

УДК 666.97

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАССЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПАНЕЛЕЙ КПД

канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЁНОВА; Е.А. РАЗУЕВА
(Полоцкий государственный университет)

Рассматриваются вопросы, связанные с совершенствованием технологических процессов изготовления сборных железобетонных конструкций, повышением их качества. Выполнен обзор зарубежных кассетных форм производства. Отмечено, что использование оптимизированных конструкций кассетных форм позволяет получить внутренние стеновые панели с точными геометрическими размерами, требуемой категории бетонной поверхности, не нуждающейся в дополнительной доработке на строительной площадке. В ходе краткого анализа технологических параметров кассетного формования установлено высокое качество панелей КПД, которое может быть достигнуто за счет рационального сочетания вибрационных и ударных колебаний и использования ударных импульсов на завершающей стадии бетонирования, применения самоуплотняющихся бетонных смесей с использованием пластификаторов I группы на основе поликарбонилатов. Отмечена необходимость соответствующего информационного обеспечения.

Ключевые слова: кассетное производство, самоуплотняющиеся бетонные смеси, пластификаторы, оптимизация, виброударное формование.

Введение. Мировая практика показывает, что интерес к сборному строительству растет. Опыт Германии, Китая, Италии, Финляндии, Франции, Чехии в этой отрасли строительства свидетельствует о его эффективности и востребованности. Германия (фирмы Weckenmann, EBAWE) производит ежегодно 32 млн. м³ сборного железобетона, Италия – порядка 40 млн. м³, Финляндия (Elematic) возводит из сборного железобетона 70% многоэтажных и 40% малоэтажных жилых домов. В стоимостном выражении на сборное строительство в Европе приходится 30% общего объема производства железобетона, или 150 млн. м³ [1]. Производство сборного железобетона в Российской Федерации составляет примерно 30 млн. м³ в год, для сравнения – в Республике Беларусь 3,35 млн. м³ [2].

Переход на сборный или сборно-монолитный железобетон во всем мире вызван следующими основными причинами: повышение производительности труда за счёт механизации и автоматизации производственных процессов; стационарное производство обеспечивает стабильность высокого качества продукции через организацию пооперационного контроля, исключение ручного труда; зимние условия определяют приоритетную роль строительства с применением сборного железобетона.

Современное панельное строительство зарекомендовало себя как технология, способная обеспечить требуемое количество бюджетного жилья при низкой стоимости и в короткие сроки возведения. Проекты современных серий панельных зданий позволяют возводить объекты более 20 этажей. Возводимое жилье отвечает требованиям качества, комфорта и безопасности. Улучшенная планировка квартир, большое количество вариантов их расположения, интересный и неординарный внешний вид, развитая внутренняя инфраструктура зданий позволяет успешно конкурировать с монолитно-каркасной технологией. В Республике Беларусь на крупнопанельное домостроение приходится 21,5% от общего объема жилищного строительства [3]. Это стало возможным благодаря существующей сети заводов ЖБИ и КПД.

Большинство заводов Республики Беларусь использует кассетную технологию производства внутренних стеновых панелей. Актуальным для кассетной технологии является решение следующих задач: совершенствование технологических процессов изготовления сборных железобетонных конструкций; повышение их качества; снижение материалоемкости строительства; применение экономичных методов и режимов тепловой обработки железобетона; уменьшение вибрации технологического оборудования; разработка химико-технологических процессов получения материалов с заданными свойствами.

Современное оборудование для кассетной технологии. Особенностью кассетной технологии является формование изделий в вертикальном положении в стационарных разъемных металлических групповых формах-кассетах, т.е. укладка, уплотнение бетонной смеси, а также тепловлажностная обработка (ТВО) выполняется в узкой и высокой (щелеобразной) полости рабочих отсеков. В зависимости от материала, из которого изготовлены разделительные стенки, различают кассеты металлические, железобетонные и армоцементные. По конструкции разделительные стенки кассетных форм могут быть: гибкими – из металлических стальных листов толщиной 24 мм и армоцементных сплошных листов толщиной до 50 мм; жесткими – в виде пространственных металлических коробов либо железобетонных плит толщиной 100...120 мм [4].

