

УДК 004.9: 666.97

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ ЗА СЧЕТ ИНТЕГРАЦИИ С BIM

Лавров И.Ю., Коровкин М.О.

E-mail: m_korovkin@mail.ru

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Проанализирован опыт использования информационных технологий в производстве строительных материалов и изделий. Показано, что эффективность автоматизированного производства в промышленности строительных материалов может быть значительно повышена за счет ее интеграции с BIM.

Ключевые слова: строительные материалы и изделия, автоматизированное производство, Индустрия 4.0, информационное моделирование здания, BIM.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF AUTOMATED PRODUCTION OF CONSTRUCTION MATERIALS AND CONSTRUCTIONS DUE TO INTEGRATION WITH BIM

Lavrov I.Yu., Korovkin M.O.

The experience of using information technologies in the production of building materials and products is analyzed. It is shown that the efficiency of automated production in the building materials industry can be significantly increased due to its integration with BIM.

Keywords: building materials and products, automated production, Industry 4.0, Building Information Modeling, BIM.

Перспективы развития экономики сегодня в значительной степени связывают с концепцией «Индустрия 4.0», под которой понимают новую промышленную революцию – переход от использования технологических комплексов, состоящих из отдельных единиц автоматизированного оборудования к полностью автоматизированному производству на основе крупных киберфизических технологических комплексов, созданных за счет интеграции промышленного оборудования и информационных систем [5].

Развитие строительной индустрии в этом направлении происходит неравномерно и зависит от вида строительного объекта и стадии его жизненного цикла. Наибольшее продвижение в использовании информационных технологий в строительной отрасли было достигнуто на стадии проектирования, где сегодня все шире используются программные комплексы на основе концепции информационного моделирования строительного объекта (BIM) [2, 4]. Кроме того, применение информационных технологий на стадии эксплуатации крупных общественных и

производственных зданий показывает их высокую эффективность при управлении сложными инженерными системами кондиционирования, отопления, водоснабжения и водоотведения.

На стадии возведения строительных объектов применение киберфизических технологических комплексов эффективно только в единичных случаях, таких как управление машинами при земляных работах с применением систем глобального позиционирования или в перспективной технологии строительных 3D-принтеров.

В отличие от строительной площадки, на которой сложно реализовать автоматизацию процесса возведения зданий, промышленное производство строительных материалов и конструкций может быть полностью автоматизировано и интегрировано с той частью BIM, которая управляет поставками материалов и комплектующих на стройку.

В 90-е годы прошлого века в Россию поставлялись полностью автоматизированные технологические линии фирмы Besser по производству стеновых камней, тротуарной плитки и других мелкоштучных изделий по вибропрессовой технологии [3]. Производство на этих линиях было полностью автоматизировано на всех этапах, что позволяло выпускать продукцию стабильно высокого качества практически без участия рабочих. Такие технологические линии можно рассматривать в качестве одного из примеров реализации концепции киберфизической системы в производстве строительных материалов.

Однако потенциал развития таких автоматизированных технологических линий не мог быть реализован в сложившихся в то время экономических условиях. Во-первых, постепенный износ оборудования, прежде всего компонентов автоматики и снижение стоимости рабочей силы, привел к постепенному замещению автоматизированных технологических операций на ручной или машинно-ручной труд. Во-вторых, возможность быстрой переналадки производства с одних видов изделий на другие не давала значительных экономических преимуществ в условиях больших запасов на складах сырья и готовой продукции. В-третьих, автоматизированные линии не были сопряжены с информационными системами управления поставок продукции потребителям, что не позволяло получить экономический эффект от снижения продолжительности и трудоемкости взаимодействий производителей и потребителей (сегодня в качестве таких информационных систем рассматривается BIM). По этим причинам полная автоматизация многих производств строительных изделий пока остается экономически необоснованной. Но даже автоматизация отдельных технологических процессов может иметь значительную технологическую и экономическую эффективность. Например, созданная дизайнером трехмерная модель сложной архитектурной детали передается на станок с числовым программным управлением для изготовления формы, в которой затем будут заформованы изделия из бетона.

Производство архитектурных деталей из декоративного бетона по такой технологии позволяет снизить продолжительность изготовления и повысить качество форм.

Часто повышение качества продукции и производительности труда при автоматизации процесса может быть достигнуто при использовании данных из BIM-модели, так как только в этой системе отсутствуют ошибки, которые возникают в результате воздействия на производственный процесс человеческого фактора. Отмечается [1], что интеграция системы BIM с автоматизированным оборудованием по производству арматурных каркасов (рис. 1) обеспечивает строгое соответствие этих изделий проекту.



Рисунок 1. Производство заготовок арматурных каркасов на станке с ЧПУ [1]

Несмотря на сложность полной автоматизации технологии производства строительных материалов и изделий необходимо стремиться к максимальному снижению человеческого фактора в управлении технологическими процессами, так как это позволит обеспечить соответствие параметров продукции требованиям BIM-модели. Как показывает зарубежный опыт, наибольшие достижения в этом направлении были получены при производстве металлоконструкций и сборных железобетонных конструкций.

