

УДК 624.011.2:668.3

**МЕХАНИЗИРОВАННОЕ НАНЕСЕНИЕ АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ НА ПОДГОТОВЛЕННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ СТАРОГО БЕТОНА ПРИ СОЕДИНЕНИИ ЕГО С НОВЫМ***В.И. Торкатюк, д-р техн. наук, профессор, Н.М. Золотова  
Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков*

При строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений выполняются работы по соединению старого бетона с новым. Такие работы выполняются при возведении монолитных массивных бетонных и железобетонных конструкций, восстановлении и изменении их габаритов и конфигураций. С целью улучшения сцепления и увеличения прочности соединения старого бетона с новым в последнее время применяются различные полимерные клеи и компаунды [1-4]. Авторами разработана технология такого соединения с применением акриловых клеев [5-8]. Соединение бетонов акриловыми клеями имеет ряд преимуществ перед использованием для этих целей других полимеров. Они по адгезионным и когезионным свойствам не уступают существующим (например, эпоксидным), но обладают лучшими технологическими свойствами и стоят дешевле указанных на 16...24%.

Физико-механические свойства акриловых клеев достаточно описаны в работах [9-11]. Результаты определения прочности соединений старого бетона с новым в зависимости от разных факторов описаны в работах [4, 5, 12]. Однако вопросам исследования отдельных операций технологии омоноличивания старого бетона с новым с помощью акриловых клеев не уделено достаточного внимания.

Одной из операций указанной технологии является нанесение акриловых клеев на подготовленную [13] под склеивание поверхность старого бетона. Исследования показали, что в случае небольших поверхностей склеивания нанесение клея на них может проводиться вручную. Так, нанесение клея на горизонтальную поверхность осуществляется с помощью мастерков, реек, кистей, поливом и другими способами. Нанесение клея на вертикальную поверхность осуществляется с помощью мастерков, кистей, шпателей, валиков и другими способами. Это способы отличаются простотой и не требуют особых навыков и мастерства.

При значительных объемах работ для нанесения клеев на вертикальные поверхности рекомендуется применять механизированный ручной инструмент – различные распылители. При этом распыление клеевых составов бывает пневматическое (воздушное) и гидродинамическое (безвоздушное).

Целью настоящей статьи является исследование методов нанесения акриловых клеев: пневматического и безвоздушного распыления. Первый метод является одним из наиболее распространенных способов нанесения клеев и защитных покрытий на вертикальные поверхности строительных конструкций. Главным его достоинством является универсальность, относительно высокая производительность, простота технического осуществления, достаточно хорошее качество получаемых покрытий.

Как показали проведенные эксперименты способом пневматического распыления можно наносить акриловые клеи, имеющие до 100 с вязкость по вискозиметру ВЗ-4 на поверхности конструкций различных размеров и конфигураций.

Основными преимуществами способа пневматического распыления являются:

- возможность применения в различных производственных условиях, так как требуется лишь источник сжатого воздуха с давлением 0,2 – 0,6 МПа;
- возможность использования акриловых клеев при условии, что их рабочая вязкость составляет 17-100 сек по вискозиметру ВЗ-4;
- возможность нанесения клеевого слоя на поверхности конструкций различных размеров и конфигураций;
- простота и надежность в обслуживании распылительных устройств.

Для пневматического распыления используются распылительные головки, состоящие из материального сопла и воздушной головки, закрепленных соосно. Клей подводится к отверстию материального сопла; сжатый воздух поступает в кольцевой зазор, образованный отверстием воздушной головки и наконечником материального сопла.

Основной частью пистолета-распылителя является распылительная головка или форсунка, от конструкции которой зависит форма факела струи. Головка или форсунка имеет внутреннюю трубку или так называемое материальное сопло, через которое материал истекает, и наружную, концентрично расположенную трубку – воздушное сопло. Сжатый воздух из воздушного сопла вытекает в окружающую среду с большой скоростью через кольцевое отверстие (между материальным и воздушным соплом) и создает разрежение у выхода из материального сопла. При выходе из материального сопла материал встречает струю сжатого воздуха, который, расширяясь, разбивает его на мельчайшие капли, увлекает с большой скоростью за собой и наносит на защищаемую поверхность. Головки (форсунки) воздушного распыления создают струю, заполненную частицами материала по всему сечению. Качество нанесенного слоя клея зависит от крупности зерен наполнителя материала, который, в свою очередь, определяется его физическими свойствами и режимом распыления.