Жесткие металлические полые стенки применяются при использовании их для тепловой обработки бетона и в качестве силовых стенок при натяжении арматуры, а также в том случае, когда формируемое

изделие имеет сложный профиль. Жесткие разделительные стенки требуют значительного расхода металла. Отмечается [4], что конструкция гибких разделительных стенок должна обеспечивать неизменность геометрических размеров изделий и эффективную передачу вибрации от вибраторов к бетонной смеси. Так как практически невозможно подать бетонную смесь равномерно во все формовочные отсеки, разделительные стенки испытывают значительное гидростатическое давление. Чтобы предотвратить изгиб стенок, на них устанавливают фиксирующие конусы, которые являются дополнительными опорами и обеспечивают точное проектное положение стенок при формовании изделий.

Кассетные опалубки, выпускаемые компанией Weckenmann (Германия), имеют традиционную, хорошо зарекомендовавшую себя, но значительно оптимизированную и заново переработанную конструкцию (рис. 1). Очевидные *преимущества:* возможно заполнение отдельных отсеков, надежная конструкция с запасом прочности с минимальными допусками на плоскостность; принцип обслуживания с пола цеха, обеспечивающий свободный доступ в пространство между раскрытыми щитами и легкую распалубку с использованием устройств с небольшой высотой подъема; использование специальных вибраторов с оптимизированной конструкцией для достижения высокого качества уплотнения бетона и безупречного внешнего вида поверхностей, без излишнего уровня шума и износа оборудования; система обогрева с использованием горячей воды или термомасла, обеспечивающая минимальную неравномерность распределения температуры на рабочей поверхности опалубки; гидравлическая стяжка опалубки с системой регулирования давления для обеспечения абсолютной герметичности [5].



**Рисунок 1. – Кассетные формы
фирмы Weckenmann Anlagentechnik GmbH (Германия)**

Новая разработка компании Weckenmann – мобильная кассетная опалубка, которая позволяет изготавливать стеновые железобетонные панели в непосредственной близости к стройплощадке.

Кассетная опалубка состоит из следующих элементов:

- жесткого центрального элемента;
- двух передвижных внешних щитов с простым в обслуживании электромеханическим приводом;
- нескольких (как правило, 18 шт.) передвижных промежуточных опалубочных щитов;
- вертикальных боковых и горизонтальных опорных опалубочных панелей в зависимости от толщины элемента. Их положение регулируется с учетом различных размеров элементов;
- интегрированных в стенки опалубки электрических вибраторов для уплотнения бетонной смеси, которые запитаны через частотный преобразователь, обеспечивающий бесступенчатое регулирование частоты вращения, что позволяет оптимизировать качество уплотнения и шумовые выбросы;
- нагревательного элемента, расположенного внутри опалубки для ускорения твердения бетона при сокращенном расходе энергии;
- гидравлического агрегата и двух гидравлических цилиндров для надежного и герметичного закрытия опалубки [6].

Техническое решение предусматривает монтаж кассетной опалубки на специальном транспортном средстве в форме полуприцепа, который можно комбинировать с обычным тягачом. Полуприцеп служит для транспортировки сердечника и внешней опалубки. Центральная опалубка и другие компоненты кассетной опалубки (например, система управления, нагревательные элементы и гидравлический агрегат) неподвижно закреплены на полуприцепе. Дополнительные рабочие платформы, доборная опалубка и прочие малоформатные комплектующие доставляются на стройплощадки обычными грузовиками [7].

Первые две установки были поставлены в 2015 году на два крупных строительных предприятия в Сингапуре. Отмечается [8] перспективность использования мобильной кассетной опалубки в городе с населением почти 5,5 млн человек, в котором ведется активное строительство и практически нет места для промышленных зон для стационарного выпуска железобетонных изделий.

