

– невысокая (ниже импортных аналогов) стоимость изделия за счет использования собственных оригинальных конструктивных решений и прогрессивных технологий, в том числе холодной штамповки, а также 3D-печать особо сложных деталей, что позволяет уменьшить затраты на подготовку производства.

Основное преимущество аддитивных технологий – возможность создавать изделия практически любой сложности, без технологической оснастки и без последующей обработки.

Аддитивные технологии, интегрированные в технологическую цепочку литейного производства, позволяют существенно сократить время и трудозатраты на изготовление прототипов, получение пилотного образца, оптимизацию конструкции изделий, отработку технологии, освоение новой продукции, что, в свою очередь, существенно расширить конкурентные возможности предприятия.

УДК 621.74.047

## **ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*А.П. Бежок, И.В. Рафальский, П.Е. Луцук, А.В. Арабей*

Анализ мирового опыта показывает, что основные технологические тренды цифровой трансформации промышленности базируются на следующих концепциях: массовое внедрение интеллектуальных датчиков в оборудование и производственные линии (искусственный интеллект, кибер-физические системы); переход на безлюдное производство и массовое внедрение роботизированных технологий; переход на хранение информации и проведение вычислений с собственных мощностей на распределенные ресурсы («облачные» технологии); сквозная автоматизация и интеграция производственных и управленческих процессов в единую информационную систему; использование всей массы собираемых данных (структурированной и неструктурированной информации) для формирования аналитики (технологии обработки больших массивов данных Big Data); цифровое проектирование и моделирование технологических процессов, объектов, изделий на всем жизненном цикле от идеи до эксплуатации (сквозные технологии проектирования); применение технологий наращивания материалов взамен среза (аддитивные технологии, 3D-принтинг); применение мобильных технологий для мониторинга, контроля и управления производственными процессами (мобильные технологии) и др.

Создание и применение информационных систем (ИС) и технологий (ИТ) в настоящее время является ключевым фактором автоматизации производственных процессов металлургической отрасли. Разрабатываемые автоматизированные системы контроля и управления производственных процессов с использованием ИС/ИТ направлены, прежде всего, на решение следующих основных задач:

- автоматизация сбора и обработки информации, обеспечивающей контроль и управление технологическим оборудованием, литейными и металлургическими процессами (АСУТП);
- автоматизация планирования, учета и управления производственной деятельностью предприятия (АСУП);
- автоматизация проектных работ, предпроектной подготовки и анализа производственных процессов (САПР).

Основной задачей металлургического производства является создание конкурентоспособных изделий, обладающих низкой металлоемкостью, высоким качеством и минимальной себестоимостью изготовления. Решение этой задачи обеспечивается в значительной степени на стадии проектирования и подготовки технологических процессов производства литых изделий. Интенсивное развитие систем сквозного проектирования и аддитивных технологий, накопленный опыт использования методов и средств компьютерного 3D-моделирования позволяет говорить о реальной экономии времени и материальных ресурсов при использовании специализированных ИС/ИТ в металлургическом производстве.

С целью разработки технологических процессов металлургических производств, в том числе для получения литейной продукции, широко используются средства компьютерного мо-

делирования, например, программы ProCAST (ESI Group, Франция), QuikCAST (ESI Group, Франция), MAGMASOFT (MAGMA Giessereitechnologie GmbH, Германия), СКМ ЛП «ПолигонСофт» (ООО «Полигон» Россия), LVMFlow (НПО МКМ, Россия) и др., позволяющие моделировать процесс заполнения расплавом формы, определять изменение температуры расплава в ходе его затвердевания, устанавливать места образования усадочных дефектов, рассчитывать внутренние напряжения, которые могут быть причиной образования горячих трещин.

Несмотря на качественные изменения общей концепции развития промышленного производства, связанные с доминированием высокотехнологичной (hi-tech) составляющей, уровень автоматизации производственных процессов отечественных предприятий литейного и металлургического производств, в большинстве случаев, все еще является недостаточным для решения задач получения высококонкурентоспособной продукции. Прежде всего, это связано с проблемами недостаточной оснащенности предприятий CAD/CAM/CAE технологиями и дефицитом инженерных кадров, обеспечивающих эффективное использование систем автоматизированного проектирования, технического анализа конструкций, изделий, оборудования и технологических процессов.

УДК 316.422+330.342

## **ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ**

*О.В. Беркова*

*Белорусский национальный технический университет*

В последние десятилетия на постсоветском пространстве не утихает интерес к проблеме человеческого капитала. Причем само понятие «человеческий капитал» трудно обозначить как метафору. С точки зрения методологии науки оно имеет право на жизнь, так как удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к понятию «капитал», а именно: 1) человек обладает правом собственности на свои, часто уникальные, знания, умения, способности, здоровье, т.е. на «средства производства», позволяющие ему претендовать на более высокий доход; 2) он производит вложения в подобные средства производства с целью получения прибыли; 3) он делает это регулярно, часто на протяжении всей жизни.

И если в доиндустриальную эпоху лимитирующим фактором общественного производства была земля, в индустриальную – капитал (в денежной, товарной и промышленной форме), то в постиндустриальную – человеческие способности, созданные и развитые самим человеком путем целенаправленного вложения средств в свое образование и здоровье.

Следует также отметить, что в настоящее время в мировом экономическом развитии имеет место разделение прав собственности между различными субъектами, т.е. трудно найти персонификацию прав владения, распоряжения, пользования в одном лице, что ставит под сомнение смысл использования самого термина «частная собственность». Полноценных частных собственников мы наблюдаем как раз среди собственников человеческого капитала, где четко видно, что права владения, распоряжения, пользования персонифицированы в одном лице. Это имеет важное значение не только для развития экономики знаний и инноваций, но и для устойчивого развития современных социально-экономических систем в целом.

Дело в том, что современные социально-экономические системы, несмотря на то, что все они являются «смешанными» по своим характеристикам, имеют разное происхождение. Одни из них, имеющие частную собственность и ценовой механизм регулирования в своей основе, являются рыночными (так называемые системы Y-матрицы в терминологии российского институционализма). Другие – а к ним относится большинство социально-экономических систем Восточной части света – не знали традиций частной собственности. В их основе лежит общественная собственность в разных формах (коллективной, общинной, государственной) и регулирование экономической жизни при помощи некоего координационного центра. Эти системы получили название институциональной X-матрицы. Причины такой разнополюстной принадлежности общественных систем к разным типам институциональных матриц заложены в разном характере материально-технологической среды, в которой они исторически находились.