

Применение высокофункциональных бетонов при модернизации технологии производства предварительно напряженных аэродромных плит

Н.А. Гальцева, И.А. Грунина, Е.Н.Булдыжова, В.С. Чернигов, Д.Д. Зуева

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Аннотация: Статья представляет собой результаты анализа современного рынка производства сборных железобетонных изделий и существующих технологий их производства, а также описание возможного способа модернизации технологической линии и процесса производства. Основной целью модернизации является исключение из технологической линии постов вибрирования и применения самоуплотняющихся бетонных смесей, что существенно повышает производительность завода, увеличивает срок службы форм, сокращает время производства изделия и снижает финансовые затраты.

Ключевые слова: высокофункциональный бетон, самоуплотняющийся бетон, модернизация производства, дорожная плита, производство железобетонных изделий, конвейерная технология производства.

Предприятия, осуществляющие производство сборных железобетонных изделий, являются неотъемлемой частью строительной индустрии и одним из главных условий индустриализации строительства. В Российской Федерации функционирует огромное количество заводов, которые обеспечивают большинство областей современного строительства сборными железобетонными элементами, в том числе сферу транспортного и аэродромного строительства.

Нынешнее состояние и уровень развития автомобильных дорог и аэродромов, находящихся в отдаленных регионах и имеющих малую пропускную способность, серьезно сдерживают социально-экономическое развитие страны [1].

Основным путем модернизации технологии производства сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций является автоматизация производства, применение новых составов бетонных смесей и

композиционных материалов, например, стеклопластиковой арматуры, полимерной фибры, вторичного сырья и отходов промышленности [2].

В процессе эксплуатации дорожное и аэродромное полотно подвергается ударным нагрузкам, истиранию в результате высокой интенсивности и скорости движения. Следовательно, материалы, применяющиеся при производстве сборных элементов дорожного и аэродромного полотна должны обладать повышенными прочностными характеристиками, износостойкостью и устойчивостью к ударным воздействиям.

Использование качественных дорожных покрытий обеспечивает развитие транспортных сетей и регионов, в том числе труднодоступных, позволяет снизить себестоимость строительства и организовать бесперебойную поставку строительных материалов в течение всего года и независимо от климатических условий. Применение предварительно-напряженных плит - один из перспективных путей решения этой задачи, а, следовательно, вопрос модификации технологии производства и самого вида железобетонных изделий является актуальным.

При разработке технологической схемы и организации производства оборудования и ритма работы линии важно, чтобы могла быть произведена замена форм на любой типоразмер. Существует несколько основных технологических схем организации производства сборных железобетонных изделий: стендовая, кассетная, агрегатно-поточная и конвейерная [3]. Основное различие состоит в характере передвижения формуемого изделия в процессе производства, далее проведен их анализ и сравнение.

Для технологической схемы стендового типа характерно отсутствие передвижения изделия между оборудованием, на протяжении всего процесса технологическое оборудование перемещается от одной формы к другой. Данная технология применяется при изготовлении крупноразмерных

изделий, таких, как подкрановые балки, фермы и объемные блоки [4]. Возможность быстрой организации производства и невысокие капитальные затраты можно отнести к плюсам стандовой технологии.

Агрегатно-поточная схема производства подразумевает наличие нескольких рабочих постов. На каждом из них проводится одна или несколько производственных операций. Перемещение изделия проходит с использованием мостового крана, а твердения - в камерах ТВО ямного или тоннельного типа. К особенностям данного типа производства можно отнести отсутствие принудительного ритма в передвижении изделий, а также возможность возведения такого вида производств при относительно небольших капитальных затратах [3].

При конвейерном способе производственный процесс разделен на отдельные операции. Каждая из операций выполняется на отдельном посту, а перемещение изделия проходит принудительно при помощи рольганга или по рельсам, что позволяет осуществлять движение с заданным ритмом [3,5]. Тепловая обработка проводится в тоннельных камерах непрерывного действия, ритм работы конвейера связан с циклом ТВО.

Проанализировав преимущества и недостатки существующих технологических схем организации производства железобетонных изделий, а именно - предварительно напряженных аэродромных плит, оптимальным для рассмотрения возможным способом модернизации выбрана конвейерная технология производства.