Фирма EBAWE Anlagentechnik GmbH (Германия) предлагает кассетные формы (рис. 2), состоящие из промежуточных стенок, между которыми одновременно возможно формование нескольких бетонных элементов. Количество промежуточных стенок определяет при этом количество заливочных отсеков – оно изменяется в зависимости от требуемой производительности. Упорные стенки со встроенной гидравликой определяют положение пакетов промежуточных стенок. В процессе изготовления они обжимают весь этот пакет. Вибраторы на промежуточных стенках обеспечивают эффективное уплотнение свежеуложенного бетона. Кассетные формы могут быть разных размеров, иметь различное число заливочных отсеков, а также быть одинарными или двойными [9].



Рисунок 2. – Кассетные формы
фирмы EBAWE Anlagentechnik GmbH (Германия)

Ведущим поставщиком оборудования для производства сборной железобетонной продукции в странах СНГ, Балтики и Западной Европы является *Elematic (Финляндия)*. Компания выпускает технологические линии для производства большого объема и широкого ассортимента сборных железобетонных изделий [10]. Технологические линии PRO и EDGE включают кассетные установки для изготовления сплошных стеновых панелей и плит. Кассетная установка может быть одно- или двухсторонней. Обе стороны кассеты могут использоваться независимо друг от друга. Технические характеристики технологических линий представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Технические характеристики технологических линий фирмы Elematic Oyj (Финляндия)

Наименование показателя	Технологическая линия PRO	Технологическая линия EDGE
Теоретическая производительность	680...1200 м ² в день (одна формовка)	1600...3024 м ² в день (одна формовка)
Количество рабочих	12...20	30...35
Производственная площадь	2800 м ²	9000 м ²
Земельная площадь	45000 м ²	70000 м ²
Количество поддонов	20...30	40...60
Типичный размер поддона	3,8 × 9,0 м	4,0 × 10,0 м

В 2013 году финская компания Elematic выиграла тендер на поставку технологического оборудования заводу КЖД ОАО «Строительно-монтажный трест № 16».

Реализация инвестиционного проекта «Реконструкция и модернизация производства крупнопанельного домостроения ОАО «Строительно-монтажный трест № 16» позволило предприятию осуществлять выпуск изделий модернизированной серии 90 до 100 000 м² жилья в год [11]. Благодаря внедрению новой технологической линии увеличилась производственная мощность завода КЖД, улучшилось качество продукции, снизились эксплуатационные издержки.

Технологические параметры кассетного формования. При формировании в кассетах стеновых железобетонных панелей сталкиваются со следующими технологическими проблемами: неравномерное распределение крупного заполнителя по вертикали, незаполнение растворной частью бетонной смеси углов (особенно в нижнем поясе кассеты), множество раковин на поверхности.

Использование стабилизирующих добавок и поверхностно-активных веществ не всегда позволяет полностью устранить вышеперечисленные дефекты [12].

Эффективные способы и режимы формования железобетонных изделий в вертикальном положении. Проблеме совершенствования и поиску новых эффективных способов формования посвящены работы таких авторов, как: Ю.Г. Граник, Ф.Г. Брауде, Б.В. Гусев, О.А. Савинов, Е.В. Лавринович [13–16]. Отмечается, что по степени универсальности наиболее предпочтительны *вибрационные способы*, а по эффекту уплотняемости – *ударные*. В своей работе Ю.Г. Граник впервые доказал технологическую возможность и эффективность виброударного способа формования в вертикальном положении широкой номенклатуры железобетонных изделий разных размеров. Формование железобетонных изделий высокого качества достигается за счет рационального сочетания вибрационных и ударных колебаний, при котором интенсивность вибрации, близкая к минимально необходимой для тиксотропного разжижения бетонной смеси (при амплитуде колебаний на уровне критической), и ударные колебания низкой частоты 3...5 Гц и большой амплитуды 3...10 мм при асимметричном характере их инерционных ускорений обеспечивают синергетический эффект их воздействия на бетонные смеси разной консистенции – от малоподвижных (3...6 см ОК) до жестких ($J = 20...30$ с). Также в ходе экспериментальной проверки было установлено, что высокое качество лицевых поверхностей изделий, в том числе с рельефной фактурой, достигается путем использования ударных импульсов на завершающей стадии бетонирования.

