой и газовой переработки в рамках одной технологической схемы.

Разработанная технологическая схема включает несколько последовательных этапов [4]. На стадии подготовки шлам подвергается сушке, измельчению и гомогенизации. Эти операции необходимы для обеспечения равномерного распределения компонентов и повышения эффективности дальнейших процессов. Затем осуществляется дозирование алюминиевого порошка и его смешивание со шламом до получения однородной реакционной смеси. Использование мелкодисперсного алюминия объясняется его высокой активностью и способностью эффективно восстанавливать металлы из оксидных форм.

Ключевым этапом является алюминотермическое восстановление, проводимое при температурах 800–1200 °C [2]. При таких условиях алюминий активно взаимодействует с кислородом оксидов металлов, переводя их в металлическое состояние. В результате формируется двухфазная система: металлический расплав и оксид алюминия (Al_2O_3), играющий роль шлака. Оксид алюминия, имея меньшую плотность, всплывает, тогда как восстановленные металлы формируют нижний слой. Этот этап обеспечивает отделение значительной части примесей и концентрирует целевые компоненты в металлической фазе. Повышенная дисперсность алюминия ускоряет протекание реакций благодаря увеличенной площади контакта между частицами реагентов.

После завершения восстановления производится удаление шлаковой фазы. Полученный металлический остаток представляет собой комплексный сплав, включающий жидкий свинец, а также медь, теллур и платину [4]. Свинец выделяется первым, поскольку при температурах процесса он находится в жидком состоянии и может быть отделён гравитационным способом – сливом или декантацией. Оставшийся металлический остаток подвергается последовательному извлечению целевых металлов.

Извлечение меди осуществляется методами растворения с последующим электролитическим рафинированием или химическим осаждением [1]. Теллур выделяется путём окисления и выщелачивания, после чего переводится в растворимую форму и осаждается в виде металлического теллура [3]. Платина,

обладая высокой химической инертностью, требует применения специфических реагентов, обеспечивающих её растворение и селективное выделение [4]. Получаемые металлы достигают высокой степени чистоты и могут быть направлены в различные отрасли промышленности.

Отдельное значение имеет переработка пылегазовой составляющей. Использование электрофильтров позволяет улавливать мелкодисперсную пыль, содержащую соединения теллура, платины и других ценных компонентов [5]. Это не только снижает выбросы токсичных веществ, но и обеспечивает возврат улавливаемых материалов в общий поток переработки. Таким образом, технологическая схема охватывает оба направления – переработку твёрдых отходов и утилизацию пылегазовой фракции.

Комплексный подход позволяет существенно повысить эффективность переработки техногенных отходов, сократить объёмы их накопления и снизить экологическую нагрузку на окружающую среду [1]. Восстановленные металлы находят применение в электронной промышленности, производстве специальных сплавов, каталитических системах, энергетическом оборудовании и функциональных материалах. Разработанная схема переработки отличается технологической гибкостью, может интегрироваться в действующие медеплавильные производства и адаптироваться под различные типы техногенного сырья.

Список использованных источников

1. Белов С.В. Техногенные отходы металлургического производства и методы их переработки // Цветные металлы. – 2018. – №4. – С. 35–41.
2. Habashi F. Extractive Metallurgy of Copper. – Montreal: Metallurgie Extractive Quebec, 2003.
3. Gupta C.K., Krishnamurthy N. Extractive Metallurgy of Rare Earths. – Boca Raton: CRC Press, 2005.
4. Gasik M. Handbook of Ferroalloys: Theory and Technology. – Elsevier, 2013.
5. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы.

DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED TECHNOLOGY FOR RECOVERY OF PRECIOUS AND PLATINUM GROUP METALS FROM OFF-BALANCE OXIDIZED COPPER ORES

Babaev Mirdodojon Sharofjon ugli, Associate Professor (PhD)
Sanakulova Hilola Nurmat kizi, Master's Degree
Navoi state university of mining and technologies (Republic of Uzbekistan, Navoi city)

Uzbekistan's copper industry expansion is a pressing issue in the mining and metallurgical sector. NMMC and AMMC focus on producing copper, zinc, lead,

selenium, tellurium, gold, silver, and other valuable metals from waste materials while improving metallurgical technologies through research. Expanding the raw material base, particularly through studying out-of-balance sulfide and oxidized copper ores of the Kalmakkir Mine and Yoshlik-I Mine, will support copper production growth and the development of new technologies for complex metal extraction [1].

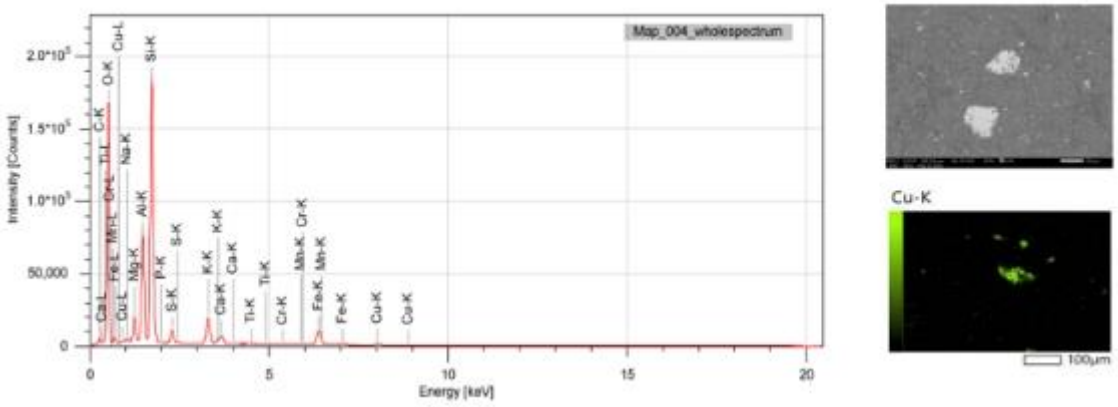
The research focused on sulfide and oxidized off-balance copper ores of AMMC, particularly from the Kalmakkir Mine. Their chemical and material composition was analyzed using X-ray fluorescence and mass spectrometric methods, including the NEX CGI RIGA analyzer. Results showed that dumps a-7 and a-8 contain 7 million tons of ore with 0.424% copper, 74.5 g/t gold, and 31.6 g/t silver, totaling 1.77 t gold and 132.2 t silver. Other oxidized ore dumps (No. 39, 9, 10, 8, a-4) contain 63.8 million tons of ore with 31.1 t gold and 144.5 t silver, confirming their significant resource potential.

Table 1

Kalmakkir the average amount of waste that have been in metal mining.

№	Metals	The total amount of metals in ore okside, t	The total amount of metals from sulfide ore, t	The total amount, t
1	Au (gold)	to 31.1	31,6	62,7
2	Ag (silver)	144,5	132,2	276,7
3	Se (selenium)	74	86,42	160,42
4	Pt (platinum)	143,55	167,625	311,175
5	Pd (Palladium)	194,59	227,225	421,815
6	Re (Rhenium)	16,97	19,817	36,787
7	Os (Osmium)	4,568	5,3342	9,9022
8	In (Indium)	0,1276	0,149	0,2766
9	Ru (Ruthenium)	1,0846	1,2665	2,3511

The study improved methods for separating precious metals from waste by analyzing their chemical composition. Energy-dispersive spectroscopy (EDS) and chemical analysis identified the main components across sample surfaces. Copper particles were mostly about 10 microns in size and mainly associated with sulfides [5]. The samples were characterized by copper, iron sulfide minerals, and a high quartz content (4.0×10^5 intensity peak). Spectrum 005 analysis showed 0.15% copper with oxygen-bound inclusions of iron sulfide, quartz, alumina, and calcite. Samples from site 10 also contained an average of 0.15% copper, with copper mineral sizes averaging 100 microns, confirming the potential for metal recovery.



Picture 1. Results of the analysis of the 10 division sample of the off-balance oxide ore of the Kalmokkir mine.

From Figure 1, it can be seen that copper also occurs in oxidized ores, with the peak of Cu equal to the peak of O_2. The mineralogical composition and the results of experiments show that the out-of-balance ores of the A8 site are sulphide, but the results of flotation beneficiation and beneficiation analysis showed a low concentration of copper and precious metals (gold, silver, platinum and palladium), and such flotation beneficiation was carried out by AKMK JSC It was found that it does not meet the requirements of MEZ. Gravity beneficiation tests on ore samples from A4 and 9 dumps showed high recovery results for precious metals such as gold, silver, platinum, and palladium, but low copper recovery. Therefore, ore from the A7 dump was further tested, with the concentrate additionally analyzed for selenium and tellurium. The remaining oxidized ore residues were selectively smelted with sulfide off-balance ores to produce copper, confirming the effectiveness of this комплекс processing approach.

After gravity enrichment of off-balance oxidized copper ores (A4, A7, and 9), a concentrate rich in precious metals is obtained: gold 28–46 g/t, silver 52–58 g/t, platinum 80–96 g/t, and palladium 100–170 g/t. The processing technology involves calcining the concentrate at 350–400°C, sulfuric acid washing, and two-stage selective leaching: silver and palladium are removed with nitric acid, while platinum and gold are dissolved using arginine solution. Using optimized precipitation reagents, the developed process produces 99.9% pure precious metals with over 90% recovery.

Reference:

1. Vokhidov B.R., Khasanov A.S. Researching the technology of extracting platinum and palladium from man-made wastes of the copper industry // Tashkent 2021. December 6. 2021 p.56-68.

2. B.R. Vokhidov New horizons processing of technogenic waste of the copper industry // (№23 The American Journal of Applied sciences) // Volume 04 issue 05 Pages: 42-51. SJIF Impact factor (2021: 5. 634) (2022: 6. 176).

COMPREHENSIVE STUDY OF THE MATERIAL COMPOSITION AND DISTRIBUTION FORMS OF PRECIOUS METALS IN THE TAILINGS OF HMP-1

Vokhidov Bakhriddin Rakhmidinovich, Professor (DSc)
Babaev Mirdodojon Sharofjon ugli, Associate Professor (PhD)
Ostonov Sharif Qoyir ugli, PhD Student
Navoi state university of mining and technologies (Republic of Uzbekistan, Navoi city)

As a result of mineral resource processing, more than 25 billion tons of technogenic waste are generated annually worldwide, of which over 10 billion tons originate from the mining and metallurgical industry. A significant portion of these wastes is formed during mineral beneficiation and hydrometallurgical processing, where the extraction of valuable components remains incomplete, resulting in the retention of precious metals in tailings. More than 70% of such wastes are accumulated in tailings storage facilities, which represent complex technogenic objects exerting considerable environmental impact. At present, intensive efforts are being directed toward the development of technologies aimed at the more complete recovery of valuable components, implementation of waste-free solutions, utilization of cyanide-containing and solid wastes, as well as the reprocessing of technogenic dumps for the extraction of precious, rare, and non-ferrous metals. The tailings storage facility of Hydrometallurgical Plant No. 1 (HMP-1) is located 5 km east of the plant and consists of seven sections with a total area of 10.2 km². This flat-type facility was commissioned in 1964 for the disposal of uranium ore processing wastes. Its total area is 630 ha. Since 1995, the facility has additionally received tailings from the processing of gold-bearing raw materials and wastes from underground leaching operations, which significantly altered the material composition of the accumulated wastes and increased interest in their secondary processing. Currently, the tailings storage facility is regarded as a potential source of secondary mineral resources.

The sanitary protection zone of the facility extends over 700 m. To investigate the material composition and granulometric characteristics, averaged tailings samples from JSC “NMMC” were examined using scanning electron microscopy (JEOL JSM-IT200). The analysis was conducted under low-vacuum conditions, enabling the study of carbon-containing particles without additional sample preparation. In addition, energy-dispersive spectroscopy (EDS) was employed to determine the elemental composition of the samples, which is essential for evaluating the potential recovery of precious metals.

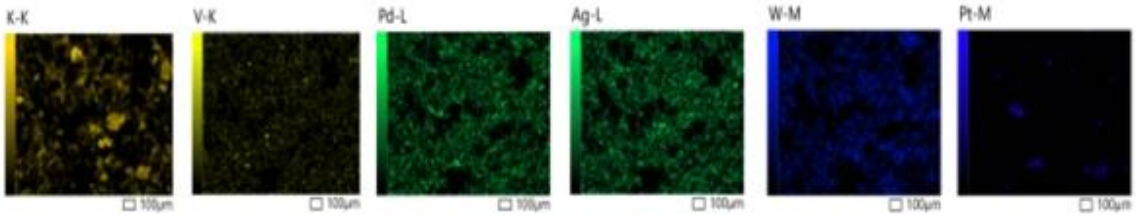


Fig. 1. Results and discussion of electron microscopy scanning of tailings samples from the HMP-1 tailings storage facility.

A multi-element surface map of the sample at 150× magnification revealed particles approximately 100 μm in size enriched in silicon and iron. Green-colored areas on the image indicate the presence of palladium, silver, iron, and copper. Palladium in metallic form was found to be associated with silver, and its content in the sample amounted to 0.02%.The occurrence forms of precious metals in the samples were investigated by rational analysis according to the method of V.I. Zelenov (1978). The procedure involved sequential leaching of ground material (90% passing −0.074 mm) with cyanide solutions combined with alternating acidic and alkaline treatments. The stages included primary cyanidation, alkaline treatment of tailings, repeated cyanidation stages, hydrochloric and nitric acid treatments, oxidative roasting followed by leaching of the residue. The obtained results of the rational analysis are presented in Table 1.

Table 1

Results of Rational Analysis of Samples for Gold and Silver

Forms of occurrence of precious metals and nature of their association with ore minerals	Metal Distribution			
	Au		Ag	
	g/t	%	g/t	%
HMP-1 Tailings				
Native Au and Ag intergrown with other minerals: chlorides, sulfates, and simple silver sulfides (cyanidable)	0,22	37,93	0,09	7,89
Au and Ag associated with minerals and chemical compounds of Sb and As (except arsenopyrite and pentavalent Sb compounds), silver sulfosalts (cyanidable after alkaline treatment)	0,09	15,52	0,16	14,04
Au and Ag associated with acid-soluble minerals, iron and manganese oxides (carbonates, oxides, and hydroxides) (cyanidable after HCl treatment)	0,16	27,59	0,2	17,54
Au and Ag finely disseminated in sulfides (pyrite and arsenopyrite) (cyanidable after HNO_3 treatment)	0,05	8,62	0,19	16,67
Au and Ag associated with carbonaceous matter (cyanidable after oxidative roasting)	0,05	8,62	0,12	10,53
Gold and silver contained in quartz, aluminosilicates, and other acid-insoluble minerals	0,01	1,72	0,38	33,33
Total in the sample	0,58	100	1,14	100

The studies demonstrated that the HMP-1 tailings contain significant amounts of precious metals occurring in various mineral forms. The largest proportion of gold is associated with carbonates and iron-manganese hydroxides (27.59%), whereas silver is predominantly bound to acid-insoluble minerals (33.33%). The obtained results confirm the prospects for involving the tailings in further processing aimed at the additional recovery of gold and silver, thereby creating opportunities for improving the integrated utilization of mineral resources and reducing the technogenic environmental burden.

References:

[1] Zelenov V.I.// Rational methods for the analysis of gold occurrence forms in ores//. – M.: Nedra, 1978. – 184 p.

[2] B.R. Voxidov, M Sh. Babaev // Research chemical technology of processing manmade waste JSC “NMMC” // The International Conference on Energy-Earth-Environment Engineering, 5 December 2023, Tashkent, Uzbekistan. 61-62 p

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАССОПЕРЕНОСА АЛЮМИНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЗАЩИТНЫХ СЛОЕВ НА ДЕТАЛЯХ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Мухамедов А.А. доц., Гузашвили К.В. 2-курс баз. докт. (PhD)
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, г. Ташкент

Цифровизация технологических процессов в машиностроении требует создания прогностических моделей для управления качеством поверхностного слоя. В геофизическом приборостроении наконечники кабельные (например, типа НКБМ 3-36) работают при температурах до 120°С и гидростатическом давлении до 80 МПа. Традиционно такие детали изготавливаются из импортных коррозионностойких сплавов [2]. Эффективной альтернативой является применение стали 40Х с термодиффузионным алитированием, что значительно повышает ресурс элементов в агрессивных средах.

Для обеспечения надежности узла критически важно контролировать равномерность покрытия на деталях сложной формы. На рис. 1 представлен общий вид наконечника [1].



Рис. 1. Общий вид кабельного наконечника НКБМ 3-36: *1 - защитный кожух; 2 – корпус наконечника; 3 – наконечник; 4 - резиновое кольцо; 5 - фторопластовое кольцо; 6 - свечной мост; 7 - вилка контакта с никелевым покрытием; 8 - розетка контакта с золотым покрытием; 9 - резиновый изолятор; 10 - конусы для зажатия проволок кабеля; 11 - гнездо; 12 -стопор*

Конструкция включает следующие ключевые элементы: корпус (поз. 2), свечной мост (поз. 6) с контактами (поз. 7, 8) и систему герметизации. Особое внимание при химико-термической обработке уделяется узлу крепления кабеля, где фиксация проволок брони осуществляется конусами (поз. 10) в специальном гнезде (поз. 11). Данные элементы работают в условиях высоких растягивающих нагрузок (до 40 кН) и прямого контакта с агрессивной скважинной средой, что делает моделирование процесса насыщения этих зон приоритетной задачей.

Математическая модель массопереноса алюминия базируется на решении нестационарного уравнения диффузии (второй закон Фика) [4]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (1)$$

где C - концентрация алюминия, t - время, x - глубина слоя, D - коэффициент диффузии, определяемый по зависимости Аррениуса:

$$D = D_0 exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) \quad (2)$$

Для реализации модели в среде MATLAB разработан алгоритм, позволяющий рассчитывать профиль распределения концентрации Al в критических узлах наконечника: на конусах зажатия проволок (поз. 10) и в гнезде корпуса (поз. 11) (см. рис. 1). Результаты моделирования процесса при $T = 1050℃$ и $t = 6$ ч (Рис. 2) демонстрируют формирование градиентного слоя толщиной до 250–300 мкм, что подтверждается данными фазового анализа на оборудовании AL 27 Mini.

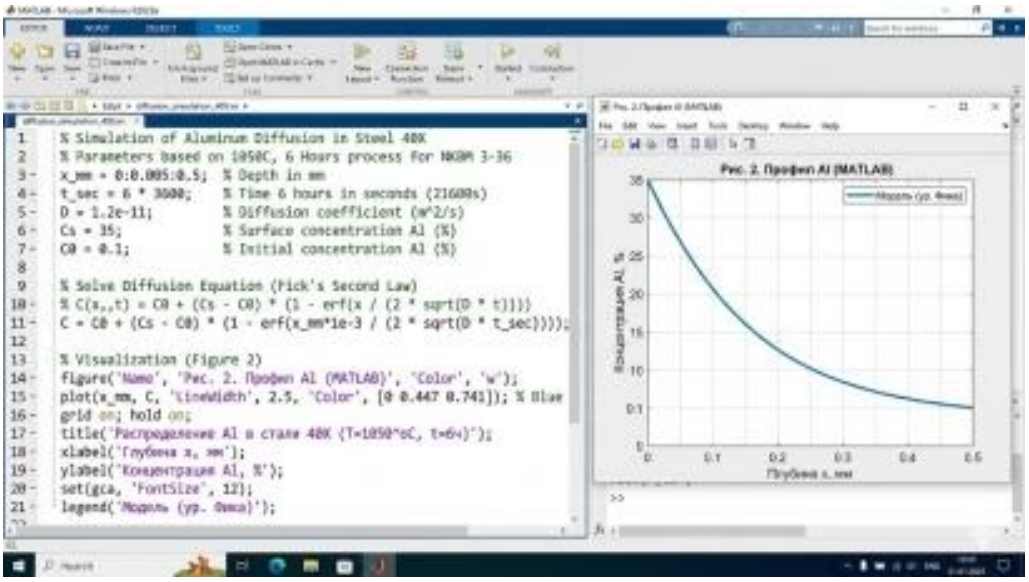


Рис. 2. Расчетное распределение концентрации алюминия в стали 40Х (MATLAB).

Анализ теоретической кривой показывает формирование градиентного слоя с концентрацией алюминия на поверхности до 30-35%. Это обеспечивает создание системы интерметаллидных фаз ($FeAl$, Fe_3Al), повышающих коррозионную стойкость стали 40Х до уровня высоколегированных сплавов [3]. Моделирование подтверждает, что выбранный режим (6 часов) достаточен для получения защитного слоя глубиной 250–300 мкм даже в труднодоступных зонах гнезда наконечника (поз. 11).

Таким образом, интеграция цифровых моделей в технологический цикл позволяет оптимизировать параметры термодиффузионного алитирования, обеспечивая импортозамещение критически важных узлов геофизического оборудования.

Список использованной литературы:

1. Технические характеристики кабельных наконечников НКБМ 3–36. Документация производителя.

2. Guzashvili K.V., Muxamedov A.A., Inagamov U.Sh. Анализ материалов и технологий для упрочнения элементов геофизического каротажного оборудования в агрессивных средах // Конференция «MASHINASOZLIKDA FAN...», Ташкент, 2025. С. 419–420.

3. Бокштейн Б. С. Диффузия в металлах. – М.: Металлургия, 1978.

ALYUMINIY-KREMNIY XOMASHYOSINI ERITISHDA RUDA-TERMIK PECHLARNING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH

G‘ulomqodirov Muxammadaziz Sodiqjon o‘g‘li, Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Andijon, Bragina Vera Petrovna dots. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Toshkent, O‘zbekiston

Ushbu maqolada kianit konsentratidan bevosita alyuminiy-kremniy qotishmalarini olishning energiya tejamkor texnologiyasi yoritilgan.

Muammoning dolzarbligi va xomashyo muammosi. Piro-metallurgiya ishlab chiqarishida energiya tejash masalalari yangi energiya tejamkor texnologiyalarni ishlab chiqishda o‘ta muhim ahamiyatga ega. Rossiya va global metallurgiya sanoatida birlamchi alyuminiy ishlab chiqarish asosan elektroliz usuliga tayanadi, bu esa yuqori sifatli boksit xomashyosini talab qiladi. Biroq, boksit zaxiralarining tanqisligi va tashqi importga bog‘liqlik alyuminiy sanoati uchun jiddiy iqtisodiy xavflarni keltirib chiqarmoqda[1]. Olimlar muqobil xomashyo sifatida kianit (Al_2SiO_5) rudalaridan foydalanishni taklif qilmoqdalar. Kianit zaxiralari, xususan, Kola yarim orolida (Rossiya) juda katta (taxminan 11 milliard tonna) bo‘lib, ularni ochiq usulda qazib olish oson va arzon. Maqolaning asosiy yangiligi shundaki, kianitdan an’anaviy usulda avval glinozyom (alyuminiy oksidi) ajratib olib, so‘ngra metall olish o‘rniga, ruda-termik pechlarda bevosita karbotermik qaytarish orqali alyuminiy-kremniy qotishmasini (silumin) olish texnologiyasi tadqiq etilgan. Bu yondashuv glinozyom ishlab chiqarishdagi qimmat bosqichlarni qisqartiradi va energiya sarfini kamaytiradi[2].

Tadqiqot metodologiyasi va kinetik modellashtirish. Maqolada energiya samaradorligini oshirishning asosi sifatida noizotermik isitish usuli qo‘llanilgan. Bu usul zaryadni (shextani) vaqtga nisbatan chiziqli ravishda, ya’ni doimiy tezlikda isitishga asoslangan bo‘lib, elektr energiyasini sezilarli darajada tejash imkonini beradi[3].

Tadqiqotning texnik shartlari:

Isitish tizimi: Yuqori haroratli plazma yoyi va uglerod-grafitli tigel. Plazma oqimi zaryadni 2000–2300℃ gacha intensiv isitishni ta’minlaydi [1].

Zaryad tarkibi: Boyitilgan kianit konsentrati va nazariy miqdordan 110% ko‘p bo‘lgan uglerod qaytaruvchisi[2].

Isitish tezligi: Tajribalar daqiqasiga 10, 20 va 40℃ tezlikda o‘tkazilgan.

Olimlar jarayonning kinetik qonuniyatlarini o‘rganish uchun Kolmogorov-Erofeev tenglamasidan foydalanganlar. Tadqiqot davomida gaz ajralish tezligi (uglerod oksidi - CO) tahlil qilingan va haroratga bog‘liq chiziqli anamorfozalar olingan. Bu matematik modellar zaryadning metall holatiga o‘tish haroratini (optimal rejim 1450–1650℃ aniq belgilash imkonini berdi. Aynan shu aniqlik tufayli pechning “bo‘sh” ishlashi va ortiqcha qizib ketishi oldi olinadi[4].

Natijalar va texnologik samaradorlik. Tadqiqot natijasida kianit konsentratini metall holatiga qaytarish jarayonini boshqarish algoritmi ishlab chiqildi. Ushbu algoritm

yordamida ruda-termik pechlarda maxsus energiya tejamkor eritish rejimini yaratish mumkin[3].

Asosiy natijalar va afzalliklar:

Energiya tejami: Ishlab chiqilgan texnologiya solishtirma elektr energiyasi sarfini mavjud texnologiyalarga nisbatan 15–20% ga kamaytirish imkonini beradi.

Jarayonlarni birlashtirish: Alyuminiy va kremniyni alohida-alohida ishlab chiqarish (elektroliz va karbotermiya) o‘rniga, ularni bitta texnologik agregatda (plazma yoki ruda-termik pech) olish operatsion va kapital xarajatlarni keskin kamaytiradi.

Ekologik tozalik: Bu usulda an’anaviy Hall-Heroult elektroliz jarayonida qo‘llaniladigan ftorli va kanserogen moddalardan foydalanilmaydi, bu esa atrof-muhitga zararni kamaytiradi[4].

Xulosa. Kianit xomashyosidan plazma isitish sharoitida bevosita alyuminiy qotishmalarini olish texnologiyasi alyuminiy sanoatining raqobatbardoshligini oshiradi. Maqolada keltirilgan matematik modellar va nazorat algoritmlari “yashil metallurgiya” tamoyillariga muvofiq, energiya resurslaridan maksimal samaradorlik bilan foydalanuvchi universal termik agregatlarni yaratishga asos bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Bazhin V.Y., Ustinova Y.V., Fedorov S.N., Shalabi M.E.Kh. Improvement of energy efficiency of ore-thermal furnaces in smelting of alumosilicic raw materials. Journalof Mining Institute. 2023.Vol.261, p.384-391. EDNRTQXSE

2. Litvinenko V.S., Tsvetkov P.S., Molodtsov K.V. The social and market mechanism of sustainable development of public companies in the mineral resource sector. Eurasian Mining. 2020. N1,p.36-41. DOI: 10.17580/em.2020.01.072.

3. Yurak V.V., Dushin A.V., Mochalova L.A. Vs sustainable development: scenarios for the future. Journal of Mining Institute.2020. Vol. 242, p. 242-247. DOI: 10.31897/PMI.2020.2.242.

4. Shklyarskiy Ya.E., Shklyarskiy A.Ya., Zamyatin E.O. Analysis of distortion-related electric power losses in aluminum indus-try. Tsvetnye metally.2019. N 4, p. 84-91 (in Russian). DOI: 10.17580/tsm.2019.04.116.

РАЗВИТИЕ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА С IT ТЕХНОЛОГИЯМИ

К.А. Камолханов– IT программист
(Общеобразовательная школа №1, г. Наманган, Республика Узбекистан).

Одним из основных направлений развития производства в литейном производстве является внедрение цифровых технологий. На сегодняшний день используют 3D-проектирование, однако дальнейшее использовании IT-технологий в изготовлении отливок в основном ограничивается процессом 3D-печати. Однако в современных 3D-проектированиях имеются элементы компьютерного анализа

литья, что позволяет оптимизацию в технологичности конструкции детали, а также прогнозировать ее качество при тщательном внесении технологических параметров в специализированный пакет программ (CAE). В настоящее время применение технологии быстрого прототипирования является одним из вариантов повышения эффективности организации конструкторско-технологической подготовки литейного производства за счет изготовления отливок в короткие сроки с высоким качеством поверхности и низкой доли брака [1]. Эта технология позволяет по моделям деталей из CAD-приложений создавать трехмерные физические модели-прототипы без инструментального их изготовления. Для литейного производства возможно применение этой технологии в двух направлениях:

1. Технология Investment Casting - изготовление выжигаемых моделей для литейного производства. На 3,0-принтере «печатается» модель отливки, полученная с электронной трехмерной модели детали в любой системе компьютерного проектирования, которая далее, как и при обычной технологии литья по выплавляемым моделям, покрывается прочной коркой, тем самым образуется форма для литья. Напечатанная модель затем выплавляется или выжигается в печи. В этом случае нет необходимости изготавливать по чертежам модельные комплекты для получения самой выплавляемой модели -она изготавливается на основе тех конструкторских и технологических данных, которые уже есть на производстве.

2. Технология Direct Cast - печать литейных песчаных форм для прямого литья цветных металлов и сплавов. В этом случае материал, применяемый при печати на 3D-принтере, позволяет «распечатать» стойкую форму, которая может выдерживать определённую температуру и позволяет изготавливать отливки из цветных сплавов. В этом случае длительность этапа изготовления оснастки также сокращается.

Применение технологии быстрого прототипирования на этапе конструкторско-технологической подготовки производства вносит изменения в последовательность разработки технологического процесса изготовления отливки (рис. 1).

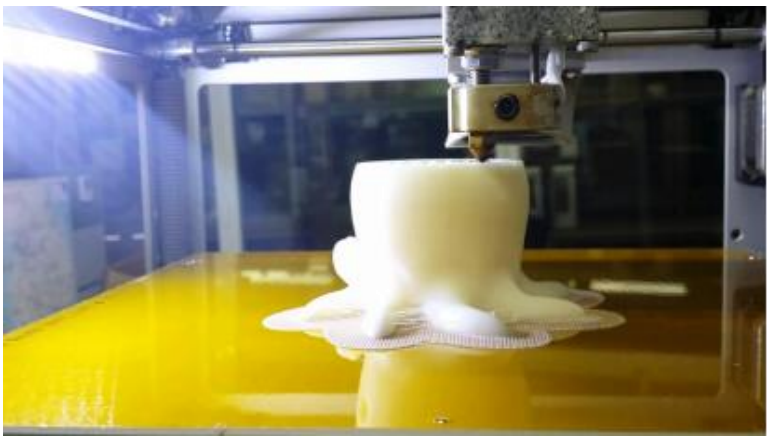


Рисунок 1. 3D печать с применением IT технологий.

Данная технология имеет следующие этапы:

Получение 3D модели детали
Назначение припусков (технологических и на мех. обработку)
Установление прибылей и выбор конструкции литниковой системы
Разработка 3D модели отливки
Разработка 3D модели формы.

Проведенный анализ литейного производства предприятия авиастроительной отрасли показал, что технологию быстрого прототипирования целесообразно применять при производстве первой контрольной партии отливок, а также для отливок малой применяемости, при отработке на технологичность литейных форм, при поиске путей улучшения конструктивных особенностей отливок, сокращении количества металла. Снижение доли брака, улучшение качества тела отливок и поверхностей – все это позволит сократить временные и финансовые затраты на их производство и, следовательно, повысит эффективность литейного производства [2-3].

Литература:

1. С.С.Ткаченко Совершенствование технологии и повышение эффективности литейного производства / С. С. Ткаченко // Металлург. - 2008. - № 11. -С. 121-122.

2. Евсеев В. И. Проблемы литейного производства и возможные пути их решения. Литье и металлургия 3(67) 2012.

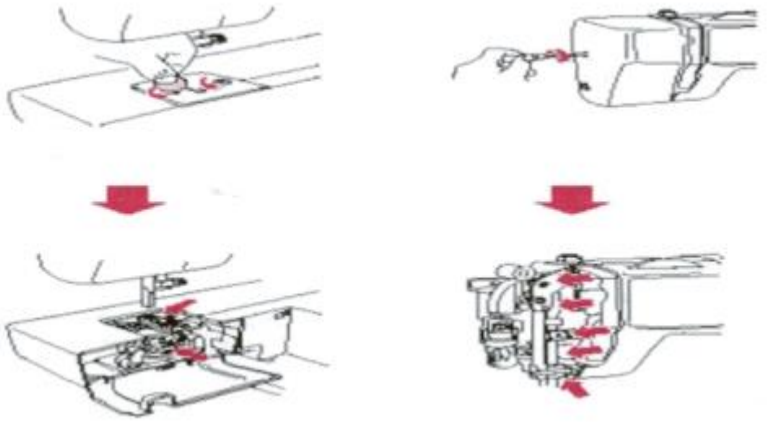
3. Зленко М. А., Забеднов П. В. Аддитивные технологии в опытном литейном производстве. Технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез – моделей и синтез – форм. Центра Аддитивных Технологий ФГУП «НАМИ» http://ksystec.ru/download/additiv_tech.pdf.

METALL ASBOB-USKUNALARDAN FOYDALANIB TALABALARNI AMALIY TOPSHIRIQLAR BAJARISH KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH

Qulmamatova Xurshida Abduxamidovna
Termiz davlat pedagogika instituti Texnologiya va geogrfiya kafedrasining dotsenti v.b., pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD).

Mamlakatimizni oliygohlarida talabalarning mukammal bilimlar olish jarayonini yetakchi yo‘nalishlaridan biri ta’limda qulay, mazmunli va samarali darslar o‘tkazish muhitini yaratishdir. Jamiyatda interfaol metod va texnologiyalarga asoslangan ta’lim muhitini yaratish bilan bog‘liq jarayonlar faqat ilm-fanlarni rivojlanishi bilan bog‘liq holda takomillashadi. Kundalik hayotda inson faoliyati barcha ehtiyoj turlarini intellektual rivojlanishini jadallashtiribgina qolmay, balki yoshlarni ijodiy potensialini, bilim, ko‘nikmalarini mukammallashtiruvchi yangi manbalarini yaratdi.

Hozirgi ilmiy texnika taraqqiyoti puxta va yengil materiallarni ishlab chiqarishni taqozo etadi. Metallardan po‘lat, cho‘yan va alyuminiy kabi materiallardan yengil sanoat buyumlarini tayyorlashda keng foydalaniladi [2]. Shuningdek, texnologik ta’lim fanlarini oldiga qo‘yilgan yangi vazifalardan biri turli komponentlardan iborat bo‘lgan kompozitsion materiallarni ishlab chiqarishning ilmiy asoslarini yaratishdan iborat [1]. Chunki mashina mexanizmlarining yangi konsruksiyalari oldiga ularda qo‘llanilgan materiallarning solishtirma o‘girligini kamaytirish, tezlikni oshirish, ishlab chiqarish jarayonining ekologik tozaligini ta’minlash, konsruksiyaning ishlash muddatini oshirish kabi talablar qo‘yilmoqda. Jumladan, metallardan foydalanib tayyorlangan jihozlardan: tikuv mashinalar, stanoklar, maxsus uskunalar, dazmollar va qo‘l-asboblaridan qaychi, ignalar, bigiz hamda boshqa qirqish, kesish, randalash, arralash, pardozlash moslamalaridan keng foydalaniladi [4]. Tikuv mashinalaridan foydalanib bo‘lgandan keyin korroziya va metallar yemirilishidan saqlash uchun maxsus qismlari tozalanib moylanadi (1-rasm).



1-rasm. Tikuv mashinasini moylash jarayoni.

Metallarni turlarini o‘rganishda materialshunoslik fani bilan bir qatorda fizika, kimyo, matematika, injinerlik grafikasi, materiallar qarshiligi, mashina detallari, fanlari bilan uzviy ravishda bog‘liq. Metall va materiallarning olovbardoshligi, korroziyabardoshhligi, tarkibi, zax va namgarchilikka bardoshligi kimyo faniga bog‘liqligini bildiradi. Material va metallardan tayyorlangan detal va buyumlar turli xil zo‘riqishlarda ishlaydi [2]. Shuning uchun bu detal va buyumlarning mustahkamligi, qattiqligi, qovushqoqligi, tikuv ignalarini turli xil deformatsiyalarga bardosh bera olishligi materiallar qarshiligi faniga bog‘liqligini ko‘rsatadi. Ya’ni yaratilgan mashinalar, stanoklar albatta, yuqori ishchi bosimda ishlatilishi, katta tezliklarga ega bo‘lishi hamda yuqori haroratlarga chiday olishi kerak [5].

Keyingi paytlarda texnikaning ba’zi sohalarida materiallarning tozaligi juda katta ahamiyatga ega bo‘lib qoldi. Masalan, kimyoviy tozalikka ega bo‘lgan temir va rux elementlarining yemirilishga chidamliligi yuqori ekanligi ma’lum bo‘lib qoldi. Texnik hamda iqtisodiy talablarning ortib borishi hamda yer yuzi va yerosti xomashyolarining chegaralanganligi tufayli mustahkamligi yuqori bo‘lgan yangi-yangi materiallarni ishlab chiqarish texnologiyasini topish va uni o‘zgartirish vazifasi paydo bo‘ladi [3]. Yangi

materiallarni yaratish uchun mavjud materiallarga o‘zga qo‘shimchalarni qo‘shish hamda asosiy material elementini u bilan hech qanday bog‘lanishda bo‘lmagan zo‘riqtiruvchi elementlar bilan boyitish, ya’ni kompozitsion materiallarni sintez qilish kabi muhim ahamiyatga ega bo‘lgan ishlarni bajarish lozim.

Xulosa qilib aytganda, materiallarni yemirilishidan, ayniqsa korroziya ta’sirida yemirilishdan himoya qilish asosiy muammo bo‘lib qolmoqda. Tikuv mashinalaridan foydalangandash so‘ng kerakli moslamalari va maxsus qismlarni tozalab, moylash zarur bo‘ladi [6]. Bunday jarayonlarni amalga oshirish uchun talabalarga ko‘rsatmalarni tushuntitrish va o‘rgatish zarur bo‘ladi. Demak, metallardan tayyorlanadigan, yangi hosil qilinayotgan materiallarning ishlash muddatini yanada aniqroq belgilash imkoniyati yaratilishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. D.U. Ergashev, G.M. Abdukadirov, N.I. Tursunboyev. “Materialshunoslik konstruksion materiallar” – Toshkent, “Fan”, 2004.

2. Ismatullayeva X.Z., Abdullayev A., Ismatullayeva M.Z. Maxsus materialshunoslik. – T.: “Iqtisod-moliya”, 2008.

3. Kh.Kulmamatova “To develop students’ skills in completing graphic assignments in technology classes”. European multisciplinary journal of modern science. Impact Factor:7.4, 04.06.2022, 31-34.

4. Kulmamatova Kh. Performing practical tasks in technology and assessing the quality of the lesson // “Sociyety and innovations” – in Sciyence. Vol. 4. DOI: https: //doi/org/10/47689/2181-1415-vol4-iss-pp 3. 2023. 2-number.

5. Kulmamatova, K. (2024). The role of independent education in developing students’performance of practical tasks. Collection of scientific papers «SCIENTIA», (August 2, 2024; Chicago, USA), 64-65.

6. X.A. Qulmamatova. O‘quvchilar texnologiya fanini o‘qitishda amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirish uchun topshiriq tanlash // Globallashuv jarayonida innovatsion ta’lim va milliy tarbiya: integratsiyaga xos muammolar, bahslar va yechimlar. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. – Termiz, 2023.

QORA VA RANGLI METALL QOTISHMALARIDAN QUYMA MAHSULOTLAR OLISH TEXNOLOGIYALARI

Dusyarov Xudoymurod Chorshanbiyevich
Termiz davlat pedagogika instituti Texnologiya va geogrfiya kafedrasining dotsenti, pedagogika fanlari nomzodi.

Metallurgiya sanoati zamonaviy iqtisodiyotning asosiy tayanch tarmoqlaridan biri bo‘lib, u mashinasozlik, qurilish, transport va energetika sohalarining rivojlanishida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Metall qotishmalardan quyma mahsulotlar olish texnologiyasi

murakkab shaklli detallarni ishlab chiqarishda eng samarali usullardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon metallni eritish, qolipga quyish va kristallanish orqali kerakli shakl va xossaga ega mahsulot olishga asoslanadi.

1. Metall texnologiyalarining ilmiy asoslari

Metall texnologiyalari metall va qotishmalarning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish va ularni boshqarish jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Asosiy jarayonlar:

- eritish;
- legirlash;
- shakl berish;
- issiqlik bilan ishlov berish;
- mexanik ishlov berish.

Bu jarayonlar metallarning strukturasini o‘zgartirish orqali ularning mustahkamligi, plastiklik darajasi va korroziyaga chidamliligini oshiradi [1].

2. Qora metall qotishmalari

Qora metall qotishmalari asosan temir asosida hosil bo‘ladi. Ularning asosiy turlari:

- **Po‘lat** – yuqori mustahkamlik va elastiklikka ega material;
- **Cho‘yan** – quyishga qulay, ammo mo‘rtroq material.

Po‘lat konstruksion material sifatida mashinasozlikda keng qo‘llaniladi, cho‘yan esa murakkab shaklli quyma detallar ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega.

3. Rangli metall qotishmalari

Rangli metall qotishmalari temirdan tashqari metallar asosida hosil qilinadi. Ularning asosiy guruhlari:

- alyuminiy qotishmalari;
- mis qotishmalari (bronza, latun);
- rux va nikel qotishmalari.

Ular yengilligi, korroziyaga chidamliligi va yuqori issiqlik o‘tkazuvchanligi bilan ajralib turadi [2].

4. Quyma mahsulotlar olish texnologiyasi

Quyma jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

1. **Model tayyorlash** – mahsulot shakli aniqlanadi.
2. **Qolip tayyorlash** – qum yoki metall qolip hosil qilinadi.
3. **Metallni eritish** – yuqori haroratda suyuq holatga keltiriladi.
4. **Quyish** – eritma qolipga quyiladi.
5. **Sovutish va chiqarish** – kristallanish jarayoni sodir bo‘ladi.
6. **Yakuniy ishlov** – mexanik tozalash va aniqlik kiritish.

5. Quyma sifatiga ta’sir etuvchi omillar

Quyma mahsulot sifati quyidagi omillarga bog‘liq:

- eritma harorati;
- metall kimyoviy tarkibi;
- qolip sifati;

- sovish tezligi;
- texnologik intizom.

Noto‘g‘ri rejim g‘ovaklik, yoriq va ichki nuqsonlarga olib keladi.

Yuqorida qayd etilgan ma’lumotlarni talabalarga o‘rgatishda kasb-hunarlarning turlaridan chilangarlik, metallarga ishlov berishda ko‘nikma va malakalarini ham shakllantirish zarur [3].

Xulosa qilib aytganda, metall texnologiyalari va quyma ishlab chiqarish jarayonlari sanoatning strategik yo‘nalishi hisoblanadi. Qora va rangli metall qotishmalaridan tayyorlangan quyma mahsulotlar yuqori mexanik xususiyatlari bilan ajralib turadi. Zamonaviy texnologiyalarni joriy etish orqali quyma mahsulotlar sifatini oshirish va ishlab chiqarish samaradorligini yaxshilashni talabalarga doim tushuntirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. D.U. Ergashev, G.M. Abdukadirov, N.I. Tursunboyev. “Materialshunoslik konstruksion materiallar” ─ Toshkent, “Fan”, 2004.
2. Ismatullayeva X.Z., Abdullaev A., Ismatullayeva M.Z. Maxsus materialshunoslik. – T.: “Iqtisod-moliya”, 2008.
3. Dusyorov X.Ch. Kasbga yo‘naltirish diagnostikasi. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Lesson Press nashriyoti, 2023-yil.

PO‘LAT QOTISHMALARINI RAFINIRLASHNING TAKOMILLASHGAN TEXNOLOGIYASI

[1]A.D. Bektemirov, [1,2]N.D. Turaxodjayev, [3]A.B. Erkinjonov.
[1]O‘zbekiton-Yaponiya yoshlar innovatsiya markazi, Toshkent
[2]Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent
[3]Andijon davlat texnika instituti, Andijon

Rafinirlash – metallar va qotishmalarni keraksiz yoki zararli qo‘shimchalardan (gazlar, nometallar, zararli elementlar) tozalash (suyuq holatda) [1]. Ushbu texnologik yechim uchun tavsiya etilgan elementlar orasidan aluminiy tanlab olindi va aluminiyning po‘lat suyuqlantirishdagi xarakteristikasi o‘rganildi. Temir va uning qotishlmalari xususan po‘latning asosiy rafinirlovchisi sifatida alyuminiy (Al) deoksidlanish va qotish-mani gazlardan tozalash uchun samarali xizmat qildi, bu po‘latning turli tashqi ta’sirlarga chidamliligini yaxshiladi va eskirish tendensiyasini sekinlashtirdi [2].

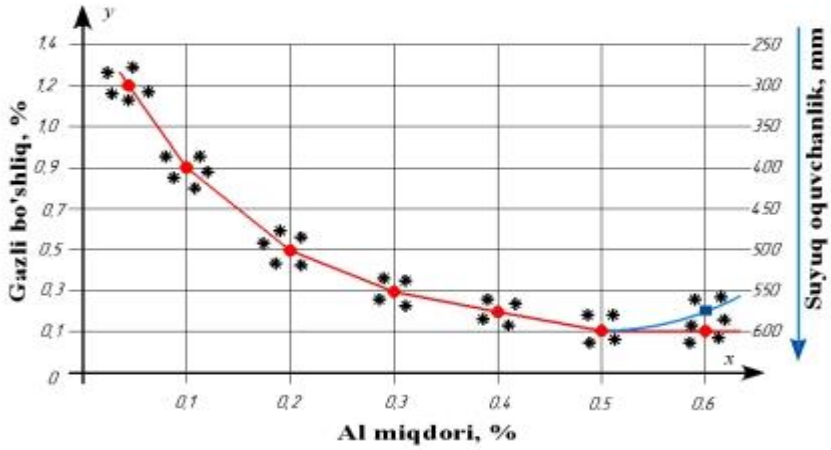
Rafinirlovchi sifatida alyuminini turli foizlarda (0,1 – 0,5 %) kovshga kiritishning yangi ishlab chiqilgan uch bosqichli qo‘shish texnologiyasi asosida olingan quyma namunalaridagi gazlar sezilarli darajada kamaygani ma’lum bo‘ldi, bu esa yeyilishbar-doshlikni yaxshilanishiga bevosita xizmat qildi. Jarayonda alyuminiy atomlari kislorod atomlarini biriktirib, Al_2O_3 holida shlakka chiqib ketishi natijasida qotishmani gazsizlantirishga xizmat qildi [3].

Bunda qotishmaga qo‘shiluvchi alyuminiyning umumiy massasini teng uch bo‘lakka bo‘lgan holda quyidagi tartibda qotishmaga kiritildi.

– Birinchi bo‘lak suyuq po‘latni pechdan kovshga chiqarish jarayonida kiritildi. Bunda, kovsh hajmining 20% suyuq metall bilan to‘ldirildi va shu nuqtada alyuminiy umumiy massasining 35% kiritildi.

– Ikkinchi bo‘lak kovshdagi suyuq metall sirtidagi shlak chiqarilishidan oldin kiritildi. Bu jarayonda kovshdagi suyuq metall tarkibidagi gazlar chiqarilishi bilan birga bu gazsizlantiruvchilar yordamida suyuq metallni pufaklatish asosida kovsh ostiga yig‘iluvchi nometallarni kovshning yuqori qismiga chiqarildi. Bunda dastlab kiritilgan bo‘lak qotishma tarkibidagi kislorod bilan birikkan holda shlak tarkibiga chiqib ketgani kuzatildi va takroriy jarayon uchun Al elementining ikkinchi 35% lik qismi kiritildi.

– Uchinchi bo‘lak esa suyuq qotishmani bevosita qolipga quyish jarayonida qo‘shilib borildi. Bunda birinchi va ikkinchi aluminiy kiritish jarayonlarida yo‘qotilgan aluminiy o‘rnini to‘dirish va shu orqali qotishmani gazlardan yanada tozalashga erishildi. So‘ngi qisimda umumiy alyuminiy massasining 30% miqdori kiritildi. Alyuminiy oksidlarining suyuqlanish harorati 1400 °C atrofida bo‘lishi hisobga olinsa, birinchi va ikkinchi bo‘laklarda yo‘qotilish ancha ko‘p bo‘ldi. Gazli bo‘shliqlardan holilash uchun oksidsizlantiruvchilar kiritishning takomillashtirilgan texnologiyalari asosida olingan namunalardagi, gazli bo‘shliqlar miqdorining 1 sm^3 dagi foiz ulushlari solishtirma grafigi 1-rasmda keltirildi.



1-rasm.

Bunda dastlab, alyuminiy qo‘shilish miqdori, 0,1% bo‘lganda, 1 sm^3 kuzatilayotgan sirt yuzadagi gazli bo‘shliqlar 0,9–1,2% va suyuq oquvchanlik 400 millimetrni tashkil etdi. Aluminiy qo‘shilish miqdori, 0,2% bo‘lganda, 1 sm^3 kuzatilayotgan sirt yuzadagi gazli bo‘shliqlar 0,5–0,9% va suyuq oquvchanlik 500 millimetrni tashkil etdi. Aluminiy qo‘shilish miqdori, 0,3% bo‘lganda, 1 sm^3 kuzatilayotgan sirt yuzadagi gazli bo‘shliqlar 0,3–0,5% va suyuq oquvchanlik 550 millimetrni tashkil etdi. Aluminiy qo‘shilish miqdori, 0,4% bo‘lganda, 1 sm^3 kuzatilayotgan sirt yuzadagi gazli bo‘shliqlar 0,2–0,3% suyuq oquvchanlik 570–580 millimetrni tashkil etdi. Aluminiy qo‘shilish miqdori, 0,5%

bo‘lganda, 1 sm^3 kuzatilayotgan sirt yuzadagi gazli bo‘shliqlar 0,10–0,12% suyuq oquvchanlik 600 millimetrni tashkil etdi. Aluminiy qo‘shilish miqdori, 0,6 % va undan yuqori bo‘lganda, 1 sm^3 kuzatilayotgan sirt yuzadagi gazli bo‘shliqlar 0,10–0,12% ligicha qoldi, biroq qotishmada Al ortishi qotishma sovuq oquvchanligiga salbiy tasir etib, 570–550 millimetrni tashkil etdi. Bundan tashqari, alyuminiy atomlari o‘ziga kislorod atomlarini biriktirib shlakga olib chiqish davomida o‘z yo‘lida uchrovchi boshqa metall atomlarini maydalashga ham xizmat qilib qotishmada kristallanishning yangi markazlari hosil bo‘lishiga ham hissa qo‘shdi [4].

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abdujalol, B., Nodir, T., Fakhriddin, M., Nuriddin, T., Kamola, T., & Nargiza, S. (2022). Development of steel wheel detail casting technology.

2. Kholmirzaev, N., Turakhodjaev, N., Saidmakhamadov, N., Khasanov, J., Bektemirov, A., & Sadikova, N. (2024). Effects of titanium (Ti) contents on the wear resistance of low-alloy steel alloys. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 525, p. 03003). EDP Sciences.

3. Bektemirov A.D. “Zarbiy yuklarsiz ishlovchi g‘ildirak detalini quyma usulda olish texnologiyasi”. AndMI “Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali. ISSN: 2181–1539. № 2 (Maxsus son) 2023–yil. 45–49 betlar.

4. Vlasovets, V.; Vlasenko, T.; Kovalyshyn, S.; Shchur, T.; Bilovod, O.; Shulga, L.; Łapka, M.; Koszel, M.; Parafiniuk, S.; Rydzak, L. Improving the Performance Properties of Eutectoid Steel Products by a Complex Effect. Materials 2022, 15, 8552. https://doi.org/10.3390/ma15238552.

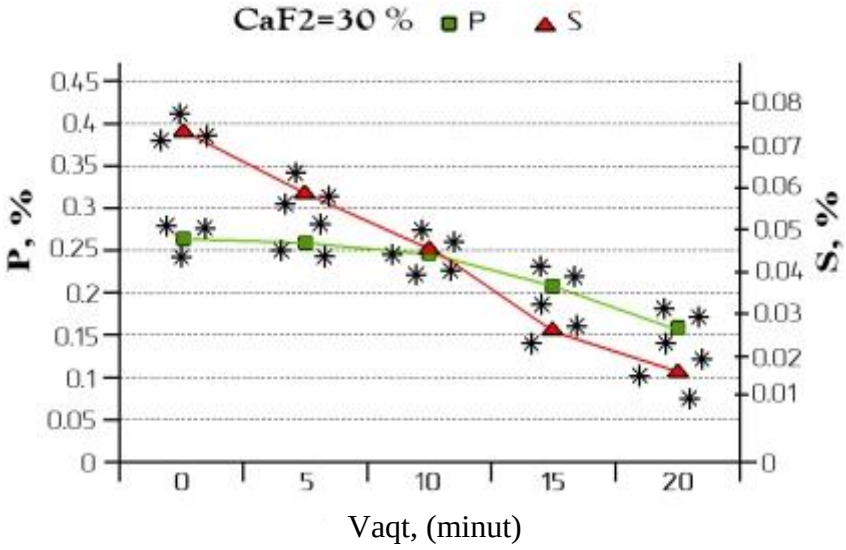
QOTISHMADAGI ZARARLI ELEMENTLAR MIQDORINI KAMAYTIRISH USULLARINI TADQIQ QILISH

[1]A.D. Bektemirov, [2]A.B. Erkinjonov, [3,4]N.S. Eshmuradov, [3]R.H. Xudayberdiyev.
[1]O‘zbekiton-Yaponiya yoshlar innovatsiya markazi, Toshkent
[2]Andijon davlat texnika instituti, Andijon
[3]Navoiy mashinasozlik zavodi ICHB, Navoiy
[4]Moskva po‘lat va qotishmalar instituti Olmaliq filiali, Olmaliq

O‘tkazilgan labaratoriya tadqiqotlari natijalari asosida suyuqlantirilayotgan qotishma tarkibiga flyus sifatida kalsiy korbonat $CaCo_3$ (suyuqlanish harorati 825˚C va zichligi 2,74 g/sm^3) dan tashqari ishlab chiqarish korxonasi sharoitida asosli pechda suyuqlantirishda qotishma yuzasida shlak hosil qiluvchi vazifasida kalsiy-ftor (CaF2 suyuqlanish harorati 1418˚C va zichligi 3,18 g/sm^3) dan foydalanildi. Bunda har bir element ma’lum miqdorda kombinatsiyalangan holatda qo‘shildi va bu elementlarni qo‘shib borishning yangi tartibli texnologiyasi ishlab chiqildi [1].

Tadqiqotlar natijalariga ko‘ra tigelli induksion pechda suyuq metallga fluslar yordamida 1400–1450 °C harorat oralig‘ida ishlov berildi. Flyus sifatida qo‘shiluvchilarning umumiy massasining 10–40 % ni ohak asosidagi CaF2 tashkil etuvchi flyus bilan suyuq metallda hosil bo‘luvchi nometallardan tozalash jarayoni olib borildi. Bunda, flus tarkibida 10, 20, 30 va 40 foiz CaF2, bo‘lagan turli quyma namunalar, flus qo‘shilgan holda 5, 10, 15, 20 daqiqa eritish vaqtlarida suyuq qotishmadan namunalar olib tekshirildi [2].

Dastlab flus tarkibidagi 10% F (ftor) bo‘lganda 20 daqiqa ichida 19% fosforsizlanish va 49% oltingugurtsizlanish sodir bo‘ldi. Keyingi tekshiruvda esa flus tarkibida 20% F bo‘lganda, 20 daqiqa vaqt davomida 36% fosforsizlanish va 70 % oltingugurtsizlanish sodir bo‘ldi. Navbatdagi tekshiruvda esa flus tarkibiga 30% CaF2 qo‘shilgandan 20 daqiqa vaqt o‘tgach, qotishma tarkibidan 38% fosfor va 73% oltingugurt ajralib chiqdi. Keyingi tekshiruv natijasida esa flus tarkibiga 40% CaF2 qo‘shilganda 20 daqiqa vaqt davomida 34% fosforsizlanish va 68% oltingugurtsizlanish sodir bo‘lishi kuzatildi. Bundan tashqari, flus tarkibidagi F (ftor) juda ko‘p miqdorda qo‘shilganda yuqori uglerodli po‘lat qotishma tarkibidagi Fe (temir) bilan birga FeF_3 shaklda yuqori erish haroratiga ega birikma hosil qilib qolishi mumkin. Flus tarkibidagi CaF2 miqdori 40% dan 30% ga pasayganda esa qotishma tarkibidagi P va S elementlarining ajralib chiqishi ortgani kuzatildi. Flus tarkibidagi CaF2 miqdori 20% ga tushganda esa P va S ajralib chiqishi yana pastlagani kuzatildi, bunda shlak suyuqligi ham pasayishi kuzatildi. Shundan kelib chiqib, zararli birikmalar hosil qiluvchi fosfor va oltingugurtni suyuq metalldan bir vaqtning o‘zida shlak tarkibiga chiqarishda, flus tarkibida ohak asosidagi kalsiy ftoridning optimal miqdori 30 % ekanligi aniqlandi. Ko‘p uglerodli po‘lat qotishmalarini induksion pechda suyuqlantirishda flyus tarkibidagi CaF2 ni qotishma tarkibidagi P va S elementlariga bog‘liqlik bo‘lgan optimal grafik 1.1-rasmlarda keltirilgan [3].



1-rasm.

Yangi shlak paydo bo‘lishi bilan qotishmaga kalsiy korbonad va kalsiy ftorid asosli flyus kiritilishi natijasida umumiy olganda 34% fosforsizlanish va 68% oltingugurtsizlanishga erishildi. Qo‘shilgan flusning effektini o‘rganish uchun suyuq qotishmadan har 15–20 daqiqa oraliqlarida namunalar olinib o‘rganildi. Bu bilan esa qotishma tarkibida nometall zararli birikmalar va gazlar (P2O3, SO2) paydo bo‘lishi oldi olindi.