В зависимости от конструкции головки пистолета-распылителя форма струи факела или, вернее, ее отпечаток на поверхности бетона может быть в виде круга или плоского сильно вытянутого овала (рис. 1). Коническую струю с формой основания в виде круга дает головка, которая имеет воздушное сопло в виде круглого отверстия, расположенного вокруг незначительно выступающего из него материального сопла. Это наиболее простая головка имеет факел большой плотности и позволяет перемещать пистолет-распылитель при нанесении материала с большой скоростью. Чаще всего такие головки используют при нанесении клея на небольшие и сложные рельефные поверхности.

Плоский факел образуется головкой, имеющей кроме центрального отверстия два боковых отверстия. Струи воздуха, выходя из боковых отверстий, сжимают распылительную струю клея и придают ей плоскую

форму. Такие головки называют головками с воздушным обжимом струи. Кроме того, плоский факел образуется головкой с воздушным соплом в виде щели. Их называют щелевыми или головками с механическим обжимом струи и применяют в том случае, когда давление воздуха при распылении не превышает 0,25 МПа. Обычно головки пистолетов-распылителей с воздушным обжимом струи приспособлены и для получения круглой струи.

Плоский факел струи применяют при нанесении акрилового клея на большие плоские поверхности. Промежуточной между круглой и плоской струей является овальная струя, в этом случае боковые отверстия в головке распылителя располагаются под незначительным углом к направлению оси факела и у выхода из материального сопла. Овальную струю применяют там, где требуется факел с повышенной плотностью по сравнению с плоской струей и повышенной шириной отпечатка факела по сравнению с круглой струей.

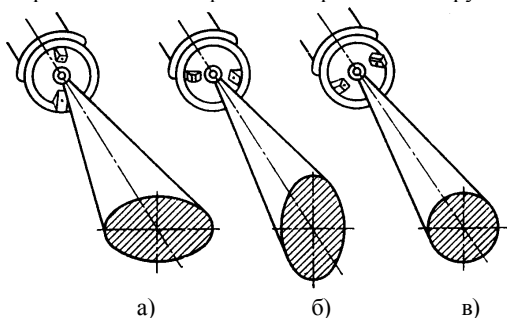


Рис. 1. Форма «отпечатка» струи факела при регулировании:  
а – горизонтальная; б – вертикальная; в – круглая

Для получения нормальной струи факела отверстия воздушного и материального сопел должны располагаться строго concentрично. В зависимости от назначения пистолеты-распылители могут быть среднего давления 0,25 - 0,55 МПа, и низкого давления – до 0,25 МПа. Пистолеты-распылители среднего давления делятся на распылители наружного (рис. 2,а) и внутреннего (рис. 2,б) смешения в зависимости от места встречи и смешения материала с воздухом (на выходе из головки или перед выходом). Широкое распространение в строительстве получили пистолеты-распылители среднего давления наружного смешения подобных КР-20, ЗИЛ, КРВ, 0-45, КРМ, 0-37А и др., а также внутреннего смешения марок КРП-2, С-592, 0-45, С-765.

Нанесение клеящих материалов воздушным распылением главным образом на большие поверхности осуществляется пистолетами-распылителями марок СО-71 и КРУ-1. Например пистолет-распылитель марки КРУ-1 предназначен для нанесения материалов вязкостью не более 50 с по ВЗ-4.

Требования стандарта [13] для ручных пневматических пистолетов-распылителей предусматривают определенные диаметры отверстий материального сопла и связанные с ним параметры распылителей.