Самоуплотняющийся бетон – одно из новых направлений развития производства бетона, представляет собой инновационный продукт, обладающий уникальными свойствами. Одной из первых стран, использующей данный вид бетона стала Япония. В 1990 году этот материал получил достаточно широкое распространения на предприятиях, осуществляющих производство железобетонных изделий, а после стал часто

применяться непосредственно на строительных площадках при проведении монолитных работ [6].

По всему миру было проведено большое количество исследований физико-механических свойств самоуплотняющегося бетона. Испытания доказали прирост прочности на сжатие, но при этом сохранение показателей прочности на раскалывание и модуль упругости, в сравнении с обычным тяжелым бетоном. Также самоуплотняющийся бетон обладает высокими показателями водонепроницаемости, что позволяет применять его при возведении гидротехнических сооружений [6].

В России же повсеместное применение самоуплотняющегося бетона только начинает свое развитие, однако на протяжении последнего десятилетия рядом строительных компаний предприняты успешные попытки применения самоуплотняющегося бетона в гражданском строительстве [5]. Ввиду отсутствия нормативной базы по самоуплотняющимся бетонам, приходится пользоваться зарубежными нормативными документами.

Для проектирования состава самоуплотняющегося бетона проектного класса В30 и с водонепроницаемостью 95%, содержание мелкого наполнителя должно находиться в диапазоне от 30 до 40 %, суперпластификатора – от 0,05 до 0,5 % по массе цемента [7, 8]. Это связано с тем, что свойства самоуплотняющегося бетона и бетонной смеси зависят от содержания суперпластификатора и мелких наполнителей в бетонной смеси. Данные показатели являются оптимальными для бетонов, используемых в дорожном строительстве. При этом финансовые затраты на производство 1 м³ СУБ значительно не отличаются [6, 9].

Схема организации конвейерной технологии производства представлена на рис. 1.

Движение форм на конвейере – пульсирующее. На каждом poste последовательно выполняются следующие операции: распалубка изделий,

очистка формы и смазка, установка арматурного каркаса и предварительное напряжение стержней, укладка бетонной смеси, выдержка и тепловая обработка изделия. Вследствие применения самоуплотняющейся бетонной смеси, пост вибрирования форм отсутствует. После проведения каждой операции изделие передвигается на одну длину формы.

Для самоуплотняющихся бетонов режим ТО установлен по коэффициенту эффективности тепловой обработки и критерию минимальной себестоимости выпускаемой продукции [10].