Suyuqlanish harorati asli 1418 °C bo‘lgan kalsiy-ftor kalsiy korbonad bilan birgalikda suyuq qotishmani tozalash jarayonida samarali xizmat qilgan holda suyuq metall sirtida maxsus foydali qatlam (shlak) hosil bo‘ladi. Ushbu qatlam kislorod va suyuq metall o‘zaro ta’sirlashishiga aks qarshilik ko‘rsatgan holda quymada gazlar paydo bo‘lishini oldini oldi. Bundan tashqari, CaF2 shlakning erish nuqtasini pasaytirib, ohakning eruvchanligini va shlakning suyuqligini oshirdi va shlakning yopishqoqligi sezilarli ravishda kamayishi kuzatildi. Natijada qotishma tarkibidagi gazlar, nometallar miqdori kamayishi bilan birga shlakni chiqarishda shlak bilan birga chiqib ketuvchi suyuq qotishma sarfi kamaydi [4].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Гузанов Б.Н., Бухаленков В.В., Анисимова Л.И. “Классификация и правила маркировки металлических материалов” Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2006. 17/67 с.

2. Alharbi, S.O., Ahmad, S., Gul, T. *et al.* The corrosion behavior of low carbon steel (AISI 1010) influenced by grain size through microstructural mechanical. *Sci Rep* 14, 5098 (2024).

3. Bektemirov A.D. “Zarbiy yuklarsiz ishlovchi g‘ildirak detalini quyma usulda olish texnologiyasi”. AndMI “Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali. ISSN: 2181-1539. № 2 (Maxsus son) 2023 yil. 45–49 betlar.

4. Bektemirov A.D., Turakhodjaev N.D., Akhunjonov A.S., Erkinjonov A.B. “Technology of obtaining the working wheel detail without impact loads by casting” The American Journal of Engineering and technology. ISSN: 2689-0984. Vol: 05, ISSUE: No.12 (2023). 15–20 pages.

МИС КЛАСТЕРИ ШАРОИТИДА МАШИНАСОЗЛИК ЛАТУН ДЕТАЛЛАРИНИНГ ЕЙИЛИШГА БАРДОШЛИЛИГИНИ ОШИРИШНИНГ ИЛМИЙ-ТЕХНИКАВИЙ ДОЛЗАРБЛИГИ

Тошматова Нигора Баҳодир қизи, Камалов Жамолиддин Сайфитдинович
ТДТУ. Механика муҳандислиги фак “Металлар технологияси” кафедраси

Ўзбекистон Республикасида саноатни модернизация қилиш ва мис хом-ашёсини чуқур қайта ишлаш давлат сиёсатининг стратегик йўналишига айланди. **Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2024 йил 19 февралдаги ПҚ-77-сон қарори** ҳамда **Вазирлар Маҳкамасининг 2024 йил 17 октябрдаги 682-сон**

қарори соҳа олдига “хомашёдан тайёр маҳсулотгача” бўлган занжирни яратиш вазифаси қўйилди. Бу занжирнинг энг муҳим бўғини машинасозлик учун юқори сифатли латун деталлари ишлаб чиқаришдир. Бироқ, маҳаллий маҳсулотларнинг жаҳон бозорида рақобатбардош бўлиши учун уларнинг эксплуатацион хусусиятлари, хусусан, ейилишга бардошлилигини ошириш илмий жиҳатдан асосланиши лозим.

Жаҳон ва маҳаллий адабиётларда латуннинг трибологик (ишқаланиш) хоссаларини яхшилаш бўйича кенг кўламли тадқиқотлар олиб борилган.

Металлургия соҳасидаги етакчи олимларнинг (масалан, *А.П. Гуляев, В.М. Грезнев*) таъкидлашича, латуннинг ейилиш механизми унинг микроструктураси ва фазавий таркибига (альфа ва бета фазалар нисбатига) бевосита боғлиқ. Адабиётларда кўрсатилишича, кўп компонентли латунларнинг ейилишга чидамлилиги оддий икки компонентли латунларга нисбатан 1.5–2 баробар юқори.

Ўзбекистонлик олимлар, жумладан, А.А. Юсупходжаев, С.Т. Хожиев ва бошқаларнинг илмий ишларида Олмалиқ кон-металлургия комбинати (ОКМК) хомашёси асосида латун олиш технологиялари ва иккиламчи металл парчаларини қайта ишлаш масалалари кўтарилган. Уларнинг тадқиқотларида легирловчи элементларнинг латун структурасини майдалаши ва бу орқали деталнинг қаттиқлигини ошириши исботланган.

Замонавий трибологияга оид адабиётларда (*"Journal of Materials Processing Technology"*) латун юзасига нано-заррачалар (масалан, Al2O3 ёки SiC) билан ишлов бериш орқали "композит латун" олиш технологиялари энг истиқболли йўналиш сифатида қайд этилмоқда.

Ҳозирги вақтда автомобиль узатмалар қутиси (КПП) синхронизаторлари, сув насосларининг импеллерлари, термостат корпуслари ва юқори босимли клапанлар каби деталлар латундан тайёрланади. Ушбу деталларнинг тез ейилиши нафақат техник носозликларга, балки тизимнинг энергия самарадорлиги пасайишига олиб келади.

1. Материалшунослик нуқтаи назаридан латуннинг кимёвий таркибини маҳаллий хомашё ҳисобидан (масалан, темир, марганец ва кремний билан) оптималлаштириш деталнинг қаттиқлигини ва коррозияга бардошини оширади.

2. Ишлаб чиқариш нуқтаи назаридан импорт қилинадиган деталларни маҳаллий, мустаҳкамлиги оширилган латун билан алмаштириш орқали валюта тежамкорлигига эришиш ва маҳаллийлаштириш даражасини кўтариш мумкин.

Латун деталларнинг хизмат муддатини узайтириш учун қуйидаги технологик ечимлар илгари сурилади:

- кремнийли ва марганецли латунларни ишлаб чиқаришда термик ишлов бериш режимларини оптималлаштириш;
- деталь юзасида нано-қатламли ҳимоя қопламаларини ҳосил қилиш орқали трибологик кўрсаткичларни яхшилаш;

▪ порошок металлургияси усулида "ўз-ўзини мойловчи" композицион материаллар яратиш.

Хулоса ўрнида, юқоридаги таҳлиллар шуни кўрсатадики, латун деталларининг ейилишга бардошлилигини ошириш – бу шунчаки техник масала эмас, балки Ўзбекистон машинасозлигининг иқтисодий барқарорлигини таъминловчи омилдир. Адабиётлардаги назарий билимларни маҳаллий ишлаб чиқаришга татбиқ этиш ва мис кластери доирасида илмий-инновацион лабораторияларни ташкил этиш, ушбу муаммонинг энг самарали ечимларидан бири ҳисобланади. Бу эса ўз навбатида, мамлакатнинг экспорт салоҳиятини оширишга хизмат қилади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2024 йил 19 февралдаги ПҚ-77-сон Қарори.

2. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2024 йил 17 октябрдаги 682-сон Қарори.

3. Юсупходжаев А.А. «Рангли металлар металлургияси», Тошкент, 2021 й.

4. Гуляев А.П. «Металловедение», Москва, 2017 г.

“OLMALIQ KMK” AJ TEXNOGEN CHIQINDILARINI KOMPLEKS QAYTA ISHLASH VA QIMMATLI KOMPONENTLARNI AJRATIB OLISH

O.U. Nuraliyev[1], D.A. Mansurova[2]
[1]TDTU Metallurgiya kafedrasi katta o‘qituvchisi, Toshkent, O‘zbekiston
[2]TDTU Metallurgiya kafedrasi 1-bosqich magistranti, Toshkent, O‘zbekiston

Olmaliq KMK AJ Markaziy Osiyodagi yirik kon – metallurgiya majmuasi bo‘lib, uning ishlab chiqarish faoliyati natijasida yiliga millionlab tonna texnogen chiqindilar hosil bo‘ladi. Ushbu chiqindilar tarkibida rangli (Cu, Zn, Pb), qimmatbaho (Au, Ag) va noyob metallar (In, Se, Te, Re, Mo, Pd, Pt) mavjud bo‘lib, ularni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash metallurgiya sanoatining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, texnogen chiqindilarni qayta ishlash nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki atrof -muhitga salbiy ta’sirni kamaytirishga ham xizmat qiladi. Ma’lumotlarga ko‘ra, boyitish chiqindilarida misning o‘rtacha miqdori 0,10–0,12%, oltin 0,2 g/t, kumush 1,0 g/t atrofida bo‘lib, umumiy zaxira yuzlab million tonnani tashkil etadi, bu esa ularning sanoat ahamiyatini tasdiqlaydi.

Texnogen chiqindilarni qayta ishlash samaradorligi metall ajratib olish darajasi bilan baholanadi. Ajratib olish koeffitsiyenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\eta = \frac{m_{ajratilgan\ metal}}{m_{boshlang'ich\ metal}} \times 100\%$$

bu yerda, η – ajratib olish darajasi (%), m – metall massasi. Zamonaviy texnologiyalar asosida ayrim komponentlar uchun ajratib olish darajasi 85–98% gacha yetishi mumkin.

Texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlash bir nechta asosiy texnologik yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi. Jumladan, rux ishlab chiqarish chiqindilaridan indiy ajratib olish, mis eritish zavodining sulfat kislota sexi eritmalaridan selen va tellur ajratib olish, anod shlamlaridan platina va palladiy kabi qimmatbaho metallarni olish zamonaviy texnologiyalarning asosiy yo‘nalishlaridir. Bundan tashqari, ishlatilgan katalizatorlardan vanadiy ajratib olish hamda gaz tozalash changlaridan mis, rux va qo‘rg‘oshinni qayta tiklash jarayonlari ham yuqori samaradorlikka ega. Ushbu jarayonlarda gidrometallurgik va pirometallurgik usullar keng qo‘llanilib, ular yuqori ajratib olish darajasini ta’minlaydi.

Quyida texnogen chiqindilar tarkibi va ulardan olinadigan asosiy komponentlar bo‘yicha umumlashtirilgan jadval keltirilgan:

Chiqindi turlari	Asosiy komponentlar	Miqdor (o‘rtacha)	Ajratib olish (%)
Boyitish chiqindilari	Cu, Au, Ag	Cu: 0,10–0,12%	70–85
Anod shlamlari	Au, Ag, Pt, Pd	Au:100–500 g/t	90–98
Gaz tozalash changlari	Cu, Zn, Pb	Cu: 1–5%	85–95
Sulfat kislota eritmalari	Se, Te, Re	Se: 0,01–0,05%	80–90
Rux ishlab chiqarish chiqindilari	Zn, In	In: 0,01–0,1%	70–85

Bundan tashqari, chiqindi omborlari va balansdan tashqari rudalar katta resurs bazasini tashkil etadi. Tadqiqotlarga ko‘ra, boyitish chiqindilarida yuzlab million tonna material to‘plangan bo‘lib, ularning tarkibida katta miqdorda mis, oltin va kumush mavjud. Ushbu resurslarni qayta ishlash orqali qo‘shimcha metall olish va tabiiy resurslardan foydalanishni optimallashtirish mumkin.

O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, texnogen chiqindilarni kompleks qayta ishlash natijasida ishlab chiqarish samaradorligi 15–25% ga oshadi, chiqindilar hajmi 20–30% ga kamayadi va ekologik yuklama sezilarli darajada pasayadi. Shuningdek, noyob metallar ishlab chiqarish hajmini 1,5–2 baravar oshirish imkoniyati mavjud. Bu esa yangi konlarni o‘zlashtirish xarajatlarini kamaytiradi va mavjud resurslardan samarali foydalanishni ta’minlaydi.

Xulosa qilib aytganda, Olmaliq KMK AJ texnogen chiqindilarini kompleks qayta ishlash yuqori iqtisodiy samaradorlikka ega bo‘lgan, ekologik jihatdan muhim va strategik ahamiyatga ega yo‘nalish hisoblanadi. Zamonaviy ilmiy-tadqiqotlar va ilg‘or texnologiyalarni joriy etish orqali chiqindilarni qayta ishlash darajasini oshirish, ajratib olish koeffitsiyentlarini maksimal darajaga yetkazish va qo‘shimcha qiymat yaratish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. European Commission. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non – Ferrous Metals Industries*.Brussels, 2022.

2. Zhang L., Chen Y. *Recovery of valuable metals from metallurgical wastes: A review*. Journal of Cleaner Production, 2022, Vol. 345.

PROFIL DIAMETRI 16 MM KVADRAT PROKATLAB ISHLAB CHIQARISHNING TEXNOLOGIK JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH

J.N. Fardayev, katta o‘qituvchi., D.R. Ro‘zmetova, talaba
ToshDTU, O‘zbekiston

Prokat stani – bu aylanuvchi jo‘valar orasidagi metall va boshqa materiallarni bosim bilan ishlov berish mashinasi, ya’ni prokat jarayonini amalga oshirish uchun, kengroq ma’noda, nafaqat prokatni, balki yordamchi operatsiyalarni ham bajaradigan avtomatik tizim yoki mashinalar liniyasi:

- zagotovkani ombordan isitish pechlariga va stan jo‘valariga tashish;
- prokat materialni bir kalibrdan boshqasiga o‘tkazish;
- kantovka;
- prokatdan keyin metallni transportirovka qilish;
- markalash;
- to‘g‘irlash;
- qadoqlash;
- tayyor mahsulotlar omboriga o‘tkazish va boshqalar.

Prokatlash oldidan muhim operatsiya metallni isitishdir. Bu metallning plastikligini oshirish va deformatsiyaga chidamliligini kamaytirish uchun joylashtirilgan isitish pechlarida amalga oshiriladi.

Prokat stanlari ishchi kletlar va jo‘valarning maqsadi, soni va joylashishiga ko‘ra tasniflanadi. Maqsadga qarab, ya’ni. ishlab chiqarilgan mahsulot turiga qarab ularni quyidagi uch guruhga bo‘lish mumkin:

• issiq prokat stanlari (siqish, ignabargli, temiryo‘l va to‘sin, uchastka, sim, chiziq, varaq, keng polosali);

• sovuq prokat stanlari (choyshab, qalay va yupqa chiziqli prokat stanlari);

• maxsus maqsadli stanlar (g‘ildirak prokat, bandaj prokat, vilka prokat, o‘zgaruvchan qismli chiziqlar va profillar, sharlar, tishli g‘ildiraklar, vintlar, egilgan profillar va boshqalar uchun).

Issiq holda prokatlangan kvadrat barlar GOST 2591 talablariga muvofiq ishlab chiqariladi standart o‘lchamlari 6 dan 200 mm gacha bo‘lgan tomoni bilan ishlab chiqariladi. Barlarning uzunligi po‘lat navlari guruhiga bog‘liq:

▪ 2 metrdan 12 metrgacha – oddiy sifatli (St1ps, St3sp va shunga o‘xshash) uglerodli navlar va past qotishma po‘latlar uchun (masalan, 09G2S);

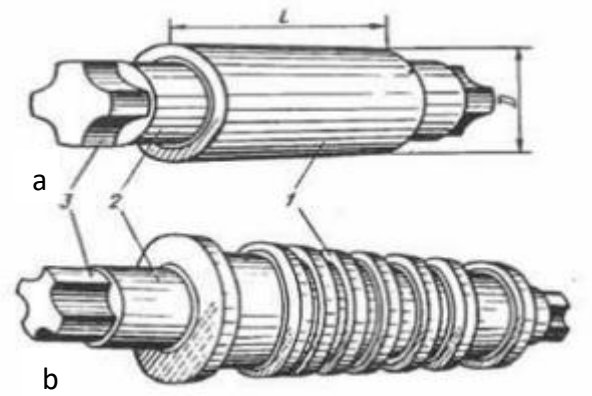
- 2 metrdan 6 metrgacha – yuqori sifatli uglerod navlari (10, 20 va shunga o‘xshash) va qotishma po‘latlar uchun (masalan, xrom-molibden);
- 1 dan 6 metrgacha – yuqori qotishma navlari uchun (masalan, zanglamaydigan po‘lat).

Bunday mahsulotlar odatda novdalarda yetkazib beriladi, ammo yetkazib berish jo‘valarda ham mumkin (qirrasi 42 mm dan oshmaydigan kvadrat uchun).

Geometriyaning aniqligiga qarab, jo‘vali mahsulotlarning ikki guruhi ajratiladi:

- oshdi aniqlik (B1 dan B2 gacha bo‘lgan turlar);
- normal aniqlik (B1 dan B5 gacha).

Kvadratning sifatini tekshirishda o‘lchamdagi og‘ish, rombiklik (diagonallarning tengsizligi), burchaklarning to‘mtoqligi, uzunlik bo‘ylab egrilik, burish, sirt nuqsonlari mavjudligi va boshqa ko‘rsatkichlar baholanadi.



1-rasm. Prokatlash jo‘valari: silliq bochka (a) va kalibrlangan (b):
1 - bochka; 2 - bo‘yin; 3 – uzatma qism.

Issiq prokat oddiy sifatli karbonli po‘latdan, shuningdek, qotishma yoki past qotishma po‘latdan foydalanadi. Issiq holda prakatlashda kvadratni yetkazib berish uzunligi 1 dan 12 m gacha bo‘lgan novdalar ko‘rinishida bo‘lib, 6 dan 200 mm gacha bo‘lgan tasavvurlar tomoni o‘lchamiga ega.

Listlar yoki lentalarni prokat qilish uchun mo‘ljallangan prokat stanining o‘lchami jo‘va bochkasining uzunligi, ignabargli metall yoki shtrix uchun, jo‘va diametri va quvur stani uchun – tashqi diametri bilan tavsiflanadi prokat quvurlar.

Kalibrlangan kvadrat: Sozlangan kvadrat qamchi GOST 8559 ga muvofiq talablar bilan ishlab chiqariladi. Ishlab chiqarish uchun material issiq holda prokatlashda kvadratdir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Бердиев Д. М., Фардаев Ж. Н. Фойдали қазилмаларни қазиб олувчи асбобларнинг асосларини прокатлаб олишнинг инновацион технологияси// Здравствуйте, уважаемые участники международной научной и научно-технической конференции, дорогие гости! – 2021, С. 317.

2. Nazarov, F., Fayziyev, R., Khaydarov, S., & Fardayev, J. (2023, December).

Numerical Calculation of Turbulent Flow in a Two-Dimensional Flat Diffuser Based on the Comsol Multiphysics Software. In Proceedings of the 7th International Conference on Future Networks and Distributed Systems (pp. 372–376).

3. Махмудова, Н.А., & Фардаев, Ж.Н. У. (2023). ТЕХНОЛОГИЯ ЖИДКОЙ ШТАМПОВКИ. *Universum: технические науки*, (4-2 (109)), 23-26.

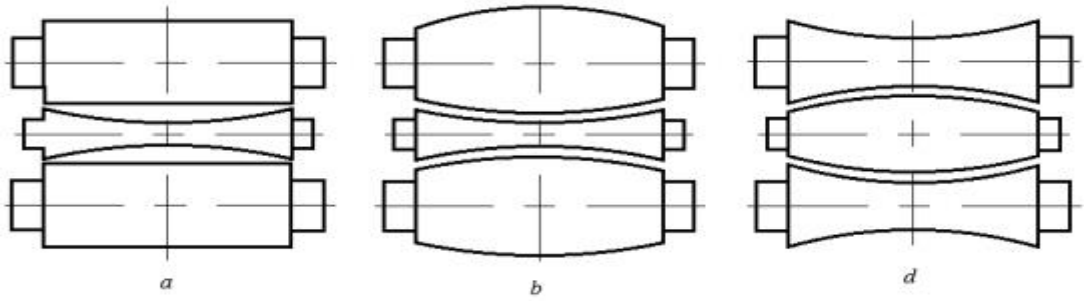
STAN 1700 DA 3X1700 MM O‘LCHAMDAGI POLOSANI ISSIQ HOLATDA PROKATLASH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISHDA INNOVATSION YECHIM

J.N. Fardayev, katta o‘qituvchi, M.N. Mamatov, talaba
ToshDTU, O‘zbekiston

Po’latlardan listli prokatlarni issiq, sovuq holatda olish turlari mavjud. Olingan listni qalinligi asosan qalin listli (qalinligi 4 mm atrofida), yupqa listli (qalinligi 4 mm kichik), keng enli yoki universal po’latlarga bo’linadi. Qalinligi 3 dan 8 mm gacha bo’lgan listlar o’rta qalinlikda deb ataladi. Qalin listli po’latlar eni 600 dan 5000 mm, qalinligi 4 dan 160 mm gacha va uzunligi 4 dan 12 m gacha bo’ladi. Yupqa listli po’latlarning eni 500 dan 2500 mm gacha, qalinligi 0,20 dan 3,75 mm va uzunligi 700 dan 4000 mm gacha bo’ladi. Qalinligi 0,20 mm dan kichik bo’lgan lentlar folga deb ataladi. Listlar qirrasi kesish darajasida o’tkir bo’ladi. Elektrotexnik va transformator po’latlarining eni 750 dan 1000 mm, qalinligi 0,35 dan 1,0 mm gacha bo’ladi. Keng enli yoki universal listlar deb, eni 200 dan 1500 mm gacha, qalinligi 4 dan 60 mm gacha bo’lgan po’lat listlarga aytiladi. Yupqa po’lat listlar eni 20 dan 2500 mm gacha va uzunligi 300 mm gacha bo’lgan listlar hisoblanadi.

Qalin listlarni ishlab chiqarishdagi asosiy texnologik jarayonlarga ham ashyoni tayyorlash va qizdirish, prokatlash, termik ishlov berish hamda listlarni tozalash kiradi.

Issiq holatda listlarni prokatlashda zarur struktura tuzilishi va talab qilingan mexanik xossalarni ta’minlanishi uchun *termik* yoki *termomexanik ishlov berishdan* foydalanish bilan amalga oshiriladi.



Listli stanlarni ishchi vallarni sxemasi: *a, b* – ichkariga kirgan; *d* - tashqariga bo’rtib chiqqan holatida.

Issiq holatda prokatlab olingan listlarni quyidagi asosiy termik ishlov berish turlaridan foydalaniladi: normallash, yumshatish, bo’shatish, toblash, bo’shatish bilan

toblash. Termik ishlov berish tartibini belgilash uchun *Fe – S* holat diagrammasidan foydalaniladi.

Ushbu ishda STAN 1700 prokatlash liniyasida keng polosalarni ishlab chiqarish jarayonini takomillashtirish maqsadida zamonaviy innovatsion yondashuv taklif etiladi. An’anaviy prokatlash jarayonida asosiy muammolar sifatida haroratning notekis taqsimlanishi, deformatsiya jarayonining barqaror emasligi hamda yuqori energiya sarfi kuzatiladi. Bu esa mahsulot sifatining pasayishiga va ishlab chiqarish samaradorligining kamayishiga olib keladi. Taklif etilayotgan innovatsion yechim induksion qizdirish tizimini joriy etish hamda sun’iy intellekt asosida boshqariladigan adaptiv prokatlash texnologiyasini qo‘llashdan iborat.

Issiq holatda prokatlashning uzluksiz keng polosali stani 1700 da polosaga yuqoridan laminar oqim bilan suvni inersiyasiz yetkazish prinsipidan foydalangan holda polosalarni sovutish tizimi polosani rulonga o’rashda haroratni avtomatik boshqarish tizimiga ulanishi mumkinligini ta’kidlash joiz.

Shunday qilib, polosali stanlar polosalarni tezlashtirilgan sovutishning yuqori va quyi tizimli liniyalari bilan jihozlanishi hamda bularning konstruksiyasi quyidagilarni ta’minlashi lozim:

1) suvdan ratsional foydalangan holda o’ramning talab qilinayotgan haroratiga qadar stanning olib ketuvchi rolgangiga polosalarni samarali va bir tekis sovutishi;

2) inersiyasiz turdagi sovutish tizimlarini qo’llash hisobiga razgonli stan ishida polosalarni sovutish rejimini avtomatik boshqarish imkoniyati;

3) sovutishning yuqori tizimi mavjudligida olib ketuvchi rolgangdan foydalanishning normal sharoitlari.

Induksion qizdirish orqali zagotovkaning butun hajmi bo‘ylab bir xil harorat ta’minlanadi, bu esa metallning plastikligini oshirib, prokatlash kuchini kamaytiradi. Shu bilan birga, real vaqt rejimida ishlovchi sensorlar yordamida asosiy texnologik parametrlar – harorat, qalinlik va prokatlash tezligi doimiy nazorat qilinadi. Sun’iy intellekt algoritmlari ushbu ma’lumotlar asosida optimal prokatlash rejimini avtomatik ravishda tanlaydi va jarayonni moslashtirib boradi.

Natijada energiya sarfi 10–15% ga kamayadi, mahsulot sifati sezilarli darajada oshadi hamda yuzaki va ichki nuqsonlar kamayadi. Taklif etilgan texnologiya ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, resurslardan oqilona foydalanish va yuqori sifatli metall mahsulotlarini olish imkonini beradi. Ushbu yechim zamonaviy raqamli ishlab chiqarish talablari asosida ishlab chiqilgan bo‘lib, sanoatda keng joriy etilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Nazarov, F., Fayziyev, R., Khaydarov, S., & Fardayev, J. (2023, December). Numerical Calculation of Turbulent Flow in a Two-Dimensional Flat Diffuser Based on the Comsol Multiphysics Software. In *Proceedings of the 7th International Conference on Future Networks and Distributed Systems* (pp. 372-376).

2. Бердиев, Д.М., & Фардаев, Ж.Н. (2021, December).

Фойдали қазилмаларни қазиб олувчи асбобларнинг асосларини прокатлаб олишнинг инновацион технологияси. *Здравствуйте, уважаемые участники международной научной и научно-технической конференции, дорогие гости!* (p. 317).

3. Махмудова, Н.А., & Фардаев, Ж.Н. У. (2023). Технология жидкой штамповки. *Universum: технические науки*, (4-2 (109)), 23-26.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУХОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ЦИНКОВОГО ОГАРКА С УЧЁТОМ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ

С.Т. Маткаримов[1], М.И. Сайдирахимова[1]
[1]Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, Узбекистан

В современной металлургии цветных металлов одной из актуальных задач является повышение эффективности переработки сырья при одновременном снижении энергопотребления. Подготовительные процессы, в частности сухая классификация цинкового огарка, характеризуются значительными энергозатратами, связанными с транс-портировкой, аэросепарацией и доизмельчением материала. Это приводит к увеличению себестоимости продукции и требует поиска путей оптимизации. В работе рассмотрен процесс сухой классификации цинкового огарка, образующегося в печах кипящего слоя. Техноло-гическая схема включает двухстадийную воздушную классификацию с применением аэросепараторов и последующим доизмельчением крупной фракции. Огарок и пылевые продукты подаются в приёмные бункеры и далее направляются на классификацию или в промежуточные силосы. На первой стадии происходит разделение материала на мелкую (менее 0,14 мм) и крупную фракции. Мелкая фракция направляется на выщелачивание, тогда как крупная поступает на вторую стадию классификации и далее – на доизмельчение в шаровые мельницы. После измельчения материал возвращается в цикл классификации. Выход мелкой фракции после доизмельчения составляет 75–78%. Основной проблемой является высокая энергоёмкость процесса, обусловленная многократной циркуляцией крупной фракции и работой измельчительного оборудования. При этом избыточное измельчение может приводить к дополнительным затратам без существенного повышения эффективности выщелачивания.

Установлено, что оптимальным является режим, при котором содержание фракции менее 0,14 мм в продукте, направляемом на выщелачивание, составляет 92–98%, а содержание крупной фракции не превышает 8%. Соблюдение данных параметров позволяет снизить избыточные энергозатраты и одновременно обеспечить высокую степень извлечения цинка. Контроль процесса осуществляется методами ситового и химического анализа, что позволяет оперативно регулировать

режим работы оборудования и предотвращать перерасход энергии. Таким образом, оптимизация процесса сухой классификации цинкового огарка, направленная на снижение энергозатрат, позволяет повысить экономическую эффективность производства, улучшить качество подготовки сырья и снизить экологическую нагрузку.

Использованная литература

1. Абрамов А.А. Теория и практика процессов классификации минерального сырья. – М.: Недра, 2018.
2. Байков А.А. Металлургия цветных металлов. – М.: Металлургия, 2019.
3. Белов В.В. Энергосбережение в металлургических процессах. – СПб.: Питер, 2020.
4. Ершов Н.И. Технология переработки цинковых концентратов. – Екатеринбург: УрФУ, 2017.
5. Жуманазаров Ш.Т. Современные методы подготовки сырья в цветной металлургии // Горный вестник Узбекистана. – 2021. – №3. – С. 45–49.
6. Ибрагимов Х.И., Рахимов Д.С. Исследование процессов аэросепарации цинкового огарка // Химическая технология. – 2022. – №5. – С. 18–24.
7. Каплунов Д.Р. Процессы измельчения и классификации руд. – М.: Горная книга, 2016.
8. Левин В.И. Энергоэффективность шаровых мельниц в металлургии // Металлург. – 2020. – №8. – С. 62–67.
9. Мирзаев А.М. Оптимизация технологических схем переработки огарков // Вестник ТГТУ. – 2023. – №2. – С. 91–97.
10. Wills B.A., Finch J. Mineral Processing Technology. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2016.

VALIKLI JIN MASHINASI HARAKAT UZATISH TIZIMINING TAHLILIY ASOSLARI

Tayanch-doktorant F.M. Qodiraliyev[1], oliy toifali o‘qit M.Dadajonov[2].
[1] Toshkent davlat texnika universiteti
[2] Rishton tuman 2-son texnikum

Paxtani dastlabki qayta ishlash jarayonida valikli jin mashinalari muhim texnologik uskunalardan biri hisoblanadi. Ushbu mashinalarning samarali ishlashi harakat uzatish tizimining ishonchliligiga bog‘liq. Ish jarayonida uzatma elementlarining yeyilishi, vibratsiya va dinamik yuklanishlar mashina unumdorligi hamda tola sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, harakat uzatish tizimini ilmiy asosda tahlil qilish va takomillashtirish dolzarb masalalardan biridir.

1. Kinematik tahlil va tezliklar muvozanati. Valikli jin mashinasida asosiy texnologik ko‘rsatkich ishchi valik va pichoq orasidagi harakatning sinxronligidir. Uzatma tizimidagi tishli g‘ildiraklarning yeyilishi natijasida burchak tezligi o‘zgaradi va valik sirtidagi chiziqli tezlikning beqarorligi yuzaga keladi.

Valikning chiziqli tezligi v = ω·r formula orqali aniqlanadi. Evolvent profilli uzatmalar valikning silliq aylanishini ta’minlaydi.

Bu yerda,

v – chiziqli tezlik;

ω – burchak tezligi;

r – valik radiusi.

Mazkur muammoni bartaraf etish uchun evolvent profilli tishli uzatmalardan foydalanish tavsiya etiladi. Bu valikning bir maromda aylanishini ta’minlab, tolalarning uzilish ehtimolini kamaytiradi.

2. Tribotexnik tahlil va yeyilish mexanikasi. Valikli jin mashinalarida yeyilish asosan abraziv ishqalanish va charchoq ta’sirida yuzaga keladi. Paxta tarkibidagi mayda qum zarralari valik yuzasi bilan ishqalanib, detal sirtining yemirilishiga olib keladi. Yeyilish hajmi quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$V = K \cdot (P \cdot L/H)$$

Bu yerda:

V – yeyilish hajmi;

K– yeyilish koeffitsiyenti;

P – bosim kuchi;

L – ishqalanish yo‘li;

H– material qattiqligi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, sirtni sementatsiyalash va azotlash usullarini qo‘llash orqali material qattiqligini oshirish mumkin. Natijada detallarning xizmat muddati taxminan 40 % ga uzayadi.

3. Dinamik yuklanish va tebranishlar tahlili. Harakat uzatuvchi tizim elementlari – val, podshipnik va muftalar ish jarayonida o‘zgaruvchan dinamik yuklanishlar ta’sirida ishlaydi. Yeyilish oqibatida hosil bo‘ladigan lyuft rezonans tebranishlarini yuzaga keltirib chiqaradi.

Dinamik yuklanishlarni kamaytirish maqsadida g‘ildiraklar orasidagi masofani avtomatik sozlovchi prujinali yoki gidravlik moslamalarni qo‘llash tavsiya etiladi. Ushbu usul vibratsiyani kamaytirib, podshipniklarning xizmat muddatini oshiradi.

4. Konstruktiv-texnologik yechimlar jadvali

1-jadval

Parametr	An’anaviy tizim	Takomillashtirilgan tizim
Uzatma turi	Standart tishli uzatma	Modifikatsiyalangan profil
Material	Cho‘yan yoki oddiy po‘lat	Qotishmali po‘lat (40X, 45G2)
Moylash	Davriy (qo‘lda)	Markazlashgan avtomatik moylash
Yeyilishga chidamlilik	Past	Yuqori (sirtqi toblash bilan)

5. Texnik va iqtisodiy samaradorlik

Takomillashtirilgan tizimni joriy etish quyidagi natijalarni beradi:

1. elektr energiyasi sarfi 10–12% gacha kamayadi;
2. tolalarning shikastlanish darajasi 2–3% ga qisqaradi;
3. ta’mirlash uchun to‘xtab qolish vaqti yiliga 15–20 soatga kamayadi;
4. uzatma elementlarining xizmat muddati oshadi.

Xulosa: Valikli jin mashinasining harakat uzatish tizimini kinematik, tribotexnik va dinamik jihatdan tahlil qilish mashinaning samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Yeyilishni kamaytiruvchi konstruktiv yechimlar, zamonaviy materiallar va avtomatik moylash tizimlari qo‘llanilishi mashinaning chidamliligini oshirib, paxta tolasi sifatini yaxshilaydi. Natijada ishlab chiqarish samaradorligi ortib, to‘qimachilik sanoatida raqobatbardosh mahsulot olish imkoniyati kengayadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Karimov A.A. Paxtani dastlabki ishlash texnologiyasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2020.
2. Ismatov B.R. Tribotexnika asoslari va mashina detallari yeyilishi. – Toshkent, 2019.
3. Ahmedov Sh.X. Mashina detallari va mexanizmlar nazariyasi. – Toshkent, 2021.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Камолханов К.А. – ученик школы
(Общеобразовательная школа №1, г. Наманган, Республика Узбекистан).

За последние годы цифровизация охватывает все этапы литейного производства: от компьютерного моделирования физических процессов и 3D-печати оснастки до автоматизации плавки и управления производственными процессами (MES/ERP). По литературным источникам следует, что ИТ-технологии трансформируют литейное производство, сокращая сроки подготовки до 50 % и снижая процент брака [1]. Основные направления ИТ в литейном производстве это компьютерное моделирование процессов, в частности специализированные программы (например, ПО «Полигон Софт», ProCAST, MAGMA) позволяют виртуально воссоздать заполнение формы, процессы кристаллизации и усадки еще до получения реальной отливки. Это помогает предотвратить дефекты (усадочные раковины, газовые пористости) [2]. Аддитивные технологии (3D-печать): использование 3D-принтеров для печати песчаных форм и стержней, а также выжигаемых моделей по выплавляемым моделям (Investment Casting). Технология исключает необходимость изготовления сложной деревянной или металлической модельной оснастки. САПР (CAD/CAM/CAE): проектирование литниково-

питающих систем (ЛПС) и технологической оснастки в системах автоматизированного проектирования. Системы управления производством (MES/ERP): специализированные конфигурации ПО (например, TechnologiCS) автоматизируют учет версий литейных сплавов, отслеживают состав шихты и контролируют расход ресурсов. Промышленный интернет вещей (IIoT) и робототехника: оснащение плавильных печей датчиками для контроля температуры и состава, а также роботизированные комплексы для финишной абразивной обработки (зачистки) и удаления литников. Цифровое сканирование (3D-сканеры): оцифровка готовых отливок или существующих деталей для контроля геометрии (метрология) и дальнейшего создания корректирующих программ для станков с ЧПУ. Преимущества внедрения. Снижение затрат: выявление ошибок на этапе проектирования защищает от дорогостоящего физического переделывания бракованных партий. Сокращение времени: переход от проектирования к отливке ускоряется в разы благодаря отказу от выпуска традиционной физической оснастки для опытных образцов. Стабильность качества: точное соблюдение технологии (рецептуры, режимы охлаждения), заданное программным путем, обеспечивает повторяемость свойств отливок.

Цифровизация литейных производств это современные информационные технологии позволяют собирать огромное количество информации на производстве.

Система TechnologiCS дает возможность специалистам и руководителями предприятий систематизировать, хранить и использовать эту информацию для управления производственными процессами. Используя многолетний опыт работы с промышленными предприятиями, специалисты группы компаний «СиСофт» специально для отрасли разработали конфигурацию системы TechnologiCS «Литейное производство». TechnologiCS «Литейное производство» позволяет формировать, хранить и администрировать перечень производимых отливок, оснастки, материалов, а также сопутствующих данных. Информация в системе всегда актуальна и используется для разработки технологических процессов и заполнения состава шихты [3]. Состав шихты возможно вести в разных исполнениях с поддержкой версионности. На этапе производства можно выбрать требуемое исполнение.

Система поддерживает несколько маршрутов изготовления и позволяет переключаться между ними при возникновении производственной необходимости.

Повышения технико-экономической эффективности литейного производства можно достичь за счет применения на этапе конструкторско-технологической подготовки производства современных информационных технологий, таких как: системы автоматизированного проектирования технологических процессов литья, системы компьютерного анализа прочности деталей, компьютерные базы данных и справочные системы, методы изготовления литьевых форм и моделей отливок с применением новых информационных технологий. Их использование влияет на сокращение сроков и снижение трудоемкости конструкторско-технологической

подготовки производства новой номенклатуры отливок, уменьшения материалоемкости отливок и затрат на их механическую обработку, позволяет прогнозировать и предупредить образование дефектов в отливках. В настоящее время применение технологии быстрого прототипирования является одним из вариантов повышения эффективности организации конструкторско-технологической подготовки литейного производства за счет изготовления отливок в меньшие сроки с высоким качеством поверхности и низкой доли брака [4-5]. Эта технология позволяет по моделям деталей из CAD-приложений создавать трехмерные физические модели-прототипы без инструментального их изготовления. Для литейного производства возможно применение этой технологии в двух направлениях:

1. Технология Investment Casting – изготовление выжигаемых моделей для литейного производства. На 3,0-принтере «печатается» модель отливки, полученная с электронной трехмерной модели детали в любой системе компьютерного проектирования, которая далее, как и при обычной технологии литья по выплавляемым моделям, покрывается прочной коркой, тем самым образуется форма для литья. Напечатанная модель затем выплавляется или выжигается в печи. В этом случае нет необходимости изготавливать по чертежам модельные комплекты для получения самой выплавляемой модели -она изготавливается на основе тех конструкторских и технологических данных, которые уже есть на производстве.

2. Технология Direct Cast – печать литейных песчаных форм для прямого литья цветных металлов и ферронесодержащих сплавов. В этом случае материал, применяемый при печати на 3,0-принтере, позволяет «распечатать» стойкую форму, которая может выдерживать температуры до 1000 °С и позволяет изготавливать отливки из цветных сплавов. В этом случае длительность этапа изготовления оснастки также сокращается.

Литература:

1. Ткаченко С.С. Совершенствование технологии и повышение эффективности литейного производства / С.С.Ткаченко // Металлург. 2008. – № 11. С. 121-122.

2. Буданов, Е. Н. Семь основных мифов и заблуждений относительно литейного производства / Е. Н. Буданов // Литейное производство. 2009. № 8. С. 2–8.

3. Зленко М. А. Аддитивные технологии в машиностроении / М. А. Зленко, М. В. Нагайцев, В. М. Довбыш. М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015 .220 с.

4. Колесников Л. А., Манжула Г. П., Шелег В. К., Якимович А. М. Состояние и перспективы развития технологий быстрого прототипирования в промышленности. Ч. 1 // Наука и техника. 2013. № 5. С. 3–9.

5. Валетов В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы): учеб. пособ. СПб.: Ун-т ИТМО, 2015. 63 с.

УДК 621.74

ПРЕИМУЩЕСТВА IT ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ.

Камолханов К.А. – ученик 8 – го класса школы
(Общеобразовательная школа №1, г. Наманган, Республика Узбекистан).

Машиностроение – это та отрасль, где информационные технологии совершенно необходимы, причем как для поддержки вспомогательных, так и для функционирования основных процессов. Информационные технологии – широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям управления и обработки данных, в том числе, с применением вычислительной техники. В последнее время под информационными технологиями чаще всего понимают компьютерные технологии. В частности, ИТ имеют дело с использованием компьютеров и программного обеспечения[1].

Задача современного производства – это как можно быстрее выдать готовый продукт при минимальных затратах. Это позволяет добиться прежде всего экономической эффективности, и, как следствие, окупаемости производства. В условиях жесткой конкуренции необходимо представить качественный продукт как можно быстрее, пока то же самое не успели сделать конкуренты. А это значит, что любой завод должен стремиться в первую очередь к сокращению времени на производство без ущерба для самого процесса производства – то есть без снижения качества, без снижения безопасности, к всестороннему развитию конструкции. Именно для этого на предприятиях и прибегают к использованию информационных технологий.

Информационные технологии, используемые в рамках машиностроения, не являются чем-то принципиально новым для информатики. К базовым технологиям следует отнести: компьютерные сети, электронную почту, СУБД, CAD/CCAE-системы, реинжиниринг бизнес - процессов, компьютерные базы знаний, Workflow – технологии [2].

В сегменте машиностроения проекты автоматизации внедряются практически на всех производствах. На сегодняшний день под автоматизацию попадает планирование, учет товарных и материальных ценностей, управление всем процессом производства и прочие процессы, которые характерны для машиностроения. Автоматизация производственных процессов и применение информационных технологий имеет высокий уровень задействования. В первую очередь причиной этому является большая конкуренция. Поэтому автоматизация и совершенствование методов и способов производства представляет собой гарантию успешности предприятия. Этапы производства с использованием информационных технологий [3].

На данный момент совершенно ясно, что в автоматизации нуждаются не только маркетинг или корпоративное руководство. Применение автоматизации для составления графиков эксплуатации оборудования и передвижного состава, складских помещений и заводских цехов ложится в основу производственной логистики.

Использование информационных технологий в автоматизации этой сферы производства также способствует снижению себестоимости производства в сочетании с повышением качества выпускаемой продукции, в конечном итоге ведет к оптимизации производства, которая и является конечной целью внедрения информационных технологий в машиностроение и логистику.

Преимущества предприятий с применением IT:

1. Снижение себестоимости производства.
2. Повышение качества выпускаемой продукции.
3. Оптимизация производства.
4. Сокращение материальных и временных затрат на этапе реализации продукции.
5. Реализация одновременного выполнения процессов.
6. Повышение вероятности реализации с получением высокой прибыли.
7. Обеспечение предприятию экономической устойчивости даже в кризисный и посткризисный период.

Производимое изделие служит единственным источником получения прибыли машиностроительным предприятием. Поэтому процессы конструирования, организации подготовки производства и собственно выпуска изделия выступают как центры формирования прибыли при любой стратегии развития. Такой взгляд на деятельность производства не зависит от того, связано это с автоматизацией или нет. Применение ИТ позволяет сделать цели и задачи по руководству предприятием более конкретными и ясными для всех исполнителей. С помощью информационных технологий крупные машиностроительные предприятия и холдинги, ориентированные на решение наукоемких задач с привлечением большого числа субподрядчиков, могут просто и относительно легко воплощать решение своих практических задач.

Литература:

1. Цифровой формат подготовки приборостроительного производства. ч. 2. технологический этап/ В. Ф. Булавин, Т. Г. Булавина, В. В. Яхричев, А. С. Степанов. Вологодский государственный университет, 160000, Вологда, Россия Буданов, Е. Н. Семь основных мифов и заблуждений относительно литейного производства / Е. Н. Буданов // Литейное производство. - 2009. - № 8. -С. 2-8.

2. Industrie 4.0 Maturity Index - Managing the Digital Transformation of Companies/ G. Schuh, R. Anderl, J. Gausemeier, M. ten Hompel, W. Wahlster: Eds.; The National Academy of Science and Engineering of Germany. Munich: Herbert Utz Verlag, 2017.

3. Боровков А. И., Рябов Ю. А. Перспективные направления развития передовых производственных технологий в России // Материалы XVII Апрельской междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 19–22 апр. 2016 г. М.: НИУ ВШЭ, 2017. Т. 3. С. 381–389.

УДК 621.74

ТЕХНОЛОГИЯ CAD/CAM/CAE В ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ.

Рахматуллаев К.Х. – ученик 8–го класса школы №7
(Общеобразовательная школа №7, г. Наманган, Республика Узбекистан).

Успешная деятельность различных предприятий во многом зависит от их способности накапливать и перерабатывать информацию. Сегодня без компьютерной автоматизации уже невозможно производить современную конкурентоспособную технику. САПР в машиностроении используется для проведения конструкторских, технологических работ, работ по технологической подготовке производства. С помощью САПР выполняется разработка чертежей, производится трехмерное моделирование изделия и процесса сборки, проектируется вспомогательная оснастка, например штампы и пресс-формы, составляется технологическая документация и управляющие программы (УП) для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), ведется архив. Современные САПР применяются для сквозного автоматизированного проектирования, технологической подготовки, анализа и изготовления изделий в машиностроении, для электронного управления технической документацией. Объединение САПР с автоматизированной системой управления предприятием (бухгалтерский учет, экономический анализ и прогноз, вопросы материально-технического снабжения, управление складами, планирование и диспетчеризация производственных процессов) позволяет создать единый информационный комплекс. Задача современного производства – это как можно быстрее выдать готовый продукт при минимальных затратах.

Технология CAD/CAM/CAE призвана обеспечить ускорение и упрощение процесса производства. Данная технология направлена на избежание ошибок при управлении сложным циклом разработки и производства детали, учитывает многие факторы, которые ранее не учитывались из-за сложности расчетов. Существуют множество самых разных САПР, как похожих друг на друга, так и весьма отличающихся. В основном существует такая классификация пакетов САПР [1]:

1. Тяжелые САПР. Обеспечивают полный цикл проектирования от разработки внешнего вида, до подготовки документации и разработки управляющих программ. Такие САПР – это Unigraphics, CATIA, Pro/Engineer.

2. Средние САПР. Полного цикла не обеспечивают, обычно имеют провалы в цепи проектирования. Из российских производителей среднего САПР наиболее широко известны фирма «АСКОН», САПР «Компас», и фирма «Топ-системы», которая разрабатывает САПР T-flex.

3. Легкие, или т.н. «специализированные» САПР, которые решают только узкие задачи проектирования – например, только проектирование кулачков или пресс-форм. В качестве примера можно привести продукцию фирмы Delcam, которая никак не может обеспечить полный цикл проектирования, но зато

обеспечивает создание управляющих программ для фрезерных станков с ЧПУ. Из российских вариантов специализированного САПР можно выделить ГЕММУ и ADEM.

Все САПР основываются на представлении каким-либо образом объектов производства: двухмерный чертеж; трехмерная модель; математическая модель объекта; готовая деталь.

Наибольшее распространение сейчас получили трехмерные модели – как наиболее простые и функциональные, исключающие возможность двойного толкования и удобные в построении. Но математическое моделирование все больше и больше распространяется в мире, уже многие САПР, в основном тяжелые, работают именно с математическими моделями.

Разные САПР создаются для решения разных задач, причем весьма отличающихся друг от друга. И соответственно отличается их идеология, способы построения объектов, требуемое программное обеспечение. Иметь на производстве несколько типов разных САПР нецелесообразно. Особенно, если существуют трудности с импортом-экспортом моделей. Например, конструкторский отдел использует Mechanical Desktop, и создает чертежи в формате AutoCAD, а технологи работают с t-flex ЧПУ. В данном случае t-flex не может правильно интерпретировать файлы AutoCAD, а возможности в Mechanical Desktop по переводу данных в формат t-flex фирма AutoDesk не предусмотрела. Потому САПР внедряют для всего производства сразу и к каждому САПР разрабатываются самые разнообразные модули. Например, использование программного модуля на базе Инвариантного постпроцессора IPP, предназначенного для преобразования файла траектории движения инструмента и технологических команд в файл управляющей программы, адаптированной к конкретному комплексу «станок-система ЧПУ», позволяет инженеру-технологу формировать УП, не зная языка программирования. [2]

При проектировании и изготовлении изделия в условиях конкуренции модульная структура САПР позволяет: виртуально испытывать и как можно быстрее разрабатывать модели, отрабатывать технологию, исключать многие ошибки; технология CAM позволяет быстро изготовить различные детали; CAD - спроектировать новые конструкции. Суть работы в CAM системе сводится к определенному алгоритму действий. Технолог должен задать обрабатываемую модель и общие требования к процессу обработки, такие как высота гребешка, максимальный угол врезания, способы подхода и т. п. По введенной информации система автоматического программирования рассчитает оптимальную траекторию с учетом кинематики станка и крепежной оснастки. Работа начинается с загрузки в SprutCAM 3D модели детали, которую необходимо обработать. В качестве оборудования для обработки выбран 5-координатный обрабатывающий центр MIKRON UCP 600 Vario. Обработка детали будет происходить в три этапа. Вначале необходимо выбрать большую часть материала между стенками лопаток.

Для решения этой задачи необходимо правильно обозначить область обработки, для чего проецируем на плоскость YX границы межлопаточного пространства. Затем в режиме 2D редактора достраиваем область обработки, полностью включающую в себя межлопаточное пространство. Выполнив это, мы обеспечиваем абсолютные гарантии того, что обработка будет производиться только в заданной области. Далее задаем ряд параметров: режущий инструмент, нижний уровень, шаг по Z, радиальный и осевой припуски. Выполнив вышеперечисленные действия, мы получим удовлетворяющую нас траекторию черновой выборки межлопаточного пространства. Одним из плюсов SprutCAM является возможность размножения траектории по оси различными методами. Следующим этапом будет чистовая обработка самих лопаток. Для этого необходимо выбрать все поверхности, образующие стенки лопаток и описать их как направляющие поверхности в виде изолиний с шагом 0,2. В результате мы получим траекторию, огибающую контур лопатки, изменяющуюся с шагом по Z на 1 мм. Заключительным этапом является обработка дна межлопаточного пространства.



Таким образом, использование системы SprutCAM для расчета управляющих программ обработки деталей, позволит в кратчайшие сроки организовать изготовление импеллера с учетом требуемого качества и трудоемкости обработки.

Литература

1. Левин В.И. Информационные технологии в машиностроении / В.И.Левин. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 272 с.

2. Матвеев В.Н. Повышение эффективности станков с ЧПУ путем создания программных модулей / В.Н. Матвеев, Е.И. Егорова // Материалы научной сессии по итогам 2003 г. – Альметьевск: АГНИ, 2004, с.25.

3. СПРУТ - технология [Офиц. сайт]. URL: http://www.sprut.ru / (дата обращения: 10.11.2014).

УДК 621.74

МОДЕЛИРОВАНИЕ SPRUTCAM В ПРОИЗВОДСТВЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ.

Собиров О.О. – ученик 8–го класса школы №1
(Общеобразовательная школа №1, г. Наманган, Республика Узбекистан).

Индустрия машиностроительных производств формирует жесткие требования к выпуску изделий: сжатые сроки и условия быстро меняющейся конъюнктуре. Подготовка к производству в условиях малых предприятий требует переформатирования к цифровому виду всей документации, которая должна быть обеспечена средствами интегрированной поддержки производственных циклов от разработки до утилизации. Эта задача обеспечивается внедрением CALS-технологий, что создаст условия по конкурентоспособности товаров и услуг, а также приведет к [1]:

– ведению конструкторско-технологической документации в цифровой форме;

– созданию цифровых руководств по ремонтному сопровождению изделий;

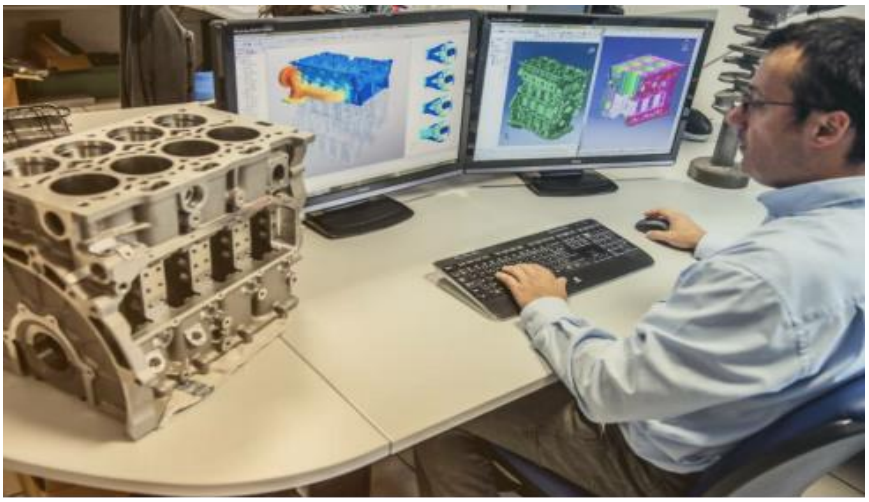
– созданию эксплуатационного сопровождения в форме цифровых каталогов с номенклатурой запасных частей;

– разработке логистики дистанционного заказа всех расходных материалов и запчастей;

– созданию цифровой системы каталогизации продукции;

– соответствию организаций и предприятий международным стандартам ISO 9000, предписывающих требования к системе менеджмента качества.

Внедрение САПР в технологический процесс малых предприятий должно опираться на юридическую чистоту программного обеспечения, поскольку мировая практика отвергает продукцию, созданную на базе нелицензионных приложений. Программные продукты удовлетворяют требованиям по сложности изготовляемых деталей, производимых малыми предприятиями, при этом остаются доступными по цене [2]. Легкость освоения и интуитивно понятный интерфейс позволяет малым предприятиям привлекать к работе молодых сотрудников, не имеющих большого опыта проектирования. С другой стороны ситуация предполагает быть отличной производственной площадкой для квалификационного роста кадров. Процесс внедрения САЬБ-технологий в условиях малых предприятий представим на примере разработки и подготовки технологической документации для производства электроинструмента [3].



На первом этапе с помощью твердотельных цифровых 3Б-моделей отдельных деталей спроектированных в системе КОМПАС-3Б создаются рабочие чертежи, обладающие свойством ассоциативности с исходным объектом. По результатам первого этапа создаются сборочные единицы и спецификации отдельных узлов и всего изделия в целом. Анализ цифровой модели общей сборки конструкции позволяет выявить имеющиеся ошибки проектирования и оперативно внести изменения в проект. Технологическая часть проекта опирается на автоматизированное проектирование технологических процессов для каждой детали изделия. Платформа Вертикаль ТП предоставляет необходимую справочную информацию, а также позволяет организовать, поддерживать и расширять базы данных предприятия при проектировании технологических процессов. Таким образом, эта среда формирует единое информационное поле для управления жизненным циклом изделий. Имитацию станочной обработки и создание программных G-кодов целесообразно осуществить в среде SprutCAM. Эта платформа генерирует управляющие программы для станков с различными кинематическими схемами и позволяет использовать результат для любых типов станков с ЧПУ. Программа визуализирует траекторию режущего инструмента с учетом перемещений всех исполнительных и вспомогательных органов, тем самым выявляет возможные коллизии. Постпроцессорная обработка позволяет создать оптимальную по объёму управляющую программу на любую систему ЧПУ, что сокращает время подготовки производства. SprutCAM содержит встроенный генератор постпроцессоров и позволяет проводить их настройку на любой тип обрабатывающего оборудования.

Работа с платформой предполагает выбор инструмента, имеющегося на предприятии и в базе данных ТП, и позволяет осуществить подбор режимов обработки. Моделирование в SprutCAM дает возможность оценить время, затраченное на станочные операции, и выйти на итоговое время металлообработки детали.

Литература:

1. Ушаков, И. Ф. Системы автоматизированного технологического проектирования в мелкосерийном и серийном машиностроении / И. Ф. Ушаков. - Москва: ВНИИТЭМР, 2005. – 36 с.

2. Овчинников, И.Е. «Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность) / И.Е. Овчинников: Курс лекций. - СПб. : КОРОНА-Век, 2006. - 336 с.

3. Шичков, А. Н. Экономика и менеджмент инновационных процессов в регионе: монография / А. Н. Шичков. - Москва: ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2008. - 360 с.

10ГР8Л PULPA NASOSI ISHCHI G‘ILDIRAGINING MONOLIT KONSTRUKSIYADAN QISMLI YECHIMGA O‘TKAZILISHI

K.A. Karimov, A.X. Ahmedov, Sh.T. Mirqodirov, R.K. Pardayev, Sh.X. Pirnazarov.
Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent.

Muammo va taklif etilayotgan yechim

Amaliy kuzatishlar shuni ko‘rsatadiki, monolit g‘ildirakda yeyilish bir tekis taqsimlanmaydi: qoplamali disk (oldingi devor) va palatkalar asosiy diskka nisbatan tezroq yeyiladi. Bu holat g‘ildirakning sog‘lom qismlarini ham muddatidan oldin almashtirish zaruratini keltirib chiqaradi. Shuningdek, yopiq tipli g‘ildirakning murakkab ichki kanallari sababli quyma sifatini nazorat qilish qiyinlashadi, nuqsonlar (g‘ovaklik, yoriqlar) ehtimoli oshadi.

Taklif qilingan yechim: ishchi g‘ildarak ikkita alohida qismga ajratilgan. Birinchi qism – asosiy disk (H-4803_002) – orqa devor bo‘lib, unda palatkalar joylashgan va u nasos valiga mahkamlanadi. Ikkinchi qism – qoplamali disk (qopqoq) – oldingi devor bo‘lib, asosiy diskka maxsus birlashtiruvchi elementlar orqali ulanadi. Sborka chizmasi H-4803_000_СБda ikki qismning o‘zaro bog‘lanish usuli ko‘rsatilgan.

Konstruktiv o‘zgartirishning afzalliklari

Ishlab chiqarish jihatidan: har bir qismning soddaroq geometriyasi quyish sifatini oshiradi, ichki yuzalarga mexanik ishlov berish imkoniyatini kengaytiradi, quyma nuqsonlarini aniqlash osonlashadi va qolip tayyorlash xarajatlari kamayadi.

Xizmat ko‘rsatish jihatidan: faqat yeyilgan qismni (ko‘pincha qoplamali diskni) almashtirish kifoya bo‘ladi. Bu nasos to‘xtab turish vaqtini sezilarli qisqartiradi va nasosni to‘liq demontaj qilish zaruriyatini kamaytiradi.

