

УДК 691.58 : 668.3

Л.Н.ШУТЕНКО, профессор, С.М.ЗОЛОТОВ, А.О.ГАРБУЗ, кандидаты техн. наук, О.В.ЗУДОВ

Харьковская государственная академия городского хозяйства

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