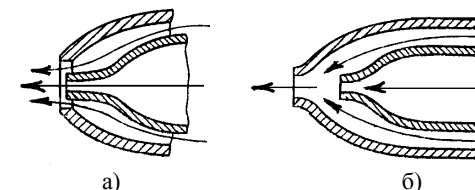


Рис. 2. Схема-распылительной головки пневматического пистолета-распылителя наружного (а) и внутреннего (б) смешения

В основе всех конструкций пневматических пистолетов-распылителей лежит одна и та же принципиальная схема, включающая в себя следующие основные узлы и механизмы: корпус пистолета-распылителя, распылительную головку, механизм включения (выключения) распылителя с запорной иглой, пусковым крючком и воздушным клапаном, узел регулирования расхода материала, узел регулирования формы факела, узел приема сжатого воздуха, узел приема клеевого материала, узлы уплотнений воздушных и материальных каналов. Основным недостатком приведенных распылителей при нанесении акрилового клея являются значительные потери материала и загрязнение воздуха.

Например, пистолет-распылитель О-31А конструктивно отличается от пистолета-распылителя марки 0-45 только головкой, которая, кроме центрального отверстия и двух боковых отверстий для сжатия струи, дополнительно имеет десять отверстий, расположенных по окружности, concentричной центральному отверстию. Через эти отверстия выходит дополнительный воздух, создающий воздушную кольцевую завесу, способствующую уменьшению выпадения частиц материала из факела, уменьшению образования тумана, а следовательно, и улучшению гигиенических условий труда.

Для нанесения акрилового клея (максимальной вязкости по ВЗ-4 не более 200 с) методом пневматического распыления может быть использован распылитель марки С-592. Клей подается от нагнетательного бака. Распылительная головка внутреннего смешения имеет круглую струю, диаметр отверстия сопла 6 мм.

К вспомогательному оборудованию при пневматическом нанесении клеевых составов относятся: регуляторы давления, масловодоотделители, нагнетательные баки, шланги для подачи в пистолеты-распылители материала и воздуха [15].

Далее приводятся результаты экспериментов по безвоздушному нанесению композита.

При безвоздушном способе нанесения материал распыляют под воздействием высокого гидравлического давления. Сжатый воздух используют только для привода насоса, создающего высокое давление на лакокрасочный материал.

Как показали эксперименты, по сравнению с нанесением клеевого материала методом пневматического распыления, безвоздушное распыление имеет ряд преимуществ: на 20-30% сокращается удельный расход материалов

благодаря снижению потерь на туманообразование, создается возможность применения более вязких и тиксотропных клеев; повышается производительность труда в 1,5-3 раза благодаря возможности нанесения меньшего числа слоев; в 6-10 раз уменьшается загрязнение воздушной среды вредными веществами; повышается качество нанесенного слоя за счет хорошей сплошности, уменьшения пористости и заполнения всех микронеровностей поверхности старого бетона.

К достоинствам метода безвоздушного распыления следует отнести и возможность полной механизации и автоматизации процесса нанесения материала, улучшение санитарно-гигиенических условий труда рабочих.

Этот метод основан на диспергировании материалов за счет высоких скоростей истечения их из насадок щелевого типа специальной конструкции. Дробление материала методом безвоздушного распыления является сложным физическим процессом, зависящим от многих внешних и внутренних факторов.

Материал, истекающий из сопла безвоздушного распылителя под давлением 10-20 МПа, приобретает скорость, превышающую критическую при данной вязкости, в результате чего материал дробится на мелкие частицы. Дробление материала за счет перепада давления усиливается мгновенным расширением и частичным испарением отвердителя, входящего в состав материала. При этом потенциальная энергия материала переходит в кинетическую, частицы материала движутся в направлении защищаемой поверхности, увлекая за собой часть окружающего воздуха. Преодолевая сопротивление воздуха, капли тормозятся и мягко настилаются на поверхность, образуя покрытие определенной толщины.

Как показали эксперименты, факел распыляемого материала при безвоздушном распылении четко сформулирован. Отсутствие в нем потоков сжатого воздуха позволяет избежать образования подвижных аэрозолей, загрязняющих воздух в районе работ, и получить более плотное по структуре покрытие, чем при пневматическом распылении.