Ish muddati jihatidan: har bir qism uchun turli materiallarni tanlash imkoniyati paydo bo‘ladi – ko‘proq yeyiladigan qoplamali disk uchun yuqori yeyilishga chidamli qotishma, kamroq yeyiladigan asosiy disk uchun iqtisodiyroq material. Yeyilgan qismni o‘z vaqtida almashtirish nasos samaradorligining doimiy yuqori darajada saqlanishini ta’minlaydi.

1-adval

Monolit va qismli konstruksiyalarning qiyosiy tahlili

Ko‘rsatkich	Monolit konstruksiya	Qismli konstruksiya
Ishlab chiqarish murakkabligi	Yuqori	O‘rtacha
Quyma sifati nazorati	Qiyin	Oson
Almashtirish xarajati	Butun g‘ildarak	Faqat yeyilgan qism
To‘xtab turish vaqti	Uzoq	Qisqa
Material tanlash moslashuvchanligi	Cheklangan	Yuqori
Nasos samaradorligini saqlash	Yeyilish bilan pasayadi	O‘z vaqtida tiklanadi

Qismli konstruksiyani loyihalashda germetiklik (maxsus zich o‘tqazgichlar va aniqlikli tekis yuzalar), dinamik muvozanat (har bir qismning alohida va yig‘ilgan holatda balanslanishi), birlashtiruvchi elementlarning abraziv muhitdan himoyalanishi hamda qoplamali disklarning o‘zaro almashinuvchanligi ta’minlangan.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Amalga oshirilgan konstruktiv o‘zgartirish natijasida quyidagi amaliy natijalar erishilgan:

Ishlab chiqarish jarayoni optimallashtirilgan: har bir qismning soddaroq geometriyasi quyish texnologiyasining ishonchliligini oshirdi, brak foizini kamaytirdi. Ikki alohida qismni quyish va mexanik ishlov berish, bitta murakkab monolit g‘ildirakka nisbatan, kamroq vaqt hamda material talab qiladi.

Nasos xizmat ko‘rsatish muddatlari qisqartirilgan: yeyilgan qoplamali diskni almashtirish vaqti butun monolit g‘ildirakni almashtirish vaqtiga nisbatan sezilarli darajada qisqargan. Bu nasosning foydali ish koeffitsiyentini oshiradi va ishlab chiqarish jarayonidagi rejadan tashqari to‘xtashlarni kamaytiradi.

Ekspluatatsiya xarajatlari kamaytirilgan: faqat yeyilgan qismni almashtirish imkoniyati ehtiyot qismlar xarajatini kamaytirdi. Turli qismlar uchun turli materiallarni qo‘llash imkoniyati material tanlash strategiyasini optimallashtirishga yordam berdi.

Xulosa. 10ГР8Л pulpa nasosining ishchi g‘ildiragi konstruksiyasiga kiritilgan o‘zgartirish – monolit quymadan qismli konstruksiyaga o‘tish – texnik va iqtisodiy jihatdan asosli yechimdir. Taklif qilingan konstruksiya ishlab chiqarish texnologiyasini soddalashtiradi, xizmat ko‘rsatish samaradorligini oshiradi, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi va ishchi g‘ildirakning ish muddatini uzaytiradi. Ushbu yondashuv boshqa markadagi pulpa nasoslari uchun ham qo‘llanilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Малофеев Н.А., Белинский Е.С. Грунтовые и песчаные насосы. – М.: Машиностроение, 1980, 192 с.
2. Михайлов А.К., Малющенко В.В. Лопастные насосы. Теория, расчет, конструирование. – М.: Машиностроение, 1977. – 288 с.
3. Wilson K.C., Addie G.R., Sellgren A., Clift R. Slurry Transport Using Centrifugal Pumps. – 3rd ed. – Springer, 2006, 432 p.
4. Warman International. Slurry Pumping Manual. – Warman International Ltd., 2002.
5. ГОСТ 26673-85. Насосы грунтовые. Общие технические условия.

LENTALI KONVEYER BARABANI UCHUN SEGMENT-TIPLI REZINA QOPLAMA KONSTRUKSIYASI VA UNING TOG‘-KON SANOATIDA QO‘LLANILISHI

K.A. Karimov, A.X. Ahmedov, Sh.T. Mirqodirov, R.K. Pardayev, Sh.X. Pirnazarov.
Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent.

NAZARIY TAHLIL

Kontakt zonasidagi kuchlanish holati. Baraban-rezina kontakt masalasini Hertz kontakt nazariyasi doirasida ko‘rib chiqamiz. Lenta tortish kuchi T ta’sirida baraban yuzasiga normal bosim q(φ) taqsimlanadi:

$$q(\varphi) = (T_1 + T_2) / (2R \cdot B) \cdot f(\varphi)$$

bu yerda, T_1 va T_2 – lentaning ishchi va bo‘sh tarmoqlaridagi tarangliklar, R – baraban radiusi, B – lenta kengligi, f(φ) – kontakt yoyidagi taqsimlash funksiyasi.

An’anaviy konstruksiyada kley qatlami (qalinligi δ = 2–4 mm, elastiklik moduli E_k ≈ 0.5 MPa) oraliq bo‘g‘in bo‘lib xizmat qiladi. Yuklanish siklik bo‘lganligi sababli ushbu qatlamda charchoq deformatsiyalari to‘planadi va delyaminatsiya (ko‘chish) boshlanadi. Yangi konstruksiyada rezina segment bevosita metall yuzaga tayanib, normal kuchlanish σ_n va tangensial kuchlanish τ quyidagicha taqsimlanadi:

$$\sigma_n = q(\varphi) \cdot \cos^2\alpha; \quad \tau = q(\varphi) \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha$$

Paz qiyalik burchagi α = 7° da tangensial kuchlanish σ_n ga nisbatan 12,3% ni tashkil etadi, bu konstruksiyaning o‘z-o‘zini qulflash prinsipini ta’minlaydi.

Yeyilish mexanizmi tahlili. Rezina qoplamalarning yeyilishi Archard tribologik modeli asosida tahlil qilinadi. Hajmiy yeyilish tezligi W quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$W = k \cdot F \cdot v / H$$

bu yerda, k – yeyilish koeffitsiyenti (material xossasiga bog‘liq), F – normal kuch, v – sirpanish tezligi, H – materialning qattiqlik ko‘rsatkichi.

Kley qatlamli konstruksiyada metall-rezina interfeysida galvanik va mexanik-kimyoviy jarayonlar kechadi: po‘lat yuzasida oksidlangan qatlam hosil bo‘ladi, bu esa adesiv bog‘lanishni zaiflashtirib, yeyilish koeffitsiyenti k ni 1,5–2 marta oshiradi.

Segment-tipli konstruksiyada ushbu mexanizm istisno etilib, k ning amaliy qiymati kamayadi va, demak, xizmat muddati oshadi.

Tajriba-sanoat sinovlari natijalari. Yangi konstruksiyali qoplama 2025-yil dekabr oyida ishlab chiqilib, Navoiy viloyatidagi tog‘-kon korxonalaridan birining lentali konveyer tizimiga o‘rnatildi. Sinovlar ikki parallel liniyada olib borildi: birinchi liniyada an’anaviy (kleylangan) qoplama, ikkinchisida segment-tipli qoplama qo‘llanildi. Sinovlar muddati – 6 oy (2025-yil dekabr – 2026-yil may).

Qoplama qalinligining o‘zgarishi har 30 kunda ultratovush o‘lchov uskunasi yordamida monitoring qilindi. O‘lchovlar natijasi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Rezina qoplama qalinligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi (mm)

Vaqt (oy)	0	1	2	3	4	5	6
An’anaviy (mm)	20.0	18.2	16.1	13.8	11.2	8.3	5.1
Segment-tipli (mm)	20.0	19.4	18.7	17.9	17.0	16.0	14.9

Jadval ma’lumotlari shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy qoplama 6 oy davomida 14,9 mm yoki 74,5% yeyilgan bo‘lsa, segment-tipli qoplama atigi 5,1 mm yoki 25,5% yeyilgan. Eksponensial ekstrapolyatsiya usuli bilan hisoblanganda segment-tipli qoplamaning umumiy xizmat muddati an’anaviy qoplamaga nisbatan 2,1 baravar ko‘p ekanligi aniqlangan.

Shuningdek, quyidagi iqtisodiy ko‘rsatkichlar qayd etildi: ta’mirlash ishlari uchun texnologik to‘xtatish vaqti 68% qisqardi; bir marta almashtirishga sarflangan mehnat xarajatlari 3,2 barobarga kamaydi; rezina material sarfi (kleyni hisobga olmaganda) 18% tejaldi.

Xulosa. Amalga oshirilgan tadqiqot va tajriba-sanoat sinov natijalari asosida quyidagi xulosalar chiqarildi:

1. Segment-tipli rezina qoplama konstruksiyasi an’anaviy kleyli yopishtirishni to‘liq istisno etib, baraban qoplamalarining asosiy nosozlik sabablarini bartaraf etadi.

2. Yangi konstruksiyada rezina elementlarning metall bilan kontakt zonasida po‘lat-rezina o‘zaro ta’sir mexanizmi optimallashtirilgan: metall bilan to‘g‘ridan to‘g‘ri teginish zonasiga rezina joylashishi natijasida yuklanish rezina materialining elastik xossalari orqali so‘riladi, bu esa yeyilishni keskin kamaytiradi.

3. Sanoat sinovlari natijalari segment-tipli qoplamaning xizmat muddatini 2,1 barobarga oshirishini va texnologik to‘xtatish vaqtini 68% qisqartirishini tasdiqladi.

4. Konstruksiya O‘zbekiston tog‘-kon sanoati korxonalari sharoitida keng joriy etilishga tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Дьяков В.А., Певзнер Л.Д. Конвейерный транспорт горных предприятий. – М.: Недра, 2018, 368 с.

2. Spaans C. The Calculation of the Main Resistance of Belt Conveyors // Bulk Solids Handling. – 1991. – Vol. 11, No. 4. – P. 809–826.

3. Molnar V., Fedorko G., Stehlíková B. et al. Statistical Approach for Evaluation of Belt Conveyor // Measurement. – 2014. – Vol. 56. – P. 120–128.

4. Гудилин Н.С., Дьяков В.А. Резинотехнические изделия в горном машиностроении. – М.: Машиностроение, 2015, 224 с.

5. REMA TIP-TOP AG. Conveyor Belt Maintenance & Installation Manual. – Norderstedt: REMA, 2022, 112 p.

6. Mark J.E. (ed.) Rubber Science and Technology. – Oxford University Press, 2013, 674 p.

7. Archard J.F. Contact and Rubbing of Flat Surfaces // Journal of Applied Physics. – 1953. – Vol. 24, No. 8. – P. 981–988.

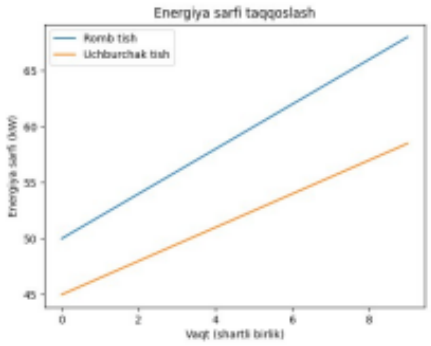
8. Xolmatov S.X., Raximov M.A. O‘zbekiston tog‘-kon korxonalarida lentali konveyerlardan foydalanish tajribasi // Kon-metallurgiya muammolari. – 2023, № 2. – B. 45–52.

MAXSUS SHEKOVOY MAYDALAGICH FUTIROVKASINING ISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH UCHUN TISH SHAKLINI OPTIMALLASHTIRISH

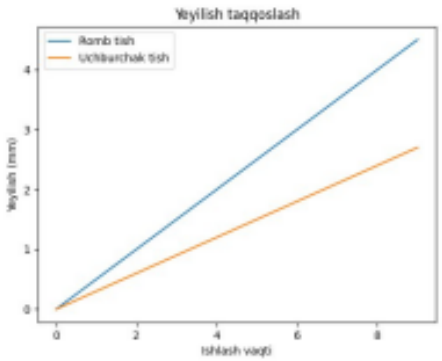
K.A. Karimov, A.X. Ahmedov, Sh.T. Mirqodirov, R.K. Pardayev, Sh.X. Pirnazarov.
Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent.

Eksperimental tadqiqotlar

Sinovlar metodikasi. Eksperimental sinovlar ishlab chiqarish sharoitida – real maydalash sikli davomida – amalga oshirildi. Sinov uchun bir xil tarkibli granit ruda (qattiqlik 6–7 Moos shkalasida, o‘rtacha don o‘lchami 150–200 mm) tanlandi. Ikkala futirovka varianti bir xil qurilmada, ketma-ket sinab ko‘rildi.



1-rasm. Trapetsiya va uchburchak tish shakllarida energiya sarfining solishtirma grafigi.



2-rasm. Ikkala tish shaklida futirovka yeyilish dinamikasi.

O‘lchanadigan ko‘rsatkichlar

– Energiya sarfi: o‘rnatilgan elektr o‘lchagichlari yordamida kWh/t da

– Yeyilish tezligi: futirovka og‘irligini belgilangan vaqt oraliqlaridan tortib aniqlash

– Maydalash sifati: elak tahlili (granulometrik tarkib)

– Ish unumdorligi: soatiga maydalangan material massasi (t/soat)

Natijalari

1-jadval

Eksperimental sinovlar natijalari (o‘rtacha qiymatlar, 95% ishonch oralig‘i)

Ko‘rsatkich	Trapetsiya tish	Uchburchak tish	Yaxshilanish
Energiya sarfi (kWh/t)	2.85 ± 0.12	2.47 ± 0.09	**−13.3%**
Yeyilish tezligi (g/t)	0.82 ± 0.06	0.61 ± 0.05	**−25.6%**
-10 mm ulushi (%)	61.3 ± 2.1	71.8 ± 1.8	**+17.1%**
Ish unumdorligi (t/soat)	48.2 ± 1.5	53.7 ± 1.3	**+11.4%**

Natijalar muhokamasi. Olingan natijalar nazariy taxminlarni tasdiqlaydi. Kontakt yuzasining kamayishi – uchburchak tishning asosiy fizik afzalligi – maydalash jarayonining barcha asosiy ko‘rsatkichlarida ijobiy ta’sir ko‘rsatdi.

Energiya sarfining 13.3% ga kamayishi amalda juda muhim – yirik sanoat korxonalarida bu yillik million kWh hisobida energiya tejashga olib keladi. Yeyilish tezligining 25.6% ga kamayishi esa futirovkani almashtirish muddatini uzaytiradi va ishlab chiqarish to‘xtash vaqtlarini qisqartiradi.

− 10 mm mayda fraksiya ulushining 17.1% ga oshishi maydalash sifatining sezilarli yaxshilanganidan dalolat beradi. Bu keyingi texnologik bosqich – maydalashning – yuklamasini kamaytiradi va umumiy zanjir samaradorligini oshiradi.

Tadqiqotning cheklovlari: sinovlar bitta turdagi ruda (granit) va bitta qurilma o‘lchami uchun amalga oshirildi. Boshqa ruda turlari va qurilma o‘lchamlari uchun natijalar farq qilishi mumkin. Kelgusi tadqiqotlarda bu parametrlar bo‘yicha keng miqyosli sinovlar o‘tkazish tavsiya etiladi.

– Taklif etilayotgan futirovka konstruksiyasi ishlab chiqarish sharoitida tatbiq etish uchun tavsiya etiladi

Kelgusi tadqiqotlar yo‘nalishi: turli ruda turlari uchun tish geometriyasini yanada optimallashtirish, tish profilining siniq chiziqli va egri chiziqli variantlarini o‘rganish, shuningdek, yeyilishga bardoshliroq materiallarni tatbiq etish.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1980, 415 с.

2. Ханин А.А. Машины для дробления и измельчения материалов. – М.: Машиностроение, 1975, 320 с.

3. Ржевский В.В. Процессы открытых горных работ. – М.: Недра, 1985, 509 с.

4. Ткачев В.П., Бондаренко А.М. Конструкции и расчет дробилок. – Киев: Техніка, 1982, 268 с.

5. Napier-Munn T.J., Morrell S., Morrison R.D., Kojovic T. Mineral Comminution Circuits: Their Operation and Optimisation. – Queensland: JKMRC, 1996, 413 p.

6. Wills B.A., Finch J. Mineral Processing Technology. – 8th ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2016, 512 p.

7. Gupta A., Yan D. Mineral Processing Design and Operation. – Amsterdam: Elsevier, 2006, 718 p.

8. Zum Gahr K.H. Wear by Hard Particles. – Tribology International, 1998. – Vol. 31. – pp. 587–596.

BOSHQARILADIGAN FRIKSION MEXANIZMLARDA QUYMA MAXSUS QOTISHMALARNING ISHQALANISH JARAYONINI NAZARIY-MEXANIK TAHLILI

prof. K.A. Karimov, prof. A.X. Axmedov, doktorant. J.X. Fayziyev
Toshkent davlat texnika universiteti

Hozirgi kunda boshqariladigan friksion mexanizmlar mashinasozlikda keng qo‘llanilib, ularning ishonchliligi hamda samaradorligi ishqalanish jarayoni va kontakt yuzalardagi yuklanish taqsimotiga bevosita bog‘liq hisoblanadi. Yuqori yuklanish sharoitida kontakt bosimining notekis taqsimlanishi va intensiv yeyilish jarayonlari mexanizmning xizmat muddatini qisqartiruvchi asosiy omillardan biridir. Mazkur muammoni kamaytirishda yuqori mustahkamlik, yeyilishga chidamlilik va termik barqarorlikka ega quyma maxsus qotishmalardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Biroq, ularning ishqalanish jarayonidagi mexanik holati hamda kontakt kuchlari taqsimotining nazariy-mexanik jihatlari yetarlicha o‘rganilmagan. Shu sababli, ushbu tadqiqotda boshqariladigan friksion mexanizmlarda quyma maxsus qotishmalarning ishqalanish jarayoniga ta’siri nazariy-mexanik jihatdan tahlil qilinib, kontakt yuzalardagi yuklanish holati va samarali ish rejimlari baholandi.

Boshqariladigan friksion mexanizmlarda, xususan, diskli va konusli tizimlarda ishqalanish juftliklarining ishonchli ishlashi ko‘p jihatdan kontakt yuzalarda hosil bo‘luvchi bosim taqsimoti hamda qo‘llaniladigan materialning mexanik xususiyatlariga bog‘liq hisoblanadi. Amalda quyma maxsus qotishmalardan (alyuminiy bronza, xromli po‘lat asosli materiallar) tayyorlangan friksion elementlarda boshqaruv bosimi ta’sirida sirt bosimining notekis taqsimlanishi, mikrogeometrik nomuvofiqliklar hamda yuqori ishqalanish koeffitsiyenti ta’sirida intensiv yeyilish jarayoni kuzatiladi [1, 2].

Bu holat mexanizmda quvvat uzatish samaradorligining pasayishiga, energiya yo‘qotilishining ortishiga va detallar xizmat muddatining qisqarishiga olib keladi[3]. Tahlillarga ko‘ra, friksion mexanizmlarda kontakt sirtlarining mahalliy yuklanishi

natijasida ayrim nuqtalarda yuqori bosim hosil bo‘ladi, bu esa sirt qatlamida plastik deformatsiyalarni tezlashtiradi va yeyilish intensivligini oshiradi [2]. Shu bilan birga, ishqalanish koeffitsiyentining yuqori bo‘lishi natijasida hosil bo‘luvchi issiqlik ajralishi material charchash jarayonlarini kuchaytirib, friksion juftliklarning ekspluatatsion barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [4]. Ajralayotgan issiqlik miqdori quyidagi bog‘lanish orqali baholanadi:

$$Q = \mu F_{ish} v$$

bu yerda, Q – ajralayotgan issiqlik miqdori, μ – ishqalanish koeffitsiyenti, F_{ish} – ishqalanish kuchi, v – nisbiy sirpanish tezligini ifodalaydi. Mazkur muammoni bartaraf etish maqsadida tadqiqotda quyma maxsus qotishmalarning mexanik xususiyatlarini hisobga olgan holda kontakt yuzalarda bosimning bir tekis taqsimlanishini ta’minlash hamda ishqalanish jarayonini barqarorlashtirishga qaratilgan nazariy-mexanik yondashuv taklif etildi. Ushbu yondashuvda materialning qattiqligi, yeyilishga chidamliligi va kontakt mustahkamligi kabi parametrlarni hisobga olgan holda yuklanish holati baholandi [1,5]. Friksion juftliklarda ishqalanish kuchining o‘zgarishi quyidagi munosabat asosida tahlil qilindi:

$$F_{fr} = \mu N$$

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, kontakt yuzalarda bosimning maqbul taqsimlanishini ta’minlash va mikrogeometrik nomuvofiqliklarni kamaytirish orqali yeyilish intensiveligini pasaytirish hamda quvvat uzatish samaradorligini oshirish mumkin. Olib borilgan nazariy tahlillar asosida friksion mexanizmlarda yeyilish jarayonini kamaytirish uchun quyma maxsus qotishmalarning tarkibiy va mexanik xususiyatlarini optimallashtirish taklif etildi. Xususan, alyuminiy bronza asosli qotishmalarning antifriksion xususiyatlari va xromli po‘lat materiallarining yuqori qattiqlik xususiyatlaridan maqbul foydalanish kontakt yuzalarda lokal bosimlarni kamaytirish imkonini berishi asoslandi [3,5].

Taklif etilgan nazariy-mexanik yondashuv natijasida friksion juftliklarda yuklanishning nisbatan barqaror taqsimlanishi ta’minlanishi, ishqalanish vaqtida ajraladigan issiqlik miqdorining kamayishi va material charchashining sekinlashishi mumkinligi aniqlandi. Bu esa mexanizmning ishonchliligini oshirish hamda quvvat uzatish samaradorligini yaxshilash uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tadqiqot doirasida muammoni kamaytirish maqsadida quyma maxsus qotishmalarning mexanik xususiyatlarini hisobga olgan holda kontakt yuzalarda yuklanishning nisbatan bir maromda taqsimlanishini ta’minlashga qaratilgan nazariy-mexanik yondashuv taklif etildi. Xususan, alyuminiy bronza va xromli po‘lat asosli qotishmalarning antifriksion hamda yuqori mustahkamlik xususiyatlaridan foydalanish ishqalanish jarayoni barqarorligini oshirish va yeyilish intensivligini kamaytirish imkonini berishi ko‘rsatildi [1,3].

Natijada friksion juftliklarda ajraladigan issiqlik miqdorini kamaytirish, material charchash jarayonlarini sekinlashtirish hamda mexanizmning ekspluatatsion ishonch-

liligini oshirish mumkinligi aniqlandi. Olingan natijalar boshqariladigan friksion mexanizmlarni loyihalash va material tanlash jarayonlarini takomillashtirishda ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Engineering Tribology. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014.
2. Friction and Wear of Materials. – New York: Wiley, 1995.
3. Mechanical Metallurgy. – McGraw-Hill, 1986.
4. Contact Mechanics. – Cambridge University Press, 1987.
5. Engineering Materials 1. – Elsevier, 2012.

PLASTMASSALARNI ZAMONAVIY QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYALARI

Ilmiy rahbar A.X. Rasulov. TDTU “Materialshunoslik” kafedrasi professori, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori(PhD), dotsent,
Sh.B. Abdulhaqova. – TDTU “Materialshunoslik” kafedrasi 3-kurs tayanch (PhD) doktoranti.

Annotatsiya. Maqolada polimer materiallarni qayta ishlashdan maqsad, ulardan ma’lum sharoitlarda ishlatiladigan va shu sharoit talablariga javob bera oladigan aniq bir buyum olish va isrofni kamaytirishdan iborat. Bunda albatta, ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish muhim hisoblanadi. Plastmassalar texnologiyasida plastmassalarni qayta ishlash jarayoni yakunlovchi bosqich bo‘lib, bu bosqichda ma’lum bir buyum olinishi va bu buyum aniq talablarga javob berishi muhim. Shu maqsadda turli usullar kashf qilish bilan bir qatorda yangi polimer materiallar ishlab chiqarilmoqda.

Kirish. Individual polimerlar polimer kompozitlar va polimerlar aralashmasi bilan almashtirilib ishlatilmoqda. Natijada materiallarning xossalari kengaymoqda va ulardan xalq xo‘jaligi, mashinasozlik,tibbiyot qurilish sohalari uchun buyumlar ishlab chiqarilmoqda. Plastmassalarni qayta ishlash texnologiyasi quyidagi jarayonlardan iborat:

•kimyoviy tarkibni o‘zgartirish, polimerga to‘ldiruvchilar, plastifikatorlar kiritish va ularga termomexanik ishlov berish;

•olingan materialga shakl berish, ya’ni plastmassa buyumlar tayyorlash.

Buyum konstruksiyasi ilmiy jihatdan asoslangan va aniq bir ekspluatatsiya sharoitini hisobga olgan holda ishlangan bo‘lishi shart. Shunday qilib, polimerlarni qayta ishlash texnologiyasi, yuqorida qayd etilganidek, o‘z ichiga turli polimerlarning zarur xossalarini yaxshilash va ularni tayyor buyumga aylantirish jarayonlaridan iborat.

Plastmassalarni qayta ishlash: bosim ostida quyish, ekstruzitsiyalash, kalandrlash pigmentlarni polimerlarga aralashtirish, polimer plyonka yuzasini modifikatsiyalash va boshqalar.

Bosim ostida quyish, ekstruziyalash usullari keng tarqalgan va unumli usullardan biri bo‘lib, unda polimerlar oqimini kuzatish mumkin. Bu holatda ulaming fizik va kimyoviy xossalari o‘zgarmaydi.

Bunda materiallarning fizik xossalari qaytmas tarzda o‘zgaradi va oqish jarayonida kimyoviy reaksiyalar sodir bo‘lmaydi.Polimerni qayta ishlashda reologiya fani katta ahamiyatga ega, chunki polimerlarni qayta ishlash jarayonlarida deformatsiyalanish va oquvchanlik alohida o‘rin egallaydi. Polimerlarni qayta ishlashda kristallanish, polimerlarning dielektrikligini hisobga olish lozim. Shuningdek, polimer yuzasida sodir bo‘ladigan kimyoviy reaksiyalarni hamda uning issiqlik o‘tkazish xossalarini ham e’tiborga olish talab qilinadi.



Bosim ostida amalda yuqori unumdorlikka ega to‘liq avtomatlashtirilgan jihozlarda olib boriladi. Bu usul xomashyoni mashina silindrida isitilib, yuqori qovushqoq oquvchan holatga o‘tkazilgandan so‘ng bosim orqali buyum olinadigan qolipga (qolip yopiq holatda bo‘ladi) maxsus quyish kanallar orqali yuborishga asoslangan.

Keng qo‘llaniladigan termoplastiklar texnologik xossalari quyidagicha: polimer

suyuqlanmalarini oquvchanlik ko‘rsatkichi, rang berish, ikkilamchi xomashyo bilan aralashtirish, nam bo‘lsa quritish va granulalar o‘lchamini aniqlash. Odatda graunalalar o‘lchamlari 3-5mm bo‘ladi.

Granula holatiga o‘tkazilgan polimerlar import analog granulaga 10%dan qo‘shiladi.Qayta ishlangan polimer miqdori oshib ketishi buyum yoki detalni salbiy oqibatlarga olib keladi, masalan, mustahkamlikning kamayishi, qattiqlikning ortishi, detalning dizayni (yuza qismida noteksliklar) kabi oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Modern Plastics Encyclopedia, Vol. 52 (10A), 1975–1976, r. 482.

2. А.Х. Расулов, С.Д. Нурмуродов, А.А. Алланазаров. Технология производства твердосплавных формообразующих инструментов методом порошковой металлургии. Монография – Ташкент, НУУз им. М. Улугбека, 2015г. 168с.

3. Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х., Джалалова С.Т. Композиционные материалы. Методическое пособие. ТашГТУ. Ташкент, 2014 г. 38 с.

4. Abdurashidov, To‘xtamurod. “Plastmassalarni qayta ishlash texnologiyasi: texnika oliy o‘quv yurtlari uchun o‘quv qo‘llanma; O‘zR Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi. – T.: Musiqa, 2010, 120 b.

VIBRATSION MEXANIZMLARNING OPTIMAL ISH REJIMLARINI ANIQLASH

prof. K.A. Karimov, prof. A.X. Axmedov, doktorant Sh.J. Komilov
Toshkent davlat texnika universiteti

Zamonaviy sanoatda vibratsion mexanizmlar keng qo‘llaniladi: tebranuvchi tozalash elaklar, vibratsion transport qurilmalari, ultratovushli ishlov berish moslamalari va seysmik himoya tizimlari shular jumlasidandir. Bu qurilmalarning ish samaradorligi ko‘p jihatdan optimal ish rejimining to‘g‘ri tanlanishiga bog‘liq.

Vibratsion tizimlarning optimal ish rejimini tanlash masalasi bir necha sabablarga ko‘ra murakkab hisoblanadi: birinchidan, tizim parametrlarining nolinearligi; ikkinchidan, ko‘p o‘lchamli optimallashtirish fazosining mavjudligi; uchinchidan, amaliy sharoitlarda yuzaga keladigan cheklovlar. Shu bilan birga, noto‘g‘ri tanlab olingan rejim qurilmaning tez eskirishiga, haddan ortiq energiya sarfiga va ishlab chiqarish sifatining pasayishiga olib kelishi mumkin [1].

Mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, vibratsion mexanizmlar uchun optimal rejimlarni aniqlashda asosan ikkita yondashuv qo‘llaniladi: analitik usullar (Krylov–Bogolyubov usuli, ko‘p masshtabli tahlil) va raqamli optimallashtirish metodlari. Biroq ko‘pgina tadqiqotlarda energiya samaradorligi va dinamik yuklamalar o‘rtasidagi kompromiss yetarlicha hisobga olinmaydi.

Ushbu ishning maqsadi vibratsion mexanizmning matematik modelini tuzish va ko‘p mezonli optimallashtirish asosida optimal ish rejimlarini aniqlash metodologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Vibratsion mexanizmni bir erkinlik darajali nolinear ossillyator sifatida modellashtirish mumkin. Umumiy holda harakat tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega [2,3]:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx + k_3x^3 = F_0\cos(\omega t) + F_s(t) \quad (1)$$

bu yerda, m – siqiladigan massa (kg); c – sönimlik koeffitsiyenti (N·s/m); k chiziqli qattiqlik koeffitsiyenti (N/m); k_3 – Duffing turi nolinearlik koeffitsiyenti (N/m³); F_0 – qo‘zg‘atuvchi kuch amplitudasi (N); ω – qo‘zg‘atuvchi kuch chastotasi (rad/s); F_s(t) – tashqi ta’sir funksiyasi.

Statsionar jarayonlarni o‘rganishda harakat tenglamasini beadad ko‘rinishga o‘tkazish qulay. $\tau = \omega_0 t$ ($\omega_0 = \sqrt{(k/m)}$) almashtirish orqali:

$$x'' + 2\zeta x' + x + \varepsilon x^3 = f\cdot\cos(\Omega\tau) \quad (2)$$

bu yerda, $\zeta = c/(2m\omega_0)$ – sönimlik nisbati; $\varepsilon = k_3/(m\omega_0^2)$ – nolinearlik parametri; $f = F_0/(m\omega_0^2)$ – beadad kuch; $\Omega = \omega/\omega_0$ – chastota nisbati.

Optimal ish rejimi quyidagi ko‘p mezonli optimallashtirish masalasi sifatida shakllantiriladi:

$$\min J(u) = w_1\cdot J_1(u) + w_2\cdot J_2(u) + w_3\cdot J_3(u) \quad (3)$$

bu yerda, boshqaruv vektori $u = (\Omega, F_0, \zeta)^T$, vaznli mezonlar:

$J_1(u)$ = P_input – sarflanadigan quvvat (energiya samaradorligi mezoni)

$J_2(u)$ = A_max – A – amplituda defitsiti (samaradorlik mezoni)

$J_3(u)$ = σ_max – konstruksiyaga ta’sir etuvchi maksimal kuchlanish

Cheklovlar tizimi:

$$\Omega_min \le \Omega \le \Omega_max;\ 0 \le F_0 \le F_max;\ \zeta_min \le \zeta \le \zeta_max$$
$$A(u) \ge A_min;\ T(u) \ge T_min;\ \sigma(u) \le [\sigma] \quad (4)$$

bu yerda, [σ] – ruxsat etilgan kuchlanish qiymati; T – tizimning xizmat qilish resursi.

Kichik nolinearliklarda statsionar tebranishlar amplitudasini aniqlash uchun Krylov–Bogolyubov variatsion usulidan foydalanamiz. Yechimni quyidagi ko‘rinishda izlaymiz:

$$x(\tau) = A(\tau)\cdot\cos(\Omega\tau + \varphi(\tau)) \quad (5)$$

Amplituda–chastota xarakteristikasini (AChX) olish uchun yechimni statsionar holga keltiradi va A’ = 0, φ’ = 0 shartlarini qo‘llaymiz. Natijada AChX tenglamasi:

$$A^2 = f^2 / [(1 - \Omega^2 + (3\varepsilon A^2)/4)^2 + (2\zeta\Omega)^2] \quad (6)$$

Bu tenglama A amplitudasiga nisbatan algebraik tenglama bo‘lib, uchta yechimga ega bo‘lishi mumkin – bu holatda tebranish amplitudasining chastotaga nisbatan gisterezis hodisasi kuzatiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, vibratsion mexanizmlarning samarali ishlashi tebranish parametrlarini optimal tanlashga bevosita bog‘liq. Tebranish chastotasining tizim tabiiy chastotasiga yaqinlashishi rezonans hodisasini yuzaga keltiradi va bu holatda energiya samaradorligi ortadi. Biroq rezonans zonasida amplitudaning ortib ketishi mexanizm elementlarining tez eskirishiga ham sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli

optimal ish rejimini tanlashda rezonans holatining xavfsiz chegaralarini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. V.V Vibratsin, Tebranishlar nazariyasi. Moskva: Mashinasozlik, 2018. 480-b.
2. R.I. Karimov, K.A. Karimov, N.N. Begimov. “Mexanizm va mashinalar nazariyasi”. O‘quv qo‘llanma. – T.: “Sano-standart” nashriyoti, 2019 – 248 b.
3. K.A. Karimov, A.N. Shoxiyon, R.E. Shaxabutdinov, Kh. Akhmedov. Mexanizmlar va mashinalar nazariysi. Darslik: – T.: “Dimal” nashriyoti, 2025, 348 b.

YUQORI QATTIQLIKDAGI CHO‘YANNING G‘OVAKLIGINI KAMAYTIRISH USULLARINI TADQIQ QILISH

[1]H.A. Ibrohimova, [2]SH.N. To‘raxo`jayeva.
[1]Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent
[2]Turin politexnika universiteti Toshkent filliali, Toshkent

Cho‘yan qotishmalaridagi g‘ovaklilik asosan gazlarning ajralib chiqishi, metallning notekis kristallanishi va quyma hajmida oziqlanish jarayonining yetarli bo‘lmasligi bilan bog‘liq. Amaliy laboratoriya kuzatuvlariga ko‘ra, sanoat korxonalarida sifatsiz mahsulotlarning qariyb 30–40% qismi aynan ichki g‘ovaklilik tufayli yuzaga keladi. Ayniqsa, yuqori xromli oq cho‘yanlarda karbid fazalarning ortiqcha miqdori metall oqimining harakatchanligini pasaytirib, mikrog‘ovaklarning paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

Metall eritmasining kimyoviy tarkibi g‘ovaklilikka bevosita ta’sir ko‘rsatadigan asosiy omillardan biridir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, uglerod miqdori 2,8–3,2% oralig‘ida saqlanganda va kremniy miqdori 0,9–1,3% dan oshirilmaganda kristallanish jarayoni barqarorroq kechadi. Uglerod miqdorining ortishi grafit ajralishini tezlashtiradi, bu esa ayrim zonalarda bo‘shliqlar hosil bo‘lishiga olib keladi. Shu sababli, zamonaviy metallurgiyada tarkibni mikrolegirlash usuli orqali strukturani nazorat qilish keng qo‘llanmoqda.

G‘ovaklilikni kamaytirishda modifikatsiyalovchi qo‘shimchalarning roli alohida ahamiyatga ega. Ferrosilisiy, magniy va nodir yer elementlari qo‘shilganda kristallanish markazlari soni ortadi va metall strukturasining zichligi yaxshilanadi. Tajriba natijalariga ko‘ra, 0,04–0,06% magniy qo‘shilgan cho‘yanlarda mikrog‘ovaklilik darajasi oddiy eritmaga nisbatan 15–20% ga kamaygan. Modifikatsiyalash jarayoni ayniqsa markaziy zonalarda uchraydigan shrinkaj bo‘shliqlarini qisqartirishda samarali hisoblanadi.

Quyish haroratining nazorat qilinishi ham texnologik jihatdan muhim omil sanaladi. Eritma haroratining me’yoridan yuqori bo‘lishi gazlarning eruvchanligini oshiradi va sovish vaqtida ularning ajralib chiqishiga sabab bo‘ladi. Sanoat kuzatuvlari asosida aniqlanishicha, yuqori xromli cho‘yanlar uchun optimal quyish harorati 1380–1420 °C

oralig‘ida bo‘lganda g‘ovaklilik eng kam ko‘rsatkichga ega bo‘ladi. Harorat 1450 °C dan oshganda esa ichki nuqsonlar soni o‘rtacha 12–17% ga ortadi.

Qolip materialining fizik xususiyatlari ham quyma sifatiga ta’sir etadi. Yuqori gaz ajratuvchi nam qum qoliplarda gazli g‘ovaklilik ko‘proq kuzatiladi. Shu sababli, zamonaviy quyuv sexlarida sintetik bog‘lovchili sovuq qotuvchi aralashmalar keng joriy qilinmoqda. Bunday texnologiya yordamida qolip gaz o‘tkazuvchanligi yaxshilanadi hamda metall yuzasidagi nuqsonlar kamayadi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, sovuq qotuvchi qoliplardan foydalanilganda sifatsiz mahsulot hajmi 22% dan 9% gacha qisqargan.

Sovitish tezligini boshqarish orqali cho‘yan strukturasining zichligini oshirish mumkin. Tez sovitish natijasida mayda dispers karbid fazalar hosil bo‘ladi va metallning umumiy qattiqligi ortadi. Shu bilan birga, sovitishning haddan tashqari tezlashuvi ichki termik kuchlanishlarni paydo qiladi. Amaliy tadqiqotlarda bosqichli sovitish usuli qo‘llanganda mikroyoriqlar va g‘ovaklilik darajasi sezilarli kamaygani aniqlangan. Ayniqsa, qalin devorli quymalarda differensial sovitish texnologiyasi samarali natija beradi.

Vakuum ostida quyish usuli yuqori sifatli cho‘yan olishda istiqbolli texnologiyalardan biri hisoblanadi. Past bosimli muhitda eritmadagi erigan gazlar miqdori kamayadi va metallning ichki zichligi ortadi. Ilmiy tajribalarda vakuumli quyish orqali tayyorlangan namunalarda zichlik ko‘rsatkichi 3–5% yuqori bo‘lgani qayd etilgan. Bundan tashqari, abraziv yeyilishga chidamlilik ko‘rsatkichi ham oddiy quyma bilan solishtirganda yaxshiroq natija bergan.

Metallografik tekshiruvlar shuni ko‘rsatadiki, g‘ovaklilik darajasining kamayishi mikrostrukturadagi karbid fazalarning bir tekis taqsimlanishiga olib keladi. Bu holat qattiqlik va zarbiy mustahkamlik orasidagi muvozanatni yaxshilaydi. Tadqiqot namunalarida g‘ovaklilik 4,8% dan 1,9% gacha kamaytirilganda yeyilish tezligi qariyb 27% pasaygan. Natijada detallarning ekspluatatsion xizmat muddati o‘rtacha 1,4 barobar ortgan.

Iqtisodiy jihatdan baholanganda, g‘ovaklilikni kamaytirishga qaratilgan texnologik choralar ishlab chiqarish tannarxini dastlab 6–8 % ga oshiradi. Biroq sifatsiz mahsulotlarning kamayishi va detallar xizmat muddatining uzayishi hisobiga umumiy iqtisodiy samaradorlik 15–18% gacha yetadi. Shu sababli, sifatni boshqarishga asoslangan quyish texnologiyalari sanoat korxonalari uchun strategik ahamiyat kasb etadi.

Yuqori qattiqlikka ega cho‘yan qotishmalarida g‘ovaklilikning hosil bo‘lishi metallning kimyoviy tarkibi, quyish harorati, modifikatsiyalash usuli va sovitish rejimiga bevosita bog‘liq. G‘ovaklilikni kamaytirish uchun eritmani optimal tarkibda tayyorlash, gazsizlantirish, vakuumli quyish hamda zamonaviy qoliplash texnologiyalaridan foydalanish muhim hisoblanadi. Kompleks texnologik yondashuv asosida quyma sifatini oshirish, ekspluatatsion mustahkamlikni kuchaytirish va ishlab chiqarishdagi iqtisodiy yo‘qotishlarni kamaytirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. A.A. Axmedov. “Quyma metallarning kristallanish nazariyasi”. – Toshkent: Fan, 2021.
2. Sh.R. Rahimov. “Cho‘yan qotishmalarining fizik-mexanik xossalari”. – Samarqand, 2020.
3. Campbell J. *Complete Casting Handbook*. Elsevier, 2015.
4. D.M. Stefanescu *Science and Engineering of Casting Solidification*. Springer, 2018.
5. ASM Handbook, Volume 15: *Casting*. ASM International, 2016.

“MIS - VOLFRAM ASOSIDA KUKUN METALLURGIYA USULIDA ELEKTR KONTAKT MATERIALLAR OLISH DIZAYNI”

Aliqulov Adham Xoltoji o‘g‘li
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
“Materialshunoslik” kafedrasi dotsenti,
Yusupova Yulduz Sobirjon qizi
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
“Materialshunoslik” kafedrasi 1-kurs, doktoranti,
Umirzakova Fotima Baxtiyorovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
“Materialshunoslik” kafedrasi 1-kurs, doktoranti

Kirish: Hozirgi kunda elektrotexnika, energetikasi va mashinasozlik sanoatining jadal rivojlanishi yuqori sifatli elektr kontakt materiallariga bo‘lgan talabni yanada oshirmoqda.

Elektr kontakt materiallari avtomatik uzguchlar, relelar, yuqori kuchlanishli uskunalar, elektr payvandlash qurilmalari hamda turli komutatsion apparatlarda keng qo‘llaniladi. Bunday sharoitlarda ishlaydigan materiallar yuqori harorat, elektr yoyi, mexanik bosim va yeyilish ta’siriga duch keladi.

Shu sababli, kontakt materiallar yuqori elektr va issiqlik o‘tkazuvchanligi, mexanik mustahkamlik hamda yeyilishga chidamlilik kabi xususiyatlarga ega bo‘lishi talab etiladi.

Mis (Cu) yuqori elektr va issiqlik o‘tkazuvchanligi bilan ajralib turadi, volfram (W) esa yuqori qattiqlik, yuqori erish harorati va elektr yoyiga bardoshliligi bilan muhim material hisoblanadi.

Ushbu ikki metall asosida olinadigan Cu-W kompozit materiallari elektr kontakt materiallari sifatida yuqori samaradorlikka ega hisoblanadi.

Bunday kompozitlar yuqori tok va haroratda ham barqaror ishlay oladi.

Mis-Volfram materiallarini ishlab chiqarishda kukun metallurgiya usuli eng samarali texnologiyalardan biri hisoblanadi.

Bu usul orqali material tarkibini aniq boshqarish, yuqori zichlikka erishish va kompozit struktura hosil qilish imkoni mavjud.

Shu munosabat bilan mis-volfram asosida kukun metallurgiya usuli orqali yuqori sifatli elektr kontakt materiallarini olish texnologiyasini tadqiq etish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Ushbu tadqiqot elektr kontakt materiallarining xizmat muddatini oshirish, yeyilishini kamaytirish va mahalliy sanoat uchun import o‘rnini bosuvchi mahsulot yaratishda muhim ahamiyatga ega.

Ilmiy-tadqiqotni va metodikasi predmeti:

Metodikasi – Ushbu tadqiqot ishida mis-volfram (Cu-W) asosidagi elektr kontakt materiallarini kukun metallurgiya usuli orqali olish texnologiyasi o‘rganildi.

Tadqiqot jarayoni bir nechta bosqichlarda amalga oshirildi.

Dastlab tadqiqot uchun yuqori tozalikka ega mis va volfram kukunlari tanlab olindi. Kukunlarning granulometrik tarkibi, fizik va kimyoviy xususiyatlari tahlil qilindi.

Keyingi bosqichda belgilangan tarkibiy nisbatlarda Cu va W kukunlari mexanik aralashtirish usulida bir jinsli holatga keltirildi.

Tayyorlangan kukun aralashmalari maxsus press qoliplarida ma’lum bosim ostida zichlandi. Presslangan namunalar yuqori haroratli pechlarda sinterlash jarayonidan o‘tkazildi.

Sinterlash harorati va vaqti material strukturasi ta’sir etuvchi asosiy omil sifatida tadqiq qilindi.

Predmeti – Tadqiqot predmeti sifatida mis-volfram asosidagi kompozit elektr kontakt materiallarini kukun metallurgiya usuli orqali olish jarayoni, ularning strukturasi hamda fizik-mexanik va elektr ekspluatatsion xususiyatlari qabul qilindi.

Xulosa: Ushbu tadqiqot ishida mis-volfram (Cu-W) asosidagi elektr kontakt materiallarini kukun metallurgiya usuli orqali olish texnologiyasi o‘rganildi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, Cu-W kompozit materiallari yuqori elektr o‘tkazuvchanlik, issiqlikka bardoshlilik va yeyilishga chidamlilik xususiyatlariga ega bo‘lib, elektr kontakt materiallari sifatida samarali qo‘llanilishi mumkin. Kukun metallurgiya usuli orqali material strukturasini boshqarish va yuqori zichlikka erishish imkoniyati mavjudligi aniqlandi.

Shuningdek, presslanish bosimi va sinterlash harorati materialning mexanik va elektr xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi asoslab berildi.

Optimal texnologik rejimlarni tanlash orqali yuqori sifatli va uzoq xizmat qiladigan elektr kontakt materiallarini olish mumkunligi isbotlandi.

Olingan natijalar elektrotexnika, energetika va mashinasozlik sanoati uchun import o‘rnini bosuvchi ahalliy elektr kontakt materiallarini ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega.

Kelgusida ushbu yo‘nalishda kompozit materiallarning tarkibini takomillashtirish va himoya qoplamalarini qo‘llash orqali ularning ekspluatatsion xususiyatlarini yanada oshirish mumkin.

Foydalangan adabiyotlar:

1. Abdullayev F.A., Araximov Sh.R. Kukun metallurgiya asoslari. – Toshkent: Fan, 2021, 220 b.

2. Yusupov A.A. Kompozitsion materiallar texnologiyasi. – Toshkent: O‘zbekiston, 2020, 185 b.

3. German R.M. Powder Metallurgy and Particulate Materials Processing. – Princeton: Metal Powder Industries Federation, 2014, 520 p.

4. Немилов Е.И. Порошковая металлургия. – Москва: Машиностроениеб 2002, 320 с.

5. Zhang L., Wang E. Microstructure and properties of Cu-W electrical contact materials prepared by infiltration method // Materials Science and Engineering A. – 2018. – Vol. 712. – P. 10-18.

OLMALIQ KON-METALLURGIYA KOMBINATI SHAROITIDA CHO‘YAN MAHSULOTLARI STRUKTURASINING MEXANIK XOSSALARGA TA’SIRINI TADQIQ ETISH

[1]H.A. Ibrohimova, [2]Sh.N. To`raxo`jayeva
[1]Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent
[2]Turin politexnika universiteti Toshkent filliali, Toshkent

Olmaliq kon-metallurgiya kombinati korxonalarida ishlab chiqarilayotgan cho‘yan mahsulotlarining ayrim turlarida mexanik mustahkamlik va yeyilishga chidamlilik ko‘rsatkichlarini oshirish zarurati mavjud. Bu esa cho‘yan strukturasining mexanik xossalarga ta’sirini chuqur ilmiy tadqiq qilishni talab etadi.

Cho‘yan mahsulotlarining xizmat muddati va ishonchliligi ularning mikrostruk-turaviy holatiga bog‘liq bo‘lib, noto‘g‘ri shakllangan struktura yorilish, deformatsiya va tez yeyilishga olib keladi. Ishlab chiqarishda energiya va xomashyo sarfini kamaytirish hamda import o‘rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish uchun yuqori sifatli cho‘yan olish texnologiyalarini takomillashtirish muhimdir.

Shu jihatdan, cho‘yandagi grafit zarrachalari shakli, ferrit-perlit nisbatlari va issiqlik ishlovining mexanik xossalarga ta’sirini tadqiq qilish ilmiy hamda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi – OKMK sharoitida ishlab chiqarilgan cho‘yan mahsulotlari mikrostrukturasining mexanik xossalarga ta’sirini aniqlash va optimal strukturaviy parametrlarni ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot jarayonida zamonaviy metallografik va mexanik sinov usullaridan foydalanildi. Cho‘yan namunalarining mikrostrukturasi optik mikroskop yordamida o‘rganildi. Namunalarning qattiqligi Brinell usulida aniqlanib, mexanik mustahkamligi siqilish va cho‘zilish sinovlari asosida baholandi.

Bundan tashqari, namunalar tarkibidagi grafit shakli va perlit miqdori raqamli tasvirlarni tahlil qilish usullari yordamida hisoblandi. Olingan eksperimental natijalar statistik usulda qayta ishlanib, strukturaviy omillar va mexanik xossalar orasidagi bog‘liqlik aniqlandi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, cho‘yan tarkibidagi perlit miqdorining ortishi materialning qattiqligi va mustahkamligini sezilarli ravishda oshirishi aniqlandi. Ferrit fazasining ko‘payishi esa plastik deformatsiyaga chidamlilikni yaxshilashi kuzatildi.

Grafit zarrachalarining sferik shaklga yaqinlashishi cho‘yanning yorilishga bardoshliligini oshirib, ekspluatatsion ishonchliligini yaxshilashi isbotlandi. Shuningdek, optimal issiqlik ishlovi natijasida mikrostrukturada mayda dispers perlit hosil bo‘lib, mahsulotning yeyilishga chidamliligi ortishi kuzatildi.

O‘tkazilgan tajribalar asosida quyidagi natijalar qayd etildi:

- perlit miqdori ortishi bilan qattiqlik 15–20% ga oshdi;
- sferik grafitli cho‘yanda yorilish xavfi kamaydi;
- issiqlik ishlovi natijasida mexanik mustahkamlik yaxshilandi.

Mazkur tadqiqot natijalari cho‘yan mahsulotlari sifatini oshirishda mikrostrukturani boshqarish muhim omil ekanligini ko‘rsatdi. Olingan ilmiy xulosalar metallurgiya korxonalarida optimal texnologik rejimlarni tanlashda foydalanilishi mumkin.

Amaliy jihatdan esa ishlab chiqilgan tavsiyalar:

- mahsulotning xizmat muddatini oshirish;
- ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish;
- yeyilishga chidamli detallar olish.

Cho‘yan mahsulotlari mikrostrukturasi ularning mexanik xossalariga bevosita ta’sir qilishi aniqlandi. Perlit miqdori va grafit shaklining optimallashuvi qattiqlik, mustahkamlik hamda yeyilishga chidamlilikni oshirishga imkon beradi. Tadqiqot natijalari metallurgiya sanoatida sifatli cho‘yan mahsulotlari ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Axmedov Q.X. Metallshunoslik asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2020.
2. Po‘latov A.A. Cho‘yan va po‘lat materiallari texnologiyasi. – Toshkent: Fan, 2019.
3. GOST 3443–87. Cho‘yan mikrostrukturasini aniqlash usullari.
4. GOST 1412–85. Kulrang cho‘yan texnik talablari.
5. Mirzayev S., Rasulov B. Metall qotishmalarining fizik-mexanik xossalari // Metallurgiya jurnali. – 2022. – №3. – B. 45–52.

110G13L MARKALI PO'LATLARNI ELEKTR PECHLARIDA SUYUQLANTIRISHDA ENERGIYA TEJAMKORLIGINI TA'MINLASH

B.S.Nurmurodov, t.f.d.dos. X.Z.Abduraxmonov
O'zbekiston-Yaponiya yoshlar innovatsiya markazi

Ushbu tadqiqotda 110G13L markali yuqori marganesli po'latni elektr yoyli pechlarda suyuqlantirish jarayonida energiya sarfini kamaytirish va texnologik samaradorlikni oshirish masalalari ko'rib chiqilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi – eritish jarayonida issiqlik yo'qotishlarini minimallashtirish, elektr energiya iste'molini optimallashtirish hamda metall sifat ko'rsatkichlarini barqaror saqlashga yo'naltirilgan energiya tejamkor texnologik yechimlarni ishlab chiqishdan iborat.

Metallurgiya sanoatida energiya resurslaridan samarali foydalanish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning asosiy omillaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, yuqori marganesli 110G13L markali po'latlarni eritish jarayoni katta miqdorda elektr energiyasi talab qiladi. Ushbu po'lat turi maydalagich jag'lari, ekskavator tishlari, temir yo'l strelkalari va yuqori sharoitida ishlovchi detallar tayyorlashda keng qo'llaniladi. 110G13L po'latining kimyoviy tarkibida marganes miqdori yuqori bo'lgani sababli, eritish jarayonida qo'shimcha issiqlik energiyasi talab qilinadi. Shu sababli, elektr yoy pechlarida energiya tejamkor texnologiyalarni qo'llash iqtisodiy jihatdan muhim hisoblanadi.

Tadqiqot davomida elektr yoy pechlarida 110G13L po'latini eritish jarayoni tahlil qilindi. Jarayonda quyidagi energiya tejovchi usullar qo'llanildi:

- oldindan qizdirilgan shixtadan foydalanish;
- kislorod purkash texnologiyasi;
- pech qoplamasining issiqlik izolyatsiyasini yaxshilash;
- avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari orqali harorat nazorati.

110G13L po'latini eritishda energiya sarfiga ta'sir etuvchi omillar:

№	Jarayon bosqichi	Energiya sarfi, %	Tejamkorlik usuli
1	Shixtani eritish	45–50	Oldindan qizdirish
2	Metallni qizdirish	20–25	Harorat nazorati
3	Kimyoviy tarkibni sozlash	15–20	Kislorod purkash
4	Issiqlik yo'qotishlari	10–15	Izolyatsion materiallar

Tadqiqot davomida shixtani oldindan 400–500°C gacha qizdirish orqali elektr energiyasi sarfi sezilarli darajada kamayishi kuzatildi. Bunda eritish vaqti qisqarib, pech unumdorligi oshdi. Kislorod purkash texnologiyasi yordamida metallning tezroq erishi

ta’minlandi va oksidlanish jarayonlari jadallashdi. Pech qoplamasida zamonaviy o‘tga chidamli materiallardan foydalanish issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirdi. Bundan tashqari, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari yordamida pech ichidagi harorat optimal darajada ushlab turildi.

Energiya tejamkor texnologiyalar samaradorligi:

Texnologiya turi	Energiya tejalishi
Shixtani oldindan qizdirish	8–10%
Kislorod purkash	3–5%
Issiqlik izolyatsiyasi	2–4%
Avtomatik boshqaruv tizimi	1–3%

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida shixtani oldindan qizdirish elektr energiyasi sarfini 8–10 % gacha kamaytirishi aniqlandi. Bundan tashqari, kislorod purkash texnologiyasi metallning tezroq erishini ta’minlab, eritish vaqtini qisqartirdi. Pech devorlarida zamonaviy o‘tga chidamli materiallardan foydalanish issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirib, umumiy energiya samaradorligini oshirdi. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi yordamida haroratning optimal rejimda ushlab turilishi esa metall sifatining yaxshilanishiga olib keldi. Natijada elektr pechlarida 110G13L markali po‘latni eritishda umumiy energiya sarfi o‘rtacha 10–15 % ga kamaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Axmedov A.A. *Metallurgik pechlar va energiya tejamkor texnologiyalar*. – Toshkent: Fan, 2021.

2. Rasulov Sh.R. *Yuqori marganesli po‘latlarning xossalari va qo‘llanilishi*. – Toshkent, 2020.

3. Islomov B.X. *Elektr yoy pechlarida po‘lat eritish texnologiyasi*. – Toshkent DTU, 2022.

4. Karimov N.T. Metallurgiya sanoatida energiya samaradorligi // “Texnika fanlari axboroti” jurnali. – 2023.

КОРРОЗИЯБАРДОШ ҚОПЛАМАЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ ВА ТАСНИФИ

Ш.А. Каримов профессор, катта ўқитувчи Л.О. Даминов,
катта ўқитувчи М.Х. Абдурахмонова
Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети

Коррозияга қарши ҳимоя қопламалари конструкция материалларини ташқи муҳит таъсиридан изоляция қилади, кимёвий реакциялар ва электрокимёвий жараёнларни чеклайди, шунингдек, механик зарарланишлардан муҳофаза қилади. Қопламалар қуйидаги турларга ажратилади:

– органик полимер асосли қопламалар (эпоксид, полиуретан, фенол, поливинил);

– металл қопламалар (цинк, никель, хром, мис, алюминий);

– керамик ва оксидли қопламалар (Al_2O_3, ZrO_2, TiO_2);

– комбинациялаштирилган қопламалар (металл-керамик, полимер-композицион).

Ҳар бир турнинг афзалликлари ва чекланишлари мавжуд. Масалан, эпоксид полимерлар юқори кимёвий барқарорликка эга бўлса, металлаштирилган қопламалар юқори механик мустаҳкамлик билан ажралиб туради. Наноқопламалар эса кам қалинликда ҳам юқори барқарорлик бериши билан алоҳида аҳамиятга эга.

