

5. Краснобаев, А. Г. Конструирование структуры композиционных материалов на основе железа с заданными функциональными свойствами: дис. канд. техн. наук: 05.02.01 / А. Г. Краснобаев. – Ростов-на-Дону, 2005. – 198 с.

6. Панин, В. Е. Новые материалы и технологии. Конструирование новых материалов и упрочняющих технологий / В. Е. Панин, В. А. Клименов, С. Г. Псахье. – Новосибирск: Наука, 1993. – 153 с.

7. Тучинский, Л. И. Композиционные материалы, получаемые методом пропитки / Л. И. Тучинский. – М.: Металлургия, 1986. – 208 с.

8. Дьячкова, Л. Н. Закономерности высокотемпературной инфильтрации при получении антифрикционных материалов системы железо-медь / Л. Н. Дьячкова, А. Н. Леонов, П. А. Витязь, М. М. Дечко // Докл. НАН Беларуси. – 2012. – Т. 56. – № 4. – С. 124–131.

9. Дьячкова, Л. Н. Закономерности формирования структуры псевдосплавов системы порошковая сталь – медный сплав, получаемых инфильтрацией / Л. Н. Дьячкова, П. А. Витязь // Докл. НАН Беларуси. – 2012. – Т. 56. – № 5. – С. 106–114.

10. Дьячкова, Л. Н. Порошковые материалы на основе железа с повышенными механическими и триботехническими свойствами. – Минск : Белорусская наука, 2020. – 203 с.

Поступила 30.11.2023

УДК 004.89

Зеленковская Н. В., Горенкова М. А., Ясюкевич А. Д.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь*

В настоящее время человечество достигло плато в определенных областях науки и технологий, что затрудняет разработку новых революционных идей. Поэтому рациональным будет движение не только вверх, но и вширь, то есть улучшение и модернизация уже имеющихся процессов и продуктов. В век автоматизации и оптимизации в приоритете стоит производство, так как численность населения растет, как и нужда в материальном обеспечении. Одной из самых важных целей в области науки является освоение искусственного интеллекта, так как его огромные возможности и потенциал позволят ускорить и облегчить многие трудоемкие процессы не только в производстве, но и в медицине, образовании, повседневной жизни и т. д.

Машиностроение – высокотехнологичная отрасль, где на производстве выполняется множество трудоемких монотонных и рутинных операций. Внедрение и применение искусственного интеллекта в машиностроении имеет огромный потенциал, так как обеспечивает автоматизацию, улучшение точности и оптимизацию производства.

Искусственный интеллект – сфера науки и технологии, в которой компьютеры и машины способны выполнять задачи, решаемые с помощью интеллекта человека. Может использоваться для оптимизации рабочих процессов, распознавания и исправления ошибок, анализа данных и предоставления ценной информации для принятия управленческих решений.

Основными направлениями применения искусственного интеллекта являются:

– прогнозирование, анализ данных позволяет предсказывать потребность в ресурсах и снимает необходимость ручной проверки;

– отслеживание качества, автоматизированное отслеживание производственных процессов анализирует множество данных для предотвращения ошибок и повышение качества продукции;

- планирование, использование искусственного интеллекта для разработки оптимального плана производства;
- оптимизация инфраструктуры, анализ периодически производит цифровую двойку физических систем для ее оптимизации.

Одна из главных областей, где искусственный интеллект демонстрирует свою силу, это подготовка производства. Именно в процессе подготовки производства искусственный интеллект максимально эффективен, так как большинство этапов весьма трудоемки и подразумевают использование большого количества временных и финансовых затрат.

Организация подготовки производства включает следующие этапы: научно-исследовательский, проектно-конструкторский, технологический и организационный [1; 2].

В процессе подготовки производства искусственный интеллект может быть внедрен в большинство перечисленных этапов (рис. 1).

