

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ШТУКАТУРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Н. А. Иванникова

*Астраханский инженерно-строительный институт,
г. Астрахань (Россия)*

П. В. Духанин, А. Л. Жолобов

*Ростовский государственный строительный университет,
г. Ростов-на-Дону (Россия)*

Значение штукатурки нельзя недооценивать. Штукатурка на поверхностях различных конструкций зданий и сооружений (стен, перегородок, перекрытий, колонн) выравнивает поверхности, придает им определенную форму, защищает конструкции от влаги, выветривания, огня, повышает сопротивление теплопередаче, уменьшает воздухопроницаемость и звукопроводность ограждающих конструкций и т. д.

Одним из самых надежных методов восстановления и наращивания защитного слоя бетона до недавнего времени считалось торкретирование – способ, который заключается в нанесении под давлением сжатого воздуха на подготовленную поверхность поврежденной конструкции одного или нескольких слоев раствора или мелкозернистой бетонной смеси, обеспечивающее достаточно прочное сцепление материала ремонтного слоя с ремонтируемой конструкцией [1].

Основным достоинством торкретбетона является высокая прочность сцепления с поверхностью ремонтируемой конструкции. Она достигается за счет образованной прослойки с повышенным содержанием цемента в зоне контакта ремонтируемой конструкции в результате отскока зерен заполнителя (фактическое содержание цемента в контактной зоне в нанесенном торкретбетоне по этой причине составляет не менее 600–800 кг/м³). При этом при соударении частиц бетонной смеси друг с другом и о бетонную поверхность происходит активация цемента, дробление и отсеивание более крупной фракции песка. Повышению прочности сцепления также способствует пониженное водоцементное отношение торкретбетона (0,32–0,37), а возможно также и за счет выделения некоторого количества тепла в контактной зоне при превращении механической энергии в тепловую.

Однако этот метод дорогой, материалоемкий и энергозатратный. К тому же он не обеспечивает получение ровной поверхности и однородной плотности ремонтного слоя по его толщине, так как ближе к поверхности нанесенный слой, как правило, имеет меньшую прочность и более пористую структуру, чем в зоне его контакта с бетоном ремонтируемой конструкции, что крайне нежелательно для конструкций, эксплуатируемых на открытом

воздухе. Также торкретирование нельзя применять при ремонте горизонтальных поверхностей.

Ровный поверхностный слой и относительно однородную структуру материала, нанесенного на ремонтируемый участок конструкции, можно получить при ее обычном обетонировании или оштукатуривании. При оштукатуривании и обетонировании бетон ремонтного слоя получается однородный по сечению и более стойкий к агрессивным воздействиям, чем при торкретировании. Оштукатуриванием с вибрационным уплотнением нанесенного на поверхность ремонтируемой конструкции цементного раствора значительно повышаются плотность и прочность ремонтного слоя. Эти методы позволяют ремонтировать, как вертикальные, так и горизонтальные поверхности, однако эти методы не нашли широкого применения из-за плохого сцепления нового бетона и цементного раствора со старым бетоном, которое, как правило, не превышает 0,4 МПа. К тому же эти методы позволяют только избавиться от повреждений, но не улучшают эксплуатационные свойства ремонтируемой конструкции.

Для устранения указанных недостатков иногда наносят клеевую прослойку на поверхность ремонтируемой конструкции, например, из активированного цемента или эпоксидной композиции. Образующая при этом адгезионная прослойка должна отвечать требованиям долговечности и быть стойкой, например, к щелочной среде (поскольку бетон – щелочная среда) и к перепадам температур, в том числе к попеременному замораживанию и оттаиванию. Учитывая эти требования, в адгезионной прослойке необходимо обеспечить мелкокапиллярную, тонкодисперсную, однородную структуру. Желательно, чтобы клеевой состав был по своим физико-химическим свойствам однороден со склеиваемыми бетонами [2]. При использовании однотипного со склеиваемыми материалами клеевого состава (например, на основе портландцемента) отпадает необходимость в применении новых, часто дефицитных материалов – клеи в этом случае готовят на основе тех же материалов, что и бетон.

Клеевой состав в процессе нанесения должен обладать такими свойствами как вязкость и укрывистость. Кроме того, он должен быть нетоксичным, обладать значительной водоудерживающей способностью и быть водонепроницаемым после отверждения.

К положительным свойствам полимерных вяжущих (в том числе эпоксидных составов) можно отнести:

- высокую адгезию эпоксидов к бетону и железобетону и другим материалам;
- высокое сопротивление склеиваемого шва к различным механическим воздействиям: растяжению, сжатию, изгибу при приложении как статических, так и динамических нагрузок;
- отсутствие летучих продуктов при отверждении клея, минимальную усадку клея при отверждении;

- возможность использования различных отвердителей;
- регулирование процесса отверждения во времени;
- применение эпоксидов в условиях отрицательных температур;
- высокую стойкость против различных химических воздействий;
- высокую подвижность жидкого полимера, позволяющую применять его для самых различных конструктивных решений.