Электрокимёвий қоплаш

Электрокимёвий қоплаш – металл буюмлар юзасига электр токи ёрдамида ҳимоя ёки декоратив қоплама ҳосил қилиш жараёнидир. Бу усул саноатда коррозиядан ҳимоя қилиш, ейилишга чидамлиликни ошириш, ташқи кўринишни яхшилаш ҳамда электр ўтказувчанликни кучайтириш мақсадида кенг қўлланилади. Жараён махсус электролит эритмаси ичида амалга оширилади. Қопланадиган металл буюм катод вазифасини бажаради, қопловчи металл эса анод сифатида уланади. Электр токи берилганда электролитдаги металл ионлари катод юзасига чўкиб, юпқа ва мустаҳкам қоплама ҳосил қилади.

Электрокимёвий қоплашда никеллаш, хромлаш, мислаш, рухлаш каби усуллар кенг тарқалган. Масалан, хром қопламалар қаттиқлик ва ейилишга чидамлиликни оширса, никель қопламалар коррозияга қарши юқори ҳимоя хусусиятига эга. Рух қопламалар эса пўлат деталларни атмосфера таъсиридан сақлайди.

Жараённинг сифати ток зичлиги, электролит таркиби, ҳарорат ва вақтга боғлиқ бўлади. Электрокимёвий қоплаш усули машинасозлик, авиация, нефть-газ саноати, электроника ва тиббиёт соҳаларида кенг қўлланилади. Ушбу технология металл деталларнинг хизмат муддатини узайтиради ва иқтисодий самарадорликни таъминлайди.

Кимёвий чўктириш (CVD) ва физик чўктириш (PVD). Кимёвий чўктириш (CVD – Chemical Vapor Deposition) ва физик чўктириш (PVD – Physical Vapor Deposition) замонавий юпқа қопламалар ҳосил қилиш технологиялари ҳисобланади. Бу усуллар металл ва қотишмалар юзасида юқори қаттиқликка, коррозияга чидамлиликка ҳамда ейилишга бардошли қопламалар ҳосил қилишда кенг қўлланилади.

CVD усулида қоплама газсимон кимёвий моддаларнинг юқори ҳарорат таъсирида парчаланиши ёки реакцияга киришиши натижасида ҳосил бўлади. Жараён вакуум ёки махсус газ муҳитида амалга оширилади. Қопланадиган деталь қиздирилганда реактив газлар унинг юзасида қаттиқ модда қатламини ҳосил қилади. Бу усул орқали титан нитриди (TiN), кремний карбиди (SiC) ва бошқа мустаҳкам қопламалар олинади. CVD қопламалар юқори адгезия ва бир текис структураси билан ажралиб туради.

PVD усулида эса қопловчи материал физик усулда – буғлантириш ёки ионли сочиш орқали буғ ҳолатига келтирилади ва вакуум муҳитида деталь юзасига чўктирилади. Бу технологияда ҳарорат нисбатан паст бўлади, шу сабабли, иссиқликка сезгир материалларга ҳам қўллаш мумкин. PVD қопламалар юқори қаттиқлик, паст ишқаланиш коэффициенти ва декоратив ялтироқликка эга бўлади.

CVD ва PVD технологиялари кесувчи асбоблар, тиббий жиҳозлар, авиация деталлари, электроника ва машинасозлик соҳаларида кенг ишлатилади. Улар деталларнинг хизмат муддатини узайтириш ва эксплуатацион хусусиятларини яхшилашда муҳим аҳамиятга эга.

Металл юзаларини турли ташқи таъсирлардан ҳимоя қилиш ва уларнинг эксплуатацион хусусиятларини яхшилашда қоплама технологиялари муҳим аҳамиятга эга. Электрокимёвий қоплаш усули металл деталларни коррозиядан сақлаш, ейилишга чидамлилигини ошириш ва ташқи кўринишини яхшилаш имконини беради. Бу усул нисбатан иқтисодий ва саноатда кенг қўлланилиши билан аҳамиятли ҳисобланади.

Кимёвий чўктириш (CVD) технологияси юқори ҳароратда амалга оширилиб, мустаҳкам ва юқори адгезияга эга қопламалар ҳосил қилади. У айниқса қаттиқ ва иссиқликка чидамли қопламалар олишда самарали ҳисобланади. Физик чўктириш (PVD) усули эса пастроқ ҳароратда амалга оширилиши, юқори қаттиқлик ва декоратив хусусиятларга эга қопламалар ҳосил қилиши билан ажралиб туради.

Замонавий қоплама усулларидан фойдаланиш материалларнинг ишончлилиги ва иқтисодий самарадорлигини оширишда муҳим омил ҳисобланади.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Материалшунослик ва материаллар технологияси – Тошкент: Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги нашриёти, 2020.

2. Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance – J.R. Davis. ASM International, USA, 2001.

3. Handbook of Chemical Vapor Deposition – Hugh O. Pierson. William Andrew Publishing, 1999.

ELEKTROKONTAKT PISHIRISH USULIDA OLINADIGAN QOPLAMA TARKIBI VA XOSSALARI

Prof. Sh.A. Karimov, PhD katta o‘qituvchi N.A. Xusanov,
katta o‘qituvchi L.O. Daminov, katta o‘qituvchi M.X. Abduraxmonova.
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Detallarning yuzalarga qoplama qoplash ko‘p holatlarda yeyilgan detallarni o‘lchamlari va shaklini tiklash uchun qo‘llaniladi, bu esa katta miqdordagi metallni iqtisod qilish va ta’mirlash ishlari narxini kamaytirish imkonini beradi. Ishchi detallar

yuzalarini qayta tiklashda asosan metall kukunlaridan tarkib topgan aralashmalardan foydalaniladi.

Metall kukunlari metall-keramika mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun boshlang‘ich material bo‘lib xizmat qiladi. Kukunlar metallarni mexanik maydalash, oksidni qaytarish, suyuq metallni atomizatsiya qilish, elektrolitik cho‘ktirish, shuningdek, karbonillarni qizdirish va parchalash orqali ishlab chiqariladi. Metallarni mexanik maydalash sharsimon tegirmonlarda, dizentegrator tegirmonlarida va boshqa turdagi tegirmonlarda amalga oshiriladi.

Metall kukunlari kimyoviy tarkibi, shakli, o‘lchami va massa zichligi bo‘yicha tasniflanadi. Katta nisbiy (o‘ziga xos) sirt maydoniga ega bo‘lgan metall kukunlari namlik va atmosfera kislorodini faol ravishda o‘zlashtiradi. Bu ularning sifatining yomonlashishiga olib keladi. Kukunlarni atmosferaga ta’sir qilishdan himoya qilish uchun ular yopiq idishlarda tashilishi, quruq va shamollatiladigan joyda saqlanishi kerak. Uzoq muddatli saqlashdan so‘ng, metall kukunlarini past haroratlarda (zarrachalarning siqilishini oldini olish uchun) tiklash - bo‘shatish tavsiya etiladi.

Temir kukuni (GOST 9849-61 ga muvofiq). Kukun payvandlash elektrodlari, ishqoriy batareyalar, lenta prokati, magnit nuqsonlarni aniqlash, urug‘larni tozalash, rangli metallarni sementlash, bosmaxona sanoatida foydalanish uchun, kimyo sanoatida organik mahsulotlar ishlab chiqarish uchun qaytaruvchi vosita sifatida va boshqa maqsadlar uchun mo‘ljallangan. Kimyoviy tarkibiga ko‘ra, temir kukuni besh guruhga bo‘linadi, ularga an’anaviy ravishda ПЖ-1, ПЖ-2, ПЖ-3, ПЖ-4 va ПЖ -5 nomlari beriladi. Granulometrik tarkibiga ko‘ra, u to‘rt guruhga bo‘linadi: yirik (K), o‘rta (C), mayda (M) va juda mayda (OM). M guruhi kukuni uchta kichik guruhga ega: 1, 2 va 3, ular hajmiy zichligi jihatidan farq qiladi. Narx belgilashda M harfidan keyingi raqamlar kichik guruhni hajmiy zichligi bo‘yicha, g/sm^3 ga ko‘rsatadi (1-jadval):

1-jadval

Temir kukunlarining granulometrik tarkibiga ko‘ra turlari

ПЖ1М1	ПЖ2М1	ПЖ3М1	ПЖ4М1	1,8-2,1
ПЖ1М2	ПЖ2М2	ПЖ3М2	ПЖ4М2	2,2-2,5
ПЖ1М3	ПЖ2М3	ПЖ3М3	ПЖ4М3	2.6-3,0

Temir kukunining kimyoviy tarkibi berilgan standartlarga, granulometrik tarkibi esa maxsus standartlarga mos kelishi kerak. Kukun tarkibida begona aralashmalar va bo‘laklar bo‘lmasligi kerak, uning namligi 0,2% dan oshmasligi kerak.

Zanglamaydigan xrom-nikel po‘latlari va nikeldan purkab olingan kukunlar (GOST 14086-68 ga muvofiq). Kukunlar ОХ18НЮ, Х18Н9 markali xrom-nikel po‘latdan HI, H2 va H3 markali nikeldan havo yoki inert gaz bilan purkash orqali tayyorlanadi va filtr elementlari hamda kukun metallurgiyasidan foydalangan holda turli xil mahsulotlar ishlab chiqarish uchun mo‘ljallangan. Kukunlar uchta markada ishlab chiqariladi: ПРОХ18НЮ, ПРХ18Н9 va ПРН. Marka belgisida harflar quyidagilarni

anglatadi: П – kukun, Р – purkalgan, Х – xrom, Н – nikel. Harflardan keyingi raqamlar qotishma elementining butun birliklardagi taxminiy miqdorini ko‘rsatadi. Granulometrik tarkibga qarab, kukunlar yetti fraksiyada ishlab chiqariladi. Har bir kukun fraksiyasining massa zichligi ikki guruhga bo‘linadi: A va B. Kukunning fraksiya o‘lchamlari, elak tarkibi va massa zichligi standartlarga mos kelishi kerak. Yetkazib berilgan kukundagi asosiy fraksiyaning o‘lchamiga mos kelmaydigan zarrachalarning umumiy miqdori 15% dan oshmasligi kerak. Tomonlarning kelishuviga ko‘ra, bu zarrachalarning umumiy miqdori 25% gacha oshirilishi mumkin. Kukunlar tarkibida begona aralashmalar bo‘lmasligi kerak. Kukunlarning nisbiy namligi 0,2% dan oshmasligi kerak.

Xulosa qilib aytganda, detallarning yuzalariga qoplama qoplash texnologiyasi yeyilgan qismlarning o‘lchami va shaklini samarali tiklash imkonini berib, metall sarfini kamaytirish hamda ta’mirlash xarajatlarini sezilarli darajada qisqartiradi. Bu jarayonda asosiy qismini metall kukunlari asosidagi aralashmalar bajaradi, chunki ular metall-keramika mahsulotlarini ishlab chiqarishda muhim boshlang‘ich material hisoblanadi. Metall kukunlari turli usullar bilan olinib, ularning kimyoviy tarkibi, zarracha o‘lchami, shakli va zichligi bo‘yicha tasniflanadi hamda sifat ko‘rsatkichlari qat’iy standartlar asosida nazorat qilinadi.

Shuningdek, temir kukunlari, xrom-nikel po‘latlari va yuqori legirlangan qotishmalar kukunlari o‘zining fizik-kimyoviy xossalari va qo‘llanish sohalariga ko‘ra keng turdagi sanoat tarmoqlarida ishlatiladi. Ularni to‘g‘ri saqlash va qayta ishlash texnologiyalariga rioya qilish kukunlarning sifatini saqlashda muhim ahamiyatga ega. Umuman olganda, metall kukunlari asosidagi qoplama texnologiyalari zamonaviy sanoatda resurs tejamkor, iqtisodiy samarali va yuqori sifatli tiklash usuli sifatida muhim o‘rin egallaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Дресвянников А.Ф. Получение порошков металлов и их оксидов в жидких средах методом окисления-восстановления: монография / А. Ф. Дресвянников, Ж.В. Межевич. – Москва; Волгда: Инфра-Инженерия, 2023, 148 с.

2. Порошковой металлургия в Беларуси; вызовы времени: сб. науч. ст. / НАП Беларуси, ГНПО порошковой металлургии: редкол.: А.Ф. Ильющенко (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларуская наука, 2017, 532 с.

3. Процессы порошковой металлургии: лаб. практикум / В.Ю. Лопатин [и др.]. – Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2021, 110 с.

ALYUMINIY QOTISHMALARI QIRINDILARINI QAYTA ISHLASH ASOSIDA SIFATLI QUYMALAR OLISHNING INNOVATSION USULLARI

Ibroxim Sodiq Nosirxo‘jayev Alauddin o‘g‘li
Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada alyuminiy qotishmalari qirindilarini qayta ishlash asosida sifatli quymalar olishning innovatsion texnologik usullari tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida qirindilarni qayta eritish jarayonining asosiy texnologik parametrlari, jumladan eritish harorati, flyuslardan foydalanish hamda qirindilarni oldindan zichlashning metall chiqishiga ta’siri o‘rganildi. Shuningdek, qayta eritilgan alyuminiy qotishmalarining strukturaviy holati va mexanik xossalari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari asosida optimal eritish rejimlari aniqlanib, metall yo‘qotilishini kamaytirish hamda quyma sifatini oshirish imkoniyatlari asoslab berildi. Taklif etilgan texnologik yondashuv resurs tejamkorligi, energiya samaradorligi va ekologik afzalliklari bilan tavsiflanadi.

Kirish. Metallurgiya sanoatida resurslardan samarali foydalanish va texnologik chiqindilarni qayta ishlash bugungi kunning dolzarb ilmiy-amaliy masalalaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, alyuminiy va uning qotishmalari mashinasozlik, avtomobilsozlik, aviatsiya hamda elektrotexnika sanoatida keng qo‘llanilishi natijasida ushbu metallga bo‘lgan ehtiyoj keskin ortib bormoqda. Shu bilan birga, ishlab chiqarish korxonalarida katta hajmdagi alyuminiy qirindilari va texnologik chiqindilar hosil bo‘lmoqda.

Birlamchi alyuminiy ishlab chiqarish katta miqdorda elektr energiyasi talab qiladigan texnologik jarayon hisoblanadi. Shu sababli, ikkilamchi alyuminiy resurslarini qayta ishlash orqali energiya sarfini kamaytirish, ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish va ekologik muammolarni qisqartirish imkoniyati yuzaga keladi.

Biroq alyuminiy qirindilarini qayta eritish jarayonida metallning oksidlanishi, kuyishi va gaz bilan to‘yinishi kabi salbiy holatlar kuzatiladi. Bu esa metall chiqishining kamayishiga va quyma sifatining yomonlashishiga olib keladi. Ayniqsa, mayda dispersli qirindilar katta solishtirma sirt maydoniga ega bo‘lgani sababli atmosfera bilan tez reaksiyaga kirishadi.

So‘nggi yillarda alyuminiy qotishmalari qirindilarini qayta ishlashning samarali usullarini ishlab chiqishga qaratilgan ko‘plab ilmiy-tadqiqotlar olib borilmoqda. Jumladan, qirindilarni oldindan briketlash, flyuslardan foydalanish, inert muhitda eritish hamda optimal harorat rejimlarini tanlash asosiy ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot ishining maqsadi alyuminiy qotishmalari qirindilarini qayta ishlash asosida sifatli quymalar olishning innovatsion texnologik usullarini ishlab chiqish va texnologik parametrlarning quyma sifatiga ta’sirini aniqlashdan iborat.

Tadqiqot ishida mexanik ishlov berish sexlarida hosil bo‘lgan alyuminiy qotishmasi qirindilaridan foydalanildi. Tajribalar oldidan qirindilar tarkibidagi moy va mexanik aralashmalar maxsus tozalash usullari orqali bartaraf etildi.

Qayta eritish jarayoni elektr qarshilik pechida amalga oshirildi. Eritish harorati 680–760°C oralig‘ida o‘zgartirildi. Metallning oksidlanishini kamaytirish maqsadida xlorid-ftorid asosidagi flyuslar qo‘llanildi. Qirindilarni oldindan zichlashning texnologik samaradorlikka ta’siri ham o‘rganildi

Tajriba davomida quyidagi ko‘rsatkichlar tahlil qilindi:

1.metall chiqishi;

2.metall yo‘qotilishi;

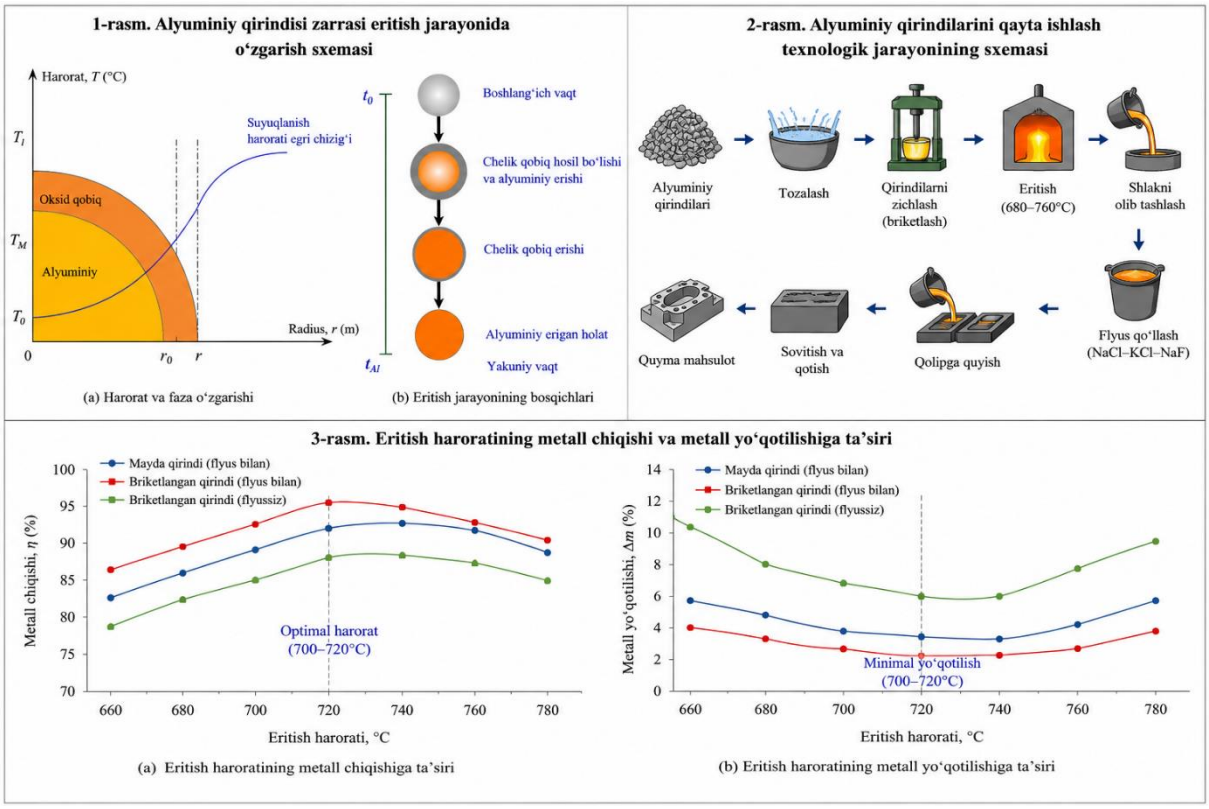
3.quyma sifati;

4.g‘ovaklik darajasi;

5.strukturaviy bir jinslilik;

6.mexanik mustahkamlik.

Texnologik jarayon sxemasi

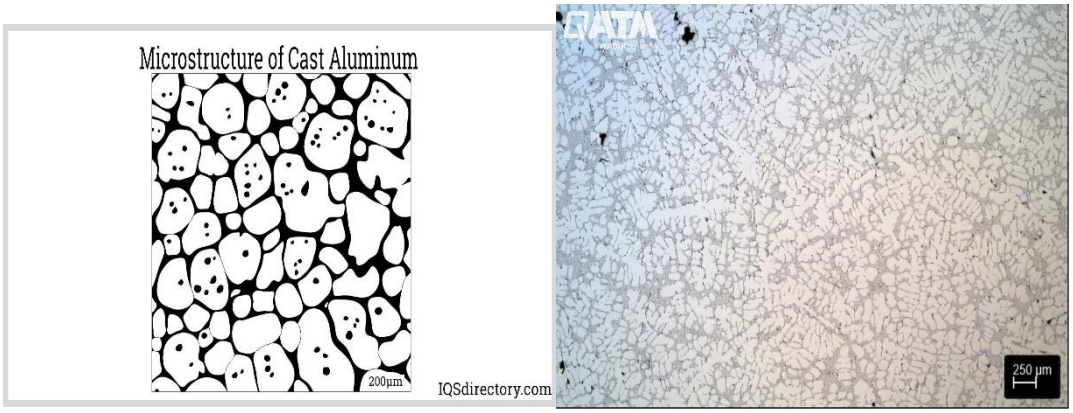


1-rasm. Alyuminiy qotishmalari qirindilarini qayta ishlashning texnologik jarayon sxemasi.

Tadqiqot natijalari va muhokama. Tadqiqot natijalari alyuminiy qotishmalari qirindilarini qayta eritishda eritish harorati va flyuslardan foydalanish quyma sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. Tajriba natijalariga ko‘ra, 700–720 °C oralig‘idagi eritish harorati optimal texnologik rejim sifatida baholandi.

Ushbu harorat oralig‘ida metallning oksidlanishi kamayib, metall chiqishi yuqori ko‘rsatkichni tashkil etdi. Haroratning 750 °C dan yuqori qiymatlarida esa metall kuyishi kuchaygani kuzatildi.

Qirindilarni oldindan zichlash usuli metall chiqishini oshirishga ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. Zichlangan qirindilar atmosfera bilan kamroq kontaktga kirishgani sababli oksidlanish darajasi kamaydi va qayta eritish samaradorligi ortdi. Flyuslardan foydalanish eritma yuzasida himoya qatlami hosil qilib, metallning kuyishini kamaytirdi. Metallografik tahlillar flyus qo‘llanilgan namunalarda strukturaviy bir jinslilik yaxshilanganini ko‘rsatdi.



2-rasm. Qayta eritilgan alyuminiy qotishmalarining mikrostrukturasi.

Metallografik kuzatuvlar natijasida optimal texnologik parametrlar asosida olingan namunalarda strukturaviy bir jinslilik yaxshilangani hamda g‘ovaklik darajasi kamaygani aniqlandi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari asosida alyuminiy qotishmalari qirindilarini qayta ishlashda optimal eritish rejimlarini tanlash sifatli quymalar olishning asosiy omillaridan biri ekanligi aniqlandi. Qirindilarni oldindan zichlash metall chiqishini oshirib, oksidlanish darajasini kamaytirishi tajribalar asosida tasdiqlandi. Flyuslardan foydalanish esa metallning kuyishini kamaytirib, quyma strukturasining bir jinsli shakllanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatdi.

Taklif etilgan texnologik yondashuv:

– metall yo‘qotilishini kamaytiradi;

– energiya sarfini qisqartiradi;

– resurslardan samarali foydalanishni ta’minlaydi;

– ekologik xavfsizlikni oshiradi.

Mazkur texnologiya metallurgiya korxonalarida alyuminiy qotishmalari chiqindilarini samarali qayta ishlash va yuqori sifatli quymalar ishlab chiqarishda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1.Axmedov A.A. Metallurgik jarayonlar nazariyasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021, 286 b.

2.Abdullayev Sh.R., Karimov B.T. Ikkilamchi alyuminiy qotishmalarini qayta ishlash texnologiyasi // Respublika ilmiy-texnik jurnali. – 2022. – №4. – B. 41–46.

3.Callister W.D. Materials Science and Engineering: An Introduction. – New York: Wiley, 2020, 960 p.

4. 21. – 300 c.

ALYUMINIY QOTISHMALARINI SUYUQLANTIRISHDA HOSIL BO‘LADIGAN SHLAKLARNI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH ASOSIDA RESURS TEJAMKORLIKNI TA’MINLASH

N.T. Nazarova, Sh.T. Toshmatova.
O‘zbekiston-Yaponiya yoshlar innovatsiya markazi

Alyuminiy va uning qotishmalari mashinasozlik, aviatsiya va qurilish sanoatida keng qo‘llaniladi. Ularni suyuqlantirish jarayonida ma’lum miqdorda shlak hosil bo‘ladi. Ushbu shlak tarkibida sezilarli miqdorda metall qolib ketadi, bu esa iqtisodiy yo‘qotishlarga olib keladi. Shu sababli, shlaklarni qayta ishlash dolzarb muammolardan biri hisoblanadi.

Alyuminiy shlaklari asosan oksidlar, metall qoldiqlari va turli qo‘shimchalardan tashkil topadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, shlak tarkibida 10–30% gacha alyuminiy bo‘lishi mumkin. Bu esa uni qayta ishlash orqali qayta foydalanish imkonini beradi.

Shlaklarni qayta ishlashning asosiy usullari quyidagilardan iborat:

- mexanik ajratish (maydalash va saralash);
- termik qayta ishlash (qayta eritish);
- kimyoviy usullar (reaksion ajratish).

Eng samarali usullardan biri bu shlakni maxsus pechlarda qayta eritish orqali metallni ajratib olishdir. Ushbu jarayonda fluxlar qo‘llanilib, metallning ajralib chiqish darajasi oshiriladi.

Shuningdek, zamonaviy texnologiyalarda inert gazlar yordamida degazatsiya qilish va modifikatsiyalash jarayonlari ham qo‘llanilib, metall yo‘qotilishini kamaytirish mumkin.

Taklif etilayotgan texnologiya quyidagi natijalarni beradi:

- alyuminiy yo‘qotilishini 15–20% ga kamaytirish;
- ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish;
- chiqindilar hajmini qisqartirish;
- ekologik xavfsizlikni oshirish.

Bundan tashqari, shlakni qayta ishlash orqali ikkilamchi xomashyo bazasi kengayadi va tabiiy resurslardan foydalanish kamayadi.

Alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirishda hosil bo‘ladigan shlaklarni qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish resurs tejamkorlikni ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Ushbu yo‘nalishda ilmiy asoslangan texnologiyalarni joriy etish sanoat samaradorligini oshirish bilan birga ekologik muammolarni ham kamaytiradi.

11. Бельский В. В., Кудрявцев А. А. Металлургия железа и стали. – М.: Металлургия, 2010.

12. Левин В. И. Технология переработки отходов металлургического производства. – М.: Академия, 2015.

PRODUCTION OF 300X32N2PL ALLOY FROM FX650 FERROCHROME USING ELECTRIC ARC FURNACE TECHNOLOGY

Sheroz Burkhonov, Nodir Turaxodjayev Doctor of Technical Sciences, Professor
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

The demand for high-performance materials resistant to heat, corrosion, and mechanical stress is increasing across various industries, particularly in energy, chemical, and metallurgy sectors. The 300X32N2PL alloy, made from FX650 ferrochrome, is known for its excellent mechanical, heat, and corrosion resistance properties. This thesis focuses on the production of the 300X32N2PL alloy using Electric Arc Furnace (EAF) technology. EAF offers high energy efficiency and precise control, making it an ideal method for large-scale alloy production.

1.Properties of FX650 Ferrochrome and 300X32N2PL Alloy

FX650 Ferrochrome: FX650 ferrochrome is an alloy composed primarily of iron (Fe) and chromium (Cr), with additional elements such as nickel (Ni) and molybdenum (Mo) to enhance its properties. The high chromium content gives it excellent heat and corrosion resistance.

300X32N2PL Alloy: This alloy is designed to withstand high temperatures, resist corrosion, and endure mechanical stress. It is ideal for use in aggressive chemical environments and high-pressure conditions in industries such as energy and heavy machinery.

2. Electric Arc Furnace (EAF) Technology

EAF is a powerful method for producing alloys, utilizing high-energy electric arcs between electrodes to melt metals. The key advantages of using EAF technology include: High efficiency: Fast melting and precise control over the process. Energy savings: EAFs consume less energy compared to other furnace types, reducing costs. Process control: The ability to control temperature and chemical composition accurately ensures the production of high-quality alloys.

3. Production Process Using Electric Arc Furnace

3.1 Raw Material Selection: The primary raw material is FX650 ferrochrome, which consists of iron and chromium. Additional elements such as nickel, molybdenum, and vanadium are added to adjust the alloy’s properties for specific applications.

3.2 Melting Process: The EAF generates high temperatures using electric arcs. The electrodes pass electric current through the furnace, rapidly melting the raw materials into molten metal. This process is fast and energy-efficient, making it ideal for large-scale production.

3.3 Composition Adjustment: During the melting process, elements like chromium and nickel are added to adjust the chemical composition of the alloy. The high

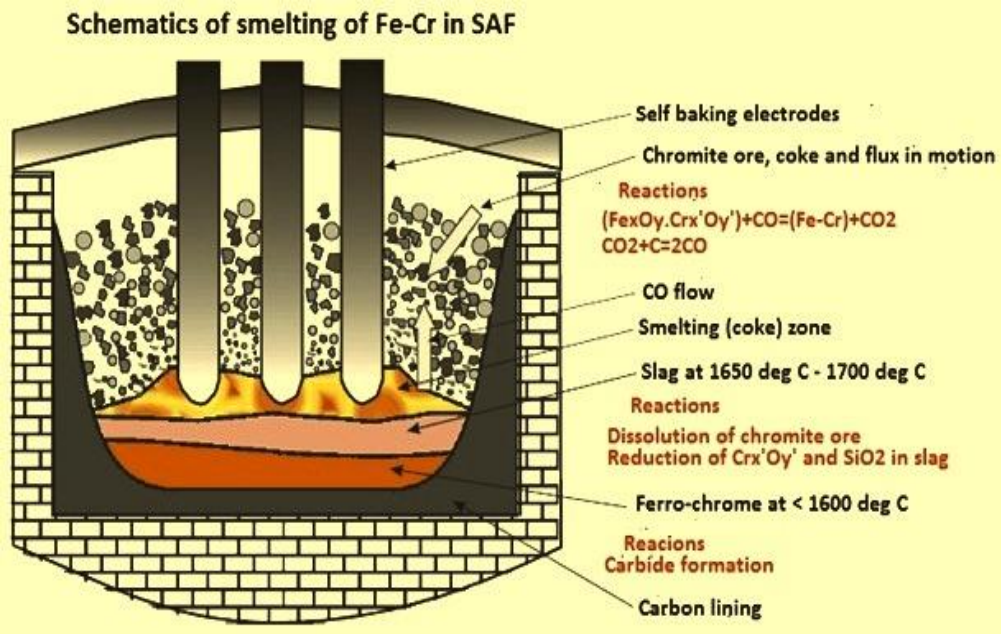
temperature of the EAF ensures that the elements are evenly distributed throughout the molten metal.

3.4 Cooling and Solidification: Once the alloy is produced, it is removed from the furnace and cooled. The cooling process is controlled to maintain the desired crystalline structure, improving the alloy's mechanical properties.

3.5 Mechanical Processing: After solidification, the alloy is subjected to mechanical processes like rolling or cutting to achieve the required size and shape. This step is crucial for ensuring the material is suitable for its intended applications.

3.6 Quality Control: The final product undergoes testing to ensure it meets the required standards. Tests include: Mechanical testing: Tensile and compression tests to measure strength and durability. Corrosion resistance: Exposing the alloy to various chemicals and environments to check its durability.

Heat resistance: Testing how the alloy performs at elevated temperatures.



4. Technological Improvements and Innovations

Several technological innovations can further enhance the EAF process: Automation: Advanced control systems allow for real-time monitoring and adjustments, improving consistency and reducing errors. Energy-efficient electrodes: New types of electrodes increase the efficiency of the furnace while reducing energy consumption. Recycling: Incorporating scrap materials into the process helps reduce waste and improve sustainability.

5. Conclusion

The use of Electric Arc Furnace technology for producing 300X32N2PL alloy from FX650 ferrochrome offers several advantages, including high efficiency, energy savings, and precise control over the final product's composition. This method is ideal for large-scale alloy production and ensures that the alloy meets the necessary mechanical, heat, and corrosion resistance properties for demanding industrial applications.

RAQAMLI ISHLAB CHIQISHNI RIVOJLANTIRISHDA CNC TEXNOLOGIYALARINING O‘RNI

Sheroz Burhonov, Nodir To‘raxodjayev Texnika fanlari doktori, professor
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Raqamli ishlab chiqarish (Digital Manufacturing) – bu yangi texnologiyalarni qo‘llash orqali mahsulotlarni loyihalash, ishlab chiqarish va nazorat qilishning raqamli asoslangan jarayonidir. Bugungi kunda raqamli ishlab chiqarish sohasida CNC (Computer Numerical Control) texnologiyalari keng tarqalgan bo‘lib, ular ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, tezlashtirish va yuqori sifatni ta’minlashga yordam beradi. Ushbu tezisda, CNC texnologiyalarining raqamli ishlab chiqarish sohasida rivojlanishi va ularning sanoatdagi ahamiyati ko‘rib chiqiladi.

CNC Texnologiyalarining Asosiy Prinsiplari

CNC texnologiyalari – bu kompyuter yordamida boshqariladigan dastgohlar orqali materiallarni yuqori aniqlikda qayta ishlash jarayonidir. CNC texnologiyasining asosiy prinsipi quyidagicha:

Kompyuter dasturlari: Dastgohlar kompyuter yordamida avtomatik ravishda boshqariladi. Texnologiya ishlab chiqarish jarayonini raqamli formatda rejalashtirish va nazorat qilish imkonini beradi.

Dastgohlar: CNC dastgohlar, CNC frezalash, CNC tokarlik, 3D metall parashokli CNC ishlab chiqarishni yuqori aniqlik va takrorlanish bilan amalga oshiradi.

Yuqori aniqlik: CNC texnologiyalari orqali ishlab chiqarish jarayonida material-larning yuqori aniqlikda ishlov berilishi, qismlar va mahsulotlarning mukammal sifatini ta’minlaydi.

Mavjud muammolar:

Hozirgi ishlab chiqarish tizimlarida quyidagi asosiy muammolar mavjud:

❌ Past aniqlik va sifat muammosi
– qo‘lda ishlov berish natijasida sifatsiz mahsulotlar ko‘p
❌ Ishlab chiqarish samaradorligining pastligi
– jarayonlar sekin va optimal emas
❌ Inson omiliga yuqori bog‘liqlik
– xatolar va nosozliklar ko‘p uchraydi
❌ Uskunalar eskirgan va nazorat tizimi sust
– nosozliklar oldindan aniqlanmaydi
❌ Resurslardan samarasiz foydalanish
– ortiqcha material va energiya sarfi
❌ Global bozorda raqobatbardoshlik pastligi
– sifat va standartlar talabiga to‘liq javob bermaydi

Asosiy kutilayotgan natijalar:

1. Ishlab chiqarish samaradorligi oshadi
- Unumdorlik 20–40% gacha ortadi
- Bir xil vaqt ichida ko‘proq mahsulot ishlab chiqariladi
- Ishlab chiqarish vaqti qisqaradi

2. Mahsulot sifati yaxshilanadi
- CNC va raqamli nazorat orqali yuqori aniqlik ta’minlanadi
- Brak mahsulotlar 30–50% gacha kamayadi

3. Xarajatlar kamayadi
- Xomashyo va energiya sarfi optimallashtiriladi (10–20% tejash)
- Nosozliklar va to‘xtab qolishlar kamayadi

4. Raqamli boshqaruv tizimi shakllanadi
- Real vaqt monitoring yo‘lga qo‘yiladi
- Barcha jarayonlar yagona tizimda boshqariladi (MES/ERP)
- Inson omiliga bog‘liqlik kamayadi
- Jarayonlar barqaror va nazorat ostida bo‘ladi

5. Korxona raqobatbardoshligi oshadi
- Mahsulot xalqaro standartlarga moslashadi
- Eksport imkoniyatlari kengayadi

6. Kadrlar salohiyati rivojlanadi
- Zamonaviy texnologiyalarni biladigan mutaxassislar yetishib chiqadi
- Xodimlarning malakasi oshadi.

Xulosa. CNC texnologiyalarining raqamli ishlab chiqarishda o‘rni har qachongidan ham muhimroq bo‘lib, ular mahsulot sifatini oshirish, ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirish va xarajatlarni kamaytirish uchun samarali vositadir. CNC texnologiyalari yordamida ishlab chiqarish jarayonlari yanada optimallashtirilmoqda, ishlab chiqarilgan mahsulotlarning aniqligi va sifat darajasi oshmoqda. Kelajakda, sun’iy intellekt, avtomatizatsiya va boshqa innovatsion texnologiyalar yordamida CNC texnologiyalarining samaradorligi yanada oshadi.

METALLARGA BOSIM BILAN ISHLOV BERISHDA DEFORMATSIYA TURLARI

T.f.d. prof. Abdullayev Fatxulla Sagdullayevich,
t.f.f.d. (PhD) Hasanov Kamoliddin Akmal o‘g‘li,
assistent Komilov Islomjon Raimqul o‘g‘li,
tayanch doktorant Abdullayev Rufat Fatxullayevich,
magistr Jalolov Jafar Jamol o‘g‘li.
Toshkent davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

Metallarga bosim bilan ishlov berish jarayonida mustahkamlanish va yumshash jarayonlari ma’lum tezliklarda vaqt davomida kechadi. Bu tezliklar deformatsiya sharoitlari (harorat, deformatsiya tezligi va deformatsiya darajasi) hamda deformatsi-yalanayotgan metallning tabiati bilan belgilanadi.

Qaysi jarayon ustunlik qilishiga qarab, deformatsiya natijalari turlicha bo‘ladi. S.I. Gubkin tasnifiga ko‘ra deformatsiya quyidagi turlarga bo‘linadi: issiq deformatsiya, to‘liqmas issiq deformatsiya, to‘liqmas sovuq deformatsiya va sovuq deformatsiya.

To‘liq yumshash bilan kechadigan deformatsiya issiq deformatsiya deb ataladi. Bunda rekristallanish jarayoni to‘liq sodir bo‘lishga ulguradi. Natijada metall hech qanday mustahkamlanish izlarisiz, to‘liq rekristallangan va teng o‘qli mikrostrukturaga ega bo‘ladi.

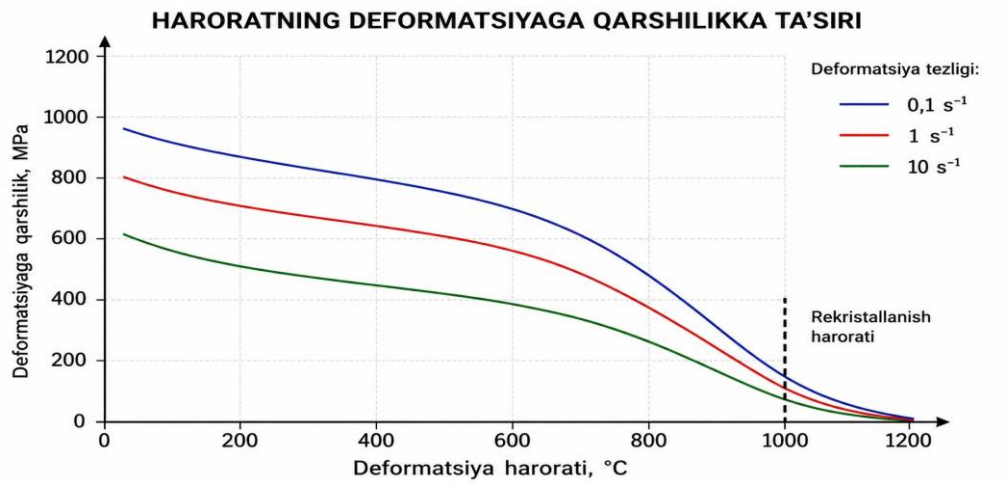
To‘liqmas issiq deformatsiya (to‘liq bo‘lmagan yumshash bilan) jarayonida rekristallanish to‘liq yakunlanmaydi. Bu holatda deformatsiya vaqtida ham, deformatsiya tugagandan keyin ham metall tarkibida ikki xil mikrostruktura bir vaqtning o‘zida mavjud bo‘ladi:

- rekristallangan (teng o‘qli donachali);
- rekristallanmagan (cho‘zilgan donachali).

Rekristallanmagan donato‘liqmasining mavjudligi deformatsiyaning notekisligini oshiradi. Bu esa metallning plastikligini kamaytirib, yemirilish ehtimolini kuchaytiradi. To‘liqmas issiq deformatsiyaga uchragan metall katta qoldiq kuchlanishlarga ega bo‘ladi va yetarli plastiklik bo‘lmaganda buzilish yuz berishi mumkin.

To‘liqmas issiq deformatsiya deformatsiya harorati rekristallanish boshlanish haroratidan biroz yuqori bo‘lganda kuzatiladi. Deformatsiya tezligi ortishi bilan bu holat yuzaga kelish ehtimoli ham oshadi (1-rasm).

Ayniqsa quyma metallarga ishlov berishda to‘liqmas issiq deformatsiyadan qochish lozim, chunki u pokovka sifatining pasayishiga olib keladi. Bu turdagi deformatsiya rekristallanish tezligi kichik bo‘lgan qotishmalarda (masalan, ayrim alyuminiy va magniy qotishmalarida) oson yuzaga keladi. Shu sababli, bunday qotishmalar kichik deformatsiya tezliklarida ishlanadi.



1-rasm. Deformatsiya harorati va deformatsiya tezligining metallning deformatsiyaga qarshiligiga ta'siri.

To‘liqmas sovuq deformatsiya (to‘liq bo‘lmagan mustahkamlanish bilan) deb rekristallanish sodir bo‘lmaydigan, biroq qaytish jarayoni yuz berishga ulguradigan deformatsiyaga aytiladi. Natijada metall rekristallanish izlarisiz tasmasimon mikrostrukturaga ega bo‘ladi, katta deformatsiyalarda esa deformatsion tekstura hosil bo‘ladi. Bunday metallning plastik xossalari qaytishsiz deformatsiyalangan metallga nisbatan yuqoriroq, mustahkamlik xossalari esa biroz pastroq bo‘ladi.

To‘liqmas sovuq deformatsiya harorati qaytish boshlanish haroratidan yuqori bo‘lganda kuzatiladi. Bunda deformatsiya tezligi qaytish jarayoni to‘liq sodir bo‘lishiga imkon beradigan darajada bo‘lishi kerak.

Sovuq deformatsiya (to‘liq mustahkamlanish bilan) jarayonida rekristallanish ham, qaytish ham sodir bo‘lmaydi va deformatsiyalangan metall mustahkamlanishning barcha belgilariga ega bo‘ladi. Sovuq deformatsiya qaytish boshlanish haroratidan past haroratlarda amalga oshadi.

Metallarga bosim bilan ishlov berishda deformatsiya turi metallning mikrostrukturasi va mexanik xossalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Deformatsiya jarayonida harorat va deformatsiya tezligi asosiy omillar hisoblanib, ular rekristallanish hamda mustahkamlanish jarayonlarining borishiga ta’sir qiladi.

Issiq deformatsiyada metall to‘liq rekristallanib, yuqori plastiklikka ega bo‘ladi. To‘liqmas issiq deformatsiyada esa rekristallanishning to‘liq kechmasligi natijasida qoldiq kuchlanishlar va strukturaviy notekisliklar yuzaga keladi. Sovuq deformatsiyada metallning mustahkamligi ortadi, biroq plastikligi kamayadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Колмогоров В. Л. Напряжения. Деформации. Разрушение / В. Л. Колмогоров. – М.: Металлургия, 1970, 229 с.

2. Машиностроение. Энциклопедия: В 40 т. Т. IV-4. Машины и оборудование кузнечно-штамповочного и литейного производства / Под ред. Ю.А. Бочарова, И.В. Матвеенко. – М.: Машиностроение, 2005, 926 с.

3. Кобелев А.Г., Троицкий В.П., Мохов А.И. Оборудование кузнечно-штамповочных цехов В 2 ч. Ч. 2. Молоты. Машины специального назначения: Учеб. для вузов. – Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2001, 288 с.

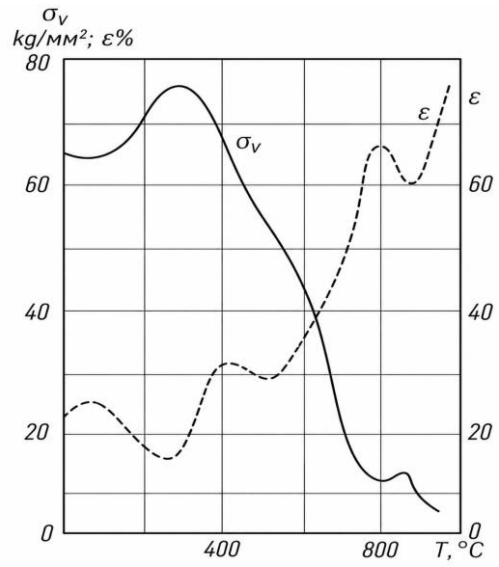
DEFORMATSIYA HARORATINING METALL DEFORMATSIYAGA QARSHILIGI VA PLASTIKLIK XOSSALARIGA TA’SIRI

T.f.d., professor Abdullayev Fatxulla Sagdullayevich,
t.f.f.d. (PhD) Hasanov Kamoliddin Akmal o‘g‘li,
assistent Komilov Islomjon Raimqul o‘g‘li,
magistr Diyorov Salohiddin Farhod o‘g‘li,
talaba Ismatov Sardorxon Po‘lat o‘g‘li.
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

Metall haroratining ortishi uning mexanik tavsiflariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Harorat oshishi bilan mustahkamlik va plastiklik ko‘rsatkichlarining o‘zgarish jarayonini 1-rasmda keltirilgan grafiklar orqali kuzatish mumkin. Grafiklardan ko‘rinadiki, uglerodli po‘latni taxminan 100°C gacha qizdirish metallning plastikligini biroz oshirib, deformatsiyaga qarshiligini kamaytiradi.

Haroratning keyinchalik taxminan 300°C gacha ortishi esa plastiklikning sezilarli kamayishiga va mustahkamlikning ortishiga olib keladi. Ushbu holat “ko‘k mo‘rtlik” zonasi deb ataladi. Bu hodisa, ehtimol, eskirish jarayoniga o‘xshash ravishda sirpanish tekisliklari bo‘ylab juda mayda karbid zarrachalarining ajralib chiqishi bilan izohlanadi.

Haroratning yanada oshishi metall mustahkamligining asta-sekin, biroq sezilarli ravishda kamayishiga olib keladi. Taxminan 1000°C haroratda metallning mustahkamlik chegarasi 10 martadan ortiq kamayadi.



1-rasm. Metallning deformatsiyaga qarshiligi (σ_v) va plastikligi (ε) ning haroratga bog‘liqligi.

Plastiklik ko‘rsatkichlari uchun rekristallanish to‘liq amalga oshmaydigan, ya’ni to‘liqmas issiq deformatsiya sodir bo‘lishi mumkin bo‘lgan haroratlar sohasida hamda fazaviy o‘zgarishlar haroratlari oralig‘ida ma’lum darajada kamayish kuzatiladi. Ko‘pincha ushbu ikkala hodisa deyarli bir xil haroratlarda yuz beradi.

Fazaviy o‘zgarishlar haroratlari oralig‘ida plastiklikning kamayishi deformatsiyalanayotgan metall tarkibida xossalari turlicha bo‘lgan ikki fazaning bir vaqtda mavjud bo‘lishi bilan izohlanadi. Bu esa kuchlanganlik holatining notekisligini oshiradi.

Erish haroratidan biroz past haroratlarda plastiklikning keskin kamayishi kuzatiladi. Bu hodisa donachalarning yiriklashishi va keyinchalik metallning kuyishi (donacha chegaralarining oksidlanishi) natijasida yuzaga keladi. Boshqa metall va qotishmalar uchun ham mustahkamlik va plastiklik ko‘rsatkichlarining haroratga bog‘liqlik grafiklari shunga o‘xshash xarakterga ega bo‘ladi.

Barcha metall va qotishmalar uchun umumiy qonuniyat shundan iboratki, ular eng yuqori plastiklikka rekristallanish haroratlarida, ya’ni issiq deformatsiya sharoitlarida ega bo‘ladi. Shu bilan birga, bu sharoitlarda mustahkamlik ko‘rsatkichlari va deformatsiyaga qarshilik qiymatlari minimal bo‘ladi.

Metallni issiq deformatsiya haroratigacha qizdirishda plastiklikning ortishi atomlar harakatchanligining oshishi bilan bog‘liq. Bundan tashqari, plastiklikning ortishiga boshqa omillar ham ta’sir ko‘rsatadi. Masalan, issiq deformatsiya sharoitida odatda, qo‘shimchalar miqdori yuqori bo‘lgan kristallararo qatlamlarning plastikligi sezilarli darajada ortadi. Bu holat, tarkibida qo‘shimchalar ko‘p bo‘lgan chegara qatlamlarining termodinamik barqarorligi pastroq va ularning erish harorati asosiy metall donachalarining erish haroratidan kichikroq bo‘lishi bilan tushuntiriladi.

Issiq deformatsiya haroratigacha qizdirilganda donachalararo qatlamlarning mustahkamligi donachalarning mustahkamligiga nisbatan tezroq kamayadi va umumiy deformatsiyada kristallararo deformatsiyaning ulushi ortadi. Shu bilan birga, bu qatlamlarning mo‘rtligi kamayadi va ularda mikro yoriqlar hosil bo‘lish ehtimoli pasayadi.

Mikro yoriqlar hosil bo‘lish xavfining kamayishi deformatsiya jarayonida ularning “tiklanishi” mumkinligi bilan ham izohlanadi. Ikki fazali qotishmalarda deformatsiya vaqtida mikro yoriqlarning tiklanishini tushuntirishda A.A. Bochvar tomonidan aniqlangan bir faza kristallitlari atomlarining boshqa faza kristallitlariga sakrashsimon ko‘chishi hodisasi muhim ahamiyatga ega. Ushbu hodisa A.A. Bochvar tomonidan plastik deformatsiyaning eritma-cho‘kma turi deb nomlangan.

Fazalararo atomlar almashinuvi jarayonida mikroskopik yoriqlar “tiklanadi”, chunki metallning cho‘kishi mikrobo‘shliqlarda osonroq sodir bo‘ladi.

Harorat oshishi bilan atomlarning harakatchanligi ortganligi sababli, mikro yoriqlarning “tiklanishi” ham issiq deformatsiya haroratlarida osonroq amalga oshadi.

Shunday qilib, issiq deformatsiya sharoitida metallarga bosim bilan ishlov berish minimal deformatsiyalash kuchlarini talab qiladi va zagotovkaning maksimal shakl o‘zgarishini ta’minlaydi.

Biroq kichik o‘lchamli zagotovkalar uchun deformatsiyaning belgilangan harorat rejimini saqlash qiyin hisoblanadi. Chunki sovuq asbob bilan kontakt paytida sovish va tashqi muhitga issiqlik yo‘qotilishi kuzatiladi. Bu yo‘qotishlar zagotovka yuzasi maydonining hajmiga nisbati ortishi bilan kuchayadi. Shu sababli, issiq bosim bilan ishlov berish odatda yirik va o‘rta o‘lchamli zagotovkalar uchun qo‘llaniladi (qalinligi taxminan 10 mm dan ortiq listli zagotovkalar va massasi 0,1 kg dan katta sortli metall zagotovkalar).

Kichik o‘lchamli va yupqa listli zagotovkalarga odatda sovuq yoki to‘liqmas sovuq deformatsiya sharoitida ishlov beriladi.

Ko‘pgina metallarda issiq deformatsiya haroratlari sirt qatlamlarining intensiv oksidlanish haroratlariga to‘g‘ri keladi, uglerodli po‘latlarda esa bu haroratlarda sirt qatlamlarining uglerodsizlanishi kuzatiladi. Bu holat issiq ishlov berilgan zagotovkalar sirt sifatining yomonlashishiga olib keladi va keyingi mexanik ishlov uchun katta belgilashni talab qiladi.

Deformatsiyalash kuchlarini sovuq deformatsiyaga nisbatan kamaytirish bilan birga, sirt sifatini yaxshilash hamda issiq shtamplashga nisbatan yuqori aniqlikdagi shtamplangan zagotovkalar olishga bo‘lgan intilish natijasida ayrim hollarda yarim issiq shtamplash usuli qo‘llanila boshlandi. Ushbu usul to‘liqmas issiq deformatsiya sharoitlariga yaqin rejimlarda amalga oshiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. B. Scholtes, R. Boulais-Sinou, A. Settefrati, D. Pino Mu˜noz, I. Poitrault, A. Montouchet, N. Bozzolo, and M. Bernacki, “3D level set modeling of static recrystallization considering stored energy fields,” Computational Materials Science, 122, (2016): 57–71.

2. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т. 2. Горячая объемная штамповка / Под ред. Е.И. Семенова. – М.: Машиностроение, 2010, 720 с.

3. Малинин Н.Н. Ползучесть в обработке металлов: учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2022, 221 с.

4. Яковлев С.П., Чудин В.Н. и др. Изотермическое деформирование высокопрочных анизотропных материалов. – М.: Машиностроение, 2003, 427 с.

DEFORMATION PROPERTIES OF METALS IN PRESSURE PROCESSING

Xasanov Kamoliddin Akmal ugli[1], PhD; Liang Zhenglong[2], associate Professor, PhD; Quralov Shoxrux Norbobo ugli[1]; Abdugafforov Mehmonali Bekzod ugli[1]; Artiqov Ixtiyor Sevdiyor ugli[1]

[1]Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Uzbekistan

[2]Lanzhou University of Technology, People's Republic of China

Metal forming (processing metals under pressure) is one of the most widely used and efficient technological processes in industry. Using this method, it is possible not only to give metal products the required shape, but also to improve their mechanical properties. During processing under pressure, the metal deforms under the influence of external forces, and this process has a significant effect on the metal's internal structure.

In terms of its physical nature, the processing of metals under pressure is a process of plastic deformation. The plastic deformation of a single crystal occurs through slip (glide) and through twinning.

The mechanism of plastic deformation in polycrystals is considerably more complex. This is explained by the fact that, in polycrystalline materials, grains differ from one another in shape and size, possess non-uniform physical and mechanical properties, and have various orientations of slip planes and directions relative to the applied deforming load.

Two types of deformation in polycrystalline materials are distinguished:

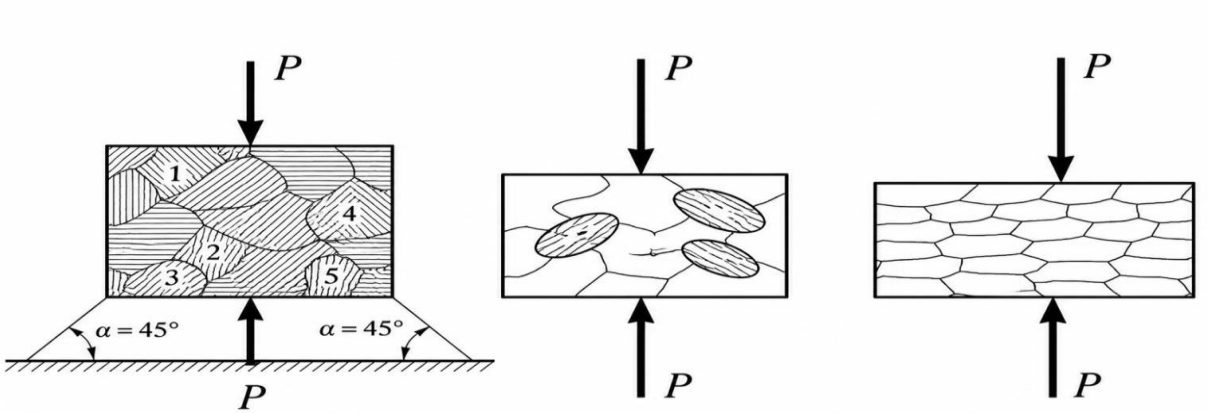
- intragranular (within the grains, inside the crystals);
- intergranular (along the grain boundaries, between the crystals).

The first occurs through slip and twinning, similar to deformation in an individual single crystal, while the second proceeds by the rotation and relative displacement of grains with respect to one another. Both types of deformation take place simultaneously in polycrystalline materials.

Because the grains in a polycrystal have different orientations of slip planes, plastic deformation under external forces does not begin simultaneously in all grains. First, the most favorably oriented grains deform-namely, those whose shear (slip) planes are inclined at an angle of about 45° to the direction of the applied force (Fig. 1a). As deformation proceeds, the orientation of the slip planes changes toward smaller angles, and a greater load is required to continue slip along the same planes.

The remaining grains rotate due to the moments of forces arising on shear planes inclined at 45° to the loading axis. After this rotation, they also undergo deformation (Fig. 1b). As a result of plastic deformation, the shape of the grains changes. The grains become elongated in the direction of deformation and form a fibrous structure, in which the crystal lattices acquire a common orientation (Fig. 1c).

Plastic deformation of metals occurs both during cold and hot pressure processing.



a) **b)** **c)**

Figure 1. Schematic diagram of the development of plastic deformation in polycrystals

During cold pressure processing of metals, the metal becomes significantly strengthened and loses its ductility. If it is necessary to continue pressure processing, the workpiece is heated. Products obtained through cold deformation are characterized by high strength properties, precise dimensions, and a smooth surface. However, only highly ductile materials can be processed in this way.

During hot pressure processing of metals, deformation is carried out at temperatures above the recrystallization temperature. In this case, strain hardening is completely eliminated, the metal acquires an equiaxed grain structure, while the fibrous structure is retained. The more the metal is heated, the higher its ductility and the lower its resistance to deformation (for carbon steel, by 10–15 times). At the same time, overheating near the solidus line must be avoided, as it leads to burning (oxidation along grain boundaries).

Proper use of deformation laws during metal pressure processing makes it possible to utilize materials in the most efficient way. By correctly selecting hot and cold processsing regimes, it is possible not only to obtain the required shape, but also to improve the mechanical properties of the part and reduce its production cost several times.

References:

1. Abdullaev F.S., Maxkamov Q.X. Metallarga bosim bilan ishlov berish asoslari. O‘quv qo‘llanma. – T.: TDTU, 2000. - 400 b.

2. Larin S.N., Chudin V.N., Pasynkov A.A. Upsetting of edge thickening on housings under non-stationary viscoplastic deformation // Non-ferrous metals. 2020, v.7, pp. 88–78.

3. Лосов М.Г. Теория пластической деформация металлов. Учебное пособие. – Самара.: Изд-во СГАЕУ, 2010. - 175 с.

