

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАЩИТНОГО
СЛОЯ БЕТОНА.**

Отузбаев Аль-Бесин Ерланович

[I am from kz@mail.ru](mailto:I_am_from_kz@mail.ru)

Магистрант кафедры «Проектирование зданий и сооружений»

Архитектурно-строительного факультета

ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель –Цыгулёв Д.В.

Первоочередным мероприятием в процессе восстановления защитного слоя бетона методом торкретирования является очистка его поверхности. Современные методы очистки поверхности:

- Гидрофрезеровочная очистка (рис.1);
- Пескоструйная очистка (рис.2);
- Механическая очистка;
- Огневая очистка;



Рис.1 Гидрофрезеровочная очистка



Рис.2 Пескоструйная очистка



Рис.3 Механическая очистка



Рис.4 Огневая очистка

Выбор метода очистки зависит от видов работ, которые будут проводиться с бетонной поверхностью. Для торкретирования обрабатываемая поверхность, на которую наносится торкрет-бетон, должна быть жесткой, обладать достаточной несущей способностью и выдерживать ударное воздействие струи: вибрация поверхности вызывает отслаивание нанесенной смеси.

Торкретирование выполняется на шероховатые и чистые поверхности. Нельзя допустить наплывов толщиной более половины толщины торкретируемого слоя. Гладким поверхностям следует придавать шероховатость путем насечки. Нестабильный поверхностный слой (отслаивающиеся части поверхности, грязь, краска и т. д.) должен быть удален вплоть до прочного основания.

Это требование удаления нестабильного поверхностного слоя обусловлено необходимостью обеспечить достаточное сцепление между поверхностью нанесения и слоем торкрет-бетона, служащее для обеспечения их совместной работы. Величина сцепления должна превышать напряжения от внешних сил, действующих на конструкцию в процессе эксплуатации и стремящихся сдвинуть слой торкретбетона и поверхность нанесения друг относительно друга. В качестве внешних нагрузок могут выступать распределенные и сосредоточенные силы, а также температурные деформации.

При механизированном способе на поверхность нанесения воздействуют отбойными молотками с небольшой энергией удара (пневматическими, гидравлическими, электрическими) или дисковыми металлическими щетками. Обработка металлических поверхностей щетками позволяет удалить ржавчину и старую краску, но требует добавочных материалов для улучшения адгезии с торкретбетоном.

Иглофрезы (игольчатые перфораторы(рис.3), при работе производят самозаточку и прорабатывают вплоть до 300 ч, у обычных щеток эксплуатация 10–12 ч, реже до 25 ч, что обеспечивает очистку углублений на поверхности нанесения.

К достоинствам механической очистки относятся: малая масса инструмента, легкость транспортировки, простота в выполнении работ, однако имеет низкую производительность. После очистки поверхность следует замочить дистиллированной водой, для дальнейшего торкретирования.

Струйно-эрозионная очистка заключается в обработке поверхности струей сжатого воздуха, содержащего зерна абразива. Зерна, ударяясь о поверхность нанесения, откалывают от нее небольшие кусочки материала. В качестве абразива можно использовать кварцевый или речной песок (пескоструйная очистка), а также чугунную, стальную дробь или мелкорубленную стальную проволоку длиной и диаметром 1–1,5 мм (дробеструйная очистка). Данный способ обеспечивает качественную и высокопроизводительную обработку, в значительной мере зависящую от давления и количества воздуха, проходящего через сопло. Обработка камня и бетона требует давления 3-4 атм. Дробеструйное оборудование с вакуумной системой отсоса абразива и продукты отхода подходят для очищаемых конструкций имеющих большие плоские поверхности. Такие аппараты малогабаритны, смонтированы на тележках, легко перемещаются по фронту работ. Отработанная дробь и отходы отсасываются вакуумным насосом и проходят через сепаратор, откуда отделенная годная дробь вновь возвращается в систему, отходы направляются в специальный приемник, а выходящий в атмосферу воздух фильтруется.