Дисперсность распыления зависит от геометрических размеров и формы отверстия сопла, гидроаэродинамических параметров распыления, режимов истечения жидкости из сопла, вязкости и поверхностного натяжения материала. Экспериментами установлено, что для материалов с высокой вязкостью и поверхностным натяжением диаметр частиц увеличивается, но при повышении скорости истечения размеры их уменьшаются и капли становятся более однородными.

Основным узлом установок безвоздушного распыления является вертикальный плунжерный насос двойного действия с пневмоприводом, который подает материал из емкости в гидравлическую систему, создает и поддерживает в ней высокое давление. Насос выполняют в виде мультипликатора давления, передаточное отношение которого позволяет получать давление на материал до 20 МПа и более при подаче сжатого воздуха от магистрали к пневмоприводу давлением 0,3-0,6 МПа.

По компоновке узлов различают два типа установок безвоздушного распыления (без нагрева) материалов. В установках типа А погружной насос с

пневмоприводом закрепляют на баке с материалом. Это компактные, переносные и передвижные установки с баками емкостью 20, 30 и 60 л. В установках типа Б насосы с пневмоприводом смонтированы отдельно от емкости для материала. Как правило, насос высокого давления монтируют на передвижной тележке. Оба типа установок имеют свои преимущества, поэтому их выбор и применение зависят от объема и организации противокоррозионных работ.

В настоящее время выпускается много типов и конструкций установок безвоздушного распыления. Для нанесения акриловых клеев на поверхность бетона могут быть использованы установки со следующими признаками и параметрами:

- по назначению – для нанесения холодных материалов;
- по исполнению – переносные (до 30 кг) и передвижные (25-100 кг);
- по производительности нагнетательного насоса – до 2 и от 2 до 4;
- по давлению, развиваемому нагнетательным насосом – низкого, среднего и высокого давления (соответственно до 10, 16 и 25 МПа);
- по вязкости распыляемого материала – для низкой, средней, большой и высокой вязкости (соответственно до 60, 60-150, 150-200 с по вискозиметру ВЗ-4);
- по типу привода нагнетательного насоса – с пневматическим, электромеханическим, электрогидравлическим и автономным приводом;
- по типу нагнетательного насоса – с поршневым или плунжерным и мембранным насосом.

Анализ типов установок для безвоздушного распыления показал, что для создания соединения старого бетона с новым необходимо использовать компактные переносные установки с емкостью баков до 60 л. При этом такие установки должны предусматривать нанесение холодного композита с производительностью до 2 л/мин и давлением до 10 МПа. При этом вязкость акрилового клея должна быть средней (60-200 с по вискозиметру ВЗ-4).

Проведенные аналитические и экспериментальные исследования показали, что для нанесения акриловых композиций на подготовленную под склеивание поверхность старого бетона можно использовать применяемый в практике строительства ручной механизированный инструмент типа пистолетов-распылителей. Для выбора марки инструмента необходимо знать вязкость акрилового клея по вискозиметру ВЗ-4. Поэтому необходимо квалифицировать составы акриловых клеев не только по их жизнеспособности и времени отверждения, но и по вязкости. Кроме того, необходимо исследовать другой метод нанесения клеевого материала, который также широко применяется в практике строительства. К нему относится метод безвоздушного распыления, при котором наносимый на поверхность материал дробится без участия сжатого воздуха.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Известия ВНИИ гидротехники им. В.Е.Вернадского. Вып. 119. – М., 1987. – 252 с.