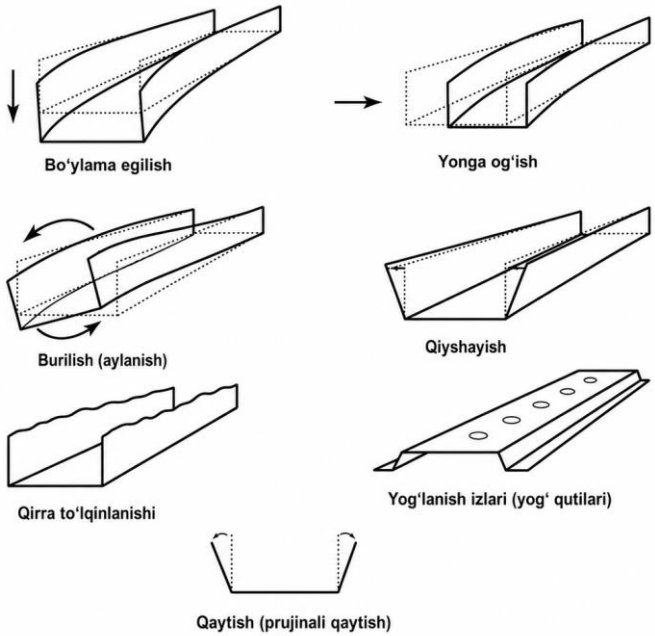
PROKATLAB PROFILLASHDA HOSIL BO‘LADIGAN NUQSONLAR

T.f.f.d. (PhD) Hasanov Kamoliddin Akmal o‘g‘li[1],
tayanch doktorant Rayimqulov Sanjar Xayrulla o‘g‘li[1],
Suleymonova Xurriyat Kuchkarovna[2],
talaba Shovxiddinova Zarina Baxriddinovna[1],
talaba Jo‘raqulova Sabrina O‘ktam qizi[1],
[1]Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O‘zbekiston,
[2]Olmaliq shahar 1-son texnikumi, Toshkent viloyati, O‘zbekiston.

Prokatlab profillash jarayonida yuzaga keladigan nuqsonlar detalning loyihaviy geometrik shakli bilan amalda hosil bo‘lgan shakli o‘rtasidagi nomuvofiqlik sifatida tavsiflanadi. Ushbu nuqsonlar kelib chiqish sabablariga ko‘ra asosan ikki katta guruhga bo‘linadi.

Birinchi guruh egilish zonasining tashqi sirtida hosil bo‘ladigan yoriqlar bilan bog‘liq. Mazkur yoriqlar minimal egilish radiusiga bog‘liq bo‘lib, u asosan material turi va uning qalinligi bilan belgilanadi. Eglish radiusining ruxsat etilgan minimal qiymatdan kichik tanlanishi profilning tashqi qismida yoriqlar paydo bo‘lishiga olib keladi.

Ikkinchi guruh esa profil hosil qilish sxemasi, shakl beruvchi asboblarning noto‘g‘ri loyihalanishi yoki prokat jo‘valari orasidagi oraliqning noto‘g‘ri sozlanishi natijasida yuzaga keladigan nuqsonlarni o‘z ichiga oladi. Bunday nuqsonlar asosan bo‘ylama egilish, yonga og‘ish, buralish, qiyshayish, qirra to‘lqinlanishi, yuzaning mahalliy botiq-qavariqligi hamda prujinali qaytish ko‘rinishida namoyon bo‘ladi (1-rasm).



1-rasm. Prokatlab profillash jarayonida hosil bo‘ladigan geometrik deformatsiyalar va shakl nuqsonlarining sxematik tasviri.

Bo‘ylama egilish, yonga og‘ish, buralish va qirralarning to‘lqinlanishi kabi nuqsonlarning yuzaga kelishi bo‘ylama deformatsiyalar bilan bog‘liq. Prokatlab profillash jarayonining o‘ziga xos xususiyatiga ko‘ra, ikki ketma-ket profillash jo‘valari oralig‘ida egilish qirrasi egilish chizig‘iga nisbatan uzunroq masofani bosib o‘tadi. Natijada shakllantirish davomida qirra qismi ketma-ket cho‘zilish va siqilish holatiga uchraydi. Agar qirra zonasidagi bo‘ylama deformatsiya materialning elastik-plastik chegarasidan oshib ketsa, profil qirrasida doimiy to‘lqinlanish hosil bo‘ladi. Mazkur nuqson asosan yupqa devorli yoki chuqur kesimli profillarda kuzatiladi. Qalin listli materiallar esa qirra to‘lqinlanishiga kamroq moyil bo‘ladi.

Bo‘ylama egilish nuqsoni asosan tor profillarda ortiqcha bo‘ylama deformatsiyalar ta’sirida paydo bo‘ladi. Ushbu nuqson ko‘pincha qalin materiallardan tayyorlangan buyumlarda kuzatiladi. Yonga og‘ish va buralish nuqsonlari esa profil kesimi bo‘ylab bo‘ylama deformatsiyalarning notekis taqsimlanishi natijasida yuzaga keladi.

Prokatlab profillash jarayonida bo‘ylama deformatsiyalarning yuzaga kelishi texnologik jihatdan muqarrar hodisa hisoblanadi. Biroq ushbu deformatsiyalarni nazorat qilish yoki ularning miqdorini minimallashtirish orqali profil shaklining buzilishi bilan bog‘liq nuqsonlarning oldini olish mumkin. Shu maqsadda shakllantirish o‘tishlari sonini ko‘paytirish, deformatsiyalash ketma-ketligini optimallashtirish hamda prokat kletlari orasidagi masofani oqilona tanlash tavsiya etiladi. Prokat kletlari orasidagi masofa profilning shakllanish uzunligidan katta bo‘lishi zarur. Shu sababli, prokat kletlari orasidagi haddan tashqari kichik masofalarni qo‘llash tavsiya etilmaydi.

Keng profillarning katta yuzali qismlarida, ayniqsa tom yopma panellari va garaj eshiklari ishlab chiqarishda, markaziy qismning bukilishi yoki “yog‘li dog‘ effekti” deb ataluvchi nuqson kuzatiladi. Mazkur nuqson profilning shakllantirilmagan markaziy zonasida bo‘ylama siquv kuchlanishlarining hosil bo‘lishi natijasida yuzaga keladi. Keng panel profillanayotganda uning tashqi qismlari markaz tomonga tortiladi va markaziy qismda ko‘ndalang yo‘nalishda cho‘zuvchi kuchlanish hosil bo‘ladi. Bundan tashqari, ko‘ndalang egilish jarayoni ushbu cho‘zilishni yanada kuchaytiradi. Egilish natijasida profilning egilish chizig‘i bo‘ylab bo‘ylama qisqarish sodir bo‘ladi. Ushbu qisqarish esa egilmagan markaziy zonalarda ortiqcha siquv kuchlanishlarini hosil qiladi. Natijada qattiqligi nisbatan past bo‘lgan markaziy keng qismda mahalliy bukilish paydo bo‘ladi. Ushbu nuqsonni kamaytirish uchun jo‘valar orasidagi oraliqni optimallashtirish talab etiladi. Haddan tashqari kichik oraliq ko‘ndalang cho‘zilishni kuchaytirib, bukilishni oshirishi mumkin.

Profil kerakli uzunlikda kesilgandan so‘ng kirish va chiqish kesimlarida qiyshayish nuqsoni ham yuzaga kelishi mumkin. Ushbu nuqson list qalinligi bo‘ylab hosil bo‘ladigan qoldiq kuchlanishlar bilan bog‘liq. Egilish vaqtida tasma materialining tashqi qatlami avval shakllantiruvchi jo‘valarga tegadi, keyinchalik ichki qatlam shakllanish jarayoniga qo‘shiladi. Tashqi va ichki qatlamlarning turli vaqtda deformatsiyalanishi natijasida qalinlik bo‘ylab siljish kuchlanishlari hosil bo‘ladi. Ushbu siljish kuchlanish-

lari qoldiq kuchlanishlarni yuzaga keltirib, kesishdan keyin profil uchlarining qiyshayishiga sabab bo‘ladi. Qoldiq siljish kuchlanishlarining ta’sirini kamaytirish uchun oxirgi shakllantirish bosqichidan so‘ng ortiqcha egish yoki teskari egish usullaridan foydalaniladi. Shuningdek, profil uchida uzlukli kalibrlash operatsiyalarini qo‘llash ham samarali hisoblanadi.

Prujinali qaytish barcha egish jarayonlari uchun xos bo‘lgan hodisa bo‘lib, materialning elastik tiklanishi natijasida yuzaga keladi. Ushbu hodisa detal yukdan bo‘shatilgandan keyin egilish burchagi va egilish radiusining o‘zgarishi bilan tavsiflanadi. Prujinali qaytish miqdoriga ichki egilish radiusi, list qalinligi va shakllantirish strategiyasi muhim ta’sir ko‘rsatadi. Ichki egilish radiusining ortishi prujinali qaytish burchagini oshiradi, list qalinligining ortishi esa uni kamaytiradi. Bundan tashqari, Yung moduli, oqish chegarasi, deformatsion mustahkamlanish koeffitsiyenti va material anizotropiyasi ham ushbu hodisaga sezilarli ta’sir qiladi. Oqish chegarasining ortishi va Yung modulining kamayishi prujinali qaytishni kuchaytiradi. Ushbu hodisa har bir shakllantirish stansiyasidan keyin kuzatiladi va uni kamaytirish asosan oxirgi shakllantirish bosqichidan keyin qo‘shimcha ortiqcha egish moslamasi yordamida amalga oshiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. B. M. Saydumarov. Prokatlash mashinalari va jihozlari. O‘quv qo‘llanma. – T.: 2020, 189 b.

2. M. Liljengren, K. Kjellsson, T. Johansson, and N. Asnafi, Die Materials, Hardening Methods and Surface Coatings for Forming of High, Extra High and Ultra High Strength Steel Sheets (HSS/EHSS/UHSS), Proc. of the IDDRG 2008, 2008, p 597–604.

3. H.C. Meng and K.C. Ludema, Wear Models and Predictive Equations: Their Form and Content, Wear, Vol 181–183, 1995, p 443–457.

4. H. Hoffmann, C. Hwang, and K. Ersoy, Advanced Wear Simulation in Sheet Metal Forming, CIRP Ann., Manuf. Technol., Vol 54, 2005, p 217–220.

5. J. Thompson and M. Thompson, A Proposal for the Calculation of Wear, Proc. of the 2006 International ANSYS Users Conference and Exhibition, 2006.

BOLG‘ALASH JARAYONIDA QO‘LLANILADIGAN ZAMONAVIY JIHOZLARNING TEXNOLOGIK IMKONIYATLARI

T.f.f.d. (PhD) Hasanov Kamoliddin Akmal o‘g‘li[1],
tayanch doktorant Dadayev Mirzahmad Ilhom o‘g‘li[1],
Berdiyorov Jasur Abdurashidovich[2],
Ravshanov G‘anisher Ochil o‘g‘li[2].
[1]Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O‘zbekiston,
[2]G‘allaorol tumani 1-son texnikumi, Jizzax viloyati, O‘zbekiston.

Metallarga bosim bilan ishlov berish mashinasozlik sanoatining asosiy texnologik jarayonlaridan biri hisoblanadi. Ushbu usullar yordamida yuqori mustahkamlikka, zich tuzilishga va aniq geometrik shaklga ega bo‘lgan detallar olinadi. Bolg‘alash orqali metallning ichki tuzilishi yaxshilanadi, mexanik xossalari oshadi hamda materialning ishlash muddati uzayadi. Hozirgi kunda sanoatda turli konstruksiyadagi bolg‘alar va gidravlik presslardan foydalanilib, og‘ir pokovkalarni ishlab chiqarish samaradorligi oshirilmoqda.

Bolg‘alash – metallarga bosim bilan issiq holda ishlov berish turi bo‘lib, bunda metall universal asbob – boyoklar yordamida zagotovkaning alohida qismlariga ketma-ket zarbalar berish orqali deformatsiyalanadi. Bolg‘alash orqali keyingi mexanik ishlov berish uchun zagotovkalar olinadi. Ushbu zagotovkalar pokovkalar deb ataladi. Bolg‘alash yakka va mayda seriyali ishlab chiqarishda qo‘llanilib, qo‘l bolg‘alashi va mashina bolg‘alashiga bo‘linadi. Qo‘l bolg‘alashi yordamida kichik pokovkalar yakka ishlab chiqarishda hamda ta’mirlash ishlarida nakovalnya va kuvalda yordamida olinadi. Mashina bolg‘alashi esa bolg‘alar va presslarda amalga oshiriladi hamda massasi 350 tonnagacha bo‘lgan quymalardan og‘ir pokovkalar tayyorlashning hozircha yagona usuli hisoblanadi.



1-rasm. Zamonaviy pnevmatik bolg‘a.



2-rasm. Bug‘-havoli bolg‘a.

Bolg‘alar zarbiy ta’sir asosida ishlov beruvchi mashinalar hisoblanadi. Ularda deformatsiya davomiyligi soniyaning mingdan bir ulushlariga teng bo‘ladi. Bolg‘alarni harakatga keltirish uchun bug‘, siqilgan havo yoki gaz, bosim ostidagi suyuqlik, yonuvchi aralashmalar, portlovchi moddalar, magnit va gravitatsion maydonlardan foydalaniladi. Bolg‘alash uchun qo‘llaniladigan asosiy bolg‘a turlari pnevmatik va parovozdushli bolg‘alar hisoblanadi.

Bug‘-havoli bolg‘alar bug‘ yoki siqilgan havo yordamida ishlaydi. Energiya tashuvchi muhit ishchi silindrga uzatilganda porshen va u bilan bog‘langan bolg‘aning harakatlanuvchi qismlarini 6–7 m/s tezlikkacha tezlashtiradi.

Pnevmatik bolg‘alarda siqilgan havo ishlatiladi, bunda havo ishchi va kompressor porshenlarini bog‘lovchi prujina vazifasini bajaradi. Kompressor porsheni dvigatelning tirsakli vali orqali harakatga keltiriladi. Kompressor bolg‘a tarkibiga o‘rnatilgan bo‘ladi. Bolg‘a quvvatining asosiy ko‘rsatkichi tushuvchi qismlar massasi hisoblanadi, ya’ni bolg‘aning yuqori qismida harakatlanuvchi barcha qismlarning umumiy massasi. Tushuvchi qismlar massasi qancha katta bo‘lsa, yuqori zagotovkaga beradigan zarba energiyasi ham shuncha yuqori bo‘ladi. Pnevmatik bolg‘alar tushuvchi qismlar massasi 50 kg dan 1000 kg gacha, parovozdushli bolg‘alar esa 1000 kg dan 8000 kg gacha ishlab chiqariladi.



3-rasm. Zamonaviy gidravlik bolg‘alash pressi.

Gidravlik presslar. Presslar statik kuch hosil qiladi va ularda deformatsiya davomiyligi bir necha o‘n soniyagacha yetishi mumkin. Gidravlik presslarda kuch yuqori bosimli suyuqlik (suv emulsiyasi yoki mineral moy) yordamida hosil qilinadi. Ishchi silindrga 20–50 MPa bosim ostida suyuqlik yuboriladi. Press quvvatining asosiy xarakteristikasi uning hosil qiladigan va zagotovkaga uzatadigan kuchi hisoblanadi. Bolg‘alash uchun 3 MN dan 150 MN gacha kuch hosil qiluvchi gidravlik presslardan foydalaniladi. Presslar juda katta va og‘ir buyumlarni – massasi 350 tonnagacha bo‘lgan

quymalarni bolg‘alash uchun qo‘llaniladi. Amaliyotda erkin bolg‘alash uchun kerakli uskuna quvvatini tanlashda maxsus ma’lumotnomalar, jadvallar va formulalardan foydalaniladi.

Bolg‘alash metallarga bosim bilan ishlov berishning muhim turlaridan biri bo‘lib, mashinasozlik va metallurgiya sanoatida keng qo‘llaniladi. Jarayonda pnevmatik va parovozdushli bolg‘alar hamda gidravlik presslardan foydalanish orqali turli o‘lcham va massadagi pokovkalar olinadi. Bolg‘alash usuli metallning mexanik xossalarini yaxshilash, ichki nuqsonlarni kamaytirish va mustahkam detallar tayyorlash imkonini beradi. Zamonaviy bolg‘alash uskunalaridan samarali foydalanish ishlab chiqarish unumdorligini oshirish va sifatli mahsulot olishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Живов Л.И. Кузнечно-штамповочное оборудование / Л.И. Живов, А.Г. Овчинников, Е.Н. Складчиков. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006, 560 с.:ил. - Библиогр.: 554 с.

2. О.С. Кошелев, С.В. Кузнецов. Кузнечно-штамповочное оборудование (механические прессы). Учебно-методическое пособие. – Н.Новгород: НГТУ, 2009 г.

3. Петров Н.В. Кузнечно-штамповочное оборудование. Гидропрессы учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2004.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОЛЩИНЫ ГОРЯЧЕГО ПРОКАТА

PhD К.А. Хасанов[1], базовый докторант С.Х. Райимкулов[1], магистрантка Ёлгашова Мадина Отабековна[1], О.П. Абдухакимов[2].
[1]Ташкентский государственный технический университет,
[2]Техникум №2 Пастдаргомского района Самаркандской области

В современных экономических условиях существенно повысились требования к стабильности технологического процесса, точности производства, эффективности использования и надежности работы оборудования. Одним из направлений, которое дает возможность удовлетворить этим требованиям для непрерывных широкополосных станов горячей прокатки (ШСГП), является применение автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП).

Рассмотрим систему автоматического регулирования толщины (САРТ) для стана 1600 горячей прокатки листов. На данном стане производится прокат толщиной 1,2-14 мм и шириной 800-1300 мм в рулонах. В качестве заготовки служит сляб толщиной 40-60 мм и шириной 800-1300 мм. Задача САРТ решается за счет регулирования раствора валков быстродействующими приводами.

Наибольшее распространение в составе САРТ современных широкополосных станов горячей прокатки получили системы, реализующие зависимость Головина – Симса:

$$h_1 = S_0 + \frac{P}{C_к}$$

h_1 – толщина прокатываемой полосы:

S_0 – раствор ненагруженных валков (при отсутствии металла в клети);

Р – сила прокатки (вертикальная составляющая силы давления металла на валки);

$C_к$ – коэффициент жесткости клети в направлении силы прокатки.

Другими словами, сила прокатки определяет величину деформации клети (растяжение станины, сжатие нажимных винтов, прогиб валков и т.д.). из-за чего зазор между валками при прокатке и. соответственно, толщина прокатанной полосы увеличиваются.

Функциональная схема предлагаемого технического решения САРТ

Измерение толщины полосы осуществляется двумя рентгеновскими датчиками на входе и выходе из клети. Регулирование толщины полосы осуществляется с помощью гидравлического нажимного устройства в каждой клети.

На рис. 1. представлена принципиальная схема регулирования толщины. Сигналы из датчиков измерения толщины поступают на преобразующее устройство. В ПУ заранее заложено значение толщины проката (ЗТ). Переданное ΔХ является входным сигналом для БУГЦ (блок управления гидроцилиндром). Далее БУГЦ формирует токовый сигнал на клапан управления потока масла в гидроцилиндре. Таким образом регулируется толщина прокатываемого листа.

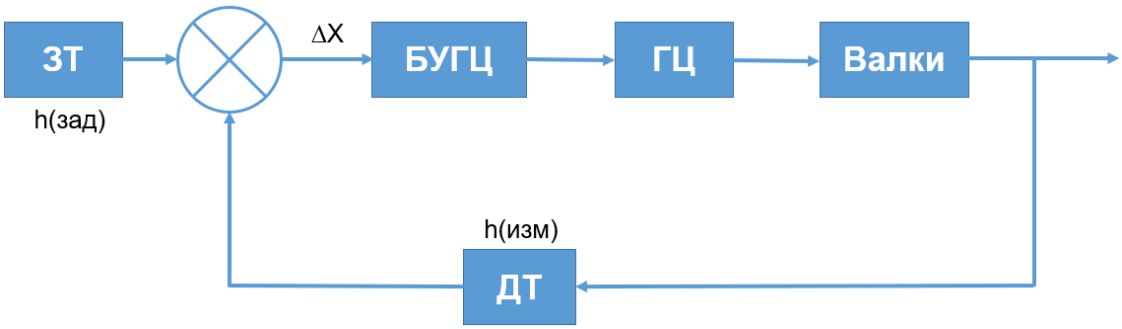


Рисунок-1. Принципиальная схема регулирования толщины полосы:
ДТ– датчик измерения толщины после проката; ЗТ– заданная толщина прокатываемого листа; ГЦ – гидроцилиндр; БУГЦ – блок управления гидроцилиндром; h(зад) и h(изм) – заданная и измеренная толщины, соответственно.

Данная схема САРТ проста в эксплуатировании, дает возможность ресурсосбережения и одновременно сохраняет точность регулирования толщины.

В качестве измерительного прибора выбран рентгеновский толщиномер в составе многоканальной системы F3500 немецкой фирмы MESACON messelektronik (рис. 2). Данная система F3500 MC каждые 8 мсек определяет полный поперечный профиль толщины для управления производственным процессом. Дополнительное определение температурного профиля и автоматическая адаптация к ширине полосы/листа оптимизируют результаты измерения. Отказ от сканирующего варианта измерения профиля толщины снижает затраты на техническое обслуживание системы. Применение многоканальных ионизационных камер увеличивает срок службы и надежность системы. Толщиномер работает в диапазоне 5 мкм – 150 мм с погрешностью (± 0.1)%.



Рисунок-2. Измерительная система MESACON F3500

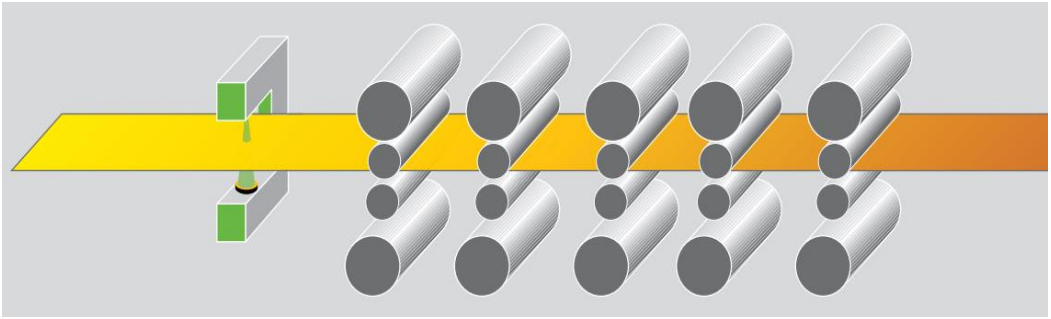


Рисунок-3. Толщиномер в группе клетей.

Внедрение новых технологических методов непрерывного неразрушающего контроля на станах горячей прокатки позволяет существенно повысить качество продукции. Совершенствование этих операций приводит к повышению точности размерных параметров с соответствующим увеличением эффективности и производительности стана.

Список литературы и источников:

1) Салганик В.М., Щуров Г.В., Полецков П.П., Чикишев Д.Н,. Алексеев Д.Ю. Основы автоматизации технологических процессов ОМД: Учебное пособие. 2014 г.

2) Восканьянц А.А. Автоматизированное управление процессами прокатки. 2010 г.

3) www.expocentr.ru/ru/articles-of-exhibitions/2016/avtomatizaciya-proizvodstva/

4) https://mesacon.com/

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

[1]Мадиев Тохиржон Мирзатилла угли, [2]Одилов Фуркат Умарбекович.
[1]Ташкентский государственный технический университет.
[2]Андижанский государственный университет.

В данной работе рассмотрены теплопроводные свойства алюминиевых сплавов, влияние химического состава и микроструктуры на процессы теплопередачи. Алюминий и его сплавы широко применяются в машиностроении, авиационной промышленности, энергетике, электронике и автомобилестроении благодаря высокой теплопроводности, малой плотности и коррозионной стойкости. В исследовании проанализировано влияние легирующих элементов и термической обработки на теплопроводность алюминиевых сплавов.

В настоящее время одной из актуальных задач промышленности является повышение энергоэффективности и совершенствование процессов теплообмена. В связи с этим возрастает потребность в материалах с высокой теплопроводностью. Алюминий и его сплавы занимают особое место среди конструкционных материалов благодаря сочетанию высокой теплопроводности, малой массы и технологичности.

Теплопроводность чистого алюминия составляет около 235–238 Вт/(м·К), что делает его востребованным материалом для изготовления теплообменников, радиаторов, охлаждающих систем и электронных устройств.

Теплопроводность алюминиевых сплавов зависит от химического состава, структуры, размеров зерен, содержания легирующих элементов и режимов термической обработки. Такие элементы, как медь (Cu), магний (Mg), кремний (Si), марганец (Mn) и цинк (Zn), повышают механические свойства сплавов, однако зачастую снижают их теплопроводность.

Исследование теплопроводных свойств алюминиевых сплавов, определение влияния легирующих элементов и выбор оптимальных составов с высокими теплофизическими характеристиками.

– изучить физические и тепловые свойства алюминиевых сплавов;
– определить факторы, влияющие на теплопроводность;
– провести сравнительный анализ различных алюминиевых сплавов;
– исследовать влияние микроструктуры на процессы теплопередачи;
– оценить влияние термической обработки на теплопроводность.

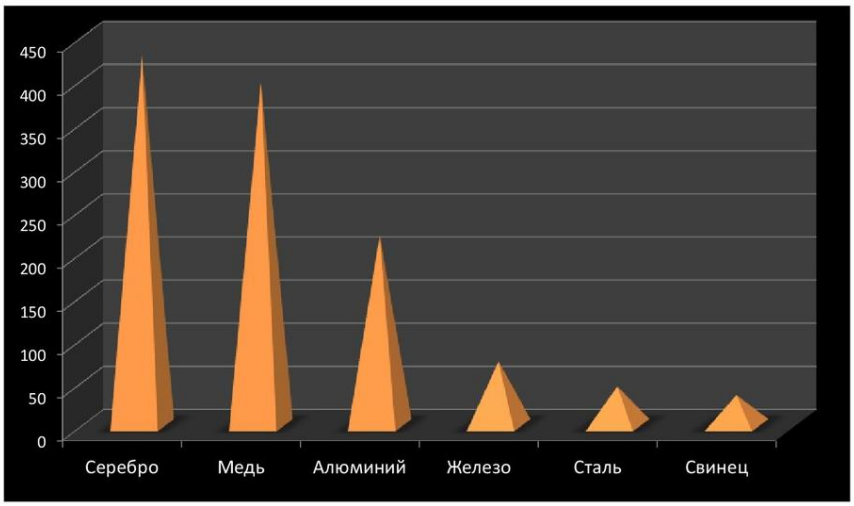


Рис.1. Теплопроводность алюминия и других цветных металлов

Алюминий относится к III группе периодической системы и обладает следующими свойствами: плотность – 2,7 г/см³; температура плавления – 660 °C; высокая электро- и теплопроводность; коррозионная стойкость;

хорошая пластичность и технологичность.

Высокая теплопроводность алюминия обусловлена свободным движением электронов в кристаллической решетке, благодаря чему тепло быстро распространяется по материалу.

Основные группы алюминиевых сплавов:

Al–Cu – высокопрочные сплавы;

Al–Mg – коррозионностойкие сплавы;

Al–Si – литейные сплавы с хорошими технологическими свойствами;

Al–Mg–Si – термически упрочняемые сплавы;

Al–Zn–Mg – сплавы авиационного назначения.

Легирующие элементы создают дефекты в кристаллической решетке и препятствуют свободному движению электронов, что приводит к снижению теплопроводности. При этом механическая прочность сплавов возрастает.

Факторы, влияющие на теплопроводность

Химический состав

С увеличением количества легирующих элементов теплопроводность алюминиевых сплавов уменьшается. Особенно заметное влияние оказывают медь и цинк.

Микроструктура

Измельчение зерен увеличивает количество границ зерен, которые препятствуют переносу тепла и снижают теплопроводность.

Пористость

Наличие пор в литых сплавах уменьшает интенсивность теплового потока и повышает тепловое сопротивление материала.

Список использованной литературы

1. Ашби М., Джонс Д. Инженерные материалы. – М.: Техносфера, 2012.

2. Каллистер У. Материаловедение и технология материалов. – М.: Бином, 2018.
3. Davis J.R. Aluminum and Aluminum Alloys. ASM International, 1993.
4. Totten G., MacKenzie D. Handbook of Aluminum. Marcel Dekker, 2003.
5. Polmear I. Light Alloys. Elsevier, 2017.
6. Каблов Е.Н. Материаловедение в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2016.

ALYUMINIY QOTISHMALARINING MEXANIK XOSSALARINI OSHIRISHNING ZAMONAVIY USULLARI

[1]Madiyev Toxirjon Mirzatilla o‘g‘li, [2]Odilov Furqat Umarbekovich.
[1]Toshkent davlat texnika universiteti.
[2]Andijon davlat universiteti.

Alyuminiy va uning qotishmalari zamonaviy sanoatda eng muhim konstruksion materiallardan biri hisoblanadi. Ularning asosiy afzalliklari: past zichlik (2.7 g/sm³ atrofida), yuqori korroziyaga chidamlilik, yaxshi issiqlik va elektr o‘tkazuvchanlik, texnologik ishlov berish qulayligi.

Biroq sof alyuminiy mexanik jihatdan zaif bo‘lgani sababli, turli qotishma tizimlari ishlab chiqilgan. Shunga qaramay, yuqori yuklama, yeyilish va issiqlik ta’siri ostida ishlaydigan detallar uchun qo‘shimcha mustahkamlash zarur.

Mexanik xossalarni oshirishning asosiy mexanizmlari

Alyuminiy qotishmalarini mustahkamlash bir nechta fizik mexanizmlarga asoslanadi: qattiq eritma mustahkamlash, cho‘kma mustahkamlash, dislokatsion mustahkamlash, donacha chegaralari mustahkamlashi, dispers zarrachalar bilan mustahkamlash.

Legirlash orqali mustahkamlash

Legirlovchi elementlar alyuminiy strukturasida turli fazalar hosil qilib, kristall panjarani buzadi va dislokatsiya harakatini qiyinlashtiradi.

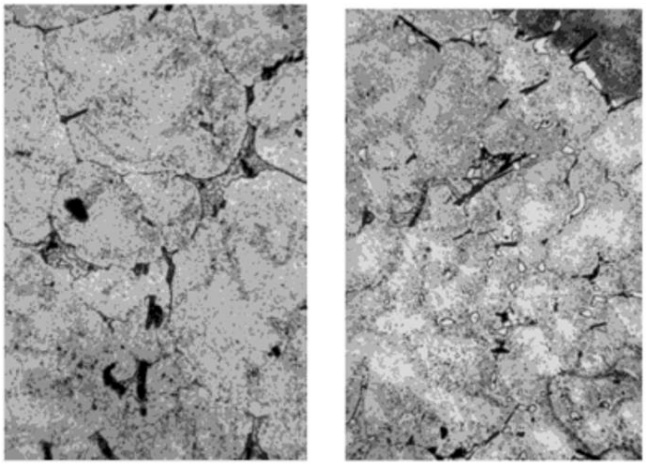
Asosiy elementlar ta’siri: Cu (mis): Al_2Cu hosil qiladi - yuqori mustahkamlik, Mg: Mg_2Si fazalari – 600da yuqori seriya mustahkamligi. Si: quyma xossani yaxshilaydi, yeyilishga chidamlilikni oshiradi. Zn + Mg: Al-Zn-Mg tizimi - juda yuqori mustahkamlik (aviatsiya). Mn, Cr: donachalarni maydalaydi, rekristallanishni boshqaradi. Ti, B: donacha boshlanish markazlarini hosil qiladi.

Termik ishlov berish orqali mustahkamlash

Termik ishlov alyuminiy qotishmalarining eng samarali usullaridan biridir.

Eritib toblash: 480–550°C oralig‘ida qizdiriladi, legirlovchi elementlar qattiq eritmaga o‘tadi, bir jinsli struktura hosil bo‘ladi.

Tez sovitish: suv yoki polimer muhitda sovitish, metastabil struktura hosil bo‘ladi, keyingi mustahkamlash uchun energiya saqlanadi.



1-rasm. Alyuminiy qotishmasining mikrostruktura ko‘rinishi.

Plastik deformatsiya orqali mustahkamlash, sovuq deformatsiya natijasida: dislokatsiya zichligi oshadi, ichki kuchlanishlar hosil bo‘ladi, kristall panjara buziladi.

Usullar: sovuq prokatlash, cho‘zish, presslash, zarb bilan ishlov berish.

Dispers va kompozit mustahkamlash. Alyuminiy matritsaga qattiq zarrachalar qo‘shiladi. Mustahkamlovchilar: Al_2O_3; SiC; B_4C; grafit.

Natijalar: yeyilishga chidamlilik oshadi, qattiqlik ortadi, issiqlik barqarorligi yaxshilanadi.

1-jadval

Ekspluatatsion xossalar bo‘yicha taqqoslash

Usul	**Mustahkamlik**	**Qattiqlik**	**Yeyilish**	**Texnologik murakkablik**
Legirlash	Yuqori	O‘rtacha	O‘rtacha	Past
Termik ishlov	Juda yuqori	Yuqori	Yuqori	O‘rtacha
Plastik deformatsiya	Yuqori	Yuqori	O‘rtacha	O‘rtacha
Kompozitlash	Juda yuqori	Juda yuqori	Juda yuqori	Yuqori
Sirt ishlovi	Sirt bo‘yicha yuqori	Sirt bo‘yicha yuqori	Juda yuqori	O‘rtacha

Alyuminiy qotishmalarining mexanik xossalarini oshirish kompleks ko‘p bosqichli jarayon hisoblanadi. Eng yuqori samaradorlik legirlash, termik ishlov va plastik deformatsiya jarayonlarini birgalikda qo‘llash orqali erishiladi. Zamonaviy nanotexnologiyalar va kompozit materiallar esa alyuminiy qotishmalarining ekspluatatsion imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Callister W.D., Rethwisch D.G. Materials Science and Engineering: An Introduction. – New York: Wiley, 2020, 960 p.

2. Polmear I.J. Light Alloys: Metallurgy of the Light Metals. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2017, 544 p.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – Москва: Машиностроение, 2010, 528 с.
4. Арзамасов Б.Н. Материаловедение. – Москва: МГТУ им. Баумана, 2005, 648 с.
5. Мирзоев У.М. Rangli metallar metallurgiyasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2018, 320 b.
6. Axmedov A.A. Materialshunoslik asoslari. – T.: Fan va texnologiya, 2021, 410 b.
7. Rahimov R.R., Ismoilov S.T. “Alyuminiy qotishmalariga termik ishlov berishning mexanik xossalarga ta’siri.” // Metallurgiya va materialshunoslik ilmiy jurnali. – Toshkent, 2022. – №3. – B. 45–51.

МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

[1]Миркамалов Шерзод Бахтиёр угли, [2]Одилов Фуркат Умарбекович.
[1]Тўраев Анвар Нормаматович
[1]Ташкентский государственный технический университет.
[2]Андижанский государственный университет.

В данной работе рассмотрены особенности металлографического анализа алюминиевых сплавов, а также их фазовый состав в зависимости от химического состава и условий термической обработки. Показано влияние легирующих элементов на формирование структурных составляющих, морфологию фаз и механические свойства сплавов. Особое внимание уделено эвтектическим и интерметаллидным фазам в системах Al–Si, Al–Cu и Al–Mg–Si.

Алюминиевые сплавы широко применяются в авиационной, автомобильной и машиностроительной промышленности благодаря их низкой плотности, высокой коррозионной стойкости и хорошей технологичности. Однако эксплуатационные свойства сплавов во многом зависят от их микроструктуры и фазового состава, которые формируются в процессе кристаллизации и последующей термической обработки.

Металлографический анализ позволяет исследовать структуру материала на микро- и макроуровне, выявлять фазовые составляющие, их распределение и морфологию.

Для исследования алюминиевых сплавов применяются следующие методы: Оптическая микроскопия. Позволяет изучать: размер зерна, форму и распределение фаз, эвтектические структуры.

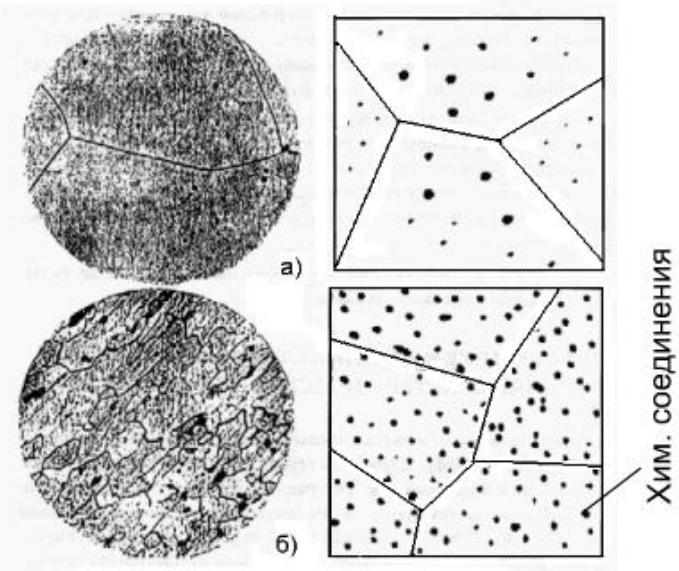


Рис. 1. Микроструктура алюминия

Электронная микроскопия (SEM). Используется для: анализа интерметаллидных фаз, определения морфологии частиц, изучения разрушения материалов.

Рентгеноструктурный анализ (XRD). Позволяет: определить кристаллические фазы, выявить интерметаллиды, оценить степень деформации решётки.

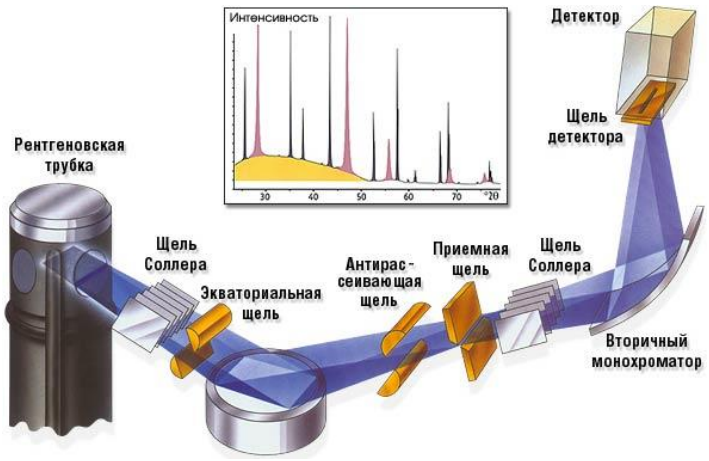


Рис.2. Рентгенофазовый анализ (РФА) – это метод неразрушающего исследования материалов, позволяющий определить их фазовый состав. Он проводится на специальном приборе – рентгеновском дифрактометре.

Энергетически-дисперсионная спектроскопия (EDS). Применяется для: определения химического состава фаз, картирования распределения элементов.

Фазовый состав алюминиевых сплавов. Система Al–Si. Наиболее распространённые литейные сплавы (силумины). Основные фазы: α-Al (твёрдый раствор кремния в алюминии), эвтектика Al + Si, кремний в виде пластинчатых или модифицированных частиц.

Модификация Na, Sr приводит к измельчению Si-фазы и улучшению пластичности. Система Al–Cu. Характеризуется высокой прочностью после термической обработки. Основные фазы: α-Al, θ-фаза (Al_2Cu), метастабильные выделения θ" и θ'.

Упрочнение связано с дисперсионным твердением. Система Al–Mg–Si. Используется в конструкционных сплавах. Фазы: Mg_2Si, α-Al, промежуточные метастабильные фазы.

Обладает хорошим балансом прочности и коррозионной стойкости. Система Al–Zn–Mg. Высокопрочные сплавы. Фазы: η ($MgZn_2$), η’ (метастабильная), α-Al матрица. Применяются в авиации и оборонной промышленности.

Использованная литература

1. Арзамасов Б.Н. Материаловедение. – Москва: МГТУ им. Баумана, 2005.
2. Григорьев С.Н. Металлография и термическая обработка цветных металлов. – Москва, 2015.
3. Мирзоев У.М. Металлургия цветных металлов. – Ташкент: Фан, 2018.
4. Axmedov A.A. Materialshunoslik asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
5. Polmear I.J. Light Alloys: Metallurgy of the Light Metals. – Butterworth-Heinemann, 2017.

ALYUMINIY QOTISHMALARIDAN OLINGAN QUYMA DETALLARNI SIFATINI OSHIRISH TEXNOLOGIYASI

[1]Mirkamalov Sh.B., [2]Odilov F.U. [1]To‘rayev A.N.
[1]Axmedov D.A. [1]Turaxodjayev N.D.
[1]Toshkent davlat texnika universiteti.
[2]Andijon davlat universiteti.

Mazkur tezisda alyuminiy qotishmalaridan olingan quyma detallar sifatini oshirish texnologiyalari, quyish jarayoniga ta’sir etuvchi omillar, modifikatsiyalash, termik ishlov berish va mikrostrukturani takomillashtirish usullari tahlil qilingan. Alyuminiy qotishmalari yengilligi, korroziyabardoshligi va yuqori texnologik xususiyatlari bilan mashinasozlik, aviatsiya, avtomobilsozlik hamda energetika sohalarida keng qo‘llaniladi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, quyish rejimi, qolip materiali, eritma harorati va modifikatorlardan to‘g‘ri foydalanish quyma detallarning mustahkamligi va ichki tuzilishini sezilarli darajada yaxshilashi aniqlangan.

Zamonaviy sanoatda yengil va yuqori mustahkam materiallarga bo‘lgan talab yildan-yilga ortib bormoqda. Shu sababli, alyuminiy qotishmalari asosida tayyorlangan quyma detallardan keng foydalanilmoqda. Alyuminiy qotishmalari kichik zichlik, yuqori korroziyabardoshlik, yaxshi issiqlik va elektr o‘tkazuvchanlik hamda yuqori texnologik xususiyatlarga ega bo‘lgani uchun muhim konstruksion material hisoblanadi.



1-rasm. Alyuminiydan quyma usulda quyib olingan detallar.

Quyma detallarning sifati ko‘p jihatdan eritmani tayyorlash texnologiyasi, quyish harorati, kristallanish tezligi, qolip turi va termik ishlov rejimiga bog‘liq bo‘ladi. Quyma detallarda g‘ovaklik, mikroyoriqlar, shlak aralashmalari va dendrit tuzilishining yiriklashishi kabi nuqsonlar uchrashi mumkin. Bu nuqsonlar detallarning mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarini pasaytiradi.

Shu sababli, alyuminiy qotishmalaridan olingan quyma detallar sifatini oshirishning samarali texnologiyalarini ishlab chiqish dolzarb masala hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi. Alyuminiy qotishmalaridan olingan quyma detallarning mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash uchun texnologik jarayonlarni takomillashtirish.

Tadqiqot vazifalari: alyuminiy qotishmalarining quyilish xususiyatlarini o‘rganish; quyma detallarda hosil bo‘ladigan nuqsonlarni tahlil qilish; modifikat-siyalashning mikroqurilishga ta’sirini aniqlash; termik ishlovning mexanik xossalarga ta’sirini baholash; optimal quyish texnologiyasini ishlab chiqish.

1-jadval

Qotishma sifatini oshirishning texnologik usullari

№	Texnologiya	Qo‘llaniladigan usul	Natija
1	Modifikatsiyalash	Na, Sr, Ti, B qo‘shish	Donalar maydalanadi, struktura yaxshilanadi
2	Degazatsiya	Ar/ N_2 gazlari bilan tozalash	G‘ovaklik kamayadi
3	Haroratni optimallashtirish	Eritish va quyish rejimini boshqarish	Nuqsonlar kamayadi
4	Tez sovitish	Metall qoliplar qo‘llash	Mayda kristall tuzilma hosil bo‘ladi
5	Termik ishlov	Toblash va qaritish	Qattiqlik va mustahkamlik oshadi

Alyuminiy qotishmalarining asosiy xususiyatlari. Alyuminiy qotishmalari quyidagi afzalliklarga ega: kichik zichlik (2,7 g/sm³); yuqori korroziyabardoshlik; yaxshi

issiqlik o‘tkazuvchanlik; yuqori plastiklik; yaxshi quyilish xususiyati; mexanik ishlov berishning osonligi.

Alyuminiy asosidagi Al–Si, Al–Cu, Al–Mg va Al–Zn tizimli qotishmalar sanoatda eng ko‘p qo‘llaniladi.

Quyma detallar sifatini pasaytiruvchi omillar: g‘ovaklik, quyish jarayonida gazlar ajralishi natijasida ichki bo‘shliqlar hosil bo‘ladi. Bu detal mustahkamligini pasaytiradi.

Usadka nuqsonlari: kristallanish davomida hajm qisqarishi sababli ichki kovaklar paydo bo‘ladi.

Shlak aralashmalari: eritmadagi oksidlar va metallmas qo‘shimchalar strukturani buzadi.

Yirik dendrit strukturasi: sovish tezligi past bo‘lganda dendritlar yiriklashadi va mexanik xossalar yomonlashadi.

Quyma detallar sifatini oshirish texnologiyalari: eritmani modifikatsiyalash. Modifikatorlar alyuminiy qotishmalarining mikroqurilishini maydalashga xizmat qiladi. Natriy (Na), stronsiy (Sr), titan (Ti) va bor (B) kabi elementlar keng qo‘llaniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Laxtin Y.M. Materialshunoslik. – M.: Mashinasozlik, 2015.
2. Davis J.R. Aluminum and Aluminum Alloys. ASM International, 1993.
3. Chernyshov E.A. Texnologiya liteynogo proizvodstva. – SPb., 2012.
4. Zamonaviy metallshunoslik va quyish texnologiyalari bo‘yicha ilmiy maqolalar to‘plami.

SYNERGISTIC ENHANCEMENT OF STRENGTH AND CORROSION RESISTANCE IN HIGH-LI-CONTENT AL–CU–LI ALLOY VIA HIGH-PRESSURE HEAT TREATMENT AND ARTIFICIAL AGING

Hui Zhang [a], Zhe Yu [a*], Ruizhi Wu [a,b*], Xiaochun Ma [a], Xiaoyan Feng [a], Zhikun Ma [a], Nodir Turakhodjaev [c], Sergey Betsofen [d], Sharofuddin Mardonakulov[c]

[a] Key Laboratory of Superlight Materials & Surface Technology, Ministry of Education, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China

[b] College of Science, Heihe University, Heihe 164300, China

[c] Department of Machine Building, Tashkent State Technical University, Tashkent 100056, Uzbekistan

[d] Moscow Aviation Institute, National Research University, Moscow 125993, Russia

1. Introduction

* Corresponding authors
E-mail address: yz2024@hrbeu.edu.cn (Zhe Yu), rzwu@hrbeu.edu.cn (Ruizhi Wu)

The aviation industry urgently demands lightweight materials. Al–Li alloys have great application prospects due to their low density, high specific strength and high specific stiffness.

A high Li content (e.g., 3.56 wt.%) further reduces density but tends to form coarse Cu-rich intermetallic compounds, compromising ductility and corrosion resistance.

Conventional solid solution + aging (T6) cannot completely eliminate coarse grain-boundary phases, and there is a trade-off between strength and corrosion resistance.

High-pressure heat treatment (HPHT) can significantly increase the solid solubility of alloying elements in the matrix in a short time, offering the potential to simultaneously improve mechanical and corrosion properties.

2. Materials and Experimental Methods

Alloy composition: Al–4.5Cu–3.5Li–0.49Mg–0.52Zn–0.23Zr (wt.%).

Preparation: casting, homogenization, hot rolling. T6 samples: solution treatment at 540 °C for 60 min + water quenching + artificial aging at 175 °C to peak (designated ST-PA).

HPHT: under a pressure of 6 GPa, heated to 600 °C, 800 °C or 1000 °C for 30 min, water quenched, then artificially aged at 175 °C to peak (designated HPHT-x-PA).

Characterization: OM, SEM, EBSD, TEM, XRD. Mechanical properties: microhardness, compression tests. Corrosion properties: polarization curves, EIS, intergranular corrosion (IGC) tests.

3. Experimental Results

3.1 Microstructure

ST and HPHT-600 samples contain numerous Cu-rich intermetallic phases at grain boundaries (area fractions 10.4% and 11.7%, respectively). HPHT-800 shows almost complete dissolution (0.6%), while HPHT-1000 reprecipitates these phases (9.8%).

The HPHT-800 sample has the highest Cu content in the matrix, with uniformly distributed dislocations and no subgrain boundaries.

After aging: ST-PA and HPHT-600-PA contain many subgrain boundaries and continuous grain-boundary precipitates. HPHT-800-PA exhibits equiaxed grains with only 6.9% low-angle grain boundaries, very few grain-boundary precipitates, and the narrowest precipitate-free zone (PFZ) width (18.4 nm).

Precipitates: all samples contain δ′ (Al_3Li) and T_1 (Al_2CuLi) phases. HPHT-800-PA additionally contains θ′ (Al_2Cu), with the highest number density of T_1 and θ′. The δ′/θ′/δ′ composite structure suppresses coarsening of θ′.

3.2 Mechanical Properties

Peak hardness: ST-PA: 155.5 HV; HPHT-600-PA, HPHT-800-PA and HPHT-1000-PA: 169.5, 210.0 and 181.9 HV, respectively.

Compressive strength: ST-PA: 502 MPa; HPHT-800-PA reaches the highest value (725 MPa), and its compressive strain (15.5%) is also better than that of ST-PA (14.9%). The fracture surface of HPHT-800-PA exhibits transgranular ductile fracture.

3.3 Corrosion Properties

Corrosion current density (I_corr): ST-PA: 1.27×10^{-4} A/cm²; HPHT-800-PA drops to 6.08×10^{-7} A/cm² (three orders of magnitude lower).

IGC depth: ST-PA: 102 μm; HPHT-800-PA shows the smallest depth (24 μm). HPHT-800-PA forms a uniform oxide film on the surface without preferential grain-boundary corrosion.

4. Discussion

HPHT increases the solid solubility of Cu in the Al matrix (solubility increases under high pressure), promoting dissolution of coarse intermetallic phases.

Elimination of coarse grain-boundary phases and subgrain boundaries reduces grain-boundary precipitates and PFZ width, lowering micro-galvanic corrosion tendency.

Higher Cu supersaturation promotes precipitation of high-density T_1 and θ′ during aging, while the δ′/θ′/δ′ composite structure inhibits coarsening, leading to a synergistic improvement in strength and ductility.

Uniform intragranular precipitation and formation of a passive film avoid localized corrosion propagation, thereby resolving the strength–corrosion trade-off.

5. Conclusions

HPHT (800 °C) significantly increases the solid solubility of Cu in the matrix and almost completely dissolves the Cu-rich grain-boundary phases.

The HPHT-800-PA sample exhibits the best strength (725 MPa) and the best corrosion resistance (I_corr reduced by three orders of magnitude, IGC depth decreased from 102 μm to 24 μm).

This method effectively overcomes the strength–corrosion trade-off in high-Li-content Al–Cu–Li alloys.

References:

1. Y. Saito, H. Utsunomiya, N. Tsuji, T. Sakai, Novel ultra-high straining process for bulk materials-development of the accumulative roll-bonding (ARB) process, Acta Mater. 47 (1999) 579–583.

2. K. Wu, H. Chang, E. Maawad, W.M. Gan, H.G. Brokmeier, M.Y. Zheng, Microstructure and mechanical properties of the Mg/Al laminated composite fabricated by accumulative roll bonding (ARB), Mater. Sci. Eng., A 527 (2010) 3073–3078.

3. J.F. Nie, M.X. Liu, F. Wang, Y.H. Zhao, Y.S. Li, Y. Cao, Y.T. Zhu, Fabrication of Al/Mg/Al composites via accumulative roll bonding and their mechanical properties, Materials 9 (2016) 951.

4. H. Chang, M.Y. Zheng, C. Xu, G.D. Fan, H.G. Brokmeier, K. Wu, Microstructure and mechanical properties of the Mg/Al multilayer fabricated by accumulative roll bonding (ARB) at ambient temperature, Mater. Sci. Eng., A 543 (2012) 249–256.

5. Karimov, K., Turakhodjaev, N., Akhmedov, A., & Tashbulatov, S. (2021). A mathematical model of the

technology of extraction of copper from industrial slags. In E3S Web of Conferences (Vol. 264). EDP

Sciences.

6. Karimov, K., Turakhodjaev, N., Akhmedov, A., & Tashbulatov, S. (2021). A mathematical model of the

technology of extraction of copper from industrial slags. In E3S Web of Conferences (Vol. 264). EDP

Sciences.

FABRICATION OF HIGH-STRENGTH CORROSION-RESISTANT AL–CU–LI ALLOYS VIA HIGH- PRESSURE HEAT TREATMENT AND DOUBLE AGING

Hui Zhang [a], Mengyao Pang [a], Zhe Yu [a,*], Ruizhi Wu [a,b,*], Xiaochun Ma [a,*], Xiaoyan Feng [a], Dan Wang [c], Legan Hou [a], Zhikun Ma [a], Siyuan Jin [a], Nodir Turakhodjaev [d], Sergey Betsofen [e], Kamaldjan Karimov[d], Azamat Akhmedov[d]

[a] Key Laboratory of Superlight Materials & Surface Technology, Ministry of Education, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China

[*] Corresponding authors.
E-mail addresses: yz2024@hrbeu.edu.cn (Z. Yu), rzwu@hrbeu.edu.cn (R. Wu), maxiaochun@hrbeu.edu.cn (X. Ma)

[b] College of Science, Heihe University, Heihe 164300, China

[c] Key Laboratory of New Carbon-based Functional and Super-hard Materials of Heilongjiang Province, School of Physics and Electronic Engineering, Mudanjiang Normal University, Mudanjiang, 157011, China

[d] Tashkent State Technical University, Tashkent 100056, Uzbekistan

[e] Moscow Aviation Institute, National Research University, Moscow 125993, Russia

1. Introduction

Al–Cu–Li alloys are critical for aerospace lightweight structures, but increasing Li content (to reduce density) promotes Cu-rich intermetallic phases and deteriorates corrosion resistance.

Traditional aging treatments create Cu-depleted zones/precipitate-free zones (PFZs) near grain boundaries, leading to intergranular corrosion (IGC) and a strength–corrosion trade-off.

High-pressure heat treatment (HPHT) can dramatically increase solid solubility of alloying elements, suppress coarse grain-boundary precipitates (GBPs), and enable supersaturated solid solutions.

This study combines HPHT with double aging (pre-aging at 120 °C + final aging at 175 °C) to regulate precipitation behavior and achieve synergistic improvement in mechanical properties and corrosion resistance.

2. Materials and Experimental Methods

Alloy composition: Al–4.5Cu–3.5Li (with minor Mg, Zn, Zr) – actual composition by ICP-AES.

Preparation: casting, homogenization (500 °C/24 h), hot rolling at 500 °C.

HPHT: 6 GPa pressure, temperatures of 600 °C, 800 °C, 1000 °C for 30 min, water quenching. Best results at 800 °C (HPHT-800).

Aging regimes:

Single aging (SA): 175 °C to peak (ST-SA, HPHT-800-SA).

Double aging (DA): 120 °C/24 h + 175 °C to peak (ST-DA, HPHT-800-DA).

Characterization: OM, SEM, EBSD, TEM, XRD, XPS, SKPFM; compression tests; electrochemical (polarization, EIS) and IGC tests.

3. Results

3.1 Microstructure after HPHT vs. ST

ST and HPHT-600: elongated grains along RD, many GBPs (intermetallic phases).

HPHT-800: equiaxed grains (69.6 μm), almost complete dissolution of GBPs, Cu content in matrix increased to 1.83 at% (vs. 0.51 at% in ST) – about 3.6 times higher.

HPHT-1000: partial remelting, dendritic structure, re-precipitation of intermetallics.

EBSD: HPHT-800 has 90% high-angle grain boundaries (HAGBs) and 67% recrystallized grains – much higher than ST.

3.2 Precipitation behavior under different aging regimes

ST-SA and HPHT-800-SA: contain δ′ (Al_3Li), T_1 (Al_2CuLi) and some θ′ (Al_2Cu). HPHT-800-SA shows higher number density of θ′ due to Cu supersaturation.

Double aging (DA): pre-aging at 120 °C promotes Cu-vacancy clusters, leading to much finer and denser θ′ precipitates in HPHT-800-DA; T_1 phase is suppressed.

δ′/θ′/δ′ composite structures observed in both ST-DA and HPHT-800-DA, which inhibit θ′ coarsening.

PFZ half-width: ST-SA (72.1 nm) → ST-DA (46.9 nm) → HPHT-800-SA (18.3 nm) → HPHT-800-DA (8.4 nm). Narrowest PFZ in HPHT-800-DA.

3.3 Mechanical properties

Compressive strength: ST-SA (521 MPa) → ST-DA (566 MPa) → HPHT-800-SA (727 MPa) → HPHT-800-DA (786 MPa).

Compressive strain: ST-SA (9.1%) → ST-DA (10.6%) → HPHT-800-SA (12.1%) → HPHT-800-DA (13.8%).

HPHT-800-DA achieves the best combination of strength and ductility. Strengthening originates from high number density of fine θ′ precipitates and solid-solution strengthening; ductility improvement is due to reduced GBPs and narrower PFZs.

3.4 Corrosion behavior

Corrosion current density (I_{corr}): ST-SA (9.35×10^{-6} A/cm²) > ST-DA (3.43×10^{-6}) > HPHT-800-SA (6.74×10^{-7}) > HPHT-800-DA (3.64×10^{-7}).

EIS: HPHT-800-DA shows the highest charge transfer resistance (R_{ct} = 37530 Ω·cm²) and film resistance (R_f = 6218 Ω·cm²).

IGC depth: ST-SA (107 μm) → ST-DA (≈ ?) → HPHT-800-SA (≈ ?) → HPHT-800-DA (9 μm) – a 91% reduction compared to T6-tempered.

Corrosion mechanism: HPHT dissolves GBPs, reduces Cu-rich phases at boundaries, and suppresses T_1 precipitation along subgrain boundaries. Double aging further narrows PFZs and refines θ′ size, promoting uniform oxide film and shifting corrosion from intergranular to mild pitting.

