Применение машинного обучения для прогнозирования износа режущего инструмента при обработке труднообрабатываемых сплавов эта тема

Научный руководитель Сирожидинов Шамилидин Икромжонович – старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения»
Зуфаров Насруллох Анварович – студент 2-го курса группы 59-24 кафедры «Технология машиностроения»
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, Республика Узбекистан, г. Ташкент

Современное машиностроение характеризуется широким применением труднообрабатываемых материалов, таких как титановые, никелевые и жаропрочные сплавы, используемые в авиационной, энергетической и медицинской промышленности. Несмотря на высокие эксплуатационные характеристики, данные материалы обладают низкой теплопроводностью и высокой прочностью, что приводит к ускоренному износу режущего инструмента, увеличению энергозатрат и росту производственных отходов.

Одной из актуальных задач технологического производства является своевременное прогнозирование состояния режущего инструмента. Традиционные методы контроля, основанные на периодическом осмотре или фиксированных интервалах замены инструмента, не обеспечивают достаточной точности и приводят либо к преждевременной замене инструмента, либо к возникновению дефектов обработки.

Перспективным решением данной проблемы является применение методов машинного обучения для анализа параметров процесса резания и прогнозирования степени износа инструмента в режиме реального времени. В основе подхода лежит сбор данных с датчиков вибрации, температуры, акустической эмиссии, силы резания и нагрузки шпинделя. Полученные данные обрабатываются алгоритмами искусственного интеллекта, позволяющими выявлять закономерности изменения состояния инструмента.

Наиболее распространенными алгоритмами являются нейронные сети, метод опорных векторов (SVM), Random Forest и XGBoost. Использование данных моделей позволяет с высокой точностью определять момент критического износа инструмента и предотвращать аварийные ситуации. Согласно результатам промышленных исследований, применение систем предиктивного мониторинга позволяет увеличить срок службы инструмента на 15–20 %, снизить количество брака до 25 % и уменьшить простои оборудования на 30 %.

Особую актуальность технология приобретает при обработке труднообрабатываемых сплавов на станках с ЧПУ. В процессе высокоскоростного резания возникают значительные тепловые и механические нагрузки, влияющие на стабильность обработки и качество поверхности деталей. Алгоритмы машинного обучения позволяют адаптировать режимы резания в зависимости от текущего состояния

инструмента, обеспечивая оптимальное соотношение производительности и ресурса оборудования.

Дополнительным преимуществом применения искусственного интеллекта является снижение материальных и энергетических затрат. Своевременная диагностика износа уменьшает вероятность повреждения заготовок, снижает расход режущего инструмента и способствует ресурсосбережению. Кроме того, сокращение количества бракованных деталей положительно влияет на экологическую устойчивость машиностроительного производства.

Таким образом, использование методов машинного обучения для прогнозирования износа режущего инструмента является перспективным направлением развития интеллектуального производства. Интеграция технологий искусственного интеллекта с системами мониторинга оборудования позволяет повысить эффективность обработки труднообрабатываемых материалов, снизить производственные потери и обеспечить переход к цифровому машиностроению нового поколения.

Библиография

1. Jemielniak K. *Commercial Tool Condition Monitoring Systems*. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 1999.
2. Teti R., Jemielniak K., O'Donnell G., Dornfeld D. *Advanced Monitoring of Machining Operations*. CIRP Annals, 2010.
3. Li X. *A Brief Review: Acoustic Emission Method for Tool Wear Monitoring during Turning*. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 2002.
4. Zhou Y., Xue W. *Review of Tool Condition Monitoring Methods in Milling Processes*. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2018.
5. Liu C., Wang G. *Tool Wear Prediction Based on Machine Learning in CNC Machining*. Journal of Manufacturing Processes, 2021.
6. Brecher C. *Machine Learning in Manufacturing Technologies*. Springer, 2020.
7. Григорьев С.Н. Технология обработки труднообрабатываемых материалов. — Москва: Машиностроение, 2019.
8. Козочкин М.П. Диагностика и мониторинг технологических систем. — М.: МГТУ им. Баумана, 2020.