Установлено, что пористость поверхностей изделий при рекомендуемых режимах составляет 0,35...0,4%. В случае применения повторного ударного воздействия пористость изделий из тяжелого бетона может быть снижена до 0,15...0,2%, а из легкого – до 0,2...0,25%.

Эффективность использования низкочастотной вибрации и пластифицированных бетонных смесей при формировании железобетонных изделий заданного качества и повышенной однородности исследовалась К.В. Черных [17]. Автор изучил влияние технологических факторов (частоты, ускорения колебаний, времени вибрирования, подвижности, условий пластификации) на расслаиваемость бетонных смесей и прочность бетона. Перспективным, для подвижных смесей оказалось снижение частоты, ускорения и продолжительности вибровоздействий. Установлено, что для качественного уплотнения подвижных смесей при частоте вибрации 10...25 Гц целесообразно понижать предельные ускорения до 1...2 g. По сравнению с традиционной вибрацией эти значения в 2,5...5 раз ниже, что благоприятно влияет на нагрузки в узлах вибротехники, снижая тем самым их. В работе показано, что процесс уплотнения бетонных смесей повышенной подвижности при низкочастотных режимах вибрирования по сравнению со стандартным интенсифицируется во времени в 2,0...2,5 раза, расслаиваемость пластифицированных смесей повышенной подвижности снижается в 2...3 раза, однородность показателей поровой структуры и прочности бетона в 1,5...2,5 раза выше, чем при стандартном вибрировании [17].

Вибраторы, используемые для уплотнения бетонной смеси, – основной источник шума на заводах сборных железобетонных изделий. Регулярное и длительное использование вибраторов повышают риск травмирования персонала из-за постоянных высокочастотных шумов и механических вибраций. Избежать необходимости механической вибрации, увеличить срок службы бортоснастки, улучшить производственные условия и тем самым здоровье и безопасность работников позволяет введение в производство технологии самоуплотняющегося бетона (СУБ). Некоторые заводы сборных железобетонных изделий в Европе полностью перешли на технологию СУБ.

Самоуплотняющаяся бетонная смесь – это бетонная смесь, которая без воздействия внешних сил уплотнения (вибрирования) и самостоятельно под воздействием собственного веса течет, освобождается от воздуха и заполняет пространство между опалубкой сооружения и арматурными стержнями. В немецком языке самоуплотняющийся бетон получил сокращенное название SVB (selbstverdichtender Beton), в английском – SCC (self-compacting concrete), во французском – BAP (Béton autoplaçant) [18].

В соответствии с Европейским руководством по самоуплотняющемуся бетону [19] различают следующие классы самоуплотняющихся бетонных смесей:

- SF1–SF3 – классы по удобоукладываемости (консистенции), определяемые диаметром расплыва стандартного конуса;
- VS1–VS2 – классы по вязкости, определяемые по времени T500 (времени, необходимому для расплыва стандартного конуса бетонной смеси до диаметра 500 мм);
- VF1–VF2 – классы по вязкости, определяемые временем истечения через V-образную воронку;
- PA1–PA2 – классы по способности бетонной смеси преодолевать препятствия, определяемые способностью преодолевать сопротивление арматурных стержней в L-образном ящике;
- SR1–SR2 – классы по устойчивости к расслаиванию, определяемые при испытании бетонной смеси к расслаиванию с использованием сита.

При назначении класса самоуплотняющейся бетонной смеси для кассетного формования следует руководствоваться рекомендациями, приведенными в таблице 2.