4. Discussion

HPHT increases Cu solubility (via pressure-enhanced solid solubility, after Minamino's model) and promotes recrystallization, eliminating low-angle grain boundaries that act as corrosion pathways.

Higher Cu supersaturation increases nucleation rate of precipitates (Becker-Doring law), leading to high number density of θ′ phase after aging.

Double aging: pre-aging at 120 °C generates Cu-vacancy clusters, refining θ′ precipitates and reducing PFZ width; this enhances both Orowan strengthening and corrosion resistance.

The reduction of continuous GBPs and PFZs minimizes micro-galvanic corrosion between matrix and grain boundaries. The fine, uniformly distributed θ′ phase helps form a protective oxide film, avoiding severe IGC.

5. Conclusions

HPHT (800 °C, 6 GPa) dramatically increases Cu solid solubility in the Al matrix (from 0.51 at% to 1.83 at%), nearly eliminating coarse Cu-rich GBPs.

HPHT combined with double aging (120 °C/24 h + 175 °C/132 h) gives the best mechanical performance: compressive strength 786 MPa and strain 13.8%.

The same treatment reduces IGC depth by 91% compared to conventional T6 temper, with I_corr three orders of magnitude lower than traditional single-aged material.

The synergy between HPHT and double aging effectively overcomes the strength–corrosion trade-off in high-Li-content Al–Cu–Li alloys.

References

1. C.Y. Liu, R. Jing, Q. Wang, B. Zhang, Y.Z. Jia, M.Z. Ma, R.P. Liu, Fabrication of Al/Al3Mg2 composite by vacuum annealing and accumulative roll-bonding process, Mater. Sci. Eng., A 558 (2012) 510–516.

2. Q. Ji, Y. Wang, R.Z. Wu, Z. Wei, X.C. Ma, J.H. Zhang, L.G. Hou, M.L. Zhang, High specific strength Mg-Li-Zn-Er alloy processed by multi deformation processes, Mater. Char. 160 (2020), 110135.

3. H. Ji, G.H. Wu, W.C. Liu, X.L. Liang, G.L. Liao, D.H. Ding, Microstructure characterization and mechanical properties of the as-cast and as-extruded Mg-xLi-5Zn-0.5Er (x ¼ 8, 10 and 12 wt%) alloys, Mater. Char. 159 (2020), 110008.

4. Turakhodjaev, N., Tursunbaev, S., Tashbulatov, S., & Kuchkorova, M. (2020). Analysis of technological solutions for reducing the copper concentration in slags from oxygen-flare smelting of copper sulfide concentrates. Journal of Critical Reviews, 7(5), Pp 449-452

5. Nodir, T., Sherzod, T., Ruslan, Z., Sarvar, T., & Azamat, B. (2020). Studying the scientific and technological bases for the processing of dumping copper and aluminum slags. Journal of Critical Reviews, 7(11), Pp 441-444.

ИККИ ҚЎЗҒАЛМАС МАРКАЗЛИ ГРАВИТАЦИЯ МАЙДОНИДА КОСМИК АППАРАТ ҲАРАКАТИНИНГ ОПТИМАЛ ТРАЕКТОРИЯЛАРИ

Ахмедов Д.А. Хуррамов Д.Ҳ. Тураев А.Н.

Икки қўзғалмас марказли гравитация майдонида ҳаракатланувчи космик аппаратнинг актив ҳаракат қисмлари учун вариацион масала тадқиқ қилинган. Характеристик тезликни минималлаштириш масаласи Лоуден вариацион ёндашуви асосида қаралган. Метод Леви–Чевита ёрдамида ҳаракатнинг хусусий аналитик ечимлари олинган. Натижада айлана траекториялар учун тезлик, реактив куч йўналиши ва масса ўзгариш қонунияти аниқланган.

Космик аппаратлар ҳаракатини оптимал бошқариш масалалари космик механиканинг муҳим йўналишларидан бири ҳисобланади. Айниқса, икки жисм таъсиридаги гравитацион майдонларда оптимал траекторияларни

аниқлаш амалий аҳамиятга эга. Бундай масалалар ёқилғи сарфини камайтириш ва ҳаракат самарадорлигини ошириш имконини беради.
Ушбу ишда икки қўзғалмас марказли гравитация майдонида ҳаракатланувчи нуқтанинг характеристик тезлигини минималлаштириш масаласи кўриб чиқилган.
Масаланинг қўйилиши: Координаталар системаси биринчи марказга жойлаштирилади. Иккинчи марказ z-ўқи бўйлаб dмасофада жойлашган деб қаралади. Марказларнинг гравитацион параметрлари:

$$\mu_1, \mu_2$$

деб белгиланади.Ҳаракат цилиндрик координаталарда: (r, φ, z) кўринишида ифодаланади.Тизим гамильтониани реактив тяга ва гравитацион таъсирларни ҳисобга олган ҳолда тузилади.Масала учун мавжуд биринчи интеграллардан фойдаланиб, Леви–Чевита методи қўлланилди. Натижада:

$$v_1 = 0, v_2 = 0$$

шартлар олинди.Бу эса ҳаракат траекториялари айланалардан иборат эканлигини кўрсатади. Космик аппарат марказлар чизиғига перпендикуляр текисликларда бир текис ҳаракат қилади.
Траектория тезлиги қуйидаги формула орқали аниқланди:

$$v_2^2 = Ar^2 + \frac{D - A}{3B}\left(kA - \frac{\mu_2}{r_2^3}\right)$$

Бу ерда A, B, Dфункциялари гравитацион параметрлар ва геометрик катталикларга боғлиқ.
Реактив куч йўналиши: Тяга вектори йўналиши учун:

$$\tan\,\alpha = \frac{3rBd}{A - D}$$

ифода ҳосил қилинди.Бу натижа ҳар бир траектория учун тяга йўналиши доимий бурчак остида сақланишини кўрсатади.

Массанинг ўзгариш қонуни: Космик аппарат массаси вақт бўйича экспоненциал қонун асосида ўзгаради:

$$M = M_0 \exp\left(\frac{N}{c\lambda_1}t\right)$$

Бу ерда Nреактив куч интенсивлигини характерлайди.
Хулоса Ишда икки қўзғалмас марказли гравитация майдонида ҳаракатланувчи космик аппарат учун янги хусусий аналитик ечимлар синфи олинди. Олинган натижалар:

- оптимал айлана траекторияларни аниқлаш;
- реактив куч йўналишини ҳисоблаш;
- ёқилғи сарфини баҳолаш

имконини беради.
Тадқиқот натижалари космик аппаратларнинг оптимал бошқаруви ва траекторияларини лойиҳалашда қўлланилиши мумкин.

Адабиётлар

1. Лоуден Д.Ф. Оптимальные траектории для космической навигации. — М.: Мир, 1966.
2. Азизов А.Г. Вариационные задачи механики космического полета. — Ташкент: ТашГУ, 1990.
3. Азизов А.Г. Применение метода Леви–Чевита при анализе оптимальных траекторий // Космические исследования, 1979.
4. Коршунова Н.А. Аналитические решения для участков промежуточной тяги в поле двух неподвижных центров // Вестник НУУз, 2006.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПОДКЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УТЕПЛЁННОЙ ОБУВИ МЕТАЛЛУРГОВ

АБДУРАХИМОВ ЗОХИД НОРМАТОВИЧ*, доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент Университет военной безопасности и обороны Республики Узбекистан Начальник цикла кафедры материального обеспечения,*

Специалистам металлургии часто приходится работать в открытом местности и в зимнее время участились случаи обморожения пальцев ног.

Теплозащитные свойства материалов и обуви зависят от потока тепла через пакеты материалов. Тепловое сопротивление складывается из сопротивления переходу тепла от слоёв материала и слоем воздуха, из воздушной прослойки к следующему слою материала и от стопы к обуви, а также отдачи тепла от наружной поверхности обуви во внешнюю среду.

Полное суммарное сопротивление обуви может быть выражено уравнением:

$$P_{полн.} = P_{сум.} + P_{в}\ [м^2 \cdot ч \cdot град/ккал]$$

где $P_{полн.}$ – полное суммарное тепловое сопротивление обуви;

$P_{сум.}$– сопротивление передаче тепла через систему материалов обуви (суммарное тепловое сопротивление обуви);

$P_{в}$ - сопротивление передаче тепла от наружной поверхности во внешнюю среду (внешнее поверхностное тепловое сопротивление) [1].

Под теплозащитными свойствами понимают способность обуви поддерживать теплообмен стопы на нужном для организма уровне. В зимних условиях носки обуви эти свойства характеризуются способностью предохранять, изолировать стопу человека от излишних тепловых потерь. Для обеспечения защитных свойств зимней обуви используется широкий ассортимент подкладочных и теплоизоляционных материалов [2]

Исследовано влияние структуры прокладочных мембранных материалов разных иностранных фирмы на теплопроводные свойства. Средние статистические данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты испытаний материалов на теплопроводность

№	Наименование материала	Состав	Толщина, мм	Наименование сторон материала		Теплопроводность, %	
				Лицевая - А	Подкладочная - В	Сторона А	Сторона В
1	SANYHYGIENI-CAL	Полиамид с пропиткой	1,4	Плёнка полиэстер	трикотаж	44,4	49,8
2	AERPLUSSZH33 NERO	Полиамид	1,4	Плёнка полиэстер	трикотаж	31,4	37,8
3	DUBLINO AVIO	Полиэстер/ Полиамид	1,4	Плёнка полиэстер	Сетчатый трикотаж	21,22	24,09
4	SPIGATINO	Полиамид	6,3	Плёнка полиэстер	трикотаж	48,72	52,52
5	CLOROFILLA	Полиамид	4,2	трикотаж	трикотаж	24,29	47,9

Результаты проведённых исследований по определению теплопроводных свойств подкладочных материалов для обуви зимнего сезона носки позволяют сделать следующие заключения:

- толщина прокладочных материалов существенно влияет на показатели теплопроводности – чем толще материал, тем выше показатели защитных свойств материалов. Толщины искусственных и натуральных мехов колеблется от 2,29 *мм* до 2,88 *мм,* высота ворса от 9,5 *мм* до 15,2 *мм;*

- теплозащитные свойства у натуральных и искусственных мехов колеблется в небольших пределах – от 51,27% до 68,39%, несмотря на значительные колебания по толщине – 1,4-6,3 *мм.*

- высокие показатели теплозащитных свойств войлока объясняется значительной толщиной 6,3-6,5 *мм* и особенностью структуры полотна;

- для производственных испытаний проектируемой зимней утепленной спецобуви, используемой в горных районах при пониженных температурах для II холодного периода носки, рекомендованы сапоги мужские литьевого метода крепления; материал верха–хромовая кожа с водоотталкивающей пропиткой; голенища – синтетическая кожа; подкладка под внутренние детали: для модели «*а*» – искусственный мех на трикотажной основе (состав – шерсть 80% + полиэстер 20%) , для модели «*б*» – грубошерстный войлок С вложением в смесь 85% тонкой овечьей шерсти + акрила 15%;

- низкие теплозащитные свойства подкладочных мембранных материалов объясняется малой толщиной и содержанием в составе химических и искусственных волокон, снижающих теплозащитные свойства материалов.

Анализ инновационных технологий в производстве прокладочных композиционных обувных материалов, позволил сделать заключение об использовании комплектов подкладочных материалов в зависимости от теплопроводных свойств комплектующих.

Использованная литература

1. **Maksudova U.M., Mirzaev N.B., Pazilova D.Z., Sheraliev Sh.Sh.,** Analysis of innovative technologies in the manufacture of composite lining materials/ International Jornal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology/ vol. 5, Issue 10, October 2018. P. 7013-7015.
2. **Свищёв Г.А., Буянов А.А., Филатов И.П.,** Охрана труда на обувных и кожгалантерейных предприятиях, Москва, 1986.
3. **В.Р. Лысак, А.Г.Нанкин, И.Р.Татарчук,** «К вопросу совершенствования теплозащитных свойств обуви зимнего сезона носки, «Кожевенно обувная промышленность», Москва,№ 3, 2011, – С.24-26.

ПЦ-4,3М МОБИЛ ЁҚИЛҒИ ТАЪМИНОТИ ТИЗИМИ АСОСИДА ЖАНГОВАР БРИГАДАЛАРДА ЛОГИСТИК ЖАРАЁНЛАРНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ

Xasanov Farrux Davronovich *podpolkovnik, Qurolli kuchlar bosh shtabi fakulteti, moddiy ta'minot kafedrasi yoqilg'i-moylash materiallari ta'minoti sikli boshlig'i*

Аннотация. Ушбу тезисда ПЦ-4,3М мобил ёқилғи таъминоти тизими асосида жанговар бригадаларда ёқилғи таъминотини ташкил этиш ва оптималлаштириш масалалари таҳлил қилинган. Экспериментал ва тадқиқотлар асосида тизим самарадорлиги баҳоланган.

Жанговар ҳаракатларда тезкорлик ва манёвр қилиш қобиляти кўп жиҳатдан ёқилғи таъминоти тизимининг самарадорлигига боғлиқ. Шу сабабли, мобил ёқилғи таъминоти воситалари муҳим аҳамият касб этади.

ПЦ-4,3М тизимининг техник тавсифи:

ПЦ-4,3М (ПЗП-10 насоси билан):

— ҳажми: 4,3 м^3

— насос унумдорлиги:

1000 л/дақ;

— автоном ишлаш режими мавжуд;

— тез жойлашиш имконияти;

Логистик жараён модели:

Ёқилғи таъминоти жараёни қуйидаги босқичлардан иборат:

$$L = \{Q, T, R, S\} \qquad (4)$$

бу ерда:

S – таъминот тизими структураси.

Самарадорликни ҳисоблаш:

$$E = \frac{Q}{T \cdot R} \qquad (5)$$

$$E_{opt} = \max\left(\frac{Q}{T \cdot R}\right) \qquad (6)$$

Бу ерда оптималлаштиришнинг мақсади — вақт ва ресурсларни минималлаштириш.

Эксперимент ва тадқиқот натижалари

№	Кўрсаткич	Аввал	Кейин	Ўсиш (%)
1	Тезлик	600 л/мин	1000 л/мин	+66%
2	Самарадорлик	0.65	0.87	+34%
	Вақт сарфи	1.0	0.7	-30%

График таҳлил:

Самарадорликнинг вақтга боғлиқлиги таҳлили шуни кўрсатадики: вақт камайиши билан самарадорлик экспоненциал равишда ошади оптимал нуқта мавжуд

Амалий самарадорлик

№	Кўрсаткич	Натижа
1	Ёқилғи етказиб бериш тезлиги	ошди
2	Йўқотишлар	камайди
3	Автономлик	ошди
4	Манёвр	яхшиланди

Илмий янгилик:

— мобил тизим учун оптималлаштириш модели;
— ресурс тежамкор алгоритм;
— амалиётга йўналтирилган ечим;

Ишончлилик:

— экспериментал синовлар;
— статистик таҳлил;
— таққослама усуллар;

Хулоса. ПЦ-4,3М мобил ёқилғи таъминоти тизими жанговар бригадаларда логистика самарадорлигини оширишнинг самарали воситаси ҳисобланади. Таклиф этилган моделлар таъминот жараёнларини оптималлаштириш ва ресурслардан оқилона фойдаланиш имконини беради.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Kress M. Operational Logistics
2. Christopher M. Logistics & Supply Chain Management
3. Simchi-Levi D. Designing and Managing the Supply Chain
4. Ballou R. Business Logistics Management
5. Taylor G. Military Logistics Systems

HARBIY LOGISTIKANING EVOLYUSIYASI VA ZAMONAVIY KONSEPSIYALARI

Ashurov Suxrob Abdushukurovich *Qurolli Kuchlar Bosh shtabi fakulteti Moddiy ta’minot kafedrasi, Kiyim-kechak ta’minoti sikli o‘qituvchisi*

Harbiy logistika qurolli kuchlarning jangovar salohiyatini shakllantirish va saqlab turishda hal qiluvchi ahamiyatga ega bo‘lgan kompleks tizim hisoblanadi. U nafaqat moddiy ta’minot jarayonlarini, balki strategik rejalashtirish, resurslarni boshqarish, transport tizimlari va axborot oqimlarini ham qamrab oladi. Zamonaviy

sharoitlarda harbiy operatsiyalarning muvaffaqiyati ko‘p jihatdan logistikaning tezkorligi, moslashuvchanligi va ishonchliligiga bog‘liqdir. Harbiy logistikaning rivojlanish jarayoni insoniyat tarixining barcha bosqichlari bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, u oddiy ta’minot tizimlaridan boshlab yuqori texnologiyalarga asoslangan integratsiyalashgan boshqaruv tizimlarigacha evolyusiya qilgan.

Harbiy logistikaning tarixiy evolyusiyasi

Qadimgi davrlar. Qadimgi sivilizatsiyalarda harbiy logistika asosan qo‘shinlarni oziq-ovqat, qurol-aslaha va kiyim-kechak bilan ta’minlashga qaratilgan edi. Misr, Rim va Xitoy imperiyalarida harbiy yurishlar oldidan maxsus ta’minot tizimlari tashkil etilgan bo‘lib, bu qo‘shinlarning uzoq muddatli harakatlanishini ta’minlagan. Rim imperiyasi logistikani tizimli shaklga keltirgan ilk davlatlardan biri bo‘lib, yo‘l infratuzilmasi va ombor tizimlari orqali qo‘shinlarni tezkor ta’minlash imkonini yaratgan.

O‘rta asrlar. O‘rta asrlarda logistika ko‘proq feodal tizimga asoslangan bo‘lib, qo‘shinlar mahalliy resurslar hisobiga ta’minlangan. Bu davrda markazlashgan ta’minot tizimlari yetarlicha rivojlanmaganligi sababli harbiy yurishlar ko‘pincha resurslar cheklovlari bilan bog‘liq bo‘lgan.

Sanoat inqilobi davri. Sanoat inqilobi logistika sohasida tub burilish yasadi. Temir yo‘llar, bug‘ dvigatellari va ommaviy ishlab chiqarish tizimlari harbiy ta’minot imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi. Endi qo‘shinlarni uzoq masofalarga tezkor va katta hajmda ta’minlash imkoniyati paydo bo‘ldi.

XX asr – jahon urushlari davri. Birinchi va Ikkinchi jahon urushlari logistikaning strategik ahamiyatini to‘liq namoyon etdi. Aynan shu davrda harbiy logistika mustaqil ilmiy-amaliy yo‘nalish sifatida shakllandi. Front va orqa hudud o‘rtasidagi ta’minot zanjirlarini boshqarish, yoqilg‘i, o‘q-dori va texnik resurslarni uzluksiz yetkazib berish harbiy muvaffaqiyatning asosiy omillaridan biriga aylandi.

Zamonaviy harbiy logistika konsepsiyalari

Raqamlashtirish va avtomatlashtirish. Bugungi kunda harbiy logistika raqamli transformatsiya jarayonini boshdan kechirmoqda. Raqamli platformalar orqali ta’minot zanjirlari real vaqt rejimida kuzatib boriladi. Bu esa qaror qabul qilish tezligini oshiradi va xatoliklarni kamaytiradi. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari omborlar, transport va taqsimot jarayonlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Sun’iy intellekt va katta ma’lumotlar (Big Data). Sun’iy intellekt logistika sohasida prognozlash va optimallashtirish vazifalarini bajaradi. U ehtiyojlarni oldindan aniqlash, resurslarni taqsimlash va xavf tahlilini amalga oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Big Data texnologiyalari esa katta hajmdagi axborotni tahlil qilish orqali strategik qarorlar qabul qilishga yordam beradi.

Internet ashyolari (IoT) va blokcheyn. IoT texnologiyalari harbiy yuklar, transport vositalari va omborlarni real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi. Bu ta’minot zanjirining shaffofligi va nazorat darajasini oshiradi. Blokcheyn esa ma’lumotlarning o‘zgarmasligi va xavfsizligini ta’minlab, logistika operatsiyalarida ishonchlilikni kuchaytiradi.

Yashil logistika konsepsiyasi. Zamonaviy harbiy logistikaning muhim yo‘nalishlaridan biri “yashil logistika” hisoblanadi. Bu konsepsiya resurslardan oqilona

foydalanish, ekologik xavfsizlikni ta’minlash va chiqindilarni kamaytirishga qaratilgan. Harbiy sohada bu yo‘nalish yoqilg‘i samaradorligini oshirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish va ekologik zararlarni minimallashtirishni o‘z ichiga oladi.

Asosiy muammolar va ularni hal etish yo‘llari

Harbiy logistikada bir qator dolzarb muammolar mavjud:

- Ta’minot zanjirlarining murakkabligi
- Xavfsizlik va kiberxavflar
- Resurslarni optimal taqsimlash
- Tezkor qaror qabul qilish zarurati

Ushbu muammolarni hal etish uchun quyidagi yo‘nalishlar muhim hisoblanadi:

- Raqamli boshqaruv tizimlarini keng joriy etish
- Sun’iy intellekt asosida qaror qabul qilish tizimlarini rivojlantirish
- Kadrlar malakasini oshirish va qayta tayyorlash
- Kiberxavfsizlik infratuzilmasini mustahkamlash

Xulosa. Harbiy logistika evolyusiyasi oddiy ta’minot tizimlaridan tortib zamonaviy raqamli va intellektual boshqaruv tizimlarigacha bo‘lgan murakkab rivojlanish yo‘lini bosib o‘tdi. Bugungi kunda u harbiy operatsiyalarning samaradorligini belgilovchi strategik komponentga aylangan. Zamonaviy texnologiyalar – sun’iy intellekt, IoT, Big Data va blokcheyn – harbiy logistikaning yangi bosqichini shakllantirmoqda. Ushbu innovatsiyalar qurolli kuchlarning tezkorligi, moslashuvchanligi va barqarorligini yanada oshirishga xizmat qiladi. Kelajakda harbiy logistika to‘liq avtomatlashtirilgan, intellektual va ekologik jihatdan barqaror tizimga aylanishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Christopher M. Logistics and Supply Chain Management. – London: Pearson, 2016.
2. Kress M. Operational Logistics: The Art and Science of Sustaining Military Operations. – Springer, 2016.
3. USA Department of Defense. Logistics Strategy 2030. – Washington, 2020.
4. Sheffi Y. The Power of Resilience in Supply Chains. – MIT Press, 2015

РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ТОПЛИВНЫХ ФИЛЬТРОВ

Министерство Обороны Республики Узбекистан, Университет Военной Безопасности и Обороны доцент кафедры «Материального обеспечения» кандидат технических наук, доцент ***Мамарахимов Хамза Мамаджанович***

Аннотация. Исследованы гидравлические и фильтрационные характеристики пористых металлокерамических материалов. Разработаны аналитические зависимости для расчёта коэффициента проницаемости и гидравлического сопротивления. Обосновано преимущество лабиринтных и лабиринтно-гофрированных штор.

Ключевые слова: фильтр, металлокерамика, проницаемость, пористость, гидравлическое сопротивление.

Современные топливные фильтры военной, мобильной техники изготавливаются преимущественно из одноразовых бумажных и тканевых фильтрационных материалов, не подлежащих регенерации. Это приводит к увеличению эксплуатационных расходов и снижению экономической эффективности эксплуатации боевых и мобильных техники [1,2].

Перспективным направлением является применение тонкослойных пористых металлокерамических фильтрующих материалов, получаемых методами порошковой металлургии с использованием холодного или горячего прессования с последующим спеканием порошков черных и цветных металлов [3]. Экономическая целесообразность их применения определяется возможностью многократной регенерации и сохранения эксплуатационных характеристик фильтрующих элементов.

1. Структура пористой среды

Пористость:

$$\psi = 1 - \frac{\pi}{6(1-cos\ \alpha)\sqrt{1+2cos\ \alpha}} \qquad (1)$$

Средний диаметр пор:

$$\mathrm{d_п} \approx 0.15 d_{\mathrm{ч}} \qquad (2)$$

2. Коэффициент проницаемости

Закон Дарси:

$$V = \frac{\mathrm{K\Delta P}}{\mu\delta} \qquad (3)$$

Формула Козени–Карман:

$$K = \frac{\psi \mathrm{d_п^2}}{16\mathrm{k}} \qquad (4)$$

3. Гидравлическое сопротивление

$$\Delta P = \Delta \mathrm{P_ф} + \Delta \mathrm{P_{тр}} \qquad (5)$$

$$\Delta \mathrm{P_ф} = \frac{\mathrm{V\nu\rho\delta}}{\mathrm{FK}} \qquad (6)$$

Лабиринтная штора увеличивает площадь фильтрации в 3–4 раза.

Выводы

1. Металлокерамические материалы обеспечивают регенерацию фильтра.
2. Лабиринтная конструкция повышает ресурс фильтра.
3. Разработаны расчётные зависимости для оптимизации параметров.
4. Снижение гидравлического сопротивления достигает 20–30 %.

Список литературы

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1983.
2. Крагельский И.В. Основы расчета на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977.
3. Немилов С.В. Порошковая металлургия. – М.: Металлургия, 1986.
4. ГОСТ 17216-2001. Чистота промышленная. Классы чистоты жидкостей.

IMITATSION MINALARNI ZAMONAVIY SHAXSIY TARKIB TAYYORGARLIGI TALABLARINI O‘QUV-TAKTIK SSENARIYLARGA INTEGRATSIYA QILISH METODIKASI

Podpolkovnik Mirxonov Ilyos Sanoqulovich
O‘zbekiston Respublikasi Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti
Jangovar ta’minot kafedrasi mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya. Ushbu tezisda zamonaviy harbiy tayyorgarlik tizimlarida shaxsiy tarkibni o‘qitish samaradorligini oshirish maqsadida imitatsion minalar (virtual va yarim real modellar)ni o‘quv-taktik ssenariylarga integratsiya qilish metodikasi ishlab chiqilgan. Tadqiqotda raqamli modellashtirish, simulyatsion texnologiyalar va intellektual boshqaruv tizimlarining o‘quv jarayoniga ta’siri tahlil qilingan. Taklif etilgan yondashuv shaxsiy tarkibning tezkor qaror qabul qilish, xavfli sharoitlarda harakatlanish va muhandislik-razvedka kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: imitatsion mina, simulyatsiya, o‘quv-taktik ssenariy, raqamli modellashtirish, intellektual tizimlar, harbiy tayyorgarlik.

Zamonaviy harbiy operatsiyalar murakkablashuvi sharoitida muhandislik-razvedka va xavfli hududlarda harakatlanish bo‘yicha shaxsiy tarkib tayyorgarligi sifatiga qo‘yiladigan talablar sezilarli darajada oshmoqda. Ayniqsa, minalangan hududlarda xavfsiz harakatlanishni, aniqlash va neytrallash bo‘yicha ko‘nikmalarni shakllantirish real sharoitlarda yuqori xavf va katta moddiy xarajatlar bilan bog‘liq.

Shu sababli o‘quv jarayoniga imitatsion (simulyatsion) texnologiyalarni joriy etish dolzarb hisoblanadi. Imitatsion minalar asosida qurilgan o‘quv tizimlari shaxsiy tarkibga real sharoitga yaqin muhitda xavfsiz mashg‘ulot o‘tkazish imkonini beradi.

Tadqiqot maqsadi. Imitatsion minalarni zamonaviy raqamli o‘quv-taktik ssenariylarga integratsiya qilish orqali shaxsiy tarkib tayyorgarligi samaradorligini oshirish metodikasini ishlab chiqish.

Metodologiya. Tadqiqot jarayonida quyidagi yondashuvlar qo‘llanildi:

Simulyatsion modellashtirish – minalangan hududlarning raqamli modeli yaratildi;

Ssenariyli o‘qitish (scenario-based training) – harbiy vaziyatlar dinamik ssenariylar asosida qurildi;

Intellektual tizimlar integratsiyasi – real vaqt rejimida qaror qabul qilishni baholovchi algoritmlar qo‘llanildi;

Risk tahlili (risk assessment) – har bir ssenariyda xavf darajasi ehtimollik modellar asosida baholandi;

Adaptiv o‘qitish modeli – o‘quvchi darajasiga moslashuvchi dinamik murakkablik tizimi joriy etildi.

Asosiy natijalar.

- Tadqiqot natijasida quyidagi ilmiy va amaliy natijalarga erishildi:

- Imitatsion mina tizimlari asosida raqamli o‘quv poligon modeli ishlab chiqildi.
- O‘quv-taktik ssenariylarning uch darajali (boshlang‘ich, o‘rta, yuqori) murakkablik tizimi taklif etildi.
- Shaxsiy tarkibning qaror qabul qilish tezligi va aniqligini baholash uchun intellektual indikatorlar tizimi yaratildi.
- Real sharoitga yaqin simulyatsiya orqali o‘quv samaradorligi 25–40% gacha oshishi aniqlangan.
- Xavfli mashg‘ulotlarda real o‘q-dori va portlovchi vositalardan foydalanish zarurati sezilarli darajada kamaygan.

Muhokama

Taklif etilgan metodika an’anaviy o‘qitish usullariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega:

- xavfsizlik darajasining yuqoriligi;
- iqtisodiy xarajatlarning kamayishi;
- murakkab taktik vaziyatlarni ko‘p martalab takrorlash imkoniyati;
- individual va guruhiy tayyorgarlikni parallel rivojlantirish;
- real vaqt rejimida tahlil va xatolarni korreksiya qilish imkoniyati.

Shuningdek, imitatsion tizimlar shaxsiy tarkibning psixologik barqarorligini oshirishga ham xizmat qiladi, chunki ular stressli vaziyatlarga moslashuvchanlikni bosqichma-bosqich shakllantiradi.

Xulosa. Imitatsion minalar asosida ishlab chiqilgan o‘quv-taktik ssenariylar zamonaviy harbiy tayyorgarlik tizimining muhim innovatsion yo‘nalishi hisoblanadi. Taklif etilgan metodika shaxsiy tarkibning muhandislik-razvedka kompetensiyalarini rivojlantirish, xavfsizlik darajasini oshirish va iqtisodiy resurslardan samarali foydalanish imkonini beradi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, raqamli simulyatsiya va intellektual tizimlarga asoslangan o‘qitish modeli kelajakda an’anaviy poligon usullarini sezilarli darajada to‘ldirishi va qisman almashtirishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. NATO STANAG 2223 – Mine Warfare Training Standards, NATO Standardization Office.
2. Smith J., Anderson P. Military Simulation and Training Systems. Springer, 2021.
3. Ross S. Simulation Modeling and Analysis. Academic Press, 2019.
4. Feller W. An Introduction to Probability Theory and Its Applications. Wiley, 2008.
5. O‘zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi. Harbiy muhandislik tayyorgarligi bo‘yicha o‘quv qo‘llanma, Toshkent, 2022.

IMITATSION MINALARNI ZAMONAVIY SHAXSIY TARKIB TAYYORGARLIGI TALABLARINI O‘QUV-TAKTIK SSENARIYLARGA INTEGRATSIYA QILISHNING KIBERFIZIK VA INTELLEKTUAL MODELLARI

O‘zbekiston Respublikasi Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti
Jangovar ta’minot kafedrasi mustaqil izlanuvchisi
Podpolkovnik Mirxonov Ilyos Sanoqulovich

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda zamonaviy harbiy tayyorgarlik tizimlarida imitatsion minalar asosida shakllantirilgan o‘quv-taktik ssenariylarni kiberfizik tizimlar (Cyber-Physical Systems, CPS) va intellektual boshqaruv algoritmlari bilan integratsiya qilishning metodologik asoslari ishlab chiqilgan. Taklif etilgan yondashuv real vaqt rejimida adaptiv o‘qitish, xavf darajasini dinamik baholash va qaror qabul qilish jarayonini raqamli modellashtirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: kiberfizik tizimlar, imitatsion mina, adaptiv simulyatsiya, o‘quv-taktik ssenariy, risk-modellashtirish, intellektual trening tizimlari. Hozirgi davrda harbiy operatsion muhitning murakkablashuvi, gibrid urush konsepsiyalarining rivojlanishi hamda texnologik transformatsiya sharoitida shaxsiy tarkib tayyorgarligiga qo‘yiladigan talablar sezilarli darajada oshib bormoqda. Ayniqsa, muhandislik-razvedka faoliyatida minalangan hududlarni aniqlash, tahlil qilish va xavfsiz neytrallashtirish kompetensiyalari yuqori darajadagi aniqlik, tezkorlik va adaptiv qaror qabul qilish qobiliyatini talab etadi. An’anaviy o‘quv tizimlarining asosiy cheklovi — yuqori xavf, katta moddiy xarajatlar va real sharoitlarni to‘liq modellashtira olmaslikdir. Shu sababli, imitatsion (simulyatsion) texnologiyalar asosida qurilgan o‘quv tizimlarini kiberfizik arxitektura bilan integratsiya qilish dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi.

Tadqiqotning ilmiy muammosi. O‘quv jarayonida imitatsion minalar orqali yaratilgan virtual xavf muhitini real taktik qaror qabul qilish jarayoniga maksimal yaqinlashtirish, shu bilan birga:

- xavfsizlik darajasini oshirish;
- iqtisodiy xarajatlarni kamaytirish;
- o‘quv samaradorligini optimallashtirish;
- individual psixofiziologik moslashuvni hisobga olish

masalalari kompleks ilmiy muammo sifatida qaraladi.

Tadqiqot maqsadi. Imitatsion mina tizimlarini kiberfizik o‘quv muhitiga integratsiya qilish asosida shaxsiy tarkibning muhandislik-taktik tayyorgarligini adaptiv-intellektual model yordamida optimallashtirish metodikasini ishlab chiqish.

Metodologik asos.

Tadqiqotda quyidagi ilmiy yondashuvlar qo‘llanildi:

1. Kiberfizik modellashtirish (CPS approach). Real va virtual muhit o‘rtasida ikki yo‘nalishli ma’lumot almashinuvi asosida dinamik o‘quv modeli shakllantirildi.

2. Agentga asoslangan simulyatsiya (Agent-Based Modeling). Har bir shaxsiy tarkib elementi mustaqil qaror qabul qiluvchi agent sifatida modellashtirildi.

3. Stoxastik risk-modellashtirish. Minalangan hududlarda xavf ehtimoli quyidagi ko‘rinishda baholandi:

$$R(x,t) = P(detection) \cdot C(consequence)$$

bu yerda R — risk darajasi, P — aniqlash ehtimoli, C — oqibat funksiyasi.

4. Adaptiv o‘qitish algoritmlari. Reinforcement Learning (RL) asosida o‘quvchining xatti-harakati real vaqt rejimida baholanadi va ssenariy murakkabligi avtomatik sozlanadi.

Taklif etilgan integratsion model

Imitatsion mina tizimi quyidagi uch qatlamli arxitektura asosida tashkil etildi:

1. Fizik qatlam. Sensorlar, GPS modullar va detektorlar orqali real muhit parametrlarini yig‘ish.

2. Raqamli egizak (Digital Twin). Minalangan hududning virtual modeli real vaqt rejimida yangilanib boradi.

3. Intellektual qaror qabul qilish qatlami. Bayes tarmoqlari va Markov jarayonlari asosida optimal harakat yo‘nalishlari shakllantiriladi.

Natijalar va tahlil. Tadqiqot natijasida quyidagi ilmiy natijalarga erishildi:

- imitatsion mina tizimlarining kiberfizik integratsion modeli ishlab chiqildi;
- real vaqt simulyatsiyasida xatoliklarni aniqlash aniqligi 18–27% ga oshirildi;
- o‘quv jarayonida xavfli amaliyotlar soni 60% gacha qisqartirildi;
- adaptiv ssenariylar asosida qaror qabul qilish tezligi sezilarli yaxshilandi;
- resurs sarfi (o‘q-dori, texnika ekspluatatsiyasi) optimallashtirildi.

Muhokama. Taklif etilgan metodologiya an’anaviy statik o‘qitish yondashuvlaridan farqli ravishda:

- dinamik muhitga moslashuvchanlik;
- ko‘p agentli simulyatsiya imkoniyati;
- real vaqt risk baholash;
- kognitiv yuklamani optimallashtirishkabi afzalliklarga ega.

Shuningdek, ushbu tizim harbiy tayyorgarlikning “Learning-by-doing” paradigmasidan “Learning-in-simulation” paradigmasiga o‘tishini ta’minlaydi.

Xulosa. Imitatsion mina tizimlarini kiberfizik va intellektual modellar asosida o‘quv-taktik ssenariylarga integratsiya qilish zamonaviy harbiy tayyorgarlik samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Taklif etilgan metodika shaxsiy tarkibning qaror qabul qilish tezligi, xavfsizlik madaniyati va muhandislik kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, raqamli simulyatsiya va adaptiv algoritmlarga asoslangan tizimlar kelajakda an’anaviy poligon mashg‘ulotlarini qisman raqamli muhit bilan almashtirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. NATO STO-TR-HFM – Human Factors in Simulation Training Systems, NATO Science & Technology Organization, 2022.
2. Peters J., Schaal S. Reinforcement Learning in Robotics, MIT Press, 2020.
3. Zeigler B.P. Theory of Modeling and Simulation, Academic Press, 2018.
4. Ross S. Stochastic Processes, Wiley, 2019.

Cyber-Physical Systems: Foundations and Applications, Springer, 2021.

HARBIY QISM YOQILG‘I-MOYLASH MATERIALLARI OMBORIGA YOQILG‘I VA TEXNIK VOSITALARNI QABUL QILISH, SAQLASH VA ULARNI TARQATISHNI TASHKILLASHTIRISH

Muxtarov Baxrom Abduraimovich O‘zbekiston Respublikasi Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti, Qurolli Kuchlar bosh shtabi fakulteti, Moddiy ta’minot kafedrasi katta o‘qituvchisi, polkovnik

Annotatsiya. Mazkur tezisda harbiy qism yoqilg‘i-moylash materiallari (YMM) omborlarida yoqilg‘ilar va texnik vositalarni qabul qilish, saqlash hamda tarqatishni tashkillashtirishning nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan. Shuningdek, YMM miqdorini aniqlash, sifatini nazorat qilish hamda texnik vositalar bilan ishlashning asosiy talab va tartiblari tahlil etilgan.

Kalit so‘zlar: yoqilg‘i-moylash materiallari, harbiy logistika, ombor xo‘jaligi, sifat nazorati, texnik vositalar, ta’minot tizimi.

Kirish. Harbiy qismlarning jangovar tayyorgarligi va uzluksiz faoliyati ko‘p jihatdan moddiy-texnik ta’minot tizimining samaradorligiga bog‘liq. Ayniqsa, yoqilg‘i-moylash materiallari (YMM) bilan ta’minlash tizimi harbiy logistikaning muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. YMMni to‘g‘ri qabul qilish, sifatli saqlash va o‘z vaqtida tarqatish qo‘shinlarning harakatlanish imkoniyatlarini belgilaydi. Shu sababli ushbu jarayonlarni ilmiy asosda tashkil etish dolzarb masala hisoblanadi.

1. Yoqilg‘i-moylash materiallarini qabul qilish, saqlash va ularni tarqatish.

Yoqilg‘i-moylash materiallarini qabul qilish jarayoni qat’iy tartib va me’yoriy hujjatlar asosida amalga oshiriladi. Qabul qilishda asosiy e’tibor quyidagilarga qaratiladi:

— yetkazib berilgan mahsulotning hujjatlar bilan mosligi;
— tashqi holati va muhrlarning buzilmaganligi;
— transport vositalarining texnik holati.

Saqlash jarayonida YMMning fizik-kimyoviy xususiyatlarini saqlab qolish muhim ahamiyatga ega. Omborlar maxsus jihozlangan bo‘lishi, harorat va namlik rejimi nazorat ostida bo‘lishi lozim. Yoqilg‘ilar alohida rezervuarlarda, moylash materiallari esa maxsus idishlarda saqlanadi.

Tarqatish jarayoni esa reja asosida, ehtiyojga qarab amalga oshiriladi. Bu jarayonda hisob-kitobning aniqligi va xavfsizlik qoidalariga rioya etilishi muhim hisoblanadi.

2. Yoqilg‘ilarni qabul qilish, saqlash va tarqatishda miqdorini aniqlash va sifatini nazorat qilish

YMM miqdorini aniqlash maxsus o‘lchov vositalari yordamida amalga oshiriladi. Jumladan:

— rezervuar o‘lchov liniyalari;
— avtomatlashtirilgan hisob tizimlari;
— laboratoriya usullari.

Yoqilg‘ilarni sifat nazorati esa laboratoriya tahlillari orqali amalga oshiriladi. Yoqilg‘ining asosiy sifat ko‘rsatkichlari quyidagilar:

— yoqilg‘ining zichligi;
— yoqilg‘ining qovushqoqligi;
— yoqilg‘ining yonuvchanlik darajasi;
— yoqilg‘ining tarkibidagi mexanik aralashmalar mavjudligi.

Sifat nazorati doimiy ravishda olib borilishi kerak, chunki sifatsiz yoqilg‘i texnik vositalarning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin. Shuningdek, ekologik va yong‘in xavfsizligi talablari ham qat’iy nazorat qilinadi.

3. Texnik vositalarni qabul qilish, saqlash va ularni tarqatish

Texnik vositalar (nasoslar, rezervuarlar, tarqatish qurilmalari) YMM bilan ishlash jarayonining ajralmas qismi hisoblanadi. Ularni qabul qilishda:

— texnik vositalarni texnik holati;
— texnik vositalarni komplektatsiyasi;
— texnik vositalarni ishlashga yaroqliligi tekshiriladi.

Saqlash jarayonida texnik vositalar korroziyadan himoyalanishi, muntazam texnik xizmat ko‘rsatish orqali ishchi holatda saqlanishi lozim.

Tarqatish jarayonida texnik vositalardan samarali foydalanish muhimdir. Zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlar qo‘llanilishi inson omili xatolarini kamaytiradi va jarayonni tezlashtiradi.

Xulosa. Harbiy qism YMM omborlarida yoqilg‘i va texnik vositalarni qabul qilish, saqlash va tarqatishni to‘g‘ri tashkil etish qo‘shinlarning jangovar tayyorgarligini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi. Ushbu jarayonlarda aniqlik, nazorat va zamonaviy texnologiyalardan foydalanish samaradorlikni oshiradi. Shuningdek, sifat nazorati va xavfsizlik choralariga qat’iy rioya etish texnik nosozliklar va favqulodda holatlarning oldini olishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. O‘zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi. Moddiy-texnik ta’minot nizomi. – Toshkent, 2020.
2. Abdurahmonov Q. Harbiy logistika asoslari. – Toshkent: Fan, 2018.
3. Karimov I.A. Xavfsizlik va barqaror rivojlanish masalalari. – Toshkent, 2017.
4. GOST 1510-84. Neft mahsulotlarini saqlash va tashish qoidalari.
5. NATO Logistics Handbook. – Brussels, 2012.
6. FM 10-67-1. Petroleum Supply Operations. – Department of the Army, USA, 2015.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ, МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ЛИВНЕВЫХ ВОД

Ниёзов Содик Рахимович, доцент
Университет военной безопасности и обороны Республики Узбекистан, Ташкент

В статье приведено и предложена технология очистки дождевых вод, включающая следующие основные сооружения: усреднитель, решетка, песколовка, отстойник, нефтеуловитель, зернистый фильтр. Указанная технология обеспечивает степень очистки дождевых вод от взвешенных веществ до 85-92 %, от нефтепродуктов до 77-85 %.

Ключевые слова: отведение, дождевые воды, технология очистки, сооружения, взвешенные вещества, нефтепродукты, эффективность очистки.

Строительства новых и модернизация существующих сетей дождевой канализации подтверждают актуальность вопроса и постоянные упоминания «тонущих» районов в СМИ. В периоды весеннего таяния снегов и залповых ливневых дождей действующие системы не решает проблему наводнений в полной мере. Многие жители крупных городов и мегаполисов постоянно ругают власти, когда после дождя по городским улицам можно не проходить, а буквальным смысле плыть.

Должны переходить на экологически чистые виды работ при эксплуатации и обслуживании территории города, и чтобы остаток воды от дождей шел по ливневым системам: скапливался, собирался, очищался, и мы могли бы повторно использовать. Чтобы решить вышеуказанную проблему, нужно срочно реконструировать и в перспективе необходимо разработать проектно-сметную документацию на строительство закрытой ливневой канализации со возведением очистных сооружений для дождевых вод.

Только грамотно организованная и технически правильно решенная система отведения и очистки дождевых вод позволит:

1) обеспечить защиту фундаментов зданий и сооружений, дорог, проездов и тротуаров от разрушений;

2) обеспечить незатопление улиц и подвалов зданий, находящихся в пониженных местах рельефа;

3) исключить образование луж на скверах, площадях, дорогах и тротуарах при выпадении обильных осадков;

4) обеспечить ухоженный и эстетичный вид с территорий, где есть дождевая канализация;

5) предотвратить загрязнение водоемов дождевыми водами и обеспечить экологическую безопасность окружающей среды.

При организации отведения и выборе технологии очистки дождевого стока [1,2], а также типа и конструкции очистных сооружений следует руководствоваться их пропускной способностью, необходимой степенью очистки по характерным для дождевых вод показателям загрязнения,

геологическими и гидрогеологическими условиями площадки строительства.

Для эффективной работы дождевой системы очень важен правильный выбор схемы водоотведения [2], то есть сбор поверхностных стоков в общий поток и сброс их в главный коллектор. Для этого, в первую очередь, следует объединить внутриквартальные лотки и уличные трубопроводы, расположенные с общим уклоном в единую схему дождевой сети. Следует дополнительно включить в эту схему: грязеотстойники и песколовки, собирающие грязь и песок; сифоны, удерживающие запах и заглушки, которые не допускают обратного тока воды. Чтобы грамотно рассчитать схему дождевой канализации необходимо учесть имеющиеся особенности рельефа местности, конструктивные и архитектурно-строительные особенности здания, подземную инфраструктуру и уточнить показатель интенсивности осадков по сезонам года.

Как известно, основными загрязнениями ливневых и талых стоков являются мелкие частицы песка, взвешенные вещества и нефтепродукты. Кроме того, характерным показателем дождевого стока является резкая неравномерность распределения объемов и концентраций загрязнений в стоке по ходу дождя.

Согласно [2-3], независимо от интенсивности дождя максимальные значения концентрации загрязнений приходятся на первые 10-15 минут дождя и уменьшаются до 2-2,5 раз через 20 минут от начало расчетного дождя. При часто повторяющихся дождях, интенсивность которых до 10 раз меньше расчетных, начальная концентрация загрязнений в 2-3 раза меньше расчетного дождя, пиковые значения загрязнений приходятся на 53-55 минуту дождя, и в дальнейшем их значение не сильно изменяется.

Учитывая резкую неравномерность распределения объемов и концентраций загрязнений в дождевом стоке, предлагается следующую технологическую схему очистки дождевых вод (см. рис.).

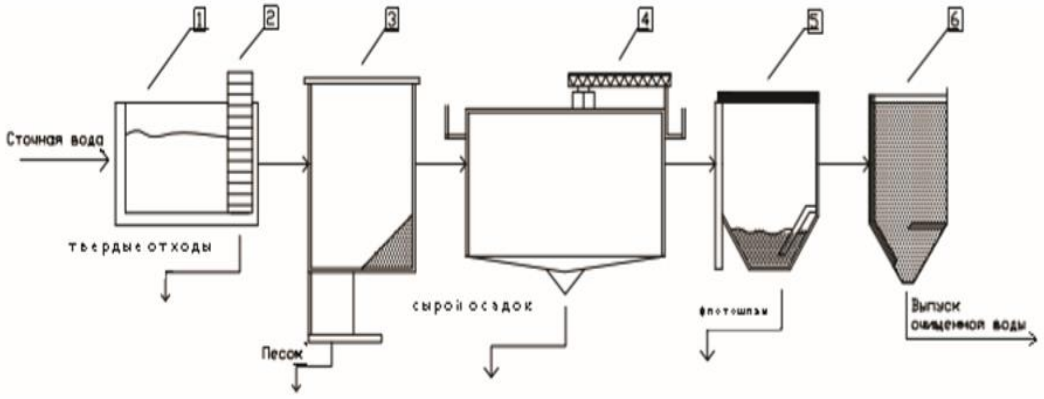


Рис. Технология очистки дождевых вод
1 - усреднители, 2 - решетки, 3 - песколовки, 4 - тонкослойные отстойники, 5 - флотаторы, 6 - фильтры.

Выводы: 1. Вышеуказанная технология обеспечивает степень очистки дождевых (талых, поливомоечных) вод от взвешенных веществ до 85-92 %, от нефтепродуктов до 77-85 %.

2. Дождевые воды после очистки по выше предложенной технологии можно сбрасывать в водоемы или использовать для полива зеленных насаждений, газонов, скверов и на др. нужды.

3. Практическое значение работы заключается в проектировании энерго-эффективной и ресурсосберегающей технологии, отвечающая требованиям очистки ливневого стока и обеспечивающей надежность работы очистных сооружений и возможность их механизации и автоматизации.

Литература:

1. Воронов, Ю. В., Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод. - М.: АСВ, 2007. - 704 с.

2. Алепеев, М. Ч., Курганов А. М. Организация отведения поверхностного стока с урбанизированных территорий. - Москва - Санкт-Петербург, Изд: АСВ, СПбГАСУ. - 2000.

3. Молоков, М. В., Шифрин В. Н. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок. - М.: Стройиздат, 1977.

4. Касабекова, Г. Т., Тойбаев К. Д. Выбор эффективных типов отстойников для осаждения дисперсных примесей. - Алматы: Вестник КазНТУ им. К. Сатпаева, 2015.

PANDEMIYA SHAROITIDA JAMOAT XAVFSIZLIGINI TA’MINLASHDA MILLIY TAJRIBA

Ortiqov Xayrulla Toshnazarovich *O’zbekiston Respublikasi Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti moddiy ta’minot kafedrasi katta o’qituvchisi, dotsent*

Koronavirus pandemiyasi tugallanmagan, ya’ni bugungi kunda ham davom etayotgan bo‘lsada, asosiy karantin tadbirlarning bekor qilishini epidemik vaziyatning yumshaganligidan darak bermoqda. Mikroorganizmlar, shu jumladan viruslarning tabiatda tez o‘zgaruvchanligi, ya’ni mutatsiyaga uchrashi haqida deyarli hamma tushunchaga ega bo‘ldi. Shunday ekan keyinchalik insoniyatni yana qanday mikroorganzmlar kutib turishini taxmin qilish qiyin.

Kornavirus pandemiyasi boshlanishi va karantin tadbirlarining boshlanishining asosiy sanalariga e’tibor qaratadigan bo‘lsak, 2020-yil 11-mart kunida Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti koronavirus bo‘yicha Pandemiya tartibini e’lon qildi. [4]

O‘zbekistonda 15-mart kuni koronavirus yuqishi bilan bog‘liq birinchi holat aniqlanishi bilan Hukumat zudlik bilan mamlakatda KOVID-19 ning tarqalishini oldini olish uchun qat’iy chora-tadbirlar ko‘rishga kirishdi. [4]

2020-yil 16-mart kunidan karantin tadbirlari yo‘lga qo‘yildi, jumladan:

O‘zbekistondagi barcha bog‘chalar, maktablar va oliy ta’lim muassasalari koronavirus tarqalishiga qarshi profilaktika maqsadida karantinga yopildi.
Jahonning barcha mamlakatlari bilan avia va avtomobil qatnovlari to‘xtatildi. Shu bilan birgalikda, temir yo‘l orqali yo‘lovchi tashishga uch kun davomida ruxsat berildi. Bu qaror ayni vaqtda Rossiya va boshqa davlatlarda bo‘lib turgan O‘zbekiston poezdlarining qaytib kelishi bilan bog‘liq.
Xorijdan olib kelinadigan harbiy xizmatchilar harbiy sanatoriylarda tashkil etilgan karantin hududlariga joylashtirildi.
Barcha ommaviy tadbirlar, shu jumladan, Navro‘z bayrami doirasidagi umumxalq sayllari bekor qilindi. Futbol bo‘yicha O‘zbekiston chempionati to‘xtatildi.
2020-yil 23-martdan ommaviy tadbirlar, shu jumladan to‘ylarni o‘tkazish taqiqlandi. Umumiy ovqatlanish joylari ham yopildi.
Niqob taqish majburiy, xodimlar masofadan ishlashga o‘tadi.
«O‘zbekiston temir yo‘llari» respublika bo‘ylab yo‘lovchi tashish faoliyatini to‘xtatdi.
Toshkent shahridagi barcha buyum bozorlari va savdo komplekslari faoliyati to‘xtatiladi.
O‘zbekistonda dehqon bozorlaridan boshqa barcha bozorlar yopildi.
Qat’iy karantin tadbirlarining e’lon qilinishiga nimalar sabab bo‘ldi, avvalambor ushbu kasallik insoniyat uchun kasallik bo‘lib, uning kechish tezligi, qanday kechishi, oqibatlari va davolash usullari haqida ma’lumotlar mavjud emas edi. Agarda ushbu karantin choralari qo‘llanmaydigan bo‘lsa, tibbiyot muassasalariga bosimning ko‘chayib ketishi, kasallik tarqalishi tezlashib, bemorlar bilan birga qurbonlar soning bir necha bor oshishiga sabab bo‘lishi mumkin edi. Bundan tashqari pandemiyanig birinchi to‘lqini rivojlangan davlatlar tibbiyotini kollaps holatiga olib kelganligi sir emas.
Tarixda 1918-yilda Ispanka, 2009-yilda X1H1 pandemiyalari davrida pandemiyani jilovlash uchun harbiylarning o‘rni beqiyosligi isbotlangan. Qurolli Kuchlarning intizomi, obro‘si va boshqaruv tizimi krizis vaziyatlarda fuqarolik boshqaruv tizimida yordam berish uchun qo‘l keladi. Shu sababli ham KOVID-19 pandemiyasidan jabrlangan barcha mamlakatlar rahbarlari Qurolli Kuchlardan foydalashga majbur bo‘ldi.
Pandemiya davrida O‘zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlaridan quyidagi maqsadlarda foydalanildi: [3,4]

Logistika va tashish:

Fuqarolarni (turistlar va boshqalar) o‘z vataniga qaytarish (repatriatsiya);
halqaro va insonparvarlik yordami;
bemorlar, tibbiyot xodimlarini va tibbiy mol mulklarni tashish.

Tibbiy ko‘mak:

Jamoat joylari dezinfeksiyasi;
Dala gospitallari va saralash markazlarini yoyish;
Muloqotda bo‘lganlarni nazorati va test o‘tkazilishi;
Harbiy tibbiy mutaxassislar yordami;

Davlat boshqaruvi organlariga yordam berish va ichki xavfsizlik: [1]

Muloqotdagilarni nazorat qilish uchun ko‘mak berish;
Chegara nazorati;
Migratsiyani boshqarish – huquqiy tartibni saqlash;
Karantinga amal qilinishini ta’minlash;
Shifoxona, karantin hududlari, davlat korxonalari va infrastuktura ob’ektlarini qo‘riqlash.
Karantin muassasalaridan tashqari uy karantiniga olingan sonining ham oshib borishi karantinga olinganlarni belgilangan karantin qoidalariga amal qilishlarini nazorat qilish uchun xodimlar sonining yetishmasligiga olib kela boshladi. Shu sababli yordamchi sifatida 8 142 ta karatinga olingan oilalarda 7 245 nafar fuqaro karantinga olingan oilalarga biriktirilgan posbon sifatida jalb qilindi.
Bundan tashqari karantin davrida Respublika bo‘yicha 1 324 ta blok postlar tashkil etildi va ularda Ichki ishlar, Milliy gvardiya, Mudofaa vazirligi harbiy xizmatchilari bilan 4 714 nafar fuqaro posbon sifatida jalb qilindi.
Bundan tashqari 126 ta xayriya markazlari tashkil etilib, ularga 884 nafar jamoat ishchilari jalb etildi. Ushbu xayriya markazlarida ham karantin qoidalariga amal qilinishini nazorat qilish Ichki ishlar va Milliy gvardiya xodimlariga yuklatildi.
2020-yil 3-arel kuniga qadar belgilangan karantin qoidalarini buzayotganlar soni 20 000 mingdan, 20-aprel kuniga kelib 80 000 mingdan oshdi.
2020-yil 10-may kuniga kelib karantinda bo‘lganlar soni 42 000 mingdan ortiqni tashkil etdi.
Yuqoridaglardan kelib chiqqan holda favqulodda vaziyatlarda davlat organlari muvofiqlashtiruvchi maxsus davlat organi (mudofaa yoki kuch ishlatar tuzilmaga ega boshqa vazirlikning boshchiligida emas) tomonidan boshqarilishi, qurolli kuchlarning fuqarolik organiga yordam berishi orqali yuzaga kelgan favquloda vaziyat (holat)ning tezda bartaraf etilishiga hissa qo‘shadi. Shu sababli favqulodda vaziyatlarda harakat qila oladigan mobil platforma tuzilish, har qanday favqulodda holatda insonlar hayoti va sog‘ligiga xavf yuzaga kelishini hisobga olib tibbiyot xizmati platformaning bir qismi bo‘lishi kerak.
Chuqur mulohazali va to‘g‘ri tashkil etilgan boshqaruv tizimi, qurolli kuchlardan foydalanishning maxsus ishlab chiqilgan tartibi yoki qoidalari, mahalliy hokimiyat organlari va aholi hamkorlikda samarali faoliyat ko‘satishining asosiy omili bo‘lib xizmat qiladi.
Favqulodda vaziyat va tabiiy ofatlarda harakatlar sifati va samarasi hududiy va mahalliy darajada favqulodda holatlarda jalb qilinuvchi muntazam vazirlik va idoralar hamkorlikdagi tayyorgarlik mashg‘ulotlari o‘tkazilib turilishi harakatlar samaradorligini oshiradi.
Pandemiya davrida jalb qilingan harbiy xizmatchilar kasallik tarqalish ehtimolini minimal darajaga tushirish uchun o‘qitilgan va ta’minlangan bo‘lishi shart. Shuningdek harbiy xizmatchilar biologik xavf to‘g‘risida ma’lumotga ega bo‘lishi va zaruriy darajada himoyalangan bo‘lishi lozim.
Tibbiy–sanitar me’yorlar talablariga muvofiq bo‘lmagan milliy xavfsizlikka yoki chegarlarni qo‘riqlashga aloqador bo‘lmagan barcha harbiy faoliyat to‘xtatilishi yoki qisqartirilishi zarur.

