

УДК 666.972.16

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗДЕФЕКТНЫХ ЛИЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

*канд. техн. наук, доц. В.В. БОЗЫЛЕВ, канд. техн. наук Д.И. САФОНЧИК
(Полоцкий государственный университет)*

Приводится обзор и анализ современных способов получения высококачественных лицевых поверхностей железобетонных изделий. Предлагаются пути совершенствования существующих методов – переход на литьевые технологии бетонирования, применение для получения бездефектной поверхности разработанных в Полоцком государственном университете пластификаторов СПС и СПБ, а также состава БПС.

На современном этапе решить проблему массового жилищного строительства позволяет применение большой гаммы изделий заводского изготовления. Основные виды сборных железобетонных конструкций для возведения зданий – стеновые панели (наружные и внутренние), панели перекрытий на комнату и плиты пустотного настила. Серьезным недостатком технологии изготовления данных изделий является невозможность получить в заводских условиях качество поверхности изделий, позволяющих выполнять окраску или другие виды окончательной отделки.

Устранить дефекты поверхностей возможно как в заводских условиях, так и на строительной площадке. Предпочтение следует отдавать доводке в заводских условиях, так как в этом случае возможно максимально механизировать работы по отделке лицевых поверхностей. Действующие нормативные документы ограничивают наличие на поверхности дефектов. Для оценки качества лицевых поверхностей предложен принцип деления их на категории А1 – А7 [1]. При этом размеры раковин, местных наплывов и впадин на бетонной поверхности и околос бетонных ребер конструкций не должны превышать значений, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Деление на категории качества лицевых бетонных поверхностей конструкций

Категория бетонной поверхности	Диаметр или наибольший размер раковины, мм	Высота местного наплыва (выступа) или глубина впадины, мм	Глубина окола бетона на ребре, мм	Суммарная длина околос бетона на 1 м ребра, мм
А1	Глянцевая (по эталону)		2	20
А2	1	1	5	50
А3	4	2	5	50
А4	10	1	5	50
А5	Не регламентируется	3	10	100
А6	15	5	10	100
А7	20	Не регламентируется	20	Не регламентируется

Нормативные документы оговаривают требования к поверхностям изделий в зависимости от последующей отделки – окраски, оклейки обоями или нанесения отделочных покрытий. Рекомендуемые способы достижения заданных категорий качества для конкретных изделий приведены в табл. 2.

Поверхности многих изделий массового производства – лицевые поверхности плит перекрытий, поверхности наружных и внутренних стен должны быть в заводских условиях подготовлены под последнюю окраску. Как правило, технологическая схема изготовления изделий предусматривает наличие специализированных постов или линий по доведению поверхностей.

Одним из наиболее распространенных способов для отделки железобетонных изделий является шпатлевание бетонных поверхностей. При шпатлевании железобетонных изделий, формуемых «лицом вниз», используют комплект стандартного оборудования для нанесения шпатлевки, с помощью которого можно отделывать многопустотные панели длиной до 7,2 м, шириной 1,8 м и толщиной 0,22 м. Производительность комплекта 5 панелей в час.

На горизонтальной отделочной машине, входящей в состав комплекта, отделывают панели перекрытий, перевернутые на 180° с помощью поворотной рамы кантователя. Все устройство находится на самоходном портале, оборудованном ванной для шпатлевочной массы, приспособлением для смачивания поверхности изделий металлическими и резиновыми шпателями. При отделке рабочий состав шпатлевки наносят на поверхность в виде валика и втирают в поры и раковины резиновыми шпателями. Шпатлевку наносят за 2...6 проходов в зависимости от величины и количества раковин. Все наплывы рабочего состава шпатлевки удаляют металлическими шпателями.

Таблица 2

Требования к качеству бетонных поверхностей конструкции и рекомендуемые способы его достижения

Категория бетонной поверхности	Назначение поверхности конструкции	Способ получения поверхности	
		лицевая поверхность при формировании обращена вниз	лицевая поверхность при формировании обращена вверх
A1	Глянцевая поверхность, не требующая отделочного покрытия на строительной площадке	Формование конструкций в формах со стеклопластиковой или другой глянцевой поверхностью, в обычных формах с использованием парафинов и других восковых композиций, эмульсионных смазок на их основе	–
A2	Поверхность, подготовленная под улучшенную окраску (без шпатлевания на строительной площадке) или высококачественную окраску (с одним слоем шпатлевки на строительной площадке)	Формование конструкций в горизонтальном положении с использованием качественных эмульсионных смазок и, при необходимости, методом водной пластификации. Формование конструкций в горизонтальном или вертикальном положении с последующим механизированным шпатлеванием всей поверхности на предприятии	–
A3	Поверхность, подготовленная под декоративную отделку пастообразными составами (без шпатлевания на строительной площадке); под улучшенную или высококачественную окраску (соответственно с одним или двумя слоями шпатлевки на строительной площадке); под оклейку обоями	Формование конструкций в горизонтальном положении, а также в вертикальном положении с последующим механизированным шпатлеванием части поверхности на предприятии	Формование конструкций в горизонтальном положении с заглаживанием поверхностей специализированными машинами
A4	Поверхность, подготовленная под оклейку обоями, линолеумом и другими рулонными материалами; под облицовку плиточными материалами на клею	Формование конструкций в горизонтальном или вертикальном положении	Формование конструкций в горизонтальном положении с заглаживанием поверхностей специализированными машинами
A5	Поверхность, подготовленная под облицовку плиточными материалами на растворе	Формование конструкций в горизонтальном или вертикальном положении	Формование с последующим заглаживанием поверхности
A6	Поверхность, подготовленная под простую окраску, а также неотделываемая поверхность, к которой не предъявляют требования по качеству	То же	То же
A7	Поверхность, не видимая в условиях эксплуатации	То же	Формование с выравниванием поверхности в процессе вибрирования