Таблица 2. – Классификация бетонных смесей и требований к ним при выборе области применения самоуплотняющихся бетонов

Обозначение	Назначение и области применения самоуплотняющихся бетонов
<i>Высокоподвижная (Flowability Slump-flow) бетонная смесь</i>	
SF1 (от 550 до 650 мм)	Неармированные или низкоармированные бетонные конструкции: плиты перекрытий, трубопроводы, облицовки туннелей, фундаментов, сваи, плиты проезжей части
SF2 (от 660 до 750 мм)	Опоры, ростверки, балки пролетных строений, большинство обычных сооружений – колонны, стены
SF3 (от 760 до 850 мм)	Подпорные стенки, вертикальные элементы, густоармированные конструкции сложных форм, торкретирование, конструкции с высокими требованиями к качеству поверхности. Рекомендуется использовать СУБ с максимальным размером заполнителя 16 мм
<i>Вязкая (Viscosity) бетонная смесь</i>	
VS1/VF1 (вязкость менее 8 с)	Густоармированные конструкции и изделия, к которым предъявляются высокие требования по качеству поверхности
VS2/VF2 (вязкость от 9 до 25 с)	Конструкции и изделия с очень невысокими требованиями к качеству поверхности. Данная смесь имеет лучшую устойчивость к расслаиванию
<i>Легкоформуемая (Passing ability) бетонная смесь</i>	
PA1	Вертикальные сооружения, домостроение, конструкции, армированные с шагом от 80 до 100 мм
PA2	Инженерные сооружения, армированные с шагом от 60 до 80 мм
<i>Устойчивая к расслаиванию (Segregation resistance) бетонная смесь</i>	
SR1 (расслаиваемость не более 20%)	Высотные элементы, за исключением тонких балок, вертикальные сооружения, армированные с шагом до 80 мм. Максимальное расстояние растекания смеси менее 5 метров
SR2 (расслаиваемость не более 15%)	Стены и тонкостенные профили, армированные с шагом свыше 80 мм. Максимальное расстояние растекания смеси более 5 метров

Необходимым компонентом для изготовления самоуплотняющегося бетона служат суперпластифицирующие добавки на основе поликарбоксилатов. Данный тип добавок обеспечивает значительное снижение водоцементного отношения и заданное значение подвижности (распыла конуса) бетонной смеси, а также поддерживает эффект действия в течение времени, необходимого для её укладки.

На строительном рынке Республики Беларусь предлагают добавки для бетонов на основе поликарбоксилатов следующие предприятия: совместное Белорусско-Чешское предприятие «Стахема-М» (Стахемент-2000, Стахемент F Ж 35); ЧТПУП Полистройхим (Бетопласт Люкс, Бетопласт СБ, Бетопласт СМ, Бетопласт LC, Бетопласт LL, Бетопласт NL); компания BASF (GLENIUM ACE 430, GLENIUM 315); компания Sika (Sika ViscoCrete).

Информационное обеспечение. Зарубежный опыт показывает, что совершенствование заводского производства сборных железобетонных изделий невозможно без информационной поддержки и обмена опытом. На сайте «Немецкая ассоциация цементных заводов» [20] размещены материалы, посвященные составам, технологиям приготовления, укладки и выдерживания сборных бетонных и железобетонных конструкций. В Германии также издается журнал «Международное бетонное производство» [21], тематические рубрики которого посвящены инновационным технологиям в производстве сборного железобетона.

В Европе ежегодно проходит конференция IPNA (Международной ассоциации производителей преднапряженных пустотных элементов).

В частности, в 2016 году она проходила в Будапеште (Венгрия). Тема конференции связана с актуальной проблемой, в той или иной степени касающейся каждого производителя пустотных бетонных элементов: «Способы выживания в условиях экономической нестабильности и перемен».

В Индонезии в 2016 году прошла выставка, посвященная бетонной промышленности в этом регионе, Concrete Show Юго-Восточная Азия. В ней приняли участие более 200 компаний из 28 стран мира. В рамках выставки был открыт специализированный павильон для производителей и поставщиков химических добавок, а также прошло несколько семинаров и тренингов, посвященных практическому использованию добавок в бетон.

