

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТЧИКОВ  
ЛИДАР**

**AUTOMATION OF THE PRODUCTION PROCESS OF REINFORCED  
CONCRETE PRODUCTS USING LIDAR SENSORS**

**Ковун Д.А., студент**

**Лапшина М.Л., д.т.н., профессор**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»

г. Воронеж, Россия

marina\_lapshina@mail.ru

**Kovun D.A., student**

**Lapshina M.L., DSc (Engineering), Professor**

FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov"

Voronezh, Russian Federation

**Аннотация:** В статье рассмотрены возможности автоматизации производственного цикла железобетонных изделий, с использованием современных датчиков лидар, учтены возможности применения модифицированных и экспериментальных бетонных смесей, принята в расчёт возможность появления внештатных ситуаций в целях безостановочного производства и производственного цикла предприятия.

**Abstract:** The article considers the possibilities of automating the production cycle of reinforced concrete products using modern lidar sensors, takes into account the possibilities of using modified and experimental concrete mixtures, and takes into account the possibility of emergency situations for non-stop production and the production cycle of the enterprise.

**Ключевые слова:** автоматизация, оптимизация, железобетонные изделия, строительство, лидар, маркировка

**Keywords:** automation, optimization, reinforced concrete products, construction, lidar, marking

В настоящее время в России стоит острый вопрос по развитию, как и в любой другой стране мира. Основой для любой развитой страны является строительство, так как это главное в жизни человека. Иметь недвижимость, жить в комфортных условиях, передвигаться быстро по городу, стране, работать и учиться в комфортных условиях. Для этого нужны дома, производства, мосты, набережные. В своём большинстве, всё это – железобетонные конструкции. Они сопровождают нас всё это время быстрого темпа развития. И сейчас железобетон лидирует в строительстве по всему миру.

Железобетонные конструкции имеют разный тип возведения в зависимости от требований и типа постройки (рис. 1).

В заводском исполнении производятся сборные и сборно-монолитные конструкции, которые затем можно применять в строительстве домов, строительстве мостов, строительстве нежилых зданий и городской инфраструктуры.

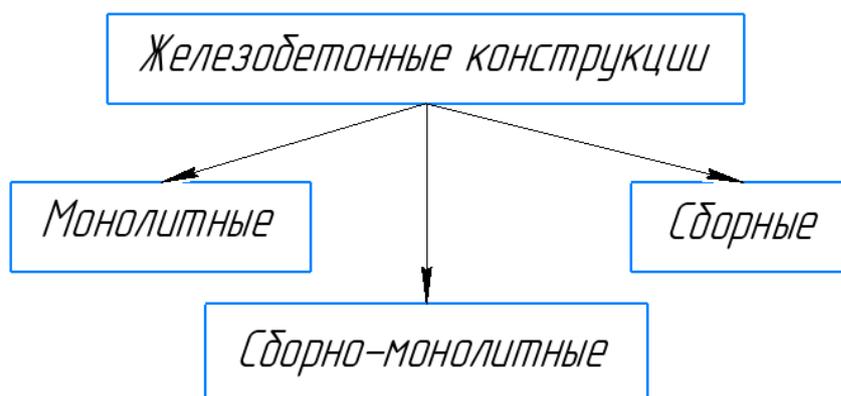


Рисунок 1 – Типы железобетонных конструкций

В настоящее время мощными темпами развивается и дешевеет технология лидар [1].

Технологический процесс изготовления железобетонных изделий включает следующие основные пункты:

- 1) Транспортировка материалов и расходников
- 2) Подготовка арматурного каркаса
- 3) Производство бетонной смеси
- 4) Подготовка форм
- 5) Заливка смеси в формы и формование
- 6) Набор прочности материала
- 7) Обработка поверхности изделия

8) Маркировка и прохождение отдела контроля качества

9) Отправка на склады и объекты

С учётом этих пунктов составлена функциональная схема (рис. 2).