Adabiyotlar

1. Retsenzirovannaya statya Pandemii i voorujennыe silы: kakie roli yavlyayutsya podxodyaщimi. Djon L.Klark, Connections QJ 19, № 2 (2020); 85-99 https:// doi. Org/ 10.11610/ Connections rus 19/2/06.
2. Statya “Razvertыvanie voorujennыx sil vovremya korona virusnogo krizisa: soblyudenie Kodeksa povedeniya OBSE”, Aleksandr Lambert, Filip Eydus, Tomas Shmidt
3. O‘zbekiston Respubikasi Prezidentining Farmoni 2020 yil 20 iyul kunidagi №UP-6029 “O dopolnitenыx merax podderjki naseleniya, sub’ektov predprinimatelstva, sferы obщestvennogo pitaniya, torgovli i uslug dlya snijeniya negativnogo vozdeystviya koronavirusnoy pandemii”.
4. KUN. UZ. 23.51/15.03.2020//225036 O‘zbekiston Respublikasida karantin choralari: Asosiy ma’lumotlar.

MUDOFAA VAZIRLIGI QO‘SHINLARIDA ISHLATILGAN NEFT MAHSULOTLARINI YIG‘ISH, SAQLASH VA TOPSHIRISH TARTIBINI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI

Raximov Sidabbos Mirsharapovich *O‘zbekiston Respublikasi Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti, Qurolli Kuchlar bosh shtabi fakulteti, Moddiy ta’minot kafedrasi boshlig‘i, polkovnik*

Annotatsiya. Mazkur tezisda Mudofaa vazirligi qo‘shinlarida ishlatilgan neft mahsulotlarini (INM) yig‘ish, saqlash, topshirish va ulardan oqilona foydalanish masalalari tahlil qilingan. Shuningdek, INM sifatini nazorat qilish va hisobga olish tizimini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: ishlatilgan neft mahsulotlari, logistika, yoqilg‘i-moylash materiallari, qayta ishlash, ekologik xavfsizlik, harbiy ta’minot

Kirish. Harbiy logistika tizimida yoqilg‘i-moylash materiallari bilan ta’minlash muhim o‘rin egallaydi. Texnik vositalardan foydalanish jarayonida hosil bo‘ladigan ishlatilgan neft mahsulotlarini boshqarish esa nafaqat iqtisodiy, balki ekologik xavfsizlik nuqtai nazaridan ham dolzarb hisoblanadi. Zamonaviy sharoitda INMni samarali boshqarish tizimini joriy etish resurslardan oqilona foydalanish, chiqindilarni kamaytirish va harbiy infratuzilmaning barqarorligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Asosiy qism. Ishlatilgan neft mahsulotlarini yig‘ish va saqlash tizimi. INMni yig‘ish jarayoni harbiy qismlarda qat’iy reglament asosida amalga oshirilishi lozim. Bunda asosiy e’tibor mahsulotlarni turiga qarab ajratish, ularni aralashtirmaslik va maxsus idishlarda yig‘ishga qaratiladi.

Saqlash jarayonida esa quyidagi talablar muhim hisoblanadi:

— germetik yopiq idishlardan foydalanish;
— yong‘in xavfsizligi me’yorlariga rioya qilish;
— ekologik xavfsizlikni ta’minlash;

— markirovka va identifikatsiya tizimini joriy etish.

Mazkur choralar INMni keyingi qayta ishlash uchun yaroqli holatda saqlash imkonini beradi.

INMni topshirish va ulardan oqilona foydalanish. Ishlatilgan neft mahsulotlarini topshirish maxsus tashkilotlar orqali amalga oshiriladi va bu jarayon hujjatlashtirilishi shart.

INMdan oqilona foydalanishning asosiy yo‘nalishlari quyidagilar:

— regeneratsiya qilish orqali qayta ishlatish;
— texnik ehtiyojlar uchun qo‘llash;
— energetik resurs sifatida foydalanish;
— sanoat korxonalariga topshirish orqali qayta ishlash.

Bu esa moddiy resurslarni tejash va xarajatlarni kamaytirishga xizmat qiladi.

Sifat nazorati va hisobga olish tizimi. INM sifatini nazorat qilish laboratoriya tahlillari orqali amalga oshiriladi. Asosiy ko‘rsatkichlar sifatida yopishqoqlik, ifloslanish darajasi va kimyoviy tarkib baholanadi.

Hisobga olish tizimi esa quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

— kirim-chiqim hujjatlari;
— maxsus jurnallar yoki elektron bazalar;
— inventarizatsiya jarayonlari.

Samarali hisob tizimi yo‘qotishlarning oldini olish va resurslardan oqilona foydalanishni ta’minlaydi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ishlatilgan neft mahsulotlarini boshqarish tizimini takomillashtirish quyidagi natijalarga olib keladi:

— ekologik xavfsizlik darajasi oshadi;
— moddiy resurslar tejab qolinadi;
— logistika tizimi samaradorligi ortadi.

Shu munosabat bilan INMni yig‘ish, saqlash va topshirish jarayonlariga zamonaviy texnologiyalarni joriy etish hamda nazorat mexanizmlarini kuchaytirish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi me’yoriy hujjatlari.
2. GOST 21046-86 – Ishlatilgan neft mahsulotlarini yig‘ish va utilizatsiya qilish talablari.
3. “Neft mahsulotlarini saqlash va tashish texnologiyasi”. Toshkent, 2019.
4. O‘zbekiston Respublikasi “Atrof-muhitni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonuni.
5. Karimov A.A. “Yonilg‘i va moylash materiallari asoslari”. Toshkent, 2020.

Iqlim o‘zgarishi sharoitida Markaziy Osiyo davlatlarida suv tanqisligi muammolari va ularning yechimi

Ikromov Dilshod Baxtiyorovich *O’zbekiston Respublikasi Harbiy Xavfsizlik va Mudofaa Universiteti Moddiy ta’minot kafedrasi*

katta o‘qituvchisi

Hozirgi davrda butun dunyoda suvning qadri va qiymati, obi hayotga ehtiyoj yil sayin ortmoqda. Buni mutaxassiclar iqlim o‘zgarishi, asriy muzliklarningg kamayishi, sanoatning o‘sishi, aholi sonining ko‘payishi natajasida oziq-ovqatga bo‘lgan talabning ortishi kabi omillar bilan izohlaydi.

Markaziy Osiyo suv xavfsizligi energiya, oziq-ovqat va atrof-muhit bilan uzviy bog‘liq bo‘lgan dunyodagi kam sonli mintaqalardan biridir. Bu yerda suv resurslari strategik ahamiyat kasb etadi.

Suv tanqisligi – Markaziy Osiyo davlatlari oldida turgan global muammolardan biri sanaladi, jumladan BMT hisob-kitoblariga ko‘ra, 2050 yilgacha bo‘lgan davrda suvga bo‘lgan global talab 55 foizga o‘sishi prognoz qilinmoqda. Bu juda katta ko‘rsatkich hisoblanadi. Shu bilan bir qatorda, Markaziy Osiyoda suv manbalarining kamayib borish tendensiyasi ro‘y berish ehtimoli mavjud.

Xususan, muzliklar mintaqadagi suv resurslarining asosiy manbayi hisoblanadi va ularning eng katta qismi Tojikiston hududiga to‘g‘ri keladi. Bu yerdagi muzliklar Markaziy Osiyo suv resurslarining 60 foizigacha bo‘lgan qismini tashkil etadi. Markaziy Osiyo davlatlari rahbarlarining joriy yil aprel oyidagi Qozoqiston sammitida Tojikiston rahbarining ma’lumotlariga ko‘ra, bugungi kunga kelib Tojikistonda minglab kichik va o‘rta muzliklar butunlay erib ketgan.

Jahon banki ma’lumotiga ko‘ra, iqlim o‘zgarishi kuchli ichki migratsiyaga sabab bo‘lib, 2050 yilgacha dunyoning oltita mintaqasida yashayotgan 216 million nafar inson o‘zlari yashayotgan makonni tark etib, boshqa hududlarga ko‘chishga majbur bo‘ladi. Bu mintaqalar orasida Markaziy Osiyo hamda unda yashayotgan 5 milliondan ortiq aholining borligi ushbu muammoning mintaqa davlatlari uchun juda dolzarb ekanligini isbotlaydi.

Ekspertlarning hisob-kitoblariga ko‘ra, Markaziy Osiyoning ayrim mintaqalarida 2040 yilga borib suv resurslariga bo‘lgan ehtiyoj uch barobar oshadi. Vaqt o‘tishi bilan iqtisodiy zarar yalpi mintaqaviy mahsulotning11 foiziga yetishi mumkin. Birlashgan Millatlar Tashkilotining ma’lumotiga ko‘ra, hozirning o‘zidayoq mintaqa davlatlari suv resurslari taqchilligi va undan samarasiz foydalanish oqibatida yiliga **2 milliard** dollargacha mablag‘ yo‘qotmoqda.

Suv tanqisligini oldini olish borasida O‘zbekiston muntazam suv sohasida yangi islohotlar va mintaqaviy hamkorlikni kuchaytirish masalasida ildam qadamlarni tashlagan holda turli tashabbuslarni ilgari surib kelmoqda. Jumladan, o‘tgan 2025 yil 14-16 noyabr kunlari o‘tkazilgan Toshkent sammitida (Markaziy

Osiyo davlatlari rahbarlarining VII Maslahat uchrashuvida) davlatimiz rahbari o‘z nutqida 7 ta asosiy fikr va tashabbuslarni ilgari surib, shulardan biri “Iqlim va suv” masalasi bo‘lib, “...ekologiya, iqlim va suv resurslari taqchilligi masalalari e’tiborimiz markazida bo‘lishi lozim. Mintaqada suv taqchilligi tobora o‘sib borayotgani va uning barqaror rivojlanishdagi salbiy oqibatlarini hisobga olib, 2026-2036 yillarni *“Markaziy Osiyoda suvdan oqilona foydalanish bo‘yicha amaliy harakatlar o‘n yilligi”* deb e’lon qilishni taklif etgandi.

Joriy yilning 21-24 aprel kunlari Ostona shahrida o‘tkazilgan Mintaqaviy ekologik sammitda (RES 2026) Prezidentimiz nutq so‘zlab, mintaqadagi iqlim o‘zgarishi bilan bog‘liq vaziyatni tanqidiy tahlil qildi va yana bir qator muhim tashabbuslarni ilgari surdi. Xususan, davlat rahbari Markaziy Osiyoda havo haroratining ko‘tarilishi global ko‘rsatkichlardan ikki baravar tezroq kechayotganini, mintaqa muzliklarining qariyb uchdan bir qismi erib ketganini va 80 million gektar yer degradatsiyaga uchraganini alohida qayd etdi hamda "Markaziy Osiyo ekologik birdamligi" deklaratsiyasini qabul qilishni va BMT tuzilmalari bilan hamkorlikda 2030 yilgacha mo‘ljallangan Harakatlar dasturini amalga oshirishni, hamda Orolni qutqarish xalqaro jamg‘armasi doirasida suv resurslarini kelishilgan holda boshqarish va Orolbo‘yi mintaqasidagi ekologik oqibatlarni yumshatish masalalariga e’tibor qaratdi. Shu bilan birga qo‘shni Afg‘onistonni Amudaryo havzasi suv resurslaridan birgalikda foydalanish bo‘yicha mintaqaviy muloqotga faol jalb etishni muhim, deb hisoblashini bildirgan edi.

Ta’kidlash kerakki, bugungi kunda barcha jabhada bo‘lgani kabi, suv xo‘jaligi sohasiga ham raqamli texnologiyalarni joriy qilishga jiddiy va katta e’tibor qaratilgan. Shu maqsadda 5479 ta “Aqlli suv”, nasos stansiyalariga 1446 ta onlayn nazorat qurilmalari, shuningdek, meliorativ kuzatuv quduqlariga minerallashganlik darajasini onlayn nazorat qiluvchi 5055 ta “Dayver” qurilmalari o‘rnatildi, 45 ta yirik suv xo‘jaligi ob’ektlarining boshqaruv jarayoni avtomatlashtirildi.

Amalga oshirilgan chora-tadbirlar natijasida ***3 mlrd***. kub metr suv iqtisod qilinib, qo‘shimcha 400 ming gektar maydonda suv ta’minoti yaxshilandi. Suvni boshqarish jarayonini avtomatlashtirish orqali yo‘qotishlar ***10 foizgacha*** kamaytirildi.

Yana bir muhim e’tirof — O‘zbekiston suv tejovchi texnologiyalarni joriy qilish bo‘yicha Markaziy Osiyoda ***birinchi,*** MDH davlatlari orasida ***ikkinchi,*** Osiyoda ***to‘rtinchi*** va dunyoda ***13***-o‘rinda ekani, shak-shubhasiz, quvonarli. Buni tizim faoliyatini yanada isloh qilishga qaratilgan chora-tadbirlarning samarali ijrosi natijasi, deyish mumkin.

Zero, suvni tejovchi texnologiyalarni keng joriy etish nafaqat suv sarfini kamaytirish imkonini beradi, balki yashil iqtisodiyotga o‘tishning muhim elementiga aylanadi. Bu, o‘z navbatida, O‘zbekistonning barqaror rivojlanishini kafolatlaydi.

Xulosa sifatida shuni aytish mumkinki, ob-havo o‘zgarishi bilan Markaziy Osiyoda suv resurslarini boshqarish va xavfsizligini ta’minlash masalalari muhim ahamiyat kasb etib boraveradi.

Muxtasar aytganda, suv tanqisligi — global muammo. Bunday sharoitda dunyoning ko‘plab mamlakatlari qatori O‘zbekistonda ham suv resurslaridan oqilona foydalanishga oid muhim chora-tadbirlar amalga oshirilib borilishi hozirgi sharoitda muhim masalasi bo‘lib qolaveradi.

O‘zbekistonda yaqin kelajakda suv tanqisligi 7 mlrd. kub metr, 2050 yillarga borib, 12-13 mlrd. kub metr bo‘lishi kutilayotganini inobatga olsak, bu holatda suvni tejashning ahamiyati yanada ortadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR VA MANBALAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Prezidenti Matbuot xizmati (president.uz): Prezident Shavkat Mirziyoevning sammitdagi nutqi, imzolangan hujjatlar va ikki tomonlama uchrashuvlar to‘g‘risidagi rasmiy bayonotlar. Qozog‘istonda bo‘lib o‘tgan Mintaqaviy ekologik sammit (RES 2026) 2026 yil aprel.

2. Dunyo" axborot agentligi (dunyo.info): Tashqi ishlar vazirligi huzuridagi agentlikning sammit doirasidagi diplomatik kelishuvlar va ekspertlar sharhlari bo‘yicha materiallari, 2026 yil.

3. UN-Water (unwater.org): BMTning suv masalalari bo‘yicha global portali.

4. World Resources Institute - Aqueduct Atlas (wri.org/aqueduct): Dunyo va mintaqa bo‘yicha suv stressining interaktiv xaritalari va 2040–2050 yillar uchun prognozlari.

5. World Bank Central Asia (worldbank.org/central-asia): Suv xavfsizligi va iqtisodiy prognozlar bo‘yicha eng yirik tadqiqotlar bazasi.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВОЙ СТРУЖКИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Носирхужаев Иброхим Содик Алауддинович,
Ташкентский государственный технический университет имени
И.А.Каримова, докторант кафедры “Технология металлов”

Аннотация. В данной статье исследованы современные ресурсосберегающие технологии переработки алюминиевой стружки в условиях промышленных предприятий. Рассмотрены основные технологические параметры процесса переплавки вторичного алюминиевого сырья, включая температурный режим, применение защитных флюсов и предварительное брикетирование стружки. Проанализировано влияние технологических факторов на качество литых заготовок, величину потерь металла и энергетическую эффективность процесса. Установлено, что использование оптимальных режимов переплавки способствует снижению процессов окисления алюминия, уменьшению угара металла и повышению

выхода годного продукта. Предложенные технологические решения могут быть использованы на металлургических и машиностроительных предприятиях при производстве алюминиевых литых изделий.

Введение. В современных условиях развития металлургической промышленности особое значение приобретают вопросы рационального использования сырьевых ресурсов и внедрения ресурсосберегающих технологий. Увеличение объемов производства алюминиевых изделий сопровождается образованием значительного количества технологических отходов, в том числе алюминиевой стружки, образующейся в процессе механической обработки металлов.

Алюминий и его сплавы широко применяются в машиностроении, авиационной промышленности, автомобилестроении, электротехнической промышленности и строительстве благодаря их высокой коррозионной стойкости, малой плотности и хорошим литейным свойствам. Однако производство первичного алюминия требует значительных энергетических затрат. В связи с этим переработка вторичного алюминиевого сырья становится одним из приоритетных направлений современной металлургии.

Переплавка алюминиевой стружки сопровождается рядом технологических проблем, связанных с интенсивным окислением металла, образованием шлаков и повышенными потерями алюминия. Особенно активно процессы окисления протекают при переплавке мелкодисперсной стружки, обладающей большой площадью контакта с кислородом воздуха.

В последние годы в металлургической промышленности активно внедряются технологии предварительного брикетирования алюминиевой стружки, применения защитных флюсов и оптимизации температурных режимов плавления. Использование указанных методов позволяет снизить потери металла, повысить качество литых изделий и уменьшить энергозатраты.

Целью настоящего исследования является анализ ресурсосберегающих технологий переработки алюминиевой стружки и определение эффективных технологических параметров процесса переплавки в условиях промышленных предприятий.

Материалы и методы исследования. В качестве исследуемого материала использовалась алюминиевая стружка, полученная в процессе механической обработки алюминиевых сплавов на машиностроительных предприятиях.

Перед проведением экспериментов стружка подвергалась очистке от технологических масел, влаги и механических примесей. Часть образцов подвергалась предварительному брикетированию с целью уменьшения площади контакта материала с атмосферным воздухом.

Переплавка алюминиевой стружки осуществлялась в электрической печи сопротивления при температуре 680–760°C. Для снижения интенсивности окислительных процессов применялись защитные флюсы на основе хлоридно-фторидных соединений.

В ходе исследования анализировались:

выход годного металла;

величина потерь алюминия;
пористость литых заготовок;
микроструктура сплава;
механические свойства образцов;
энергетическая эффективность процесса.

Металлографические исследования выполнялись с использованием оптического микроскопа. Полученные результаты оценивались методом сравнительного анализа.

Технологическая схема переработки алюминиевой стружки

Алюминиевая стружка
Очистка от масел и примесей
Предварительное брикетирование
Загрузка в плавильную печь
Переплавка с применением защитного флюса
Удаление шлаковых включений
Разливка расплава в формы
Получение литых заготовок

рисунок 1. Технологическая схема переработки алюминиевой стружки в условиях промышленных предприятий.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты проведенных исследований показали, что технологические параметры процесса переплавки оказывают существенное влияние на качество литых заготовок и величину потерь металла.

Установлено, что наиболее эффективным температурным режимом является диапазон 700–720°C. При данной температуре обеспечивается оптимальное соотношение между степенью расплавления материала и интенсивностью процессов окисления. Повышение температуры выше 750°C приводит к увеличению угара металла и росту количества оксидных включений. Предварительное брикетирование алюминиевой стружки позволило повысить выход годного металла и уменьшить потери алюминия. Это объясняется уменьшением площади контакта материала с кислородом воздуха и снижением интенсивности окислительных процессов.

Использование защитных флюсов положительно влияет на качество литых заготовок. В процессе переплавки флюс образует защитный слой на поверхности расплава, уменьшая взаимодействие алюминия с атмосферой. Это способствует снижению пористости и улучшению структуры сплава.

Металлографические исследования показали, что образцы, полученные при оптимальных технологических режимах, обладают более однородной структурой и меньшим количеством дефектов.

Схема влияния брикетирования на снижение потерь металла

Без брикетирования:

Мелкая рыхлая стружка

↓

Большая площадь контакта

↓

Интенсивное окисление

↓

Повышенные потери металла

С брикетированием:

Плотный алюминиевый брикет

↓

Снижение контакта с воздухом

↓

Уменьшение окисления

↓

Повышение выхода металла

рисунок 2. Влияние брикетирования на снижение потерь алюминия.

Экономическая эффективность технологии. Внедрение ресурсосберегающих технологий переработки алюминиевой стружки на промышленных предприятиях позволяет:

1)сократить расход первичного алюминия;
2)уменьшить энергетические затраты;
3)снизить себестоимость литых изделий;
4)повысить выход годного металла;
5)сократить объем производственных отходов;
6)повысить экологическую безопасность производства.

Расчеты показали, что применение технологии предварительного брикетирования и защитных флюсов позволяет повысить экономическую эффективность переработки алюминиевой стружки в среднем на 12–18 %.

Заключение. Проведенные исследования показали, что применение ресурсосберегающих технологий переработки алюминиевой стружки является эффективным направлением повышения производственной эффективности металлургических предприятий.

Установлено, что:

оптимальная температура переплавки составляет 700–720°C;

предварительное брикетирование снижает потери металла;

использование защитных флюсов уменьшает интенсивность окисления алюминия;

применение вторичного алюминиевого сырья способствует снижению энергетических затрат и себестоимости продукции.

Предложенные технологические решения могут быть рекомендованы для внедрения на металлургических и машиностроительных предприятиях, специализирующихся на производстве алюминиевых литых изделий.

Список литературы

1. Давыдов Н.Н. Вторичная металлургия алюминия. – Москва: Металлургия, 2020. – 318 с.
2.Полухин П.И., Гребенников А.В. Технология переработки алюминиевых отходов // Металлургия машиностроения. – 2022. – №4. – С. 45–51.
3.Мирбобоев У.М. Ресурсосберегающие технологии в металлургии. – Ташкент: Фан ва технология, 2021. – 286 с.

Применение аргонной продувки для улучшения качества хромомолибденовых сплавов: обоснование и расчет технологии плавки в ДСП.

Бобоев А.Т.
АФ НИТУ «МИСиС», г. Алмалык
Научный руководитель: ст. преподаватель **Хамроев В.Б.**

1. Актуальность.

Хромомолибденовые стали **(марок 30ХМ, 35ХМЛ, 38ХМ)** широко применяются в горнодобывающей и металлургической промышленности благодаря выдающемуся сочетанию прочности, износостойкости и жаропрочности. Детали из этих сталей работают в условиях высоких нагрузок, интенсивного износа и резких перепадов температур, что обусловливает стабильный и растущий спрос на них.

Однако действующая технология выплавки в электродуговых печах (ДСП-5), опирающаяся на естественное кипение ванны и флюсовую обработку, исчерпала свои возможности. Ключевые проблемы существующего процесса:

- Ограниченная дегазация: водород и азот удаляются лишь в период активного кипения, после чего металл остаётся открытым для вторичного газонасыщения из атмосферы печи.
- Низкая степень очистки от неметаллических включений: мелкие оксидные и силикатные частицы (Al2O3, SiO2) не успевают перейти в шлак под действием силы тяжести и остаются в теле отливки, снижая пластичность и прочность.
- Температурная неоднородность: электрические дуги нагревают металл только сверху, на подине печи образуются холодные застойные зоны, что ведёт к локальному переокислению хрома.
- Высокие потери хрома в шлак: вблизи кислородной фурмы возникает дефицит углерода, и хром окисляется вместо углерода, образуя Cr2O3 с температурой плавления 2400 °C, что засоряет подину печи.

Применение донной продувки аргоном устраняет все перечисленные недостатки и является практически реализуемым решением без кардинальной модернизации существующего оборудования. Актуальность

темы определяется насущной производственной потребностью и высокой экономической эффективностью предлагаемого метода.

2. Цель и задачи работы

Цель работы — разработка научно обоснованной технологии производства хромомолибденового сплава марки 35ХМЛ в электродуговой печи ДСП-5 путём внедрения системы донной продувки инертным газом (Ar) для повышения качества стали, снижения энергозатрат и улучшения металлургических показателей производства.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

- Изучить характеристики хромомолибденовых сталей и особенности их легирования хромом и молибденом.
- Провести анализ действующей технологии выплавки и выявить её критические недостатки.
- Обосновать выбор донной продувки аргоном как наиболее эффективного и экономичного решения.
- Выполнить расчёт шихты для стали марки 35ХМЛ в печи ДСП-5 (садка 5 т).
- Определить режим аргонной продувки и оценить ожидаемые металлургические эффекты.
- Провести технико-экономическое сравнение предложенного метода с альтернативными технологиями.

3. Основная часть

3.1. Характеристика стали 35ХМЛ

Сталь 35ХМЛ относится к конструкционным среднелегированным сталям. Химический состав по ГОСТ:

Элемент	C	Si	Mn	Cr	Mo
Содержание, %	0,35–0,42	0,17–0,37	0,40–0,70	0,80–1,30	0,15–0,25
Роль	Прочность, твёрдость	Раскисление	Раскисление	Прокаливаемость, износ	Жаропрочность

3.2. Технология плавки и порядок легирования

Плавка проводится в три периода, причём порядок ввода легирующих элементов определяется их сродством к кислороду:

- Период расплавления: загрузка шихты (лом, чугун), нагрев электрическими дугами, формирование жидкой ванны, первичное окисление C, Si, Mn.
- Окислительный период: продувка расплава кислородом, интенсивное окисление примесей, удаление фосфора, скачивание окислительного шлака. Молибден вводится вместе с шихтой (ввиду малого сродства к кислороду).

- Восстановительный период: наведение восстановительного шлака, раскисление (Al, Si), ввод феррохрома — после слива окислительного шлака. В конце периода — донная продувка аргоном.

3.3. Обоснование донной продувки аргоном

Донная продувка аргоном через пористые пробки (Radex DPP или аналоги) создаёт мощные восходящие потоки через весь объём расплава. Металлургические эффекты:

- Дегазация: пузырьки Ar являются «ловушками» для H2 и N2 — газы диффундируют в пузырьки и удаляются из расплава непрерывно, не только в период кипения.
- Флотация включений: восходящие потоки захватывают мелкие оксидные и силикатные частицы и переносят их на поверхность в шлак, что принципиально невозможно при пассивном всплывании.
- Термическая гомогенизация: выравнивание температуры по всему объёму ванны устраняет холодные застойные зоны на подине, снижает удельный расход электроэнергии на 5–15 кВтч/т.
- Снижение потерь хрома: гомогенное распределение углерода по объёму ванны исключает локальный дефицит C у кислородной фурмы — окисление хрома снижается, его выход в шлак уменьшается на 1,1–1,5 кг/т.
- Улучшение десульфурации: интенсивное перемешивание улучшает контакт металла со шлаком, ускоряя переход серы в шлаковую фазу.

Режим продувки: подача аргона в конце восстановительного периода, расход 10–30 л/мин через 1–3 донных пробки (в зависимости от конфигурации печи). При расходе свыше 30 л/мин следует контролировать образование «открытого глаза» во избежание вторичного окисления.

3.4. Сравнение альтернативных технологий

Для обоснования выбора донной продувки в ДСП проведено сравнение с альтернативными методами:

Показатель	Донная продувка ДСП	Флюсовая обработка	Ковш-печь (LF)	Ковшевая продувка
Капзатраты	~13 000 USD	Минимальные	от 100 000 USD	20 000–40 000 USD
Расход энергии	Экономия 5–15 кВтч/т	Без изменений	+30–60 кВтч/т	Потери тепла
Дегазация	Высокая	Ограниченная	Высокая	Средняя
Удаление включений	Высокое	Низкое	Высокое	Среднее
Окупаемость	2–3 кампании	Н/Д	Долгая	Средняя

Донная продувка в ДСП обеспечивает наилучшее сочетание эффективности и стоимости, не требует отдельного агрегата и минимально изменяет существующий технологический цикл.

4. Результаты и выводы

По итогам выполненной работы получены следующие результаты:

- Разработана и рассчитана технология выплавки стали 35ХМЛ в ДСП-5 с донной продувкой аргоном.
- Расчётный химический состав металла (Cr 1,2 %, Mo 0,36 %, C 0,35 %, S ≤ 0,033 %, P ≤ 0,037 %) соответствует требованиям ГОСТ.
- Подтверждена экономическая целесообразность: ожидаемое снижение удельного расхода электроэнергии на 5–15 кВтч/т, рост металлического выхода на 0,5–0,7 %, сокращение плавочного цикла на 2–4 мин.
- Снижение потерь хрома в шлак не менее чем на 1,1 кг/т обеспечивает прямую экономию дорогостоящего феррохрома.
- Расход раскислителей (Al, SiCa) сокращается примерно вдвое по сравнению с флюсовой обработкой — с 65 кг до 20 кг силикокальция на плавку.
- Капитальные затраты на внедрение (~13 000 USD) минимальны; окупаемость системы — в течение 2–3 кампаний.
- Предложенная технология не требует приобретения отдельного агрегата и реализуема в условиях действующего производства на ЦРМЗ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. М.: Металлургия, 1998. 768 с.
2. Поволоцкий Д.Я. Основы технологии производства стали. Челябинск: ЮУрГУ, 2004. 189 с.
3. Журавлёв А.А., Мысик В.Ф., Жданов А.В. Расчёты материальных и энергетических балансов при выплавке стали в ДСП.
4. Юсупходжаев А.А., Балгабаева Г.Т. Электрометаллургия стали и ферросплавов. Т.: ТГТУ, 2005.
5. Kirschen M., Ehrengruber R., Zettl K.-M. Benefits from Improved Bath Agitation with the Radex DPP Gas Purging System During EAF High-Alloyed and Stainless Steel Production // RHI Bulletin. 2016. No. 1. pp. 8–13.

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ДВОЙНИКИ

Махмудова Наргиза Абдунабиевна доц. Ганиева Н. ст-а
ТашГТУ Узбекистан

Деформация, возникающая за счёт механического двойникования, протекает значительно легче, чем деформация, связанная с мартенситными превращениями, поскольку в этом случае не происходит изменения кристаллической структуры. Меняется лишь ориентация кристаллической решётки.

Форма деформации при двойниковании представляет собой простой сдвиг, как показано на (рис. 1) для наглядности предполагается, что двойник проходит через весь кристалл.

Важно чётко различать двойникование и скольжение, поскольку в обоих случаях имеет место смещение решётки. При скольжении деформация локализуется на отдельных кристаллографических плоскостях, (рис.1). В пределах одной плоскости скольжения величина смещения может в несколько раз превышать межатомное расстояние и зависит от количества вышедших дислокаций.

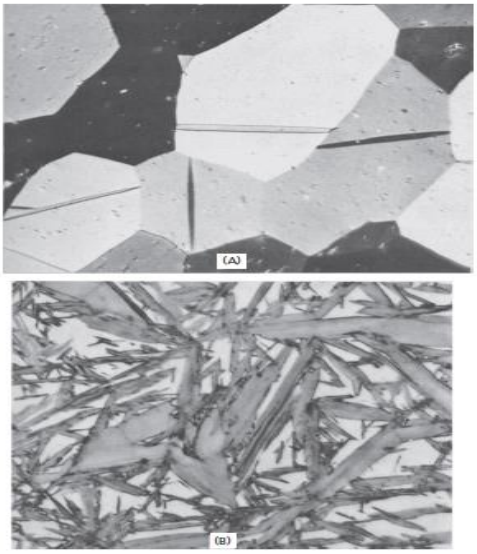


Рис. 1. Деформационные двойники в образце поликристаллического циркония.

В отличие от этого, при деформационном двойниковании сдвиг не сосредоточен на ограниченном числе плоскостей, а распределён равномерно по объёму. Атомы смещаются относительно друг друга лишь на малую долю межатомного расстояния, поэтому суммарная величина сдвиговой деформации при двойниковании невелика. По этой причине скольжение обычно является основным механизмом пластической деформации.

Тем не менее роль механических двойников становится всё более очевидной при объяснении ряда сложных механических свойств металлов. Например, при двойниковании ориентация решётки внутри двойника часто оказывается более благоприятной по отношению к действующему напряжению, чем ориентация исходного зерна. В некоторых условиях металл с выраженным двойникованием может деформироваться легче, чем металл без двойников. С другой стороны, если переориентация решётки ограничена небольшим числом двойников, это может привести к разрушению, поскольку внутри узких границ двойников могут накапливаться очень большие локальные деформации.

Двойники также играют важную роль в процессах рекристаллизации: пересечения двойников являются предпочтительными местами зарождения новых зёрен при отжиге.

Понимание механики двойникования удобно начинать с упрощённых схем, показанных на рис. 2. Приведённое изображение носит исключительно схематический характер и не соответствует конкретной реальной кристаллической структуре. Верхняя схема изображает кристалл до деформации, а нижняя – тот же кристалл после сдвига, приводящего к образованию двойника.

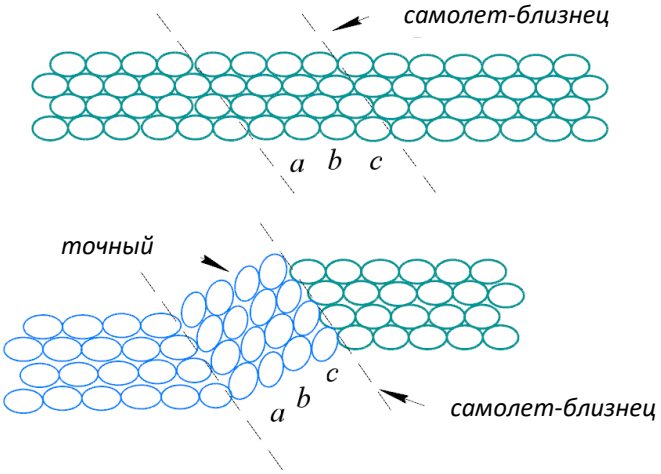


Рис 2. Схематическое изображение того, как соединение может быть создано простым способом путем движения атомов.

Двойник формируется в результате поворота атомов в деформированной области вокруг оси, проходящей через центр и перпендикулярной плоскости рисунка. Положение трёх атомов до и после сдвига показано точками, a b и c. Следует отметить, что отдельные атомы смещаются относительно своих соседей крайне незначительно – это характерная особенность реального двойникования.

Двухчастная схема на рис. 3. иллюстрирует ещё одно важное свойство двойников: решётка двойника является зеркальным отображением исходной (материнской) решётки. Эти две решётки симметричны относительно плоскости, называемой плоскостью двойникования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Maksimova O. P., Metallshunoslik va issiqlik bilan ishlov berish, 41, 1999, 322-339-betlar.
2. Лахтин Б.М., Леонтьева В.А. Металловедение – М;Машиностроение, 1990-528 с.
3. Kristian J. U. va Mahajan S., materiallar taraqqiyoti Ilm-fan, 39, 1995, 1-157.

ISSIQ HOLATDA PROKATLOVCHI STANLAR VALLARINI YEYILISHGA BARDOSHLILIGINI OSHIRISH USULLARI

Ibodullaev T.N., katta o‘qituvchi. Abdurahmonov L.I., Hatamov F.A.,
Kengashov X.U., Nazurillayev D.K. talaba.
ToshDTU, O‘zbekiston

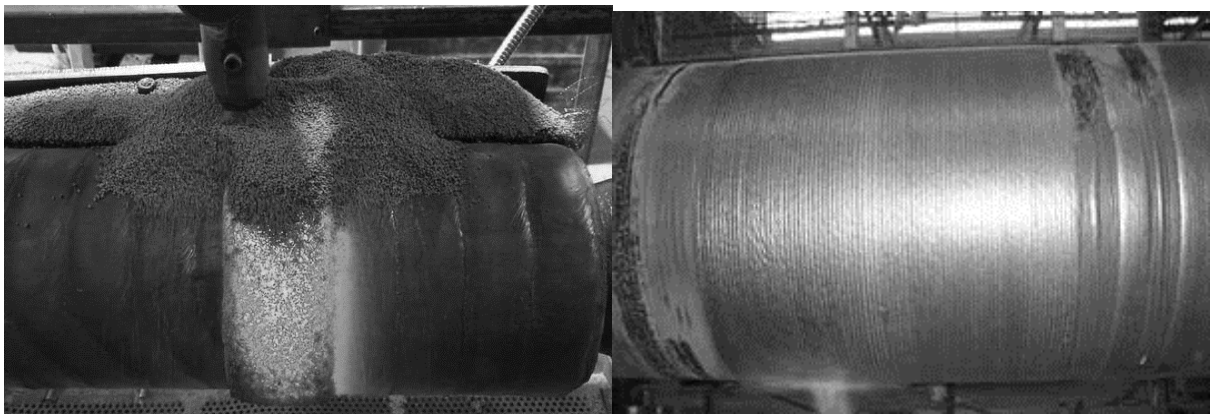
Issiq holatda prokatlash jarayoni amalga oshirilayotganda valkalarni yuqori haroratlar ta’siridan himoya qilish va ularni sovutish tizimini to‘g‘ri tanlash valkalarning edirilishga chidamliligini oshiradi. Masalan suv bilan sovutish jarayoni amalga oshirilganda, garchi suv bilan sovutish samaradorligi yuqori bo‘lsada, havo bilan sovitishdan ko‘ra valkalar ancha tez ediriladi.[1]

Valkalarning edirilishga chidamliligi sexlardagi havo changligini kamaytirish (abraziv edirilish kamayadi) hamda yozda va qishda doimiy haroratni saqlab turish orqali oshirish mumkin.

Valkalar ishlash sharoitini yaxshilash bo‘yicha chora tadbirlar jumlasiga o‘z vaqtida va to‘g‘ri texnik xizmat ko‘rsatish, ixtisoslashish darajasini yuksaltirish, uskunalar yuklamasini oqilona rejalashtirish ham kiradi.

Valkalarning edirilishga chidamliligi sirtdagi qatlamlarning kimyoviy tarkibiga, tuzilmasiga, fizik-mexanik xossalariga bog‘liqdir. Tajriba yo‘li bilan tanlanadigan valkalarning optimal g‘adir-budurligiga erishgan holda edirilishga qarshilikni orttirish mumkin. Yuqori chastotali tok (500 kGs gacha) bilan sirtlarni toblagan holda edirilishga qarshilikni ancha oshirish mumkin. Yuqori chastotali tok (TVCH) bilan toblash orqali qattiq edirilishga chidamli qobiqqa va nisbatan yopishqoq hamda yumshoq negizga ega bo‘lgan valkalarni yasash mumkin. Yuqori chastotali tok bilan toblash uchun turli konstruksiyadagi induktorlardan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘ladi.[2]

Prokatlash valkalarini mustahkamlash va qayta tiklashning eng samarali usullari jumlasiga sirtga turli xil legirlovchi elementlardan qoplama qoplash kiradi. Ushbu jarayonda legirlovchi elementni elektr yoy pechida, alangali pechlarda yoki pechlarning boshqa turlaridan foydalangan holda eritiladi va valka yuzasiga ma’lum bir o‘lchamda qoplanadi. Bu usul orqali valkaning karroziyabardoshliligi, eyilishbardoshliligi, yuqori bosimga va yuqori haroratga chidamliligini oshirish mumkin. Bunda flyus qatlami ostidagi elektrod ko‘rinishidagi yopishtiriladigan metaldan foydalanishning elektr yoy bilan sirtga qoplash usuli eng samarali usul bo‘lib hisoblanadi. Mexanizatsiyalashgan ko‘rinishda flyus ostidagi valka sirtiga qrplama qoplash quyidagicha amalga oshiriladi, elektrodli sim uzluksiz tarzda sirtga qoplash joyiga yuborib turiladi, tok etkazib berish konsentrik qotirilgan vtulka orqali amalga oshiriladi, yuzaga kelgan yoy elektrod va valka metallining erishini keltirib chiqaradi. Erigan metall payvandlash vannasini to‘ldiradi. Kristallashuvdan so‘ng shlak qobiq va erimagan flyus bilan qoplangan, sirti qoplangan valik paydo bo‘ladi. Ortiqcha flyus ko‘chib tushadi, qobiq esa ko‘chirib tashlanadi. Bu ishda sirtga qoplama qoplash sifatini oshirish uchun valkalarni oldin qizdirib olib amalga oshirish kerak.



1-rasm. Prokat stani valkalarining sirt qismiga qoplama qoplash jarayoni

Bundan tashqari valkalar sirtiga qoplama qoplashni plazmali avtomatik vibro yoyli toblangan materiallardan tayyorlangan elektrodlar bilan ham amalga oshirish mumkin.

Hozirgi vaqtda valkalarning sirtiga qoplama qoplashning eng samarali usullaridan biri plazmali sochiluvchan materiallardan tayyorlangan elektrodlar bilan sirtga qoplama qoplash usuli hisoblanadi.

Ko‘p valkali stanlarning valkalarini chidamliligini oshirish uchun, qizdirish, deformatsiyalash va sovutish jarayonlarini birlashtirish bilan amalga oshiruvchi yuqori haroratda termomexanik ishlov berishni qo‘llash kerak. Sovuq holda prokatlash valkalariga nisbatan yuqori haroratli termomexanik sirtli ishlov berishni qo‘llash quyidagicha amalga oshiriladi muayyan chuqurlikdagi sirt qatlamini austenit holatgacha qizdiriladi, austenlanish haroratida sirtqi qatlamlarni plastik deformatsiyalash va rekrestallizatsiya jarayoni sodir bo‘lmaydigan qilib keskin darxol sovutish amalga oshiriladi.[3]

Bunda ishlov berishni plastik ezishdan keyin rekristallizatsiya jarayonlari yuz berishga ulgurmaydigan qilib amalga oshirish lozim. Valka negizi metalini tegishli xossalari esa oldindan termik ishlov berish natijasida shakllantirib olish kerak bo‘ladi va buning natijasida valkalarning eyilishbardoshliligini yanada oshirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Оборудование прокатных сехов (експлуататсия, надежност): Учеб пособие для студентов сред. спетс. учеб. заведений / И.Н. Гулидов. - М.: Интермет Инжиниринг, 2004. - 320 с. 30-34.

2. Saydumarov B.M. Prokatlash mashinalari va jihozlari. O‘quv qo‘llanma. - Toshkent: TDTU. 2020. - 180 b.

3. Повышение долговечности сталных валков прокатных станов ОАО «ММК им. Илича» / В. Н. Матвиенко, К. К. Степнов, С. В. Гулаков и др. // Металлургические протсессы и оборудование. - 2005. - № 2. - С. 39-42.

ISSIQ HOLATDA SHTAMPLASH ORQALI TISHLI G‘ILDIRAK TISHLARINI SHAKLLANTIRISH JARAYONINI TADQIQ QILISH

Ibodullaev T.N., katta o‘qituvchi. Omonqulov M.M., Samadov SH.O.,
Xolmo‘minov S.I. Abdumutalova Z.A. talaba
ToshDTU, O‘zbekiston

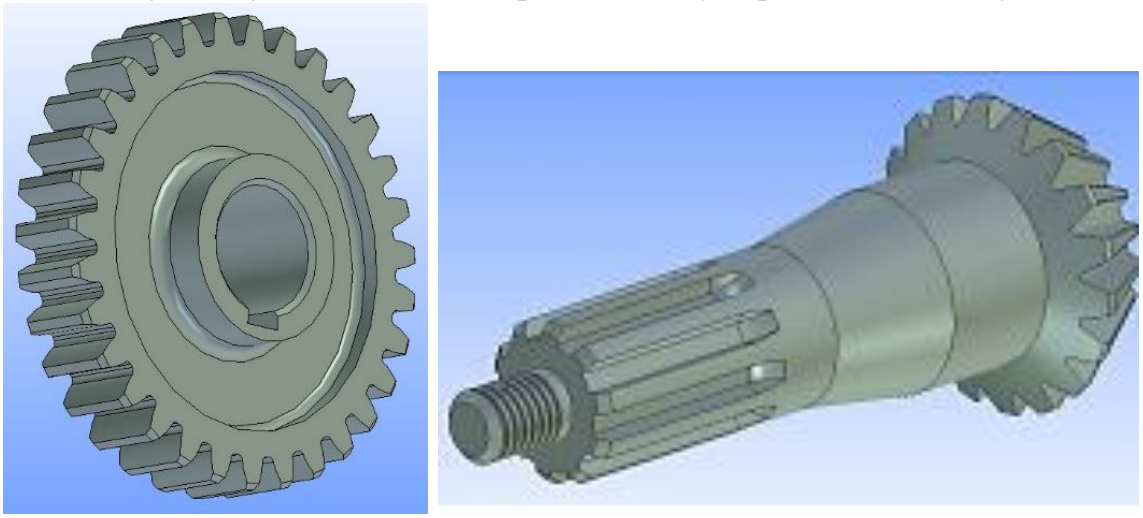
Tishli g‘ildirak (shesternya)larni issiq holatda shtamplash usuli bilan tishlarini shakllantirishga katta e’tibor beriladi. Ushbu usul yordamida to‘g‘ri, qiya va spiral tishli konussimon va silindrsimon tishli g‘ildiraklar hamda tishli o‘qlarni olish mumkin.

Silindrsimon tishli g‘ildiraklarni tishlarini shakllantirgan holda shtamplash, shtamp shaklini to‘ldirish sharoitlari yomonroqligi sababli, konussimonlarga nisbatan qiyinroq hisoblanadi. Ularni ishlab chiqarish sharoitlari modulning ortishi va tish uzunligining qisqarishi bilan biroz yaxshilanadi.

Konussimon tishli g‘ildiraklarni shtamplash ularning shakli murakkabligi va tishlari chuqurligiga qarab quyidagi variantlar bo‘yicha amalga oshiriladi:

1. Bosish (osadka), tishlarni shakllantirmasdan oldindan shtamplash, tishlarni shakllantirgan holda yakuniy shtamplash, bunda tishlar yuqori rucheyli qo‘shimchada shakllantiriladi.

2. Bosish (osadka), tishlarni shakllantirgan holda oldindan shtamplash. Ushbu variant bo‘yicha tishlarni oldindan shakllantirish yuqori yarmi rucheyli qo‘shimchada amalga oshiriladi, uchinchi o‘tishda esa pokovkani tishlari pastga qarab burib, yakuniy shakllantirishni pastki rucheyli qo‘shimchada bajariladi.



1-rasm. Shtamplab olingan tishli g‘ildirak

Birinchi variant bo‘yicha shtamplashda ikkinchi o‘tish uchun shtamplash asbobini ishlab chiqarish soddalashadi va uning chidamliligi oshadi, ammo shu bilan birga yakuniy rucheyning pastki qo‘shimchasiga yuklama ortadi.

Tishli g‘ildiraklarni shtamplash uchun navli prokatdan tayyorlangan, massa bo‘yicha aniqligi ±(1,0 – 1,5)% bo‘lgan zagotovkadan foydalaniladi.

Tish yuzalarini yakuniy ishlov berish uchun kesish bilan ishlashni qo‘llash tishlarning o‘lchamlari aniqligi va yuzasi tozaligiga qo‘yiladigan talablarga bog‘liqdir. Masalan, sekin ishlaydigan uzatmalarda ishlaydigan 8–9-darajali aniqlikdagi konussimon tishli g‘ildiraklar tishlarning ish yuzalarini yakuniy shakllantirgan holda shtamplanadi.

Aniqlikni 6–7-darajagacha oshirish, qoida tariqasida, tish bo‘yicha toza mexanik ishlov berishni joriy etishga majbur qiladi va shu sababli pokovkalarni ushbu yuzalar bo‘yicha qo‘shimcha qoldiq (pripusk) bilan shtamplash lozim bo‘ladi.

Tishlari shtamplangan tishli g‘ildiraklarni ishlab chiqarish, odatda, nafaqat metall sarfini qisqartirish va mehnat sig‘imini pasaytirishga, balki kesish bilan ishlashga nisbatan umumiy xarajatlarni ham kamaytirishga imkon beradi.

Tishlari shakllantirilgan holda shtamplangan tishli g‘ildiraklarning mustahkamligi frezalangan tishli g‘ildiraklarga nisbatan taxminan 48 % yuqori bo‘ladi.

Edirilishga chidamliligi bo‘yicha shtamplangan tishli g‘ildiraklar frezalangan tishli g‘ildiraklardan 20–30 % ustun turadi.

Xulosa qilib aytganda, tishlari shtamplangan tishli g‘ildiraklarni ishlab chiqarishning iqtisodiy maqsadga muvofiqligini aniqlashda bunday tishli g‘ildiraklarning frezalanganlarga nisbatan yuqori ekspluatatsion sifatlarini hisobga olish zarur. Bunga sabab shundaki, shtamplash yo‘li bilan tish hosil qilishda tolalar joylashishi yanada qulayroq bo‘ladi va struktura yaxshilanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Дмитриев В. А. Проектирование поковок штампованных: Учебно-метод. пособ.// В.А. Дмитриев; Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2006. 44 с.
2. Материаловедение и технологии конструкционных материалов, под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепахина. – 2-е изд., стер. – М.: Издат. центр «Академия», 2009. – 448с.
3. Axmadaliyev. Sh. Sh. Issiq holatda bolg‘alash va hajmiy shtamplash. O‘quv qo‘llanma. - T.: 2020 - 245 b.
4. Семенов Е.И. «Ковка и объемная штамповка». Справочник - М.: «Машиностроение», 2006.

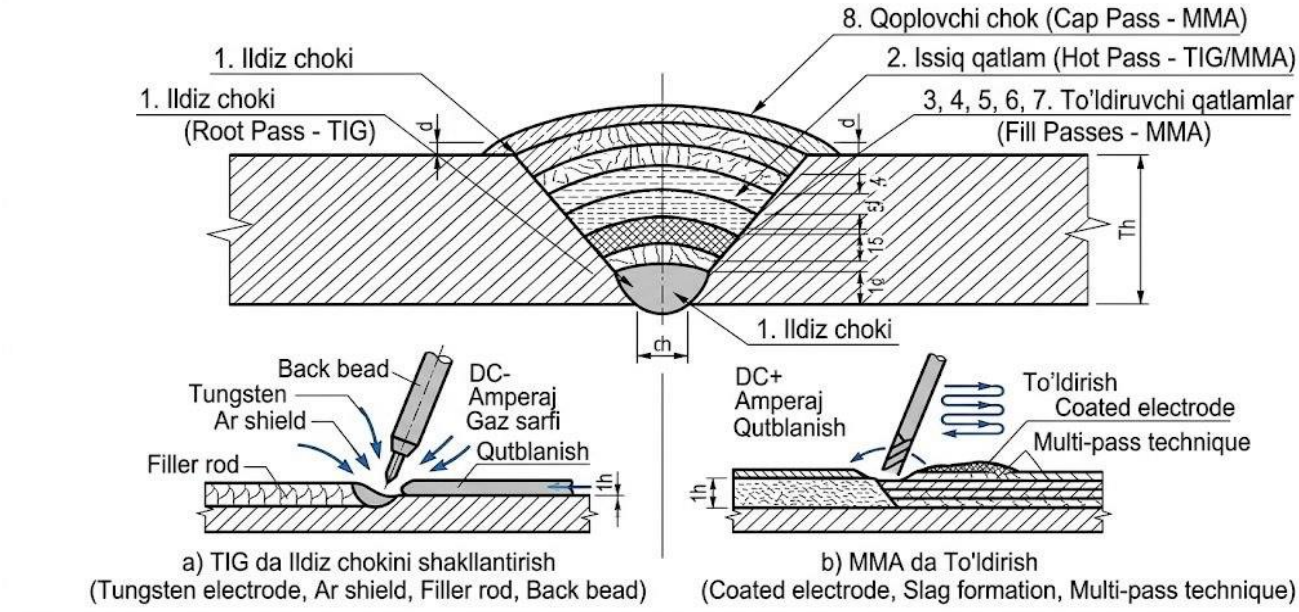
Kombinatsiyalangan TIG vaMMA usulida quvurlarni payvandlash orqali payvand shofini takomillashtirish.

t.f.d. prof. F.S Abdullayev
magistr M.Sh. Jo’rayev

Kirish: Quvurlarni TIG va MMA kombinatsiyalashgan usulda payvandlash texnologiyasi zamonaviy energetika va neft-gaz sanoatining yuqori bosimli quvurlariga qo‘yiladigan qat’iy talablar asosida shakllangan. Ushbu usulning texnologik mohiyati ildiz chokini shakllantirishda argon-yoy (TIG) usulidan foydalanish orqali chokning ichki qismida nuqsonsiz, bir tekis va gushasiz (parda) struktura hosil qilishga tayanadi. TIG bosqichida WTh-20 kabi erimaydigan volfram elektrodlari va 99.9% tozalikdagi argon himoya gazi qo‘llanilishi suyuqlangan metallni atmosfera kislorodidan to‘liq izolatsiya qiladi, natijada ildiz chokida g‘ovaklik va koks hosil bo‘lishi nolga tenglashadi.

Asosiy qism: Ildiz choki TIG usulida 90-110 A tok kuchida bajarilgach, chokning qolgan qismi qo‘lda yoy usulida E7018 yoki UONI 13/55 kabi asosiy qoplamali elektrodlar yordamida to‘ldiriladi. MMA bosqichi 120-160 A gacha yuqori tok kuchida bajarilishi hisobiga ish unumdorligi TIG usuliga nisbatan 3-4 barobarga ortadi va metall qatlamlari o‘rtasida mustahkam diffuzion aloqa hosil bo‘ladi. Kombinatsiyalashgan usulning asosiy iqtisodiy samaradorligi shundan iboratki, u qimmatbaho argon gazi sarfini faqat ildiz choki uchun cheklab, chokning umumiy tannarxini pasaytiradi va shu bilan birga rentgen-nazorati RT va ultratovush tekshiruvlarida UT100% lik sifat natijasini kafolatlaydi. Ushbu texnologiya traktorlar va qishloq xo‘jaligi texnikalarining gidravlik tizimlaridagi yuqori bosimli quvurlarni payvandlashda hamda magistral quvurlar montajida metallning tolali strukturasini saqlab qolgan holda eng ishonchli usul hisoblanadi.

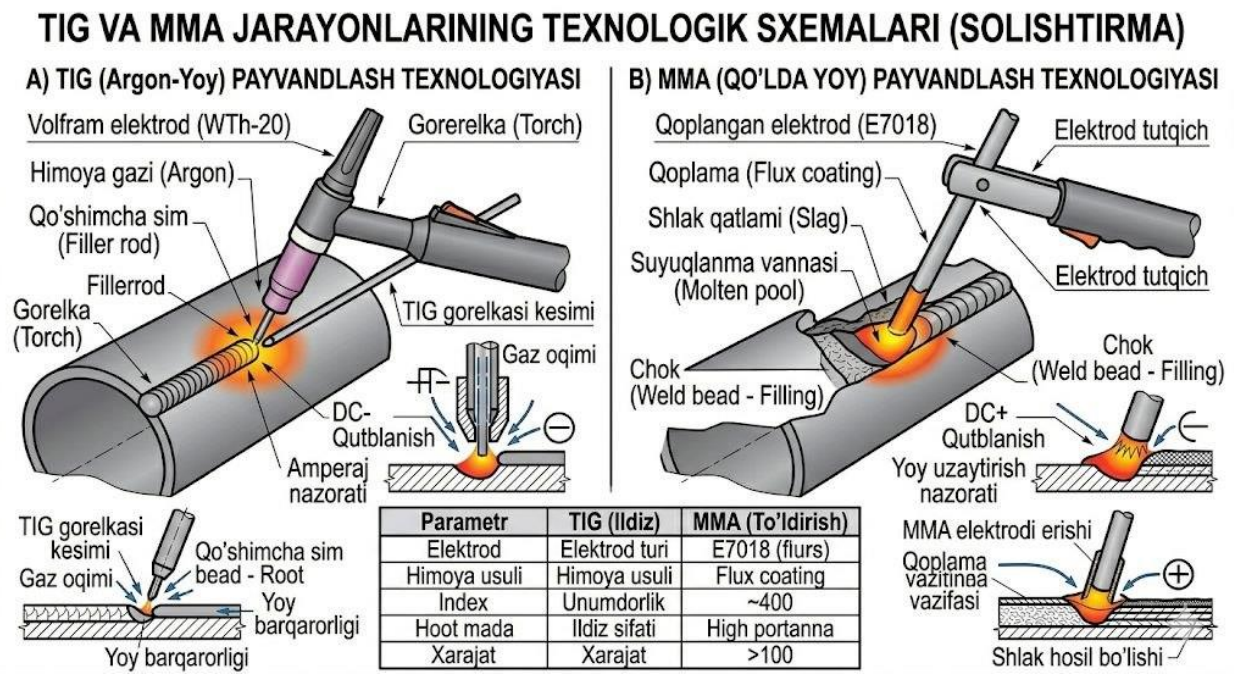
KOMBINATSIYALASHGAN ChOKNING KO’P QATLAMLI TUZILISHI (SXEMA)



a) TIG da Ildiz chokini shakllantirish (Tungsten electrode, Ar shield, Filler rod, Back bead)

b) MMA da To'ldirish (Coated electrode, Slag formation, Multi-pass technique)

Kombinatsiyalashgan usulda qatlamlararo haroratni (interpass temperature) nazorat qilish juda muhim. Agar metall haddan tashqari qizib ketsa, kristall panjarasidagi donachalar yiriklashib ketadi, bu esa metallning mo'rtlashishiga olib keladi.Shuning uchun bu vaqtlar oralig’iga jiddiy etibor berish kerak.



Parametr	TIG (Ildiz)	MMA (To'ldirish)
Elektrod	Elektrod turi	E7018 (flurs)
Himoya usuli	Himoya usuli	Flux coating
Index	Unumdorlik	~400
Hoot mada	Ildiz sifati	High portanna
Xarajat	Xarajat	>100

Xulosa. Olib borilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:Chok sifati: TIG usuli ildiz chokini payvandlashda metallning to‘liq suyuqlanishini va ichi bir tekis shakllanishini ta’minlaydi, bu esa g‘ovaklik va krtitallanish yoriqlari xavfini kamaytiradiIqtisodiy samaradorlik: Argon gazi va volfram elektrodidan faqat ildiz chokida foydalanish material xarajatlarini kamaytiradi, shu bilan birga chokning rentgen nazoratidan (RT) o‘tish darajasini maksimal darajaga yetkazadi.

Foydalanilgan adabiyotlar :

1. Mirboboyev V.A. "Metallar texnologiyasi", Toshkent: O‘qituvchi, 2021.
2. Karimov R.J. "Payvandlash ishlab chiqarishi texnologiyasi va jihozlari", O‘quv qo‘llanma, TDTU, 2022.