В октябре 2016 года состоялась Международная выставка сборных железобетонных технологий Technical Mission to Italy CSG Engineering, посвященная вопросам современного бетонного производства.

Выставка World of Concrete Европа пройдет 22–23 февраля 2017 года в Palais des Congres в Париже. Основная цель World of Concrete Европа – дать новый толчок развитию и создать благоприятные условия для плодотворного сотрудничества представителей бетонной промышленности.

Заключение. В современных экономических условиях панельное строительство успешно конкурирует с каркасными конструктивными схемами благодаря более низкой стоимости и сокращению сроков возведения зданий. В связи с этим определение направлений по совершенствованию технологических процессов кассетного производства панелей КПД, повышению их качества является актуальной задачей для заводов ЖБИ и КПД.

Исходя из анализа зарубежного опыта, получить внутренние стеновые панели с точными геометрическими размерами, должной категории бетонной поверхности, не требующей дополнительной доработки на строительной площадке, позволяет:

- *использование кассетных установок оптимизированных и модернизированных конструкций фирм: Weckenmann (Германия); EBAWE (Германия); Elematic (Финляндия).* Современные кассетные установки имеют надежную, герметичную конструкцию с гидравлической стяжкой опалубки и специальные вибраторы, обеспечивающие высокое качество уплотнения бетонной смеси и безупречный внешний вид поверхностей;

- *использование самоуплотняющихся бетонных смесей* класса по вязкости VS1/VF1 (вязкость менее 8 с), класса по формуемости PA1, класса по устойчивости к расслаиванию SR2, с применением пластификаторов I группы на основе поликарбоксилатов, увеличивающих подвижность без потери прочности, снижающих расход цемента, усиливающих однородность бетонной смеси и повышающих категорию бетонной поверхности.

Высокоразвитая индустрия производства сборного бетона и железобетона требует соответствующего информационного обеспечения. Участие в выставках и конференциях, издание журналов, специализирующихся на сборных железобетонных технологиях, позволят производителям ЖБИ (технологам и маркетологам), поставщикам и заказчикам, исследовательским центрам и университетам, представителям отраслевых ассоциаций ознакомиться с достижениями в области сборного железобетона, передовым опытом практического применения современных разработок, технологий и оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов, К.В. Сборный железобетон: история и перспективы / К.В. Михайлов, Ю.С. Волков // Строительные материалы. – 2006. – № 1. – С. 72.
2. Строительные материалы ЗАО «Инвестиционная компания «ЮНИТЕР» / Р. Осипов [и др.] // Строительные материалы. – 2015. – Март. – С. 30.
3. Пилипенко, В. Перспективы развития сборного железобетона в Беларуси / В. Пилипенко // Жилищное строительство. Архитектура и строительство. – 2010. – № 1 (212). – С. 45.
4. Мастерская своего дела / Технология бетонных и железобетонных изделий [Электронный ресурс]. – Александрия, 2006. – Режим доступа: <http://msd.com.ua/tehnologiya-betonnyx-i-zhelezobetonnyx-izdelii/obshhaya-karakteristika-kassetnogo-sposoba-proizvodstva>. – Дата доступа: 25.10.2016.
5. «Euro`ра» – новое слово в панельном домостроении / Д. Косяков [и др.] // ЖБИ и конструкции. – 2010. – № 3. – Р. 52–53.
6. МЖБИ Мобильный завод по производству железобетонных изделий, 2015 : каталог-справочник / сост. В. Шульц. – Кёльн, 2015. – 33 с.
7. Transportable precast factories in operation in Singapore // CPI – Concrete Plant International. – 2015. – №6. – Р.174–175.
8. Asian companies choose new production concept with mobile battery formwork // CPI – Concrete Plant International. – 2015. – № 2. – Р. 200–202.
9. Беларусь продолжает инвестировать в будущее – при помощи двух новых производственных линий фирмы Ebaawe КУП «Брестжилстрой» построит в будущем новые жилые комплексы / Д. Косяков [и др.] // ЖБИ и конструкции. – 2011. – № 2. – Р. 26–28.
10. Стеновые панели Acotec от Elematic: «антикризисная» технология строительства // ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНОВ. – 2016. – № 9–10. – Р. 26–28.
11. Куртова, Н. НЕ СТОЯТЬ НА МЕСТЕ / Н. Дубовик // Знамя новостройки. – 2013. – 26 нояб. – С. 1.
12. Разуева, Е.А. К вопросу получения беспоровой поверхности плитных конструкций, изготовленных по кассетной технологии / Е.А. Разуева, В.В. Бозылев, Л.М. Парфенова // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф. Строительство. Прикладные науки. – 2016. – № 8. – С. 47–52.