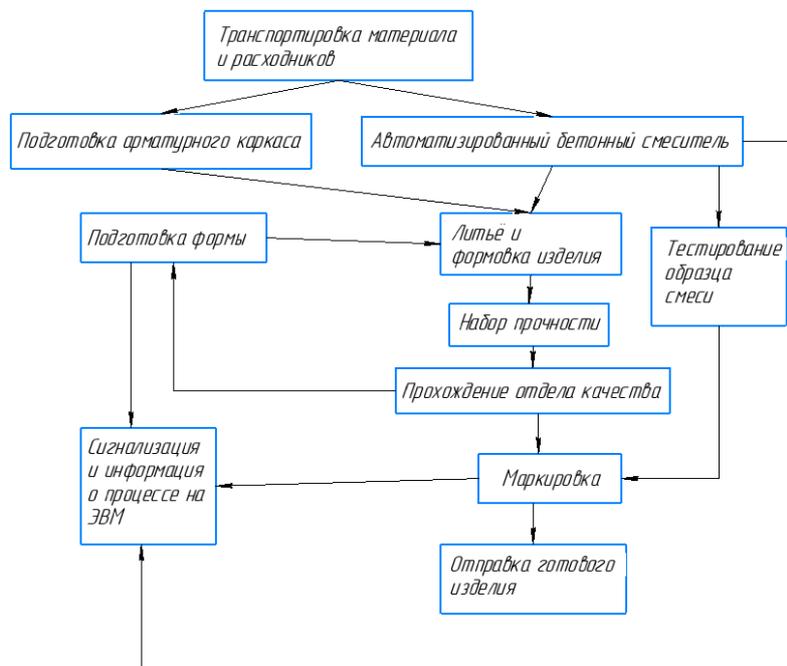


Рисунок 2 – Функциональная схема производства железобетонных изделий

Транспортировка материалов обычно производится при помощи железнодорожного, речного, автомобильного транспорта, данный этап возможно автоматизировать при помощи уже существующих технологий автоматического пилотирования или вспомогательных систем также на базе датчиков лидар. Если с полным автомобильным автопилотом ещё есть сложности, то железнодорожный транспорт уже поддаётся полной автоматизации [2]. Арматурный каркас типовых изделий уже можно автоматизировать при помощи поточно-механизированных линий для заготовки.

Для автоматизированного производства бетонной смеси можно использовать автоматизированные смесители. При помощи датчиков лидар появляется возможность изготовления различных смесей для различных изделий, в том числе экспериментальных, как ранее упомянутое использование смеси с фенольными растворами, так и в новых растворах, которые могут появиться в будущем. Следует заметить, что при дозировании первыми заливаются жидкие вещества, это и не позволит произойти выходу из строя датчика, и соответствует требованиям производителей для достижения

максимальной прочности состава, уменьшение издержек производства, уменьшение возможного вреда здоровью людей. На данном этапе произойдет сверка показателей. В случае несоответствия незамедлительно придет сообщение об ошибке на указанные клиентские компьютеры. Подготовка форм при налаженном технологическом процессе может быть автоматизирована датчиками лидар (рис. 3), которыми будет считываться информация, о чистоте формы от изготовления прошлых изделий, затем подвижными распылителями с ЧПУ нанести смазывающий состав на форму, чтобы изделие можно было достать из неё с минимальными рисками деформации как для формы, так и для самой панели.

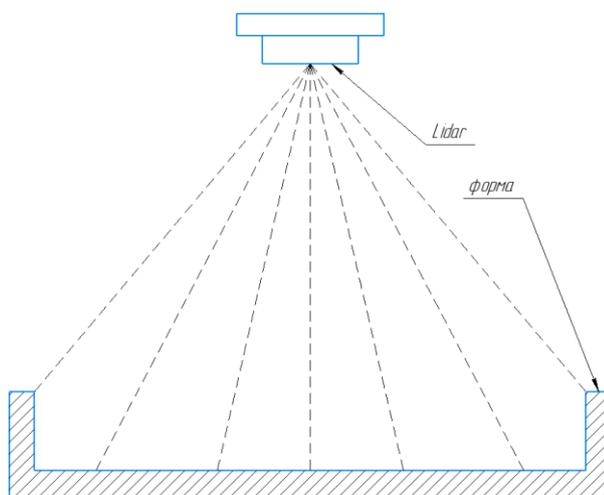


Рисунок 3 – Автоматизированная проверка формы на пригодность к дальнейшему использованию на основе Lidar технологии

Если форма не соответствует заданной, компьютер сравнит показатели датчика лидар с шаблонными, и форма отправится на чистку, которую тоже можно автоматизировать используя мойку под давлением с ЧПУ [3]. В случае повторной проблемы с этой формой, отправляется сообщение, чтобы её проверили для дальнейших решений, о дополнительной чистке или утилизации, ремонте, при этом производственный процесс не останавливается.

Заливка смеси осуществляется в заготовленную форму на вибростоле, после установки арматуры, где компьютер считывает показатели с датчика лидар, где можно вычислить объём залитого материала, получить информацию о ровности поверхности залитой формы (рис. 4). При этом процедура может иметь режим, т. е чередовать работу вибростола и заливки материала, учитывая показатели датчика, в целях качества продукции в целях минимизации издержек производства, в виде излишков смеси на поверхности, минимизация

потерь расходных материалов при последующей обработке поверхности изделия.