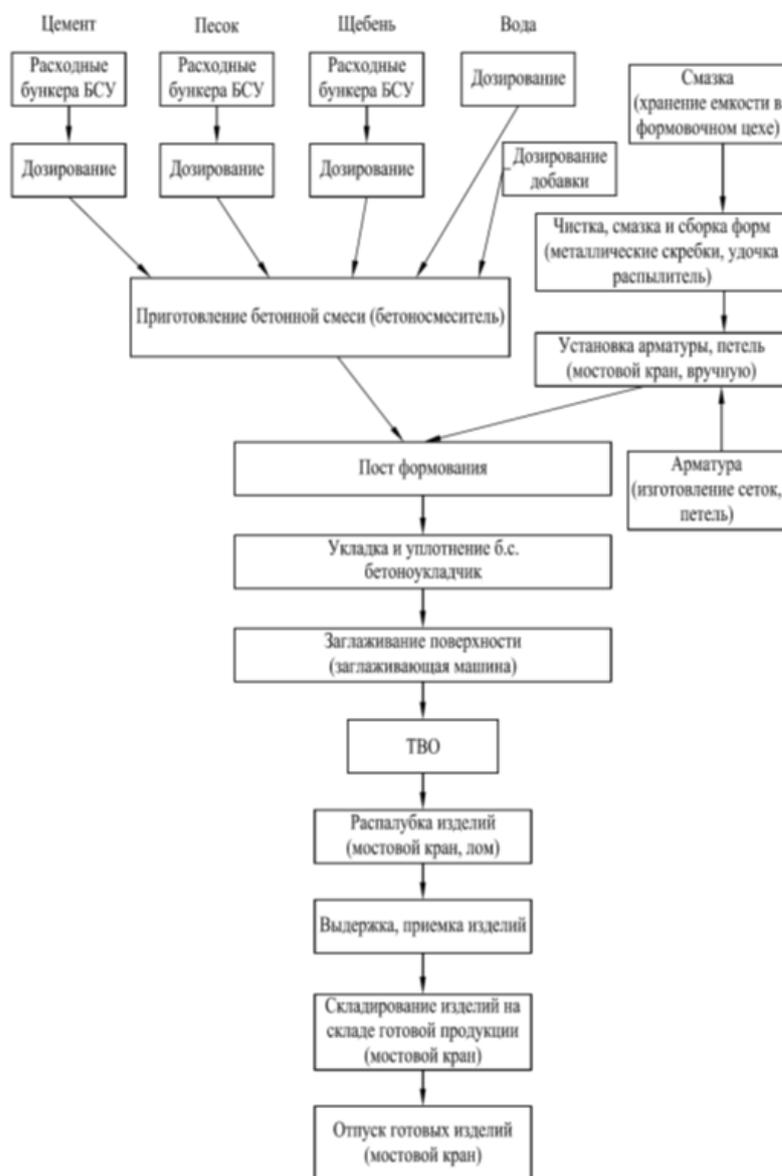


Рис. 1. - Блок-схема конвейерного производства аэродромных плит

Отсутствие всего одного технологического передела – поста вибрирования смеси, значительно снижает экономические затраты на оборудование, ремонт и увеличивает срок службы форм.

Резюмируя все вышеперечисленное, можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день развитие сборного железобетона в России достаточно актуально, но большинство существующих предприятий требуют модернизации технологии производства и ее организации.

Для сравнения существующей и модифицированной технологии производства выбрано несколько основных факторов, которые могут привести к остановке производства. Каждому из этих факторов присвоен вес, в соответствии с уровнем опасности для предприятия (таблица 1).

Таблица №1

Наименование и условный вес факторов

Фактор	Варианты устранения	Условный вес	
		с виброплощадкой	без виброплощадки
1. Перебои в поставке сырьевых материалов	Запас несколько дней	2	2
2. Отключение электроэнергии	Аварийные генераторы и т.д.	2	2
3. Отказ оборудования на линии (бетоносмеситель, устройства преднапряжения арматуры, бетонораздатчик, виброплощадка, камера ТВО)	Переход на запасной комплект оборудования (для бетоносмесителя, устройств преднапряжения, бетонораздатчика); Для ремонта виброплощадок и камер ТВО - остановка линии и производства.	4	3
4. Человеческий фактор	Не прогнозируется	3	3

На рис. 2 представлен график, на котором отслеживается снижение влияние фактора отказа оборудования на общую производственную деятельность завода - изготовителя.

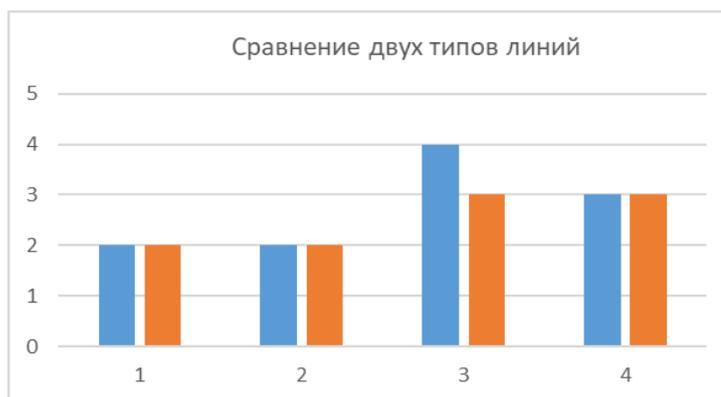


Рис. - 2. Сравнительный анализ

Из графика можно сделать вывод, что отказ от применения виброплощадок и исключение из технологической линии поста вибрирования, снижает риск возникновения отказа одного из переделов, а, следовательно, снижает шанс приостановки производства и необходимость временных затрат на устранения неполадок.

Одним из наиболее перспективных является применение высокофункциональных бетонов, а именно СУБ. В данном случае повышаются не только характеристики выпускаемого изделия, но и существенно изменяется технология производства.