13. Граник, Ю.Г. Технология виброударного формования бетонных и железобетонных изделий: дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / Ю.Г. Граник. – М., 2001. – 313 л.
14. Низкочастотная виброударная установка для изготовления вентиляционных блоков / Ф.Г Брауде [и др.] // Строительные и дорожные машины. – 1974. – № 2.
15. Гусев, Б.В. Общие представления о физике процесса виброударного уплотнения бетонной смеси / Б.В. Гусев. – Вып. 30. – М. : НИИЖБ, 1977. – 197 с.
16. Савинов, О.А. Вибрационная техника уплотнения и формования бетонных смесей / О.А. Савинов, Е.В. Лавринович. – Л. : Стройиздат, 1986. – 279 с.
17. Черных, К.В. Изготовление крупноразмерных изделий с использованием вибрации низких частот и добавки суперпластификатора : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / К.В. Черных ; ГОССТРОЙ СССР ордена Трудового Красного Знамени Науч.-исслед. ин-т бетона и железобетона. – М., 2001. – 20 с.
18. Комаринский, М.В. Литые и самоуплотняющиеся бетонные смеси / М.В. Комаринский, С.И. Смирнов, Д.Е. Бурцева // Строительство уникальных зданий и сооружений ; С.-Петербург. политехн. ун-т Петра Великого. – 2015. – № 11. – С. 106–118.
19. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Добавки на основе эфиров поликарбоксилатов для изготовления вибрационных и самоуплотняющихся бетонов : СТО 70386662-306-2012. – Введ. 27.05.13. – М. : Госстандарт : ООО «БАСФ Строительные системы» совместно с ОАО ЦНИИС и ОАО «МОСТОТРЕСТ», 2013. – 73 с.
20. Немецкая ассоциация цементных заводов [Электронный ресурс] / Verein Deutsche Zementwerke. – Берлин, 2017. – Режим доступа : www.vdz-online.de. – Дата доступа: 25.10.2016.
21. Международное Бетонное Производство [Электронный ресурс] / CPI – Concrete Plant International. – Берлин, 2013. – Режим доступа : <https://www.cpi-worldwide.com>. – Дата доступа: 25.10.2016.

Поступила 04.10.2016

AREAS OF IMPROVEMENT OF PANELS MOLDED BY TYPE TECHNOLOGIES

L. PARFENOVA, K. RAZUEVA

The article highlighted the need for addressing issues related to the improvement of technological processes of manufacture of precast concrete, to improve their quality. The review of foreign battery mould is given. It is noted that the use of optimized designs battery mould allows getting inside the wall panels with precise geometric dimensions, the required category of the concrete surface, which does not require additional processing on the construction site. During a brief analysis of the technological parameters of battery formation is established, that the high quality wall panels can be achieved by a rational combination of vibration and shock fluctuations and the use of shock pulses to the final stage of concreting, use of self-compacting concrete with plasticizers group I on the basis of polycarboxylates. The need to provide appropriate information is noted.

Keywords: cluster production, self-compacting concrete mix, plasticizers, optimization, vibro-molding.