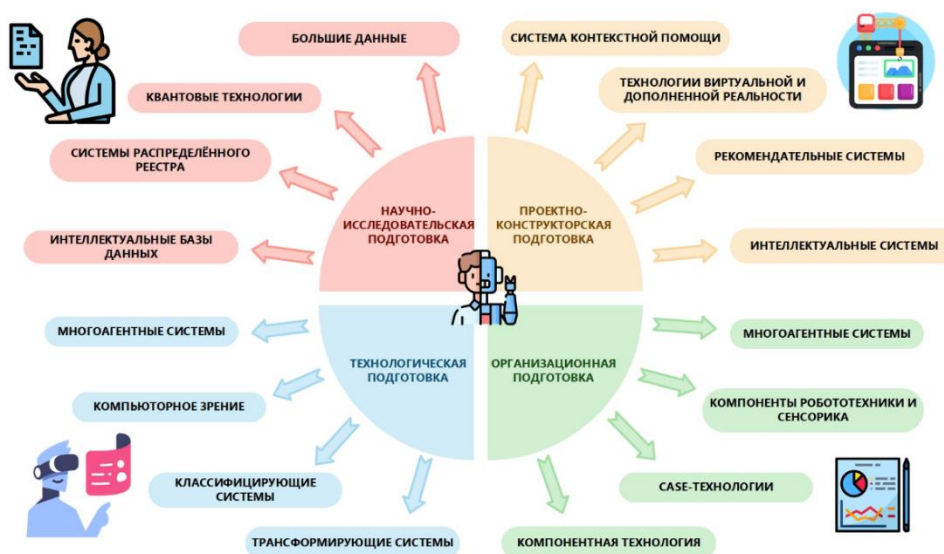


Рис. 1. Использование искусственного интеллекта

В основе научно-исследовательской деятельности – умственная активность, результатом которой является разработка интеллектуального продукта, который может носить как овеществленную (новые формы организации, инновационная продукция), так и не овеществленную форму (инновационные технологии и инновационная продукция). Данный этап включает генерацию идей и оценку объективности их реализации, проведение экспериментальных работ. Требуется обработка больших объемов информации, характеризуется максимальной затратноемкостью и непредсказуемостью. Сократить длительность научно-исследовательской деятельности и оптимизировать полученный результат позволяет внедрение инструментов: обрабатывающих большие объемы данных, выполняющих сложные физико-математические расчеты, создающих интеллектуальные базы данных и базы цифровых транзакций (событий).

Проектно-конструкторская подготовка направлена на разработку и создание проектов, чертежей, необходимых для производства продукции. В процессе этой стадии могут возникать вопросы, связанные с контролем качества, ограниченными ресурсами и т. д. Для решения этих проблем важно использовать технологии, которые ведут подсчет ресурсов в режиме реального времени и сравнивают каждую единицу произведенного продукта с заданным стандартом.

Технологическая подготовка включает выбор исходного сырья, подбор типового технологического процесса и технологического оснащения, определение средств контроля и испытаний, установления режима работы, средств автоматизации (механизации)

и квалификации исполнителей. Для этого этапа необходимы: многоагентные системы способные одновременно к многозадачности, обработке больших объемов информации и оптимизации; трансформирующие системы, ориентированные на оценку и достижение результатов, человеческие ресурсы как инструмент достижения результата; компьютерное зрение, обеспечивающее обработку и анализ изображений или видео и др.

Организационная подготовка включает в себя планирование и организацию всех видов ресурсов и действий, которые необходимы для эффективного функционирования производственных процессов. На этой стадии выполняется анализ рынка и потребностей потребителей, осуществляется планирование всех производственных ресурсов. Внедрение искусственного интеллекта позволяет исключить недостаток информации, отслеживать изменения в работе оборудования и своевременно выявлять технические проблемы (неисправность оборудования, технические сбои и т. д.), определять потребность в ресурсах.