Применению при ремонте железобетонных конструкций сооружений полимерных клеевых материалов, несомненно, перспективных, препятствуют, прежде всего, пока высокая их стоимость, необходимость весьма тщательного высушивания поверхности бетона перед их нанесением, иногда токсичность, пониженная термо- и биостойкость, резко отличающийся от бетона коэффициент термического расширения.

Другой вид клеевых составов, повышающих прочность сцепления между бетонами, готовится на основе портландцемента. Перспективность этого вида составов обусловлена физико-химической однородностью свойств клея и бетонов, высокой термо- и биостойкостью, относительно низкой стоимостью клеевых материалов, приготовленных на портландцементе. Также при применении клеевых материалов, приготовленных на портландцементе, отпадает необходимость тщательного высушивания поверхности бетона перед их нанесением.

Некоторое улучшение эксплуатационных свойств ремонтного слоя достигается применением бетонной смеси с пониженным водоцементным отношением. Это позволяет уменьшить усадку материала защитного слоя и повысить его водонепроницаемость.

Нередко открытые поверхности свежеложенного бетона ремонтного слоя железнят, втирая в него цемент. Если понижение водоцементного отношения вполне оправдано (хотя оно и не решает окончательно проблему получения бетона с требуемыми свойствами), железнение – наоборот, способствует быстрому отслаиванию цементной корки (из-за неравенства деформационных свойств ее и бетона) в конструкциях, эксплуатируемых на открытом воздухе.

В последние годы при выборе рационального варианта технологии восстановления защитного слоя бетона в ремонтно-строительном производстве все чаще предпочтение отдают методу, основанному на применении специальных ремонтных составов, обладающих повышенными адгезией и водонепроницаемостью [3]. К его преимуществам можно отнести простоту формования и возможность получения ровной поверхности защитного слоя. Недостатками метода являются высокая стоимость ремонта, а главное – плохая совместимость материала ремонтного слоя с материалом ремонтируемой конструкции по деформационным свойствам, что может привести к преждевременному отслаиванию защитного слоя при эксплуатации отремонтированной конструкции на открытом воздухе.

Таким образом, технология выполнения работ при оштукатуривании поверхностей сложной, в частности для поверхностей сложных архитектурных форм, представляет собой сложный и трудоемкий процесс, в связи с чем, возникает необходимость ее совершенствования.

Авторами статьи исследована возможность и доказана целесообразность выполнения дополнительных технологических операций:

- вибрационной обработки свежеложенной мелкозернистой цементной растворной смеси в контактной зоне со старым цементным раствором с помощью медленно перемещаемого глубинного вибратора, рабочим органом которого является пластина, вибрирующая в продольном перемещению направлении;
- предварительного разогрева цементной растворной смеси непосредственно перед ее нанесением на ремонтируемую конструкцию;
- выдерживания цементного раствора защитного слоя в процессе его твердения под воздухопроницаемой оболочкой.

Экспериментальным путем установлено, что воздействие вибрирующей пластины на цементную растворную смесь в контактной зоне с поверхностью ремонтируемой конструкции способствует виброактивации цемента, так как вибрационная обработка разрушает коагуляционные структуры из зерен цемента и в результате их соударений активнее происходят процессы диспергирования, в результате чего ускоряются реакции гидратации цемента с формированием более плотной структуры цементного камня.

Вибрирование цементной растворной смеси в контактной зоне с поверхностью ремонтируемой конструкции, кроме того, приводит к псевдооживлению жесткой цементной растворной смеси, что обеспечивает еще более эффективное ее уплотнение в указанной зоне.

Перемещаясь в слое свеженанесенной цементной растворной смеси, вибрирующая пластина увлекает за собой (за счет образуемого вслед за ней разрежения) пузырьки воздуха, имеющиеся в цементной растворной смеси, что также способствует формированию более плотной структуры цементного раствора защитного слоя в контактной зоне.

В ходе проводимых экспериментов доказано положительное влияние на увеличение адгезии защитного слоя цементного раствора предварительного разогрева цементной растворной смеси до температуры 40–80 °С, в результате которого многократно снижается коэффициент поверхностного натяжения воды затворения и, как следствие, кратковременно повышается подвижность разогретой цементной растворной смеси, что способствует лучшему ее уплотнению.

Положительная роль предварительного разогрева цементной растворной смеси, также заключается в усилении эффекта контракционного уплотнения цементного раствора ремонтного слоя и благоприятных массообменных процессов в зоне его контакта с ремонтируемой конструкцией.

Для обеспечения монолитности ремонтируемых конструкций при их ремонте можно рекомендовать предварительный разогрев цементной растворной смеси до температуры 60 °С. Определены оптимальные значения толщины и скорости перемещения вибропластины при частоте колебаний 50 Гц. Установлено, что применение глубинного уплотнения с помощью пластинчатого вибратора позволяет увеличить адгезию цементного раствора защитного слоя в несколько раз.