Широко распространен механизированный способ шпатлевания панелей кассетного производства в горизонтальном положении на специальных отделочных конвейерах и стендах. При этом используют отделочные машины для нанесения шпатлевочной смеси на поверхность изделия с последующей затиркой. Изделия обрабатывают в горизонтальном положении снизу или сверху.

Внутренние стеновые панели отделяют на транспортно-отделочной линии, представляющей собой вертикально-замкнутый конвейер длиной 60 м и скомпонованный из серийно выпускаемого оборудования. Линия работает в полуавтоматическом режиме. Изделия толщиной 120...160 мм устанавливают мостовым краном на тележки конвейера, перемещающиеся со скоростью 7 м/мин. Каждый пост отделки оборудован кантователем (установка СМЖ-3333), работающим совместно со шпатлевочной машиной (установка СМЖ-3232). Линия имеет пост сушки и выдержки [2, 3].

Более качественная отделка обеспечивается при нанесении отделочного состава на поверхности железобетонных изделий методом погружения. Панель погружают на всю высоту в металлическую емкость – ванну, наполненную отделочным раствором. Включается в работу система шпателей, совершающих возвратно-поступательные движения. Изделие краном поднимается из ванны, и по мере его подъема шпатели втирают отделочную смесь в раковины и поры, имеющиеся на поверхности изделия. Для отделки способом погружения применяют известково-перлитовую смесь состава 1 : 1 по объему.

Одним из перспективных методов достижения высококачественных лицевых поверхностей является отделка панелей нанесением на них защитно-декоративных слоев. Различают следующие способы отделки: отделка панелей составами на основе коллоидного цементного клея (КЦК); отделка бетонных поверхностей с применением полимеров [3 – 6].

Порошок КЦК получают при совместном тонком помоле в вибромельнице белого или обычного «серого цемента» (70 %) и кварцевого песка (30 %).

Существует три способа отделки панелей растворами на основе КЦК:

- 1) нанесение отделочного состава на поддон формы с последующим бетонированием панели;
- 2) нанесение отделочного состава на свежееотформованную и выровненную поверхность панели;
- 3) нанесение отделочного состава на поверхность готовой панели – после ее термообработки.

При отделке поверхностей панелей по первому способу отделочный слой наносят на поддон формы с помощью пистолета-распылителя. Толщина слоя коллоидно-цементного клея обычно от 1,5 до 5 мм. Термовлажностная обработка панелей ведется обычным порядком.

Второй метод отделки поверхностей раствором КЦК применяется при формировании панелей «лицом вверх». Раствор на основе КЦК наносят слоем 2...4 мм сразу после уплотнения и выравнивания верхней поверхности бетона. Метод нанесения раствора КЦК аналогичен описанному выше. После затвердевания на поверхности панели образуется довольно прочный и надежный защитно-декоративный слой.

При третьем методе отделки декоративным составом на основе КЦК для обеспечения лучшего сцепления поверхности панелей предварительно обрабатывают механическим устройством (наждачным кругом или металлической щеткой). Очищенную поверхность смачивают водой и грунтуют коллоидным цементным тестом повышенной пластичности. Грунт наносят на поверхность пистолетом-распылителем или удочкой. Затем наносят слой раствора КЦК толщиной 2...4 мм.

В индустриальной отделке строительных конструкций находят все большее применение полимеры. Отделка железобетонных изделий и конструкций составами на основе полимеров отличается высокой декоративностью и долговечностью. В отделочные составы на основе полимеров обычно вводят цемент, поэтому такие составы часто называют полимерцементными. Применение полимерцементных отделочных составов позволяет получать ровную гладкую поверхность различных цветов при добавке пигментов [6].

Различают два вида отделочных составов на основе полимеров – мастичные составы сметанообразной консистенции и окрасочные составы жидкой консистенции, наносимые на отделяемую поверхность различными распылителями.

Опыт зарубежных производителей базируется на широком использовании литевых методов бетонирования железобетонных конструкций. Это позволяет исключить операцию виброуплотнения и избежать появления на лицевых поверхностях изделий раковин и пор от пузырьков воздуха, который оседает на стенках формы при виброуплотнении. Возможность перехода на данные технологии базируется на использовании добавок-суперпластификаторов.