Производитель сборных железобетонных конструкций для жилищного строительства в Таиланде CPanel Company Limited – первый автоматизированный и интегрированный завод в Азии выпускающий подобную продукцию [7]. Производство на предприятии ведется с применением автоматизированных систем AWM и Vollert (рис. 2 и 3). Из программного обеспечения Tekla Structures производственные данные, необходимые для организации производства, передаются в систему CAM от компании Unitechnik, которая используется для контроля производства, и также в систему управления предприятием (ERP) и SAP [7].



Рисунок 2. Пульт управления и зона работы автоматизированной линии по производству стеновых панелей (за ограждением) [7]



Рисунок 3. Автоматизированный комплекс фирмы Vollert для чистки и смазки универсального формовочного поддона [7]



Рисунок 4. Автоматизированная линия подготовки опалубки [7] (справа и на заднем плане огорожена зона, в которой допускается присутствие людей)

Практический опыт одного из крупнейших производителей сборных железобетонных конструкций в Таиланде – CPanel Company Limited показал, что применение технологии BIM, интегрированной с автоматизированным производственным оборудованием, позволило повысить конкурентоспособность производства железобетонных изделий и вдвое увеличить их выпуск. По данным [7] использование современного программного обеспечения BIM и автоматизированного производства дало повышение эффективности производственных процессов на 90 %, сократило общее время на строительство на 60 %, по сравнению с традиционным методом. При этом период производства сборного железобетона был сокращен с 30 до 7 дней. Эти результаты могли быть достигнуты за счет полной совместимости BIM с системами автоматизированного управления производством.

Широко использует технологию BIM в своей деятельности, включающей производство сборных железобетонных изделий и строительство на их основе жилых зданий, литовская компания INHUS [6]. Это предприятие является крупнейшим производителем изделий сборного железобетона в Литве и строительной фирмой, использующей эти конструкции для строительства жилых зданий. Применение технологии цифрового моделирования зданий значительно упрощает взаимодействие этой компании с ее партнерами и заказчиками, которые находятся в различных европейских странах балтийского региона.

Компания INHUS использует для цифрового моделирования программное обеспечение Tekla, но для выполнения специфических требований в детализации проекта и для передачи

данных на производство и на строительную площадку, применяет дополнительные программные средства.

На заводах компании INHUS использование данных из информационной модели позволило модернизировать все производственные процессы [6]. Цифровое моделирование зданий используется для закупки материалов, планирования производства, передачи данных на все технологические линии и планирования материально-технического обеспечения. Это позволяет минимизировать ошибки, снижает затраты, упрощает совместную работу, и обеспечивает завершение проектов в установленные сроки.

Вывод

Одним из наиболее перспективных направлений применения BIM-технологий является производство строительных изделий и конструкций. Анализ особенностей использования информационного моделирования показывает, что наибольший эффект использования BIM может быть получен на полностью автоматизированных предприятиях, которые интегрированы с BIM-системой. В то же время применение данных из BIM для работы отдельных видов автоматизированного оборудования позволяет значительно повысить соответствие производимой продукции требованиям проекта.

Технология BIM рассматривается в качестве реализации концепции цифровой экономики, которая позволит значительно повысить эффективность строительной отрасли. Опыт развития этой технологии в передовых странах показывает, что она дает значительный технический, организационный и экономические эффекты.

Список литературы

1. Кузеванов Д. Об информационном моделировании при работе с железобетонными конструкциями [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://docplayer.ru/74733309-Ob-informacionnom-modelirovanii-v-rabote-s-zhelezobetonnyimi-konstrukciyami-dmitriy-kuzevanov-23-noyabrya-2017.html>.
 2. Куприяновский, В.П. BIM - Цифровая экономика. Как достигли успеха? Практический подход к теоретической концепции. Часть 2. Цифровая экономика / В.П. Куприяновский, С.А. Синягов, А.П. Добрынин // International Journal of Open Information Technologies. 2016. №3. С. 9-19.
 3. Нугуманов А.Ф., Исторические аспекты сотрудничества компании "BESSER COMPANY" с предприятиями СНГ / А.Ф. Нугуманов, А.И. Габитов // Современные проблемы истории естествознания в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы VI Международной научной конференции "История науки и техники-2005". 2005. С. 127-128.
-

4. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с.
 5. Тарасов И.В. Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития // Стратегии бизнеса. 2018. № 6 (50). С. 57-63.
 6. INHUS: Совершенство строительства из сборного железобетона [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.tekla.com/ru/ссылки/inhus>.
 7. Transforming Thailand's Precast Industry [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://issuu.com/teklacorporation/docs/2016-cpanel-sea-en-web?e=3160567/33186975>.
-