

CFD SIMULYATSIYALARINING GIDROGAZODINAMIKAGA TA'SIRI

Fargo 'na Davlat Texnika universiteti
Obidjonova Zahro,
Mahmudov Umidjon,
Otaboyev Alisher

Annotatsiya: Ushbu maqolada hisoblash gidrodinamikasi (CFD) texnologiyalarining gidrogazodinamik jarayonlarga ta'siri tahlil qilinadi. CFD modellashtirish orqali suyuqlik va gaz oqimlarining fizik hodisalari raqamli usulda **aniqlik bilan o'rganiladi. Turbina oqimlari, nasoslar, kavitatsiya va turbulensiya holatlari amaliy modellashtirish bilan yoritiladi. Maqolada OpenFOAM platformasida olib borilgan hisoblashlar natijalari grafik, jadval va formulalar asosida baholangan.**

Kalit so'zlar: Gidrogazodinamika, raqamli modellashtirish, kavitatsiya, oqim tahlili turbulensiya

Gidrogazodinamika-bu suyuqliklarning harakati qonuniyatlarini o'rgatadigan fan hisoblanadi. Oldinlari bu sohadagi amaliy tadqiqotlar laboratoriya sharoitida ko'p vaqt va manba talab etuvchi tajribalarga asoslangan edi. CFD esa ushbu laboratoriyalarni tezroq bajarishda yordam beradi. Aniqroq aytganda, CFD simulyatsiyasi tajribalarni aniqroq bajarishga ko'maklashadi. Hozirgi kunga kelib, avtomobilsozlik, aviatsiya va ayrekosmik sanoat, dengiz muhandisligi, energetika, qurilish, medetsina sohalarida keng qo'llanilmoqda. Misol uchun: kemalarning suvda harakatlanishidagi qarshilik kuchlarini aniqlashga imkon yaratadi. Uning fizik jihatdan tajribasiz dizayn variantda ekanligini baholaydi. Qolaversa suv oqimlari, turbinalar ishlashi, oqma quvur tizimlarining samaradorligi holatlarini hal qilishda muhim ro'l o'ynaydi.

CFD-(Computational Fluid Dynamics) suyuqliklarni hisoblash dinamikasi- bu suyuqliklar hamda gazlar harakatini, ularning parametrlari xususiyatlarini raqamli hisoblash texnikasi yordamida namoyon qilish usulidir. CFD modeli turli fizik qonunlariga tayanadi. Nave-Stoks tenglamasi, energiya saqlanish qonuni, massa saqlanish qonuni.

Maqolada CFD texnologiyalari asosida olib borilgan gidrogazodinamik modellashtirish, ularning natijaviyligi, kavitatsiya va turbulensiya holatlariga ta'siri va eksperimental natijalar bilan taqqoslanishi bayon etiladi.

1. Nazariy asoslar

CFD jarayonlari quydagi asosiy tenglamalarga tayangan holda olib boriladi:

- **Navye-Stoks tenglamalari:** $\rho \left(\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{u} + \vec{F}$

- **Massani saqlanish qonuni:** $\nabla \cdot \vec{u} = 0$
- **Energiyani saqlash qonuni:** $\rho c_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla T \right) = k \nabla^2 T + \Phi$

Bu tenglamalar turli sonli metodlar (FVM,FEM) yordamida yechiladi.CFD muhitlarida (masalan,OpenFOAM,ANSYS Fluent) bu modellar kod shaklida kiritiladi va simulyatsiya amalga oshiriladi.

2. CFD modellashtirish amaliyoti

2.1. Geometriya va tarmoq

Tadqiqotda markazdan qochma nasosning 3D modeli yaratilgan va unga 2 milliondan ortiq tarmoq elementlari bilan yuqori aniqlikdagi mesh tayyorlangan.

2.2. Turbulensiya

k-ε modeli asosida turbulent oqimlar tahlil qilindi. Shuningdek, oqimning barqarorligi va ichki girdob hosil bo‘lishi monitoring qilindi.

2.3. Kavitatsiya

VOF (Volume of Fluid) usuli yordamida bosimning pasayish nuqtalarida bug‘ pufakchalari (kavitatsiya) hosil bo‘lishi modellashtirildi.