RUXNI QUYMAKORLIKDA TEJAMKOR USULLARDAN FOYDALANIB OLISH VA METALL ISROFINI KAMAYTIRISH TEXNOLOGIYASI

t.f.d.prof F.S. Abdullayev, magistr M.Sh. Jo’rayev
Toshkent davlat texnika unversiteti

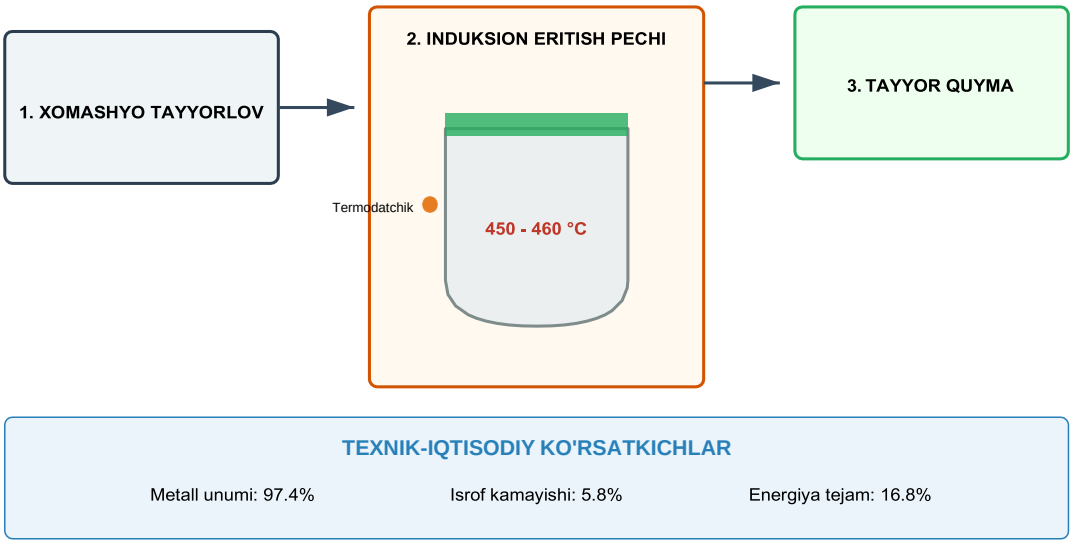
Rangli metallurgiya sanoatida xomashyo samaradorligini oshirish va texnologik isroflarni kamaytirish iqtisodiy barqarorlikning asosiy omilidir. Rux ***(Zn)*** zining past erish harorati ***(419.5°C)*** bilan ajralib tursa-da, yuqori bug'lanish bosimi sababli eritish jarayonida oksidlanish darajasi yuqori bo'ladi. An'anaviy usullarda metall isrofi 8-10% ni tashkil etadi, bu esa tannarxning oshishiga olib keladi.

Tadqiqot uslubiyati va flyusli himoya.

Tajriba davomida rux eritmasi yuzasida germetik himoya hosil qilish uchun tarkibida ammoniy xlorid ***(NH_4Cl)*** va rux xlorid ***($ZnCl_2$)*** bo'lgan flyuslar

qo'llanildi. Bu eritmaning atmosfera kislorodi bilan reaksiyasini kesib, rux oksidi ***(ZnO)*** hosil bo'lishini 1.5% gacha tushirdi.

Ruxni eritishning takomillashtirilgan texnologik sxemasi



1-rasm. Ruxni tejamkor usulda olishning takomillashtirilgan texnologik sxemasi

Olingan natijalar va iqtisodiy tahlil

Yangi texnologiyaning samaradorligini isbotlash uchun an'anaviy olovli pech va taklif etilayotgan induksion pech usullari solishtirildi:

Ko'rsatkichlar	An'anaviy usul	Yangi texnologiya
Eritish harorati, °C	500 - 550	450 - 460
Metall chiqishi (unumi), %	89.2	97.4
Elektr energiyasi sarfi (tonna/kVt)	100%	83.2% (-16.8%)
Metall kuyishi (isrof), %	7.8	1.5

Xulosa. Ruxni quymakorlikda tejamkor flyusli va induksion usullar bilan olish — metallurgiya sohasidagi resurs tejovchi strategiyaning asosiy bo'g'ini hisoblanadi. Taklif etilayotgan texnologiya TDTU "Metallar texnologiyasi" kafedrasining ilmiy yo'nalishlariga to'la mos keladi va korxonalarda (masalan, AGMK) joriy etilishi natijasida katta iqtisodiy foyda beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mirboboyev V.A. "Metallar texnologiyasi", Toshkent, "O'qituvchi", 2021.
2. Gulyayev B.B. "Fiziko-ximicheskiye osnovi liteynix protsessov", Moskva, 2022.
3. ASTM B86 - Standard Specification for Zinc Foundry Die Castings.
4. TDTU ilmiy to'plami "Rangli metallurgiya istiqbollari", 2024.

TRAKTOR VTULKALARINI ISHLAB CHIQARISHDA ISSIQ HOLDA HAJMIY SHTAMPLASH TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI TAKOMILLASHTIRISH

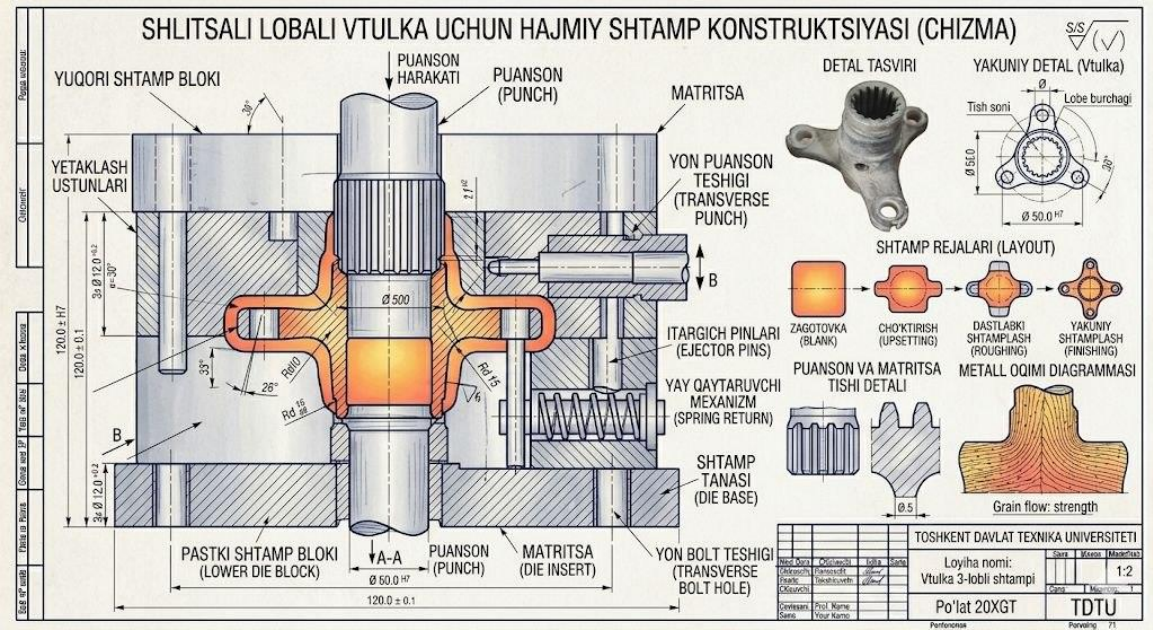
t.f.d.prof F.S. Abdullayev, magistr M.Sh. Jo'rayev
Toshkent davlat texnika unversiteti

Kirish: Zamonaviy mashinasozlikda detallarni minimal metall isrofi bilan ishlab chiqarish ustuvor vazifa hisoblanadi. Traktor shlishli vtulkalari an'anaviy mexanik ishlov berish usulida tayyorlanganda, metallning 45% gacha qismi qirindi sifatida isrof bo'ladi. Issiq holda hajmiy shtamplash texnologiyasi nafaqat ushbu isrofni kamaytiradi, balki metallning tolali strukturasini detal shakli bo'ylab yo'naltirib, uning chidamliligini oshiradi.

Asosiy qism: Tadqiqot obyekti sifatida traktorning yurish qismi vtulkalari tanlandi. Material sifatida 20XGTkonstruksion po'lati qo'llanildi. Texnologik zanjir quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Zagotovkani tayyorlash: Kerakli o'lchamdagi zagotovkani kesish.
2. Induksion isitish: Metallni 1050-1150^0 C haroratgacha qizdirish.
3. Shtamplash: Puanson yordamida matritsa bo'shlig'iga bosim berish.
4. Termik ishlov: Detalni normallashtirish va toblash.

Olingan natijalar tahlili:Olib borilgan hisob-kitoblar va tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, IHS usuli qo'llanilganda metallning ishlatish koeffitsiyenti sezilarli darajada yaxshilanadi.Traktor vtulkalarini tayyorlashda 20XGTmarkali konstruksion po'latdan foydalanildi. Ushbu po'latning plastiklik xususiyatlarini oshirish uchun zagotovkalar induksion pechlarda 1050-1150^0 C haroratgacha qizdirildi. Mazkur termik diapazonda metallning oquvchanlik chegarasi minimal qiymatga tushadi, bu esa shtamplash uskunasiga tushadigan yuklamani kamaytiradi va matritsa bo'shlig'ining murakkab elementlarini (shlishli qismlarini) to'liq to'lishini ta'minlaydi.Hajmiy shtamplash jarayoni ochiq shtamplarda amalga oshirildi. Jarayon davomida metallning deformatsiyalanish darajasi va deformatsiya tezligi vtulka devorlarining bir xil qalinlikda bo'lishini ta'minlaydigan ko'rsatkichlarda saqlanadi. Puansonning bosimi ostida metall markazdan chetga qarab oqa boshlaydi va ortiqcha metall maxsus obloy kanaliga chiqadi. Bu kanal nafaqat ortiqcha metallni qabul qiladi, balki matritsa ichidagi gidravlik bosimni barqarorlashtirib, detalda mikroyoriqlar hosil bo'lishining oldini oladi.Issiq holda hajmiy shtamplashdan so'ng olingan detallarning makrotuzilmasi o'rganilganda, metall tolalarining uzluksizligi va ularning vtulka konturi bo'ylab yo'nalganligi aniqlandi. Bu holat mexanik ishlov berish (kesish) usulidan farqli o'laroq, detalning charchoqqa chidamliligini 20-25% ga oshiradi. Kristall panjarasidagi donachalarning maydalashishi natijasida materialning qattiqligi va zarbiy qovushqoqligi yaxshilanadi, bu esa traktorning yurish qismidagi og'ir ish sharoitlari uchun juda muhimdir.



Iqtisodiy va resurs tejamkorlik ko‘rsatkichlari:

O’tkazilgan tajriba-sinov ishlari natijasida IHS texnologiyasining samaradorligi quyidagi ko‘rsatkichlarda o‘z aksini topdi:

Metall ishlatish koeffitsiyenti (KIM): Kesish usulidagi 0.58 dan IHS usulida 0.88 gacha ko‘tarildi.

Energiya sarfi: Induksion isitish tizimining qo‘llanilishi hisobiga termik ishlov berish vaqti va energiya sarfi 15% ga qisqardi.

Ishlab chiqarish unumdorligi: Jarayonni avtomatlashtirish imkoniyati hisobiga detal tayyorlash sikli 4 barobarga tezlashdi. Ko‘rsatkichlar | Kesish (an’anaviy) usuli | IHS (taklif etilayotgan) usuli |

Metall unumdorligi (KIM) | 0.55 | 0.86 |

Detalning ishchi qattiqligi (HB) | 190-210 | 240-265 |

Bir dona detal uchun vaqt sarfi | 14 min. | 1.2 min. |

Yuzaning tozalik darajasi | 6-sinf | 8-sinf |

Shtamplash jarayonida metall donachalari maydalashadi va kristall panjarasining zichligi ortadi, bu esa vtulkalarning abraziv yemirilishga bo‘lgan bardoshliligini 1.8 barobar oshirdi.

Xulosa. Traktor vtulkalari uchun issiq holda hajmiy shtamplash texnologiyasini joriy etish orqali xomashyo tannarxini 28% ga pasaytirishga erishildi. Puanson va matritsaning ishchi yuzalarini optimallashtirish orqali keyingi mexanik ishlov berish hajmi minimal darajaga tushirildi. Ushbu usul TDTU "Metallar texnologiyasi" kafedrasining ilmiy-amaliy yo‘nalishlariga to‘la mos keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mirboboyev V.A. "Metallar texnologiyasi", Toshkent: O‘qituvchi, 2021.
2. Semenov E.I. "Kovka i shtampovka", M.: Mashinostroyeniye, 2022.
3. Norxo‘jayev T.R. "Metallarga bosim bilan ishlov berish", O‘quv qo‘llanma, 2023.
4. GOST 7505-89: "Pokovki stalniye shtampovanniye".

РАФИНИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ РАСПЛАВОВ В ТИГЛЯХ МЕТОДОМ ПУЗЫРЬКОВОЙ ФЛОТАЦИИ

Магистрант группы 2М-25: ***У.Д. Рейпназаров,***
Научный руководитель: DSc., профессор ***С.Т. Маткаримов***
Ташкентский Государственный Технический Университет имени Ислама Каримова

Расплавленный алюминий реагирует с водяным паром и кислородом воздуха, что приводит к образованию оксида алюминия и водорода во время плавления и заполнения формы. Дефекты литья в виде точечных отверстий, оксидных включений и окалины в отливке образовывались из-за осаждения растворенных водородных и оксидных включений.

Целью очистки является снижение вредных включений и водорода до приемлемого уровня и улучшение механических характеристик отливки.

В качестве экспериментального материала использовался литой алюминиевый сплав A356. Химический состав сплава: 7,5 % Si, 0,43 % Mg и 0,08 % Ti со сбалансированным алюминием. Шихту в 40 кг, 160 кг и 280 кг расплавили соответственно в электрической печи сопротивления, и температуру расплава поддерживали на уровне 720°C для использования. Продувочное устройство состоит из баллона с азотом A, предохранительного клапана B, манометра C, воздушного фильтра D, молекулярного сита E, газового расходомера F и пористого распылителя P, как показано на рисунке 1.

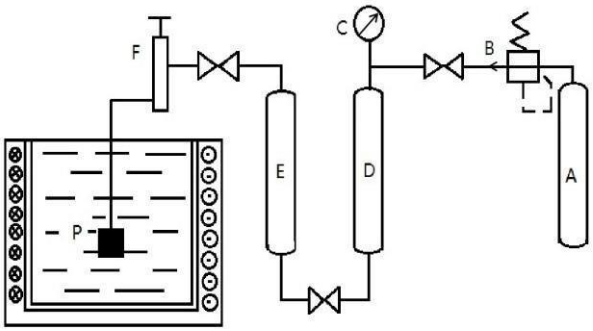
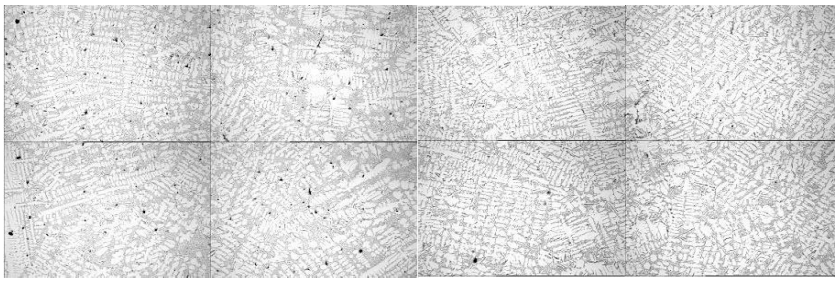


Рисунок 1. Схема плавательного устройства (продувочное устройство)
A – баллон с азотом, B – предохранительный клапан, C – манометр, D – воздушный фильтр, E – молекулярная сита, F – газовой расходометр, P – пористый распылитель

Газообразный азот из резервуара A поступает в резервуары D и E для сушки и фильтрации для удаления воды через предохранительный клапан B для снижения давления. Затем высушенный газообразный азот поступает в пористый распылитель через расходомер, с помощью которого можно точно регулировать скорость потока газа. В эксперименте скорость потока была установлена на уровне 0,2 м3/ч. отбор проб производился через 0 мин, 2 мин, 4 мин, 6 мин, 8 мин и 10 мин соответственно для измерения содержания водорода в расплаве, и было проведено 5 испытаний.

При обычных условиях плавления в алюминиевом расплаве можно обнаружить самые разнообразные включения. Однако большинство включений представляет собой оксид алюминия, который обычно присутствует в виде чешуек и хлопьев, как показано на рисунке 2. В отливках возможно зарождение пор в первую очередь в гетерогенных местах, связанных с включениями.



(а) (б)

Рисунок 2 . Микроскопическое изображение сплава А356 до (а) и после (б)очистки.

Предложен простой способ очистки. В котором пористая керамическая плита погружается в расплав алюминия, а газообразный азот выбрасывается из микроотверстий, диспергированных в расплаве. Содержание водорода уменьшается с увеличением времени продувки. Через 10, 8 и 4 минуты содержание водорода достигает минимума для 280 кг, 160 кг и 40 кг расплава соответственно. Включение оксида алюминия также резко уменьшается. Это легкое устройство очень подходит для небольших литейных цехов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Maksimova O. P., Metallshunoslik va issiqlik bilan ishlov berish, 41, 1999, 322-339-betlar.
2. Лахтин Б.М., Леонтьева В.А. Металловедение – М;Машиностроение, 1990-528 с.
3. Kristian J. U. va Mahajan S., materiallar taraqqiyoti Ilm-fan, 39, 1995, 1-157.

YEYILISHGA BARDOSHLI QOPLAMALAR TARKIBI HAMDA ULARNI DETAL VA TEZ KESAR ASBOBLARGA QOPLASH TEXNOLOGIYASINING ILMIY ASOSI.

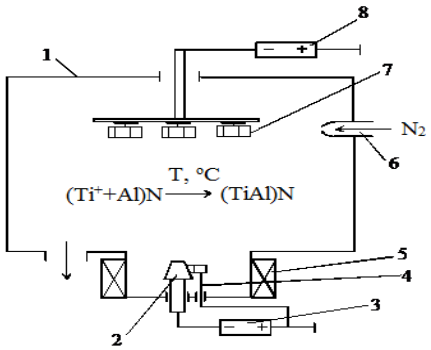
Sharipov.J.O, t.f.f.d dotsent ,
Begmurodov A.F,Ramazonov.S.S YeSMD kafedrasi magistrantlari
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Ushbu tezisda yeyilishga bardoshli qoplamalarning tarkibi, ularning fizik-mexanik xossalari hamda detal va tez kesar asboblar yuzasiga qoplash texnologiyalarining ilmiy asoslari tahlil qilingan. Zamonaviy ishlab chiqarishda qo‘llanilayotgan TiN, (TiAl)N, (TiCr)N kabi bir va ko‘p komponentli qoplamalarning issiqlikka chidamliligi, qattiqligi va korroziyabardoshliligi o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: Po‘lat ,mustahkamlik, Tezkesar asbobsozlik po‘lati, Changlatish, plazmakimyoviy reaksiyalar, ionli zarba , qoplamani kondensatlash, fizikaviy cho‘ktirish, Kondensat, termodinamik barqarorlik, qattiqlik, metall korpusi.

Ma’lumki, har bir tez kesar asboblarning yuza qismi ishlatilish joyiga qarab qoplamalar bilan qoplashda ma’lum ilmiy asosda olib boriladi Tezkesar asbobsozlik po‘lati yuzasida azotlangan, legirlangan qatlam hamda yeyilishga bardoshli qoplamadan iborat kompleksning hosil bo‘lishida yeyilishga bardoshli qoplama tarkibi va uni qoplash usullarini to‘g‘ri tanlash juda muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Jahon amaliyotida konstruksion metallga ishlov berishda (TiAl)N qoplamali kesuvchi asboblar eng keng tarqalganlaridandir. Вининг sababi, uni olish texnologiyasining soddaligi, boshlang‘ich materiallar narxining arzonligi va

eng asosiysi — yuqori xizmat ko‘rsatish tavsiflariga ega. Bugungi kunda, sanoatda boshqa tarkibdagi qoplamalarning ishlatilishiga qaramasdan, mavjud qoplamalarning 80% ni (TiAl)N tashkil etadi. Qoplamalarni fizikaviy cho‘ktirish texnologiyasining rivojlanishi ko‘p komponentli nitrid qoplamalarning olinishi bilan bog‘liq. Bugungi kunda eng samarador qoplamalardan biri (TiAl)N hisoblanadi. Bu qoplama boshqalariga nisbatan oksidlanish oqibatidagi yeyilishga, issiqlikka chidamliligi va qattiqligi bilan ajralib turadi, u ishlab chiqarishga mo‘ljallangan kesuvchi asbob materialini deyarli o‘rab oluvchi issiqlik to‘sig‘ini hosil qiladi, natijada issiqlik oqimi qayta taqsimlanadi va uning ko‘p qismi qirindiga chiqib ketadi. (TiAl)N qoplamasi katta issiqlik yuklanishi bilan ishlov berishda qo‘llaniladi. Yeyilishga bardoshli qoplamalarning yaroqlilik muddatini uzaytirish uchun ko‘p qatlamli qoplamalardan va yuzasi kompleks ishlov berilgan kesuvchi asboblardan foydalaniladi. Taqqoslangan (qiyosiy) sharoitlarda qoplangan qoplamalar bir qatlamli variantda CrN–18 GPa, TiN–24 GPa, (Ti,Cr)N–21 GPa, (Ti,Cr)N–21 GPa qattiqlikka, ko‘p qatlamli TiN-CrN qoplamalar esa 29 GPa qattiqlikka ega. Ko‘p qatlamli qoplamaning qattiqligi va mustahkamligi individual qatlam qalinligining nanometr birliklarigacha kamayishi oqibatida oshadi. Ionli zarba bilan kondensatlash usulining mohiyati shundaki, qiyin eruvchi metall va ularning qotishmalari elektr yoyi yordamida, vakuumda, reaktiv gazlar ishtirokida bug‘latiladi, keyin kesuvchi asbobning ishchi yuzasidagi materiallarning changi yoki ularning plazmakimyoviy reaksiyalar kechishi natijasida hosil bo‘ladigan gazli birikmasi ionli zarba berish bilan kondensatlanadi. Changlatish, plazmakimyoviy reaksiyalar, ionli zarba va qoplamani kondensatlash bilan bog‘liq jarayonlarning barchasi metall korpusi anod vazifasini o‘tovchi vakuumli kamerada kechadi 1.1-rasmda qoplash jarayonining prinsipial sxemasi ko‘rsatilgan.



(1,1-rasm)Asboblar yuzasini ionli zarba yordamida kondensatlash usuli bilan qoplashning prinsipial sxemasi

1 – vakuum kamera korpusi;2 – katod;3 – razryad olish manbai;4 – o‘t oldirish elektrodi;5 – magnit chulg‘am;6 – reaksiyaga kirishuvchi gazni kiritish;7 – kesish asbobi;8 – tayanch kuchlanish manbai.

Qoplamani qoplash 300-600°C gacha bo‘lgan haroratda 3-4 soat davomida amalga oshiriladi. Purkash materiali sifatida (katod) Davriy jadvalning IV-VI guruh qiyin eruvchi metallaridan (Ti, Cr, Mo, Zr, Al va boshqalar) qo‘llaniladi, reaksiyaga kirishuvchi gazlar sifatida esa azot (N_2), metan (CH_4) va kislorod (O_2)

qo‘llaniladi, hamda mos ravishda qiyin eruvchi metallarning nitrid, karbid, karbonitrid yoki oksikarbid ko‘rinishidagi qoplamalari olinadi

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yhati.

1.А.Р.Сейткулов. Повышение эффективности зубофрезерования применением червячных фрез из быстрорежущей стали с комплексной поверхностной обработкой: Диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук: 05.03.01. Москва, 1993. –С. 32-48.

3.S.V. Fyodorov, N.F. O‘rinov, J.O. Sharipov. *Kompleksnaya obrabotka poverxnosti diskovix frez iz bystrorejushchey stali*. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. 2019. №5, 144-149-b.

4. J.O. Sharipov, S.V. Fyodorov, S.F. Fozilov, B.A. Mavlonov. *Kompleks ishlov berish usuli bilan disksimon freza tishlari yeyilishga bardoshliligini oshirish*. Buxoro, 2021. 123-140-b.

DETALLAR HAMDA KESUVCHI ASBOBLARGA KOMPLEKS ISHLOV BERISH UCHUN OPTIMAL REJIMLARNI TANLASH VA TAHLIL QILISH.

Sharipov.J.O, t.f.f.d dotsent
Begmurodov A.F, Ramazonov S.S YeSMD kafedrasi magistrantlari
Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya: Ushbu maqolada detallar hamda kesuvchi asboblarga kompleks ishlov berish jarayonida optimal texnologik rejimlarni tanlash va ularni tahlil qilish masalalari o‘rganilgan. Tadqiqot davomida kesish tezligi, surish miqdori, ishlov chuqurligi hamda qoplama va sovitish texnologiyalarining asbob yeyilishiga, ishlov sifati va unumdorlikka ta’siri tahlil qilingan. Shuningdek, kompleks ishlov berish jarayonida qo‘llaniladigan zamonaviy texnologik usullar yordamida asboblarning xizmat muddati va detallar yuzasining sifat ko‘rsatkichlarini oshirish imkoniyatlari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: yeyilish,korroziya, kimyoviy-termik, Detallar, kesuvchi asboblar, po‘lat,ion-plazma, kompleks

Kompleks ishlov berish — termik, kimyoviy-termik, qoplama qoplash va boshqa bir qancha jarayonlarning uyg‘unligi hisoblanadi. Detallar va kesuvchi asboblar yuza xossalarini o‘zgartiruvchi har bir usullar, ta’sir etuvchi zarrachalarning energiya darajasiga va ularning xususiyatlariga qarab, ishlov berilgan sirt bilan o‘zaro ta’sirning har xil xususiyatlarini namoyon etadi. Uning yuzasini o‘zgartirishning har xil usullarini birlashtirib, qatlam xususiyatlarining o‘ziga xos uyg‘unlikka ega bo‘lgan asbobsozlik po‘lat materialini olish mumkin bo‘ladi, jarayonlarning har birini alohida-alohida qo‘llash kutilgan natijani bermaydi.Kompleks ishlov berish natijasida olingan yuza qatlami tadqiqotlarda yeyilishga bardoshli kompleks (YBK) deb ataladi. Ko‘plab olimlar tez kesar asbobsozlik po‘latlariga qoplama qoplashdan oldin qo‘shimcha ishlov berish kerakligini ta’kidlaydilar Buning sababi, “qoplama–asbob materiali” oralig‘ida fizik-mexanik va termofizik xususiyatlarining keskin o‘zgarishi (elastik moduli va issiqlik kengayish koeffitsienti), yuqori qoldiq kuchlanishlarning paydo bo‘lishiga olib keladi, buning natijasida tag qo‘yma bilan qoplama orasidagi adgezion

mustahkamlik pasayadi, bu esa yeyilishga bardoshli qoplamali kesuvchi asboblarning samarali ishlashi uchun eng muhim shart hisoblanadi .Lazer bilan ishlov berish, ion-implantatsiyasi va ion-azotlash, qoplamadagi qoldiq kuchlanishlar darajasining pasayishiga va uning tag qo‘yma bilan adgezion mustahkamligining oshishiga o‘tish qatlamini hosil qilish orqali erishish mumkin. bunday kompleks ishlov berish oddiy kesuvchi asboblarga nisbatan turg‘unligi sezilarli darajada (2 barobargacha) oshganligini ma’lum qiladi.

Ion-azotlash va yeyilishga bardoshli qoplamalarni qoplash bilan kesuvchi asboblar yuzasiga kompleks ishlov berish hozirgi kundagi eng istiqbolli va iqtisodiy jihatdan samarali usul hisoblanadi [1]. Birinchidan, ion-azotlash — bu kesuvchi asbob materiali sirtini o‘zgartirishning ancha arzon va ekologik toza usuli, ikkinchidan, bugungi kunda bitta texnologik siklda ishlov berilgan asboblarni ortiqcha yuklamasdan, ikki jarayonni — ion-azotlash va fizikaviy usulda cho‘ktirilgan yeyilishga bardoshli qoplamalar qoplashni bajaradigan qurilmalar mavjudligi orqali erishiladi. Shuning uchun, kompleks ishlov berish usullarini optimallashtirishda ionli azotlash rejimlarini ham, Olmossimon, ion-azotlash+(TiCr)N-(TiAl)N-(CrAlSi)N,(TiCr)N-(TiAl)N-(CrAlSi)N (nATCRo3), ion-azotlash+ ion-legirlash (NbHf)+(TiAl)N, (TiAl)N, ion-azotlash+(TiAl)N yemirilishga chidamli qoplamasini qoplashning keyingi jarayonini ham hisobga oladigan kompleks yondashuv talab qilinadi.Tadqiqotlar o‘tkazilganda, kombinatsiyalangan ion-plazma bilan ishlov berishning optimal rejimlari deganda, kesish jarayonida asbobning jadal yemirilishining minimal darajasini ta’minlovchi rejimlari tushunilgan Yeyilishga bardoshli qoplamani qoplash rejimlaridan, birinchi navbatda, hosil bo‘layotgan qoplama qalinligiga ta’sir ko‘rsatuvchi qoplash vaqtini hisobga olish kerak Yeyilishga bardoshli qoplamaning qalinligi, hattoki, qoplama tarkibi optimal ravishda tanlanganda ham juda qarama-qarshi omillar paydo bo‘lishi mumkin.,quyida kompleks ishlov berilgan disksimon freza ko’rsatilgan bo‘lib ,unga yuqoridagi usul bo’yicha ishlov berilgan.



(1.1-rasm)

kompleks ishlov berilgan disksimon freza.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yhati.

1.A.Vereschaka, V.Tabakov, S.Grigoriev, N.Sitnikov, F.Milovich, N.Andreev, C. Sotova. Investigation of the influence of the thickness of nanolayers in wear-resistantlayers of Ti-TiN-(Ti,Cr,Al)N coating on destruction in the cutting and wear ofcarbide cutting tools. https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2020.125402
2.. I.Nosirov, Materialshunoslik. Toshkent “O‘qituvchi”-2004 yil
3. E.O.Umarov, Materialshunoslik. Toshkent “Cho‘lpon”-2014 yil

ELEKTR PECHLARNING NEYTRAL O‘TGA CHIDAMLI MATERIALLAR TARKIBI

[1]Bekchanova Valida Baxram qizi, t.f.f.d., PhD
[2]Saidmaxamadov Nosir Mo‘ysininalayevich, t.f.d., dotsent
[3]Rahmanov Rahimjon Ravshanbek o‘g‘li, tayanch doktorant
[1,2,3]Namangan davlat texnika universiteti, Namangan

KIRISH

Elektr pechlari va quyma kovshlarini futerovkalash uchun aluminosilikatli o‘tga chidamli materiallardan ham keng qo‘llaniladi; ulardan eng keng tarqalgani shamotdir. Ushbu neytral o‘tga chidamli materiallarning tuzilishi glinozyom va kremnezyom tarkibi bilan tavsiflanadi [1]: Al_2O_3 miqdori 72 % dan kam bo‘lsa, o‘tga chidamli material mullitdan va kremnezyom, Al_2O_3 miqdori yuqori bo‘lsa u mullitdan va korunddan iborat bo‘ladi.

ASOSIY QISM

Shamot g‘ishtlari 12 % SiO_2 va 35 % (Al_2O_3 + TiO_2) o‘z ichiga olgan o‘tga chidamli materiallardan tayyorlanadi. Ushbu massada temir oksidi va ayniqsa kaliy oksidi va boshqa gidroksidlar bo‘lishi metallarining mavjud bo‘lmasligi lozim, chunki ular g‘ishtlarning o‘tga chidamliligini keskin kamaytiradi. Bundan tashqari, temir oksidi katalizator bo‘lib [2], pech atmosferasida mavjud bo‘lgan uglerod oksididan uglerodni chiqarishga va futerovkani buzilishiga olib keladi. Yuqori haroratda qizdirish bilan buni oldini olish mumkin, undan tashqari vakuum sharoitida qizdirish harorati havoga qaraganda taxminan 200 ^oC daraja past bo‘lishi mumkin.

Shamot g‘ishtlari 1300÷1400 °C haroratda qizdiriladi. Tayyor g‘isht quyidagi xususiyatlar bilan tavsiflanadi:

O‘tga chidamligi, ^oC	1680÷1730
2 kG/sm^2 bosimi ostida deformatsiyalanishi boshlanish harorati,	1300÷1400
Ishchi maksimal harorat, ^oC	1400
Hajmiy massa, t/m^3	1,8÷1,9
Zichligi, g/sm^3	2,5÷2,6
Siqilishdagi mustahkamligi, kG/sm^2	200

Shamot g‘ishtlari yuqori issiqlik chidamliligiga va past issiqlik va elektr o‘tkazuvchanligiga ega bo‘ladi. Uzoq muddatli yuqori haroratli isitish davomida shamot 0,6 % ga qisqaradi.

Bu yerda shamot g‘ishtlarining taxminiy kimyoviy tarkibi: 62 % SiO_2; 35 % Al_2O_3; 0,7 % CaO; 2,0 % Fe_2O_3; 3 % MgO iborat bo‘ladi.

Elektr pechlaridagi shamot g‘ishtlari pech devorlarni va ostini issiqlik izolyatsiyalash uchun futerovka qilinadi. Uning asosiy qo‘llanilish sohasi po‘lat quyish anjomlarini ishlab chiqarishda muhim ahamiyat kasb etadi [3].

Shamotga nisbatan ancha kam miqdorda SiO_2 (53÷55%) va sezilarli darajada ko‘proq Al_2O_3 ni o‘z ichiga olgan yuqori glinozyomli mahsulotlar, yuqori yumshatilish nuqtasiga ega va asosan po‘lat quyish uchun vilkalar ishlab chiqarish

uchun ishlatiladi. Bu pechdan yuqori haroratda po‘lat qotishmasini ishlab chiqarish imkonini beradi.

Yuqori glinozyomli mahsulotlar andaluzining shamot bilan aralashmasidan ishlab chiqariladi. Hali juda kam qo‘llaniladigan mullit materiallari tarkibida 73 % Al_2O_3 va 20 % SiO_2 mavjud bo‘ladi [4]. Ular 1800 °C o‘tga chidamlikka, yaxshi termik chidamlilik va 400÷800 kg/sm^2 siqishdagi mustahkamlikga ega bo‘ladi.

XULOSA

Keltirilgan ma’lumotlar asosida shuni xulosa qilish mumkinki, aluminosilikatli o‘tga chidamli materiallar, ayniqsa shamot g‘ishtlari, elektr pechlari va quyma kovshlarining futerovkasi uchun eng muhim konstruktiv materiallardan biri hisoblanadi. Ularning asosiy afzalligi – yuqori o‘tga chidamlilik, yetarli mexanik mustahkamlik hamda past issiqlik va elektr o‘tkazuvchanlik xususiyatlari bilan bog‘liq bo‘ladi.

Shamotning ishlash samaradorligi uning kimyoviy tarkibiga bevosita bog‘liq bo‘lib, ayniqsa Al_2O_3 va SiO_2 nisbatining optimal darajada bo‘lishi muhim ahamiyat kasb etadi. Tarkibida zararli qo‘shimchalar, xususan Fe_2O_3 va ishqoriy oksidlarning mavjudligi o‘tga chidamlilikni pasaytiradi hamda futerovkaning tez yemirilishiga olib keladi. Shu sababli, ishlab chiqarish jarayonida xomashyo tozaligi va texnologik rejimlarga qat’iy rioya qilish zarur.

Yuqori haroratlarda ishlash sharoitida shamot g‘ishtlarining 0,6 % gacha qisqarishi kuzatilsa-da, ular umumiy barqarorlikni saqlab qoladi va uzoq muddat xizmat qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, yuqori glinozyomli va mullit asosidagi materiallar yanada yuqori o‘tga chidamlilik (1800 °C gacha) va mustahkamlik ko‘rsatkichlariga ega bo‘lib, zamonaviy yuqori haroratli metallurgiya jarayonlarida keng istiqbolli materiallar hisoblanadi.

Umuman olganda, futerovka materiallarini to‘g‘ri tanlash va ularning tarkibi hamda xossalarini optimallashtirish metall eritish jarayonlarining samaradorligini oshirish, energiya tejamkorligini ta’minlash va pechlarning xizmat muddatini uzaytirishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Valida B. et al. Technology of Increasing the Service Life of Based Lining Based on Recycling //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – T. 3. – №. 11. – C. 43-48.

2. Valida B. et al. Investigation of the Effect of Liquid Metal on the Furnace Lining During the Liquidation of Steel Alloys in an Electric ARC Furnace //American Journal of Engineering, Mechanics and Architecture (2993-2637). – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 60-66.

3. Valida B. et al. Extending the Service Life of The Electric ARC Furnace Lining //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 153-158.

4. Saidmaxamadov N. va boshqalar. Qurilish po'latlarini yo‘q qilish texnologiyasini takomillashtirish //Texnika i texnologii manostroeniya. – 2022. – S. 57-62.

MUNDARIJA

1.	Achieving Strength-Ductility Synergy in Graphene Nanoplatelets/Mg-14Li-1Al Composites through Constructing Micro-Nano Laminated Structure	9
2.	Machining the designed geometrical parameters of ground microstructured surfaces on the typical hard and brittle materials	11
3.	A High Strength and Plasticity Al–Li–Cu Alloy with High Li Content Prepared via Large Reduction Rolling and Aging Treatment.....	13
4.	Получение высокочистого сферического формовочного материала из отработанного алюмохромового катализатора ИМ-2201	15
5.	The role of modifiers in improving casting properties of Aluminum alloys	17
6.	Microstructural improvements of aluminum magnesium alloys by adding titanium	20
7.	Pech ichida ikki bosqichli $CaCO_3$ kiritish orqali suyuq shlak hosil qilish texnologiyasi	22
8.	Qora metall qotishmalarini suyuqlantirishda suyuq qotishmaga flyus bilan ishlov berish	24
9.	Нетадиционный способ возведения гидротехнических сооружений для очистки стока реки от наносов бассейна реки Зарафшан	27
10.	Потенциал свободной коррозии сплавов Zn22Al-Ba, в нейтральной среде	29
11.	Методика диагностики износа кулачковых механизмов поли-графических машин.....	31
12.	Окисление сплава Zn22Al с неодимом.....	33
13.	Po‘lat qotishmasini suyuqlantirishda $CaSiO_3$ kiritishning desulfuratsiya jarayonlariga ta’sirining termodinamik tahlili.....	35
14.	Improving thermal treatment modes for chromium-molybdenum steel castings.....	37
15.	Selection of optimal alloying composition to improve wear resistance of 110G13L high-manganese steel	39
16.	Technology for increasing the working surface hardness of high-manganese austenitic steels through the formation of dispersed phases.....	41
17.	Quyma ishlab chiqarishda ishlatilgan qolip aralashmalarini regeneratsiya qilish texnologiyalarining tahlili.....	43
18.	Повышение циклической долговечности деталей механизмов ткацких станков путем создания упрочненного поверхностного слоя	46
19.	Изучение перспектив графита тасказганского месторождения	50
20.	Электроёй пўлат эритиш печларида периклаз-углеродли материал-лари билан футеровкалаш технологиясини олиб бориш	52
21.	Электр ёй печи футеровкасини модификатор билан туйинтириш технологияси асосида футеровка юзасида ҳимоя қатламини ҳосил қилиш технологияси.....	54

22.	45 маркали пўлатни олиш технологияси ва унинг хусусиятлари	56
23.	3D va IT texnologiyalari asosida qo‘llanilgan zamonaviy tadqiqotlar va ilmiy yutuqlar.....	59
24.	Metallar sirtiga ishlov berish texnologiyasini o‘qitishda talabalarning texnik fikrlashini rivojlantirish metodikasi	61
25.	Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining mashinasozlikda tutgan o‘rni va ahamiyati	66
26.	Mashinasozlikda avtomatlashtirishni joriy etish bosqichlarini ilmiy-asoslangan holda tashkil etishning ahamiyati.....	68
27.	Atrof-muhitga antropogen ta’sirni kamaytirishda yashil energiya manbalarining roli.....	70
28.	Влияние температуры введения молибдена на твёрдость чугуна.....	72
29.	Повышение жидкотекучести чугунных сплавов.....	74
30.	Ko‘pikbeton aralashmasida ko‘pik hosil qiluvchi modda konsentratsiyasi va suv-sement nisbatining zichlik ko‘rsatkichlariga ta’sirini tadqiq etish...	76
31.	Исследование демпфирования системы токарных резцов.....	78
32.	Yuqori marganesli po‘latlarning mikrostrukturasiga ferrovolframning ta’siri	80
33.	Improving the technology of enhancing the mechanical properties of steels using ferromanganese	82
34.	Titan ta’sirida alyuminiy quymakorlik qotishmalarining qattiqligini o‘zgarishi.....	83
35.	Alyuminiy quymakorlik qotishmalarining suyuqoquvchanligini aniqlash .	85
36.	O‘zbekiston sanoatlarida PVD texnologiyasini qo‘llash va samaradorlik tadqiqoti	86
37.	PVD uskunalarida qoplama qoplashda materiallarning ahamiyati va dizayni.....	88
38.	Optimizing support structures for cylindrical geometries: a performance evaluation.....	90
39.	Футеровка дуговых печей и свойства огнеупорных материалов	92
40.	Бронза қотишмаларидан марказдан қочма қуйиш усулида маҳсулотлар олиш технологиясини такомиллаштириш.....	94
41.	Prokatlash stanlarida katta diametrli navli prokat mahsulotlarini ishlab chiqarish texnologik jarayonini takomillashtirish	97
42.	Analysis of cast iron melting technology in an induction furnace.....	99
43.	Analysis of cast iron modification with molybdenum in an induction furnace.....	101
44.	Enhancement of mechanical and electrical properties of w–cu composites using spherical powders.....	103
45.	Influence of W/CU ratio on the mechanical behavior of powder-metallurgy w–cu composites.....	105

46.	Optimum structural balance in powder-metallurgy W–Cu composites: why the W70Cu30 composition exhibits the best overall mechanical performance	106
47.	The role of copper content in controlling hardness, density, and tensile strength of W–Cu composites fabricated by powder metallurgy	109
48.	Qalaysiz bronza tarkibi, xossalari, afzalliklari va kamchiliklari	110
49.	Bronza tasnifi va uning sanoatda qo‘llanilishi	112
50.	Choksiz quvurlarni prokatlab olishda ishlatilinadigan jo‘valarni puxtalash texnologiyasini takomillashtirish.....	114
51.	Sovuq holatda qalinligi 2 mm bo‘lgan tasmali listlarni prokatlash texnologik jarayonini	117
52.	XH56MBKЮ qotishmasining termoplastik deformatsiyalanishda strukturaga ta’sirini tadqiqot qilish.....	120
53.	Снижение отходов и дефектов при холодной штамповке осесим-метричных деталей с использованием методов искусственного интеллекта	122
54.	Экологическая оценка и снижение энергозатрат холодной штамповки при внедрении методов искусственного интеллекта.....	124
55.	Prokatlash jarayonlarida yuqori nikelli qotishmadan list prokatlashda qayta kiristallanishdagi metallni xossasiga ta’sirini tadqiqot qilish	126
56.	Prokatlash jarayonlarida konussimon shakldagi kichik o‘lchamdagi zagotovkalarni prokatlab olishda Qform dasturini qo‘llashni tadqiq qilish.	128
57.	Yuqori xromli cho‘yan qotishmasiga xrom va nikel elementining ta’siri…….	130
58.	Sun’iy intellekt yordamida list prokatlash stanlarida 2 mm qalinlikdagi polosali listlarni ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish	133
59.	Samarali sovutish-moylash suyuqliklarini ishlab chiqish va qo‘llash maqsadida ularni tadqiq qilish.....	136
60.	Murakkab-shakldor yuzalarga elektrokimyoviy ishlov berish.....	138
61.	Suyuqlik va gazlarni tashish uchun vagon - sisternaning konstruksiyasini takomillashtirish.....	140
62.	Flyus qatlami ostida yoyli payvandlash qurilmasi	143
63.	Mexanik ishlov berish aniqligini ta’minlashda avtomatik boshqarish va hisoblash muammolari.....	146
64.	Sustainable recycling methods for technological residues in the secondary aluminum industry	149
65.	Metall va qotishmalarning suyuq oquvchanligi ta’sir etuvchi faktorlarni tahlil qilish	151
66.	Metall bilan bog‘liq o‘zgaruvchilarning ta’siri	153

67.	Совершенствование проблем материаловедения и технологии предотвращения трещинообразования в литых изделиях из стали 110Г13Л	155
68.	Kompozitsion tuproq ishlovchi asboblarni olish texnologiyasini ishlab chiqish va ularning xususiyatlari tahlili.....	158
69.	Решение проблемы утилизации отходов резинотехнических изделий путем модификации дорожных вяжущих	161
70.	Механизмы износа бурового долота под влиянием абразивной среды	163
71.	Снижение газовой пористости при плавлении алюминиевых сплавов	164
72.	Технологические процессы, основанные на сверхпластической деформации	165
73.	Qora va rangli qotishmalardan quyma olish hamda 110G13L markali po‘latda nuqsonlarni kamaytirish texnologiyasi.....	167
74.	An integrated approach based on environmentally safe and low-waste technologies for reducing cracks in cast products made from 110G13L steel	170
75.	Шлаклардан алюминий ажратиб олишни иқтисодий ва экологик самарадорлиги.....	174
76.	Mis eritish zavodi shlaklaridan qimmatbaho metallarni ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish.....	176
77.	Development of technology for extracting precious metals from slags of copper smelting plants	177
78.	Alyuminiy shlaklar va ularning ikkilamchi alyuminiy sanoatidagi ahamiyati.....	179
79.	Effect of silicon, titanium and graphene on fluidity of Al-Mg alloys.....	181
80.	Особенности проектирования теоретического и практического профиля аксиального кулачкового механизма.....	183
81.	Определение силовых параметров плоского кулачкового механизма при косинусоидальном законе движения ведомого звена	185
82.	Разработка получения точных заготовок с минимальными размерами припусков в машиностроении.....	188
83.	Ekskavator tishlarining yeyilishbardoshliligini oshirish texnologiyasi tahlili	190
84.	Особенности расчета открытых цепных передач в условиях повышенной запыленности эксплуатации сельскохозяйственной техники.....	192
85.	Факторы влияющие на качество получаемых изделий чистовой вырубкой точных изделий	194
86.	Метод снижения неравномерности деформации при изотермической штамповке труднодеформируемых сплавов.....	196

87.	Энергоэффективные технологии обработки металлов давлением.....	198
88.	XH56MBKЮ qotishmasidan list metallarni prokatlashning resurs tejamkor texnologiyasi.....	201
89.	Определение силы контакта кулачка и толкателя обеспечивающий его плавной работы	203
90.	Учет трения в кинематических парах при проектировании новых машин и механизмов	205
91.	Напряжённое состояние при шариковом накатывании и формирование винтового микрорельефа.....	207
92.	Ekskavator tishlarining yeyilish bardoshligini oshirishda 110g13l markali po‘latga termik ishlov berish	209
93.	Qotishmalarning suyuqoquvchanligini aniqlash usuli va uning qotishmalar sifatini baholash	211
94.	Namunalarning kirishuvchanligini aniqlash va tahlili.....	213
95.	Листовая штамповка в машиностроении	215
96.	Дефекты при обработке металлов давлением и их причины.....	217
97.	Qora metallurgiya sanoati texnogen chiqindilaridan kompleks foydalanishning istiqbollari	219
98.	Degradatsiyaga uchragan yerlar. Surxondaryo viloyatida degradatsiyaga uchrash sabablari.....	221
99.	Biomateriallarning zamonaviy materialshunoslikdagi dolzarb muammolari	224
100.	Materialshunoslik va ilg‘or biriktirish texnologiyalari: metallarga kompleks termomexanik ishlov berish	226
101.	Современные методы повышения ресурсной и экологической эффективности в промышленности	229
102.	Комплексная переработка техногенных отходов медеплавильного производства с извлечением редких и благородных металлов	231
103.	Development of an integrated technology for recovery of precious and platinum group metals from off-balance oxidized copper ores.....	233
104.	Comprehensive study of the material composition and distribution forms of precious metals in the tailings of HMP-1	236
105.	Компьютерное моделирование массопереноса алюминия при формировании защитных слоев на деталях сложной геометрической формы	238
106.	Alyuminiy-kremniy xomashyosini eritishda ruda-termik pechlarning energiya samaradorligini oshirish.....	241
107.	Развитие литейного производства с IT технологиями.....	242
108.	Metall asbob-uskunalardan foydalanib talabalarni amaliy topshiriqlar bajarish ko‘nikmalarini rivojlantirish	244
109.	Qora va rangli metall qotishmalaridan quyma mahsulotlar olish texnologiyalari	246

110.	Po‘lat qotishmalarini rafinirlashning takomillashgan texnologiyasi.....	248
111.	Qotishmadagi zararli elementlar miqdorini kamaytirish usullarini tadqiq qilish.....	250
112.	Мис кластери шароитида машинасозлик латун деталларининг ейилишга бардошлилигини оширишнинг илмий-техникий долзарблиги..	252
113.	“Olmaliq KMK” AJ texnogen chiqindilarini kompleks qayta ishlash va qimmatli komponentlarni ajratib olish	254
114.	Pprofil diametri 16 mm kvadrat prokatlab ishlab chiqarishning texnologik jarayonini takomillashtirish	256
115.	Stan 1700 da 3x1700 mm o‘lchamdagi polosani issiq holatda prokatlash texnologiyasini ishlab chiqishda innovatsion yechim	258
116.	Совершенствование процесса сухой классификации цинкового огарка с учётом снижения энергозатрат.....	260
117.	Valikli jin mashinasi harakat uzatish tizimining tahliliy asoslari	261
118.	Цифровизация литейного производства	263
119.	Преимущества IT технологии в машиностроении	266
120.	Технология CAD/CAM/CAE в производстве деталей и узлов	268
121.	Моделирование SprutCAM в производстве машиностроительных деталей	271
122.	10ГР8Л pulpa nasosi ishchi g‘ildiragining monolit konstruksiyadan qismli yechimga o‘tkazilishi	273
123.	Lentali konveyer barabani uchun segment-tipli rezina qoplama konstruksiyasi va uning tog‘-kon sanoatida qo‘llanilishi.....	275
124.	Maxsus shekovoy maydalagich futirovkasining ish samaradorligini oshirish uchun tish shaklini optimallashtirish	277
125.	Boshqariladigan friksion mexanizmlarda quyma maxsus qotishmalarning ishqalanish jarayonini nazariy-mexanik tahlili.....	279
126.	Plastmassalarni zamonaviy qayta ishlash texnologiyalari	281
127.	Vibratsion mexanizmlarning optimal ish rejimlarini aniqlash.....	283
128.	Yuqori qattiqlikdagi cho‘yanning g‘ovakligini kamaytirish usullarini tadqiq qilish.....	285
129.	“Mis – volfram asosida kukun metallurgiya usulida elektr kontakt materiallar olish dizayni”.....	287
130.	Olmaliq kon-metallurgiya kombinati sharoitida cho‘yan mahsulotlari strukturasining mexanik xossalarga ta’sirini tadqiq etish	289
131.	110G13L markali po‘latlarni elektr pechlarida suyuqlantirishda energiya tejamkorligini ta’minlash.....	291
132.	Коррозиябардош қопламаларнинг аҳамияти ва таснифи.....	292
133.	Elektrokontakt pishirish usulida olinadigan qoplama tarkibi va xossalari……	294

134.	Alyuminiy qotishmalari qirindilarini qayta ishlash asosida sifatli quymalar olishning innovatsion usullari.....	297
135.	Alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirishda hosil bo‘ladigan shlaklarni qayta ishlash texnologiyasini ishlab chiqish asosida resurs tejamkorlikni ta’minlash.....	300
136.	Production of 300x32n2pl alloy from fx650 ferrochrome using electric arc furnace technology.....	301
137.	Raqamli ishlab chiqishni rivojlantirishda cnc texnologiyalarining o‘rni.....	303
138.	Metallarga bosim bilan ishlov berishda deformatsiya turlari.....	305
139.	Deformatsiya haroratining metall deformatsiyaga qarshiligi va plastiklik xossalariga ta’siri	307
140.	Deformation properties of metals in pressure processing	310
141.	Prokatlab profillashda hosil bo‘ladigan nuqsonlar	312
142.	Bolg‘alash jarayonida qo‘llaniladigan zamonaviy jihozlarning texnologik imkoniyatlari	315
143.	Разработка системы автоматического регулирования толщины горячего проката	317
144.	Исследование теплопроводности алюминиевых сплавов.....	320
145.	Alyuminiy qotishmalarining mexanik xossalarini oshirishning zamonaviy usullari.....	322
146.	Металлографический анализ и фазовый состав алюминиевых сплавов	324
147.	Alyuminiy qotishmalaridan olingan quyma detallarni sifatini oshirish texnologiyasi.....	326
148.	Synergistic Enhancement of Strength and Corrosion Resistance in High-Li-Content Al–Cu–Li Alloy via High-Pressure Heat Treatment and Artificial Aging ……	328
149.	Fabrication of High-Strength Corrosion-Resistant Al–Cu–Li Alloys via High- Pressure Heat Treatment and Double Aging……	331
150.	Икки қўзғалмас марказли гравитация майдонида космик аппарат ҳаракатининг оптимал траекториялари…….	334
151.	Исследование теплозащитных свойств подкладочных материалов для утеплённой обуви металлургов…….	336
152.	ПЦ-4,3М мобил ёқилғи таъминоти тизими асосида жанговар бригадаларда логистик жараёнларни оптималлаштириш…….	338
153.	Harbiy logistikaning evolyusiyasi va zamonaviy konsepsiyalari……..	339
154.	Расчет и оптимизация конструкции металлокерамических фильтрующих элементов топливных фильтров……...	341
155.	Imitatsion minalarni zamonaviy shaxsiy tarkib tayyorgarligi talablarini o‘quv-taktik ssenariylarga integratsiya qilish metodikasi…….	343

156.	Imitatsion minalarni zamonaviy shaxsiy tarkib tayyorgarligi talablarini o‘quv-taktik ssenariylarga integratsiya qilishning kiberfizik va intellektual modellari……...	345
157.	Harbiy qism yoqilg‘i-moylash materiallari omboriga yoqilg‘i va texnik vositalarni qabul qilish, saqlash va ularni tarqatishni tashkillashtirish……..	347
158.	Экологические возможности, методы очистки ливневых вод……	349
159.	Pandemiya sharoitida jamoat xavfsizligini ta’minlashda milliy tajriba……	351
160.	Mudofaa vazirligi qo‘shinlarida ishlatilgan neft mahsulotlarini yig‘ish, saqlash va topshirish tartibini takomillashtirish masalalari……...	354
161.	Iqlim o‘zgarishi sharoitida Markaziy Osiyo davlatlarida suv tanqisligi muammolari va ularning yechimi……..	355
162.	Применение ресурсосберегающих технологий переработки алюминиевой стружки на промышленных предприятиях……...	358
163.	Применение аргонной продувки для улучшения качества хромомолибденовых сплавов: обоснование и расчет технологии плавки в ДСП……...	362
164.	Деформационные двойники……..	365
165.	Issiq holatda prokatlovchi stanlar vallarini yeyilishga bardoshliligini oshirish usullari…….	368
166.	Issiq holatda shtamplash orqali tishli g‘ildirak tishlarini shakllantirish jarayonini tadqiq qilish……..	370
167.	Kombinatsiyalangan TIG vaMMA usulida quvurlarni payvandlash orqali payvand shofini takomillashtirish……	371
168.	Ruxni quymakorlikda tejamkor usullardan foydalanib olish va metall isrofini kamaytirish texnologiyasi…….	373
169.	Traktor vtulkalarini ishlab chiqarishda issiq holda hajmiy shtamplash texnologik parametrlarini takomillashtirish……	375
170.	Рафинирование алюминиевых расплавов в тиглях методом пузырьковой флотации……	377
171.	Yeyilishga bardoshli qoplamalar tarkibi hamda ularni detal va tez kesar asboblarga qoplash texnologiyasining ilmiy asosi…….	378
172.	Detallar hamda kesuvchi asboblarga kompleks ishlov berish uchun optimal rejimlarni tanlash va tahlil qilish……...	380
173.	Elektr pechlarning neytral o‘tga chidamli materiallar tarkibi……	383

«QUYMAKORLIK VA METALLARGA ISHLOV BERISH SOHASIDA ENERGIYA VA RESURSLARNI TEJASHGA YO‘NALTIRILGAN INNOVATSIYALAR»

mavzusidagi xalqaro miqyosdagi ilmiy va ilmiy-texnik anjuman

Международная научная и научно-техническая конференция

«ИННОВАЦИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ЭКОНОМИЮ ЭНЕРГИИ И РЕСУРСОВ В ОБЛАСТИ ЛИТЬЯ И ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ»

International scientific and scientific-technical conference on

«INNOVATIONS AIMED AT ENERGY AND RESOURCE SAVINGS IN THE FIELD OF CASTING AND METAL PROCESSING»

Toshkent – «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi» – 2026

Muharrir:	**M.Hayitova**
Texnik muharrir:	**M.Tursunov**
Musavvir:	**Sh.Zoxidova**
Musahhih:	**S.Muratova**
Kompyuterda sahifalovchi:	**M.Maripova**

E-mail: innovatsiya.nashriyot@mail.ru. Tel.: +99897705-90-35
Nashr lits. № 3226-275f-3128-7d30-5c28-4094-7907, 10.08.2020.
Bosishga ruxsat etildi 18.05.2026.
Bichimi 60x84 1/8. «Times New Roman» garniturasi.
Raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 42,5. Nashriyot bosma tabog‘i 42,0.
Tiraji: 50. Buyurtma № 101.

«Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi»
bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent shahar, Olmazor tumani, Istiqbol MFY,
Qora-Qamish 2/1 mavzesi, 22a-uy.