Примером может служить суперпластификатор С-3, получивший наибольшее распространение в бетоноведческой практике стран СНГ. Однако выпускаемые в настоящее время добавки – суперпластификаторы – являются дорогостоящими и в качестве сырья предусматривают применение дефицитного меламина или имеющих высокую стоимость нафталиновых материалов.

В Полоцком государственном университете разработана и выпускается на Новополоцком заводе белково-витаминных концентратов пластифицирующая добавка СПС, сырьем для которой служат тяжелые смолы пиролиза – отход производства полиэтилена Новополоцкого ОАО «Полимир» [7].

На основе пластификатора СПС разработаны добавки направленного действия. При охлаждении раствора пластификатора до температуры 0...5 °С происходит выпадение осадка сульфата натрия до остаточного содержания в растворе 10 % Na₂SO₄. Разделение добавки СПС проводится на кристаллизаторе с отделением жидкой фазы.

Полученный кристаллический осадок получил название «Добавка УТБ – ускоритель твердения бетонов и растворов» [8]. Добавка УТБ ускоряет набор прочности бетона в ранние сроки твердения в нормальных условиях и относится к добавкам, ускоряющим твердение бетонов [9]. Жидкая фаза, полученная после разделения добавки СПС, получила условное название «Добавка пластифицирующая СПБ для бетонов и растворов» [10]. По своему пластифицирующему эффекту добавка СПБ относится к суперпластификаторам [9].

Таким образом, выпускаемые пластифицирующие добавки СПС и СПБ позволяют реализовать литьевые методы бетонирования и обеспечить получение беспоровых лицевых поверхностей железобетонных изделий.

Разработанные пластифицирующие добавки позволяют усовершенствовать и традиционные методы получения бездефектных лицевых поверхностей. Так, согласно табл. 2 для обеспечения категории А2 для плит пустотного настила рекомендуется использовать метод водной пластификации. Данный метод предусматривает создавать тонкий слой воды на поверхности дна формы с последующей укладкой и уплотнением бетонной смеси. При этом вибрация вызывает разжижение нижнего слоя бетонной смеси и обеспечивается значительное снижение количества пор на поверхности изделий.

Очевидны недостатки данного метода – снижение прочности бетона в зоне преднапряженной арматуры плит пустотного настила. Метод отличает низкая эффективность и нестабильность результатов в достижении категории качества поверхности изготавливаемых изделий. Повысить эффективность данного метода возможно путем замены смачивания поверхности водой на смачивание раствором суперпластификатора – при этом повышается степень пластификации и обеспечивается повышение прочности нижнего слоя бетона.

Однако стабильные результаты получения категории А2 возможно получить, как показывает практика, нанесением отделочного состава на поддон формы с последующим бетонированием панели. Известный состав КЦК требует для его получения использования вибротельницы, что делает способ энергоемким и малопримемлемым для большинства заводов сборного железобетона.

В Полоцком государственном университете разработан состав для получения беспоровой поверхности (состав БПС). Одним из компонентов этого состава является суперпластификатор СПБ. Состав БПС может быть использован при производстве наружных и внутренних стеновых панелей, панелей перекрытий, плит пустотного настила для получения поверхностей изделий классов А1, А2. При этом возможно обеспечить снижение трудоемкости изготовления за счет исключения технологической операции по доводке поверхностей изделий до необходимого качества. Кроме того, поверхностный слой изделий, выполненный с применением состава БПС, в отличие от традиционных шпательных составов, водостоек. Использование состава не приводит к появлению очагов коррозии на формах.

Разработанный состав БСП является композиционным материалом на основе цемента, добавок наполнителей и модификаторов. Оптимизация состава выполнена по соотношению основных компонентов, удельной поверхности. Дополнительно разработаны разновидности состава, учитывающие технологические требования: положение поверхности формы, способ укладки и уплотнения бетона.

Производственная проверка состава БПС выполнена в условиях заводов ЖБИ № 3 (г. Витебск) и ГП «Новополоцкжелезобетон» при изготовлении плит пустотного настила.

Технологическая последовательность операций была следующей:

- поддон от разборной металлической формы очищали, смазывали эмульсолом;
- перемещали к месту укладки бетонной смеси и устанавливали боковые щиты;
- готовили рабочий раствор состава БПС, который поставляется в виде сухой смеси. Для этого состав БПС затворяли водой и раствором добавки СПБ, перемешивали до получения однородной массы, при этом контролировалась заданная подвижность подстилающего слоя;
- затем на поддон наносили раствор состава БПС. Для более равномерного распределения состава по поверхности поддона его вибрировали в течение 3...5 секунд;
- устанавливали пустотообразователи, арматуру и укладывали послойно в форму бетонную смесь с виброуплотнением;
- пустотообразователи извлекали, а отформованную плиту подвергали термовлажностной обработке.