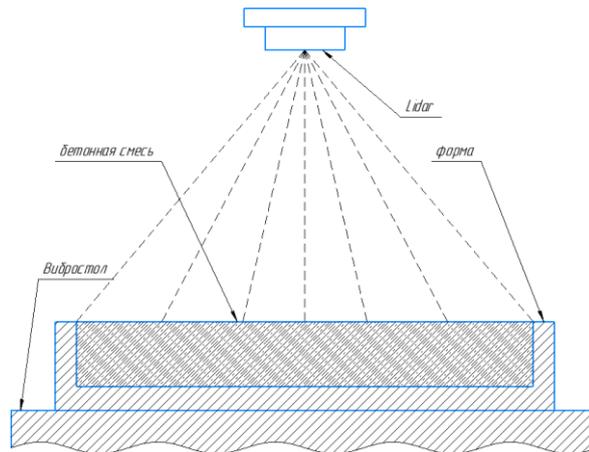


Рисунок 4 – Автоматизированная проверка равномерного заполнения формы бетонной смесью на основе Lidar технологии

На этом этапе тоже есть требования к данным, и в целях безопасности здесь тоже есть программные проверки, из-за которых может быть отправлено сообщение на клиентские компьютер в случае несоответствия с планом. Небольшое количество материала до и после производства используется для изготовления образцов, для последующих испытаний [4].

После того, как прошла формовка, форма с изделием отправляется на склад, где остаётся с другими формами для набора прочности. Формы могут складироваться друг на друга для экономии пространства, а могут складироваться просто рядом. Во втором случае при помощи датчиков лидар можно производить наблюдение за изделиями, например при использовании экспериментальных материалов, следить за их усадкой, и использовать эти данные для дальнейшего моделирования и наладки производства. Расположив все формы по плоскости, можно получать нелинейный доступ к каждому изделию, что помогает экономить место и время в случае брака, и делать разные продукты на одном оборудовании, отправлять на следующие этапы производства многослойные панели, несколько раз возвращая их на склад для набора прочности. Обработка поверхности изделия осуществляется после некоторого набора прочности материала. Для экономии, первичную обработку можно осуществлять во время не полного набора прочности, когда панель уже держит форму, но ещё не пригодна для нагрузок. Этот этап можно осуществлять автоматизировано на станке с ЧПУ. После набора прочности, отсутствует необходимость серьезной обработки изделия, в некоторых

случаях, панель просто шлифуется, обработка изделия с других сторон не требуется, панель отделяется от формы. Затем, она движется на маркировку, где автоматически печатается номер, тип, серия, где проходит проверку на качество, не только автоматизированную, но тут могут уже смотреть и люди. После того, как показатели датчика лидар соответствуют нормам заданным в программе, и живые люди в отделе технического контроля убедились в отсутствии дефектов, провели испытания над образцами смеси из этой партии, на маркировку добавляется надпись «ОТК» и номер соответствующего отдела. В противном случае панель может быть переработана, и её части использованы для дальнейшего производства [5].

Использование данной автоматизированной системы может существенно сократить расходы за счёт малых габаритов, высокой степени автоматизации производства, своевременной сигнализации на случай нештатных ситуаций, позволяет использовать экспериментальные и модифицированные бетонные смеси, без перенастройки всего оборудования.

### Список литературы

1. Иванушкин А.В. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века / А.В. Иванушкин // Анализ основных тенденций развития датчиковой аппаратуры. Основные направления развития технологии создания перспективных датчиков.- М.: Ерь, 2021. - С. 127 - 334.

2. Гордон А.Э. Автоматизация контроля качества изделий из бетона и железобетона /А.Э. Гордон, Л.И. Никулин, А.Ф. Тихонов. - М.: Стройиздат, 2023 - 300 с. – ISBN 5-274003893.

3. Максимова С.М. Автоматика и автоматизация технологических процессов при производстве строительных материалов, изделий и конструкций / С.М. Максимова, Н.В. Дворянинова. – Братск : ГОУ ВПО "БрГУ", 2017. – 181 с.

4. Бушуев С.Д. Автоматика и автоматизация производственных процессов / С.Д.Бушуев, В.С.Михайлов - М.: Высш. шк.,2020. - 256 с.

5. Константопуло Г.С. Механическое оборудование заводов железобетонных изделий и теплоизоляционных материалов / Г.С. Константопуло. – М. : Высш. шк., 2018. - 432 с.

## References

1. Ivanushkin A.V. Construction materials, equipment, technologies of the XXI century / A.V. Ivanushkin // Analysis of the main trends in the development of sensor equipment. The main directions of development of technology for the construction of advanced sensors. - M.: Er, 2021. – pp. 127-334.
2. Gordon A.E. Automation of quality control of concrete and reinforced concrete products / A.E. Gordon, L.I. Nikulin, A.F. Tikhonov. - M.: Stroyiz-dat, 2023 - 300 p. – ISBN 5-274003893.
3. Maksimova S.M. Automation and automation of technological processes in the production of building materials, products and structures / S.M. Maksimova, N.V. Dvoryaninova. – Bratsk : State Educational Institution of Higher Education "BrSU", 2017. - 181 p.
4. Bushuev S.D. Automation and automation of production processes / S.D.Bushuev, V.S.Mikhailov. - M.: Higher school, 2020. - 256 p.
5. Konstantopulo G.S. Mechanical equipment of factories of iron-concrete products and thermal insulation materials / G.S. Konstantopulo. – M. : Higher school, 2018. – 432 p.