

2. Орехова, А. И. Исследование и разработка способа управления первичной структурой хромистых чугунов с помощью модифицирования с целью повышения качества отливок : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2010. – 22 с.
3. Управление первичной структурой хромистого чугуна / Е. В. Рожкова [и др.] // Черные металлы. – М. : Руда и металлы. – 2010. – № 1. – С. 10–12.

**«ИНДУСТРИЯ 4.0» КАК ИНТЕГРАЦИЯ ЗВЕНЬЕВ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЦЕПИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЕЙШИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Н. В. Грудина, Д. К. Даниленко

*Учреждение образования «Гомельской государственной технической
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

И. А. Кольцова

*Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Научный руководитель В. И. Козлов

Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси на 2021–2025 годы» предусматривает внедрение передовых информационных технологий во всей национальной экономике, которые базируются на стыке технологий четвертой промышленной революции («Индустрия 4.0»). Четвертая промышленная революция («Индустрия 4.0») предполагает новый подход к производству, основанный на массовом внедрении информационных технологий в промышленность, масштабной автоматизации бизнес-процессов и распространении искусственного интеллекта.

В «Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года» указаны стратегические цели, предусматривающие развитие конкурентоспособного промышленного комплекса и его цифровизацию. «Индустрия 4.0» предполагает всеобщую цифровизацию, новый подход к производству, использование новых прорывных технологий, использование цифровых нитей, цифровых двойников, массовое внедрение информационных технологий в промышленность, масштабную автоматизацию бизнес-процессов и распространении искусственного интеллекта. «Индустрия 4» должна иметь человекоориентированный подход. В центре человек и данная технология должна служить благополучию людей: «Технологии – это очень круто, но есть кое-что круче – это люди». Для развития «Индустрии 4» на предприятиях в стране необходима стратегия (концепция развития) «Индустрии», так называемая «дорожная карта» по развитию сквозной цифровизации (цифровых технологий, новых производственных технологий).

Центральным элементом в функционировании производственных систем становятся Интернет-технологии, обеспечивающие коммуникации между людьми, машинами и продуктами. Приоритетную роль играют интернет-технологии, обеспечивающие коммуникации между персоналом и машинами. Велика роль Интернета в «Индустрии 4». «Индустрия 4» требует объединить и перевести в цифровой вид на новые технологии всю цепочку создания изделия – жизненный цикл изделия (рис. 1).



Рис. 1. Этапы жизненного цикла изделия при «Индустрии 4»

«Индустрии 4» неразрывно связана с уровнем автоматизации и внедрения новых передовых технологий. Основные технологии: применение инструментов цифровой трансформации; цифровых двойников (Digital Twin); «умных» цифровых двойников (Smart Digital Twin); технологии цифровых теней (Digital Shadow); «умной» цифровой тени (Smart Digital Shadow). Разработка цифрового двойника начинается в момент появления идеи о разработке нового продукта. Цифровой двойник – это технология-интегратор: он формируется на основе применения «сквозных» цифровых технологий (компоненты робототехники и сенсорики, технологии виртуальной и дополненной реальности, искусственный интеллект, системы распределенного реестра, технологии беспроводной связи и новые производственные технологии).

Эксперты выделяют базовых технологии, в результате внедрения которых ожидаются революционные изменения. Все они являются важными драйверами развития современной промышленности:

1) *анализ больших данных*. Цели применения: повышение качества продукции, энергосбережение и усовершенствование порядка обслуживания оборудования. Для эффективного применения важна интеграция данных из нескольких информационных систем, в том числе управления производством, учета ресурсов, управления отношениями с клиентами и др.;

2) *автономные роботы*. Современные роботы настраиваются и конструируются так, чтобы взаимодействовать между собой и с сотрудниками, самостоятельно обучаться и оптимизировать собственные операции. Манипуляторы и компьютерное зрение позволяют роботу безопасно взаимодействовать с человеком и распознавать детали;

3) *симуляция (моделирование)*. Виртуальное моделирование продуктов, материалов и процессов уже применяется на этапе инженерных разработок, в будущем его применение расширится для имитации полного цикла операционных и производственных процессов. Эти модели будут извлекать данные в режиме реального времени для создания виртуальной копии реального производства с участием машин, продуктов и сотрудников. В семейство входят продукты для симуляции процессов в трехмерном пространстве, имитационного моделирования, программирования промышленных роботов в режиме оффлайн, виртуальной пусконаладки линий и анализа собираемости с учетом размерных отклонений;

4) *интеграция ИТ-систем*. Во многих компаниях информационные системы не интегрированы между собой либо интегрированы частично. Также крайне редко между собой интегрируются предприятия-производители, поставщики и клиенты.