2. Справочник по клеям и клеящим мастикам в строительстве / Под ред. В.Г.Микульского, О.Л.Фиговского. – М.: Стройиздат, 1984. – 240 с.
3. Методические рекомендации по омоноличиванию старого бетона новым с применением клеев / Харьковский ПромстройНИИпроект Госстроя СССР. – Харьков, 1985. – 14 с.
4. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Псурцева Н.А., Душин В.В. Соединение бетонных и железобетонных элементов. – Харьков, НТО Стройиндустрии, 1989. – 72 с.
5. Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Склеивание старого бетона с новым // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 42. – К.: Техніка, 2002. – С. 92-98.
6. Торкатюк В.И., Золотова Н.М., Марюхин А.В. Особенности моделирования и оптимизации организационно-технологического процесса склеивания старого бетона с новым // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 43. – К.: Техніка, 2002. – С. 102-117.
7. Шутенко Л.Н., Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Моделирование организационно-технологических решений по соединению старого и нового бетонов путем их склеивания при формировании инвестиционных проектов в строительной отрасли // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 2004. – Вип. 26. – С. 67-76.
8. Шутенко Л.Н., Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Совершенствование технологического обеспечения монолитности сборных железобетонных сооружений коммунального хозяйства // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 2004. – Вип. 26. – С. 205-210.
9. Золотов С.М. Влияние модификаторов на адгезионные свойства акриловых клеев // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип. 9. – Рівне: УДУВГПК, 2003. – С. 54-60.
10. Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип. 59. – К.: НДІБК, 2003. – С. 440-447.
11. Zolotov S. Adhesive on the Basis of Acrylic Compound to Join Concrete and Reinforced Concrete Elements // Science, Education and Society: 11 International Scientific Conference University of Zilina. Slovak Republic, part I, 2003. – P. 323-325.
12. Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О., Зудов О.В. Акриловые клеи для соединения бетонных и железобетонных конструкций // Материалы докладов Международной интернет-конференции «Архитектурно-строительное материаловедение на рубеже веков». – Белгород: БелГАСМ, 2002. – С. 201-205.
13. Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Подготовка поверхности старого бетона для соединения с новым механизированным инструментом // Сб. науч. тр. «Строительство, материаловедение, машиностроение». Вып. 35. Ч. 3. – Днепрпетровск: ПГАСА, 2005. – С. 13-21.
14. ГОСТ 20223-88. Краскораспылители пневматического распыления.
15. Фокин М.Н., Емельянов Ю.В. Защитные покрытия в химической промышленности. – М.: Химия, 1991. – 304 с.

УДК 691.32

**ПОРИЗАЦИЯ БЕТОНОВ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИМИ ДОБАВКАМИ**

*Ю.И. Чабан, инженер  
Криворожский технический университет  
г. Кривой Рог, Украина*

На строительные конструкции промышленных зданий и сооружений, в частности, горно-металлургического комплекса, особенно расположенные вблизи тепловых аппаратов, оказывает температурное воздействие окружающая среда, изменяя физико-механические свойства материалов, из которых изготовлены эти конструкции, и, как следствие, влияя на их долговечность. Это приводит к необходимости предусматривать, при реконструкции зданий и сооружений, мероприятия по повышению их долговечности путем снижения температурного воздействия на них окружающей среды.

Кроме того, одним из важнейших факторов, определяющих стоимость эксплуатации зданий и сооружений, является величина затрат на поддержание в них требуемого температурного режима. Строительные конструкции существующих зданий и сооружений проектировались на основе норм, которые уже не отвечают современным требованиям по теплопроводности и требуют, при ремонте конструкций, выполнения конструктивных мероприятий по ее уменьшению.

Одним из эффективных материалов для защиты от тепловых воздействий окружающей среды, обладающих низкой теплопроводностью, являются легкие и пористые бетоны.

Однако известные пористые и легкие бетоны не обладают достаточной прочностью при сжатии, прочность сцепления бетонов данного вида с материалами строительных конструкций практически не изучена, что не позволяет применять их для ремонта строительных конструкций с одновременным повышением их теплотехнических свойств. Кроме того, известные поризаторы обладают высокой стоимостью, что ограничивает их применение для производства строительных изделий.

Поэтому вопрос получения пористых бетонов, обладающих достаточно высокими адгезией и сопротивлением к температурному действию окружающей среды при использовании поризаторов невысокой стоимости, представляет большой научный и практический интерес, а его решение в настоящее время актуально.

Анализ известных результатов исследований в области пористых бетонов [1-3], показал, что наиболее рациональным видом поризатора является комплекс «гидрофобное ПАВ – газообразователь». При этом установлено, что введение щелочи в систему «гидравлическое вяжущее – поризатор» обеспечивает ускорение процессов ее гидратации и формирования конечных свойств. Эти условия наиболее полно соблюдаются при использовании в качестве гидрофобного ПАВ олеата кальция, который образуется в результате взаимодействия олеата натрия и извести, так как при этом получается смесь