Однако у струйно-эрозионного способа наблюдается и ряд отрицательных моментов. Так, вследствие выделения большого количества пыли, требуются повышенные меры по охране труда и производственной санитарии. При отсутствии системы отсоса абразива появляется необходимость его сбора и утилизации (приходится собирать 1,2–2,4 т/ч). При производстве работ следует также учитывать малую абразивную устойчивость сопел, которая не превышает 12 ч работы для стальных и чугунных сопел и до 200 ч – для металлокерамических.

Применение гидродинамического способа (гидрофрезерования) оправдано в том случае, если условия производства работ позволяют полноценно осуществлять сбор

отработанной воды, а также в том случае, когда вода не оказывает негативного воздействия на состояние находящихся рядом конструкций, основание и окружающую среду. Например, очистка стен набережных, опор и пролетных строений мостов, конструкций морских нефтяных платформ и т. п.

Сам процесс гидрофрезерования выполняется под большим давлением (200 МПа и более) и небольшом потоке пресной воды (до 60 л/мин). Каждая из этих характеристик влияет на технологические параметры очистки: чистота обработки зависит от максимального давления, а производительность определяется расходом воды. Области применения машин для гидрофрезерования приведены в таблице 1.

При столь высоком давлении, для снижения нагрузки на машину и уменьшения отдачи, пистолет-распылитель дистанционно управляет электроприводом, плавно увеличивающим обороты двигателя и давление струи, но не имеет гидравлического клапана подачи воды. В работе представлены результаты исследования прочности сцепления торкретбетона с поверхностью горных выработок, которые позволяют судить о влиянии на этот параметр давления водяной струи (таблица 2)

Таблица 1. Области применения оборудования гидрофрезерования

Рабочее давление, атм	Расход воды, л/м	Температура воды, Цельсий	Область применения
1500 и выше	От 50	До 50	Резка бетона, снятие всех видов краски до металла, решение самых сложных задач
800-1500	30-50	До 40	Очистка арматуры, снятие нестабильного слоя, удаление сильных загрязнений и красок
300-800	20-60	До 150	Расшивка бетонных швов, чистка фасадов

Таблица 2. Результаты исследования прочности сцепления.

Давление воды, Мпа	Прочность сцепления, МПА
0,7	0,21
20	0,61

Вращающиеся сопла, насадки точечной резки, всевозможные щетки, а также нагревательные модули (осуществляют нагрев воды, например, при помощи пара с температурой порядка 1600 С) могут применяться для повышения производительности машин.

Положительными качествами гидродинамической очистки являются высокая производительность, безопасность для здоровья в сравнении с другими видами очистки,

качественное водонасыщение поверхности, исключая обезвоживание свежесушеного слоя торкретбетона.

При оснащении фильтром и дополнительной помпой допускается гидрофрезерование морской водой, но для избежания попадания примесей в виде солей, микроорганизмов и прочих вещей, негативно воздействующих на сцепления с наносимым торкретбетоном поверхность должна быть дополнительно промыта пресной водой для очищения.

Огневой способ очистки не требует наличия дорогостоящего оборудования – для выполнения используют газовые горелки различного типа. В процессе термической обработки происходит неравномерный нагрев поверхности нанесения, после чего видны различные температурные расширения слоев по толщине. Так наибольшие растягивающие усилия возникают в быстронагреваемых верхних слоях. Поэтому в поверхностных слоях образуются трещины, вызывающие их отслоения, которые затем удаляются механизированным способом.

Практика показывает, что бетон является материалом с относительно высоким сопротивлением к тепловому воздействию (удару), что не позволяет получить эффект быстрого разрушения поверхности, подверженной температурному воздействию за счет значительного растрескивания и отделения частиц бетона.