Выдерживание цементного раствора защитного слоя в процессе его твердения под воздухо непроницаемой оболочкой оказалось также весьма эффективной технологической операцией. Установлено, например, что нанесение на поверхность свежешелюженной цементной растворной смеси воздухо непроницаемой оболочки в начальный период твердения препятствует образованию направленной крупнокапиллярной пористости поверхностного слоя, являющейся следствием, с одной стороны, интенсивного испарения воды (в период твердения цементного раствора с подсосом воды к его поверхности), а с другой – всасывания атмосферного воздуха в глубь цементного раствора (за счет возникающего разрежения в порах цементного раствора в результате реакции гидратации цемента).

Целесообразным сроком выдерживания цементного раствора ремонтного слоя в процессе твердения под плотно прилегающей воздухо непроницаемой оболочкой можно считать 3–4 суток. В качестве воздухо непроницаемой оболочки рекомендуется применять полиэтиленовую пленку из-за достаточно низкой ее стоимости и возможности многократного использования (оборачиваемости). Наличие такой пленки на защитном слое цементного раствора, восстанавливаемом или наращиваемом на вертикальных поверхностях ограждающих конструкций, позволяет сохранять без опалубки его форму в первые часы твердения цементного раствора при толщине слоя до 3 см.

Возможные варианты практической реализации усовершенствованной технологии восстановления и наращивания защитного слоя цементного раствора на вертикальных поверхностях ограждающих конструкций. Оба варианта предусматривают:

- использование предварительно разогретой мелкозернистой цементной растворной смеси;
- формование защитного слоя цементного раствора с помощью опалубки;
- уплотнение цементной растворной смеси в контактной зоне с ремонтируемой ограждающей конструкцией глубинным пластинчатым вибратором, медленно перемещаемым снизу вверх;
- выдерживание цементного раствора в процессе твердения под воздухо непроницаемой оболочкой.

К особенностям применения усовершенствованной технологии при восстановлении защитного слоя цементного раствора можно отнести следующее:

- формование защитного слоя цементного раствора осуществляют с помощью переставной щитовой опалубки, позволяющей устраивать защитный слой любой толщины и не только на вертикальных, но и на потолочных поверхностях ремонтируемой конструкции;
- щиты опалубки неподвижно крепят на поверхности ремонтируемой ограждающей конструкции и снимают их через 3-4 дня после цементирования;
- функцию воздухонепроницаемой оболочки выполняют щиты опалубки из полимерного или металлического материала;
- глубинный вибратор представляет собой пружину изгиба длиной 0,3–0,5 м и шириной 0,05–0,15 мм, одним концом присоединенную, например, к ручному электромагнитному вибратору. Другой ее конец свободный и имеет утолщение. Пружинящие свойства рабочему органу необходимы для обеспечения его постоянного контакта с поверхностью ремонтируемой ограждающей конструкции (независимо от ее ровности и положения в пространстве), а по окончании вибрирования – для восстановления своей первоначальной прямолинейной формы.

Наращивание защитного слоя цементного раствора предлагается осуществлять с помощью скользящей опалубки с приемным бункером, на котором закреплены два вибратора (один поверхностный, а другой – глубинный с рабочим органом в виде жесткой пластины) и рулон с воздухонепроницаемой (полиэтиленовой) пленкой. Скользящую опалубку с бункером, заполненным мелкозернистой цементной растворной смесью, с работающими вибраторами перемещают снизу вверх со скоростью 14–18 мм/с, формируя дополнительный защитный слой цементного раствора толщиной не более 30 мм, плотно укрытый воздухонепроницаемой пленкой [4].

Предложенные решения по технологическому обеспечению заданных параметров штукатурки подходят для массового применения в строительном и ремонтно-строительном производстве при строительстве при восстановлении поверхностей сложных архитектурных форм строительных конструкций. Кроме достижения основной цели, эти решения позволяют снизить трудозатраты, уменьшить стоимость штукатурных работ и получить при этом существенный экономический эффект.

Литература

1. Хаютин, Ю. Г. Монолитный бетон: Технология производства работ / Ю. Г. Хаютин. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1991. – 576 с.
2. Микульский, В. Г. Склеивание бетона / В. Г. Микульский, В. В. Козлов. – М., Стройиздат, 1975 – 236 с.

3. Технологический регламент на проектирование и выполнение работ по гидроизоляции и антикоррозионной защите монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : СРО «РСПППГ», 2008. – 64 с.

4. Способ восстановления и наращивания защитного слоя бетона на вертикальных поверхностях железобетонных конструкций : патент РФ № 2183713 / А. Л. Жолобов, П. В. Духанин, Б. Ф. Белецкий, А. И. Панченко (РФ). – 5 с.