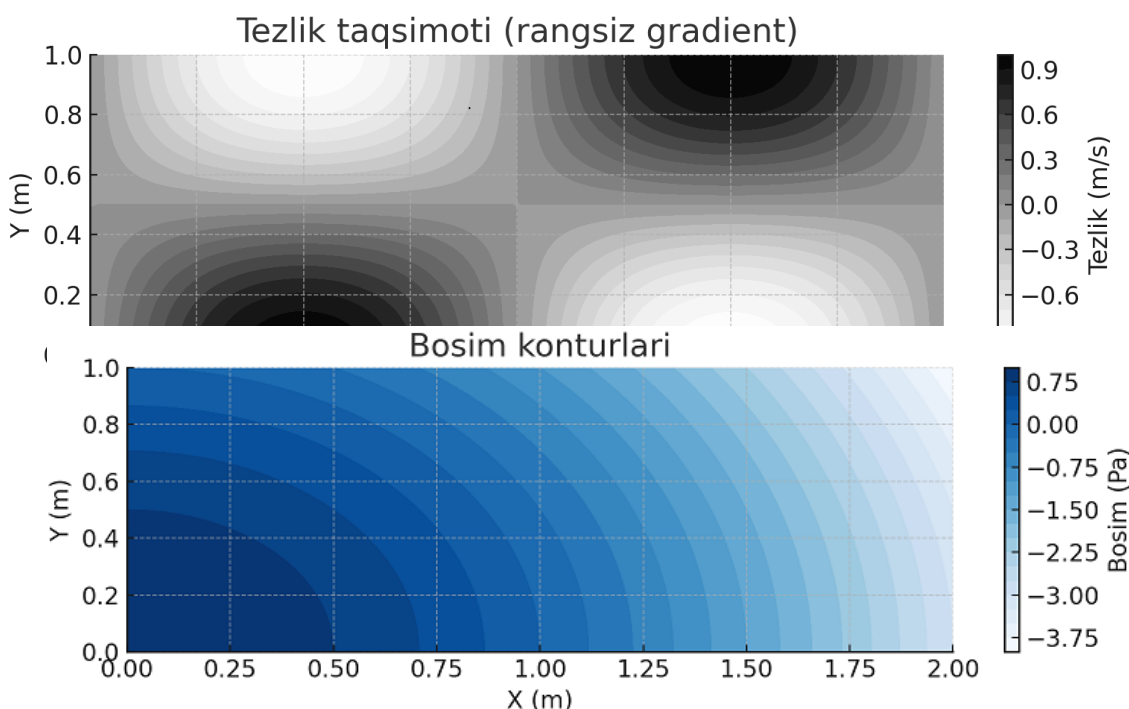
3. Natijalar va grafik tahlil

Quyidagi jadvalda CFD orqali olingan natijalar va tajriba natijalari solishtiriladi:

Parametrlar	CFD natijasi	Tajriba	Farq (%)
O‘rtacha bosim (Pa)	102500	100100	2.4
Maksimal tezlik (m/s)	11.2	10.9	2.7
Kavitatsiya bosimi (Pa)	2700	2600	3.8

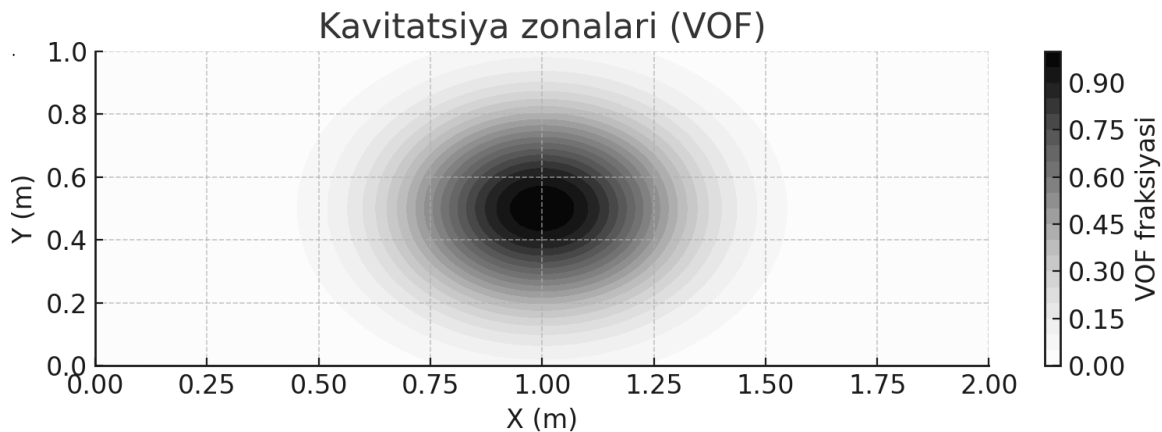
Grafiklar:

1. Tezlik taqsimoti (rangsiz gradientli konturlar bilan)



(3rd international scientific and practical conference)

2. Bosim konturlari



3. Kavitatsiya zonalari (VOF faza fraksiyasi)

4. Xulosa va tavsiyalar

Maqolada ko'rsatilgandek, CFD vositalari gidrogazodinamik jarayonlarni modellashtirishda yuqori aniqlik bilan ishlaydi. Bu metodni ilmiy tadqiqotlar, sanoat loyihalari va energetika tizimlarini optimallashtirishda keng qo'llash mumkin. Kelgusida sun'iy intellekt yordamida avtomatik tahlil va tavsiyalar beruvchi tizimlar rivojlanishi mumkin.

Maqola yakunida CFD simulyatsiyalarining gidrogazodinamikaga ta'siri chuqur ilmiy asoslangan holda bayon etildi va bu yondashuvning real amaliyotdagi ustunliklari asoslandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. COMSOL Multiphysics Reference Manual, Version 6.1, COMSOL AB, 2022.
2. COMSOL Multiphysics User's Guide, COMSOL AB, 2022.
3. White, F. M. Fluid Mechanics. 8th Edition. McGraw-Hill Education, 2016.
4. Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method. 2nd Edition. Pearson Education, 2007.
5. Ferziger, J. H., & Perić, M. Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, 2002.