«Индустрия 4» предполагает, что функциональные подразделения в рамках одной компании и целые компании образуют общее универсальное (единое) информационное пространство с целью автоматизировать сразу несколько цепочек создания ценности (цифровых нитей);

5) *промышленный интернет вещей*. В настоящее время только некоторое оборудование на производстве использует межмашинное подключение и встроенные вычислительные мощности. Промышленный интернет вещей предполагает оснащение встроенными датчиками все большего количества производственных объектов и даже незавершенную продукцию. Это позволит передавать большие объемы данных как между машинами, так и централизованным системам контроля, осуществить децентрализацию систем аналитики и принятия решений, обеспечивая работу в режиме реального времени;

6) *кибербезопасность*. В управлении и на производстве многие компании по-прежнему полагаются на ИТ-решения, которые являются закрытыми и не соединенными с внешним миром. При увеличении соединений и использовании стандартных протоколов соединений, которые предполагает «Индустрия 4», становится очевидной потребность в защите ключевых производственных систем и линий от киберугроз. Поэтому безопасные подключения и надежные подходы к управлению доступом к системам являются неотъемлемым условием развития корпоративных информационных систем;

7) *облачные вычисления*. Многие компании уже используют программное обеспечение и системы анализа на основе облачных платформ. «Индустрия 4» предполагает увеличение потоков обмена данными, выходящих за пределы отдельно взятой компании. Растет и вычислительная мощность облачных платформ. В дальнейшем производственные системы мониторинга и контроля, возможно, перейдут на облачные платформы;

8) *аддитивное производство (3D-печать)*. Компании постепенно начинают применять инструменты аддитивного производства, например, 3D-печать. Сейчас основная область применения – это прототипирование и создание отдельных компонентов. В «Индустрии 4» инструменты аддитивного производства могут применяться более широко, в том числе для производства небольших партий кастомизированной продукции;

9) *нанотехнологии*. Новые композиционные материалы;

10) *дополненная реальность*. Системы дополненной реальности оптимизируют работу на складе и подбор комплектующих, направляют инструкции на мобильные устройства производственных рабочих во время ремонта оборудования путем направления. В рамках «Индустрии 4» сфера их применения будет расширяться с целью упростить работу производственного персонала и обеспечить поддержку принятия решений.

Сегодня в Научно-техническом центре комбайностроения (далее – НТЦК) и в ОАО «Гомсельмаш» заложены этапы цифровизации, автоматизации с элементами «Индустрии 4», которые требуют дальнейшего продолжения и внедрения. А для продвижения необходим уровень образования, хорошо подготовленные кадры. Начало цифровой нити – создание конструкторами НТЦК электронных 3D-моделей деталей, сборок с заполненными атрибутами. Электронная 3D-модель создается (модифицируется) с использованием технологии трехмерного проектирования и моделирования конструкторами НТЦК на этапе проектирования. Проектировщики определяют геометрию, проводят бизнес-процессы электронного согласования 3D-моделей в системе управления жизненным циклом изделия – новой технологии –

PDM Windchill, переводят модели в состояние «Выпущено». Далее 3D-модели конструкторов используют технологи УГТ для получения развертки и построения программ с ЧПУ для написания G-кода.

Готовых решений не существует, в рамках ОАО «Гомсельмаш» необходим свой уникальный опыт по цифровизации, внедрению новых технологий, цифровой трансформации, «Индустрии 4», который возможен только при повышении знаний, образования, профессиональных компетенций и грамотности в данной области, подготовленных кадров, развития персонала, постоянного обучения и переподготовки кадров.

Литература

1. Всемирный обзор реализации концепции «Индустрия 4.0». – Режим доступа: http://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf.
2. Что такое Индустрия 4.0 и что о ней нужно знать. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5e740c5b9a79470c22dd13e7>.
3. Технологии индустрии 4.0: Влияние на повышение производительности промышленных компаний. – Режим доступа: https://www.jsdrm.ru/jour/article/view/772?locale=ru_RU.

ПЕРЕХОД НА БЕЗБУМАЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ В КОНЦЕПЦИИ «ИНДУСТРИИ 4.0»

Н. В. Грудина, А. Д. Кузмич

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

И. А. Кольцова

*Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Научный руководитель А. С. Шантыко

Разработка новой техники становится все более сложной и динамичной, в условиях сжатых сроков выполняются множество проектов. Переход на безбумажные технологии (все в электронном виде) – одно из основных направлений в концепции «Индустрии 4.0». Целесообразно уходить от бумажных носителей (чертежей, спецификаций). Работать с 3D-моделями проще. В мировой инженерии применяются 3D-модели вместе с аннотациями.

В последние десятилетия используется новая технология, называемая цифровое определение продукта на основе моделей (MBD). MBD новая, прогрессивная технология (англ. Model-Based Definition (MBD), синоним Digital product definition (DPD)). Прогрессивная технология MBD при работе с 3D-моделями имеется в CREO и в других САПР. Использование аннотаций вместе с 3D-моделями легче в понимании. Все, что конструктор выполнял на чертежах вносить на 3D-моделях. Модель и аннотации могут в электронном виде просматривать все заинтересованные специалисты, руководители. Сегодня необходимо придать 3D-модели основной приоритет и значимость.

Вся информация, которая традиционно добавлялась к 2D-чертежам, теперь может быть применена к 3D-моделям, включая:

- любые специфические производственные примечания;
- замысел дизайна;
- аннотации на 3D-моделях;