Анализ зарубежного опыта показывает, что применение самоуплотняющихся бетонов возможно для производства широкой номенклатуры сборных железобетонных элементов, например, каркасов и ограждающих конструкций, в том числе густоармированных и имеющих сложную форму. Так как изготовление самоуплотняющихся бетонов ведется в высоких и средних диапазонах класса по прочности, можно с лёгкостью обеспечить требования к показателю по требуемой прочности изделий и конструкций.

Модернизация технологии производства путем применения самоуплотняющихся бетонов позволяет увеличить срок службы форм, сократить время производства изделия, снизить финансовые затраты, что по итогам существенно повышает производительность завода.

Литература

1. Shestakov N., Tsyrenzhapov V., Rosina V., Komarov A. Possibilities of using the dispersed waste of asphalt-concrete plants in the republic of buryatia // MATEC Web of Conferences electronic edition. 2018. С. 01011. DOI: 10.1051/matecconf/201821201011
2. Krauss H.-W., Budelmann H. Effects of fine-grained inert mineral additives on fresh and hardening concrete // International RILEM Conference on Material Science – MATSCI. Aachen, 2010. Vol. III. pp. 357-367.
3. Баженов Ю.М., Воронин В.В., Алимов Л.А., Магдеев У.Х. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. Учебник для вузов. - М.: Изд-во АСВ, 2004-256с.
4. Канбабина А.Ж., Колесникова И.В. Классификация сборных железобетонных конструкций с эффективным применением самоуплотняющегося бетона // Наука и инновационные технологии. 2018. №8(8). С.264-268.
5. Еремин А.В., Дузенко К.К., Семернина М.А. Особенности способов и тенденция развития производства железобетонных изделий // Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова. С 110-112.
6. Виноградов М.В., Тарасевич И.А., Цымбал В.А. Самоуплотняющийся бетон, история появления // Наука в России: перспективные исследования и разработки. 2017. №1. С.107-109.
7. Шехадех М.В. Строительство и бетоны с новой производительностью самоуплотняющиеся бетоны (СУБ) // Аспирант. 2017. №4(30). С. 22-25.
8. Негим Аттия Эльсайд Муса Эльишмави, Ильмалиев жансерик бахытович. Разработка состава самоуплотняющегося бетона // Инновации в науке. 2018. №5. С.73-75.
9. Коровкин М.О., Гринцов Д.М., Ерошкина Н.А. Исследование самоуплотняющегося бетона для производства железобетонных изделий на



универсальном стенде с переставной опалубкой // Инженерный вестник Дона. 2018. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5071

10. Касторных Л.И., Фоминых Ю.С. Исследование параметров, влияющих на эффективность тепловой обработки самоуплотняющегося бетона с минеральными добавками // Инженерный вестник Дона. 2018. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5285

References

1. Shestakov N., Tsyrenzhapov V., Rosina V., Komarov A. MATEC Web of Conferences. electronic edition. 2018. С. 01011.
2. Krauss H.-W., Budelmann H. International RILEM Conference on Material Science – MATSCI. Aachen, 2010. Vol. III. pp. 357-367.
3. Bazhenov Yu.M., Voronin V.V., Alimov L.A., Magdeev U.Kh. Tekhnologiya betona, stroitel'nykh izdeliy i konstruksiy. Uchebnik dlya vuzov [Technology of concrete, building products and structures. Textbook for universities]. M.: Izd-vo ASV, pp. 2004-256.
4. Kanbabina A.Zh., Kolesnikova I.V. Nauka i innovatsionnye tekhnologii. 2018. №8. pp.264-268.
5. Eremin A.V., Duzenko K.K., Semernina M.A. Belgorodskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskiy universitet im V.G. Shukhova. pp. 110-112.
6. Vinogradov M.V., Tarasevich I.A., Tsymbal V.A. Nauka v Rossii: perspektivnye issledovaniya i razrabotki. 2017. №1. pp.107-109.
7. Shekhadekh M.V. Aspirant. 2017. №4 (30). pp. 22-25.
8. Negim Attia El'sayd Musa El'ishmavi. Innovatsii v nauke. 2018. №5. pp.73-75.
9. Korovkin M.O., Grintsov D.M., Eroshkina N.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5071
10. Kastornykh L.I., Fominykh Yu.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5285