Внедрение искусственного интеллекта в подготовку производства связано не только со стремлением к научно-технологическому прогрессу, но и со стремлением достичь повышения производительности труда и качества готовой продукции, снизить трудоемкость и затраты на производство и реализацию продукции.

Оценить эффект от внедрения искусственного интеллекта в подготовку производства практически невозможно. Один из существующих на данный момент методов – имитационное моделирование, реализованное через метод Монте–Карло. Данный подход ориентирован на создание модели и ее многократную проверку; сбор, обработку и анализ статистических данных. Критериями оценки выступают расходы и доходы от внедрения объектов искусственного интеллекта в подготовку производства. Основопологающими является также такие критерии как снижение трудоемкости и затрат на производство продукции.

Организационно-экономический эффект от применения искусственного интеллекта при подготовке производства в машиностроении представлен в табл. 1 [2].

Таблица 1 – Организационно-экономический эффект от применения искусственного интеллекта при подготовке производства в машиностроении

Наименование искусственного интеллекта	Организационно-экономический эффект			
	повышение производительности	снижение трудоемкости	снижение затрат	повышение качества
Система контекстной помощи				
Технологии виртуальной и дополненной реальности				
Рекомендательные системы				
Интеллектуальные системы				
Многоагентные системы				
Компоненты робототехники и сенсорики				
CASE-технологии				
Компонентная технология				
Трансформирующие системы				
Классифицирующие системы				
Компьютерное зрение				
Интеллектуальные базы данных				
Системы распределенного реестра				
Квантовые технологии				
Большие данные				

Таким образом, применение искусственного интеллекта в машиностроении позволяет повысить производительность, снизить затраты на производство и уменьшить количество ошибок в процессе работы. Это также дает возможность предсказать, какие материалы и оборудование нужны для оптимальной работы производственной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономика и организация производства: пособие для студентов / Л. М. Короткевич [и др.]; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Инженерная экономика». – Минск : БНТУ, 2021. – 55 с.

2. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Организация подготовки производства» для направления специальности 1-27 01 01-08 Экономика и организация производства (приборостроения) [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, кафедра дисциплине «Инженерная экономика»; сост.: Н. В. Зеленковская [и др.]. – Минск : БНТУ, 2023.

Поступила 30.11.2023

УДК 621.793.72:533

Кардаполова М. А., Касач Ю. И., Косякова И. М.

К ВОПРОСУ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ МЕДИ, УПРОЧНЕННОГО ВЫСОКОТВЕРДЫМИ КАРБИДАМИ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь*

В статье исследован процесс покрытий в условиях граничного трения со смазкой на основе бронзы БрА7Н6Ф, полученных гибридным методом: сочетанием плазменного напыления и лазерной обработки с дополнительным легированием шликера карбидами вольфрама (WC) и карбидами хрома (Cr₃C₂). Исследовалось влияние параметров лазерного излучения (скорость лазерного и площадь лазерного луча) при контактных нагрузках 500 Н и 1000 Н. Показана эффективность лазерного легирования и с помощью электронной микроскопии изменение микроструктуры поверхности после изнашивания в виде образования на бронзовых поверхностях губчато-капиллярной текстуры с одновременным выглаживанием стальных поверхностей.

Введение. Лазерное легирование поверхностей с использованием добавочных легирующих соединений в настоящее время является эффективным процессом обработки поверхностей. В процессе лазерного легирования происходит модификация поверхностного слоя различными соединениями за счет их добавления в расплав. Тонкий слой соединения предварительно наносится на подложку, затем расплавляется и интенсивно перемешивается под воздействием лазерного луча, а при затвердевании образуется новый поверхностный слой с заданными свойствами.

Модифицирование поверхностного слоя деталей трения твердыми частицами по-прежнему остается передовым направлением лазерной обработки поверхности, а сплавы на основе меди находят широкое применение в промышленности. Однако имеющиеся данные о деталях технологии лазерного легирования и эксплуатационной эффективности этого процесса недостаточно систематизированы. В частности, отсутствует глубокий ана-