Ввиду малой производительности и способности влиять на физико-механические свойства обрабатываемой поверхности. Данный метод применяется редко. Последнее относится особенно к обработке рабочей арматуры, когда недостаточное нагревание не обеспечивает качественного результата, а чрезмерное нагревание способно вызвать местные перегревы, деформацию и изменение структуры металла.

Описанные выше способы по завершению процесса очистки оставляют на обрабатываемой поверхности продукты удаления. После выполнения работ поверхность нанесения следует продуть сжатым воздухом и промыть водой при давлении 0,2–0,3 МПа. Благодаря промывке осуществляется одновременное насыщение обрабатываемой поверхности водой, исключая обезвоживание свежесушеного слоя торкретбетона. Тем не менее, следует помнить, что промывка водой поверхностей с отрицательной температурой не допускается.

Таблица 3. Значения прочности сцепления торкретбетона с поверхностью нанесения, МПа

Материал для торкретирования	Способ обработки поверхности			
	Шлифование	Рубка	Пескоструйная обработка	Гидрофрезерование
Торкретбетон	0,2	1,1	2,0	1,6
Торкретфибробетон	0,8	1,3	2,0	2,0

В таблице 3 приведено влияние способа очистки поверхности на прочность ее сцепления с нанесенным слоем. Способ торкретирования (сухой или мокрый) не оказывает влияния на прочность сцепления, а способ очистки поверхности более выражено влияет на сцепление, нежели состав торкретбетона.

В случае если поверхность нанесения представляет собой горную выработку с наличием фильтрации и сосредоточенных течей, вода должна быть отведена до нанесения торкретбетона. С этой целью в местах концентрированных течей пробуриваются шпуров глубиной 10–20 см, куда устанавливаются водоотводные трубки. После набора торкретбетоном проектной прочности, трубки закрывают заглушками.

Зачастую используется уже имеющееся в строительной организации оборудование или подручные средства (например, зубило, троянка, бучарда). Энергетическое воздействие такого оборудования не всегда достаточно для удаления нестабильного поверхностного слоя. Это приводит к тому, что в процессе торкретирования вылетающая из сопла с большой скоростью бетонная смесь сама начинает разрушать поверхностный слой, который был некачественно удален в процессе механической обработки. В результате этого либо увеличивается отскок бетонной смеси и снижается производительность работ, либо внутри отремонтированной конструкции возникают отслоения, которые снижают ее прочностные свойства и долговечность.

Для механической очистки горизонтальных поверхностей предлагается методика заключающаяся в том, чтобы энергетическое воздействие на поверхность нанесения оборудования для ее очистки превышает аналогичное воздействие струи торкретбетона.

В основе лежит положение о том, что каждый движущийся элемент струи торкретбетона оказывает энергетическое воздействие на поверхность нанесения. С учетом динамичности нагружения величина энергетического воздействия зависит от скорости движения, массы и формы элемента.

Так, струя бетонной смеси, вылетая из сопла торкрет-машины со скоростью V_0 , разделяется на отдельные элементы, наиболее характерные из которых представляют собой зерно крупного заполнителя, покрытое пленкой цементно-песчаного раствора. Пролетая расстояние L , элемент ударяется о поверхность нанесения. Ввиду малого расстояния полета (80–120 см) и значительной начальной скорости элемента будем считать, что в момент соударения скорость элемента равна его начальной скорости.

На основе анализа методов очистки бетонной поверхности для дальнейшего восстановления защитного слоя бетона было установлено, что пескоструйный метод очистки является оптимальным решением по следующим факторам:

- Эффективность удаления загрязнений;
- Доступность оборудования
- Экономическая обоснованность

Список использованной литературы

1. Шрейбер К.А. Технология и организация ремонтно-строительного производства. 2008.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. 2008
3. Michael G. Grantham. Concrete Repair. A Partical guide. 2011
4. Poonam I. Modi; Chirag N. Patel Repair and rehabilitation of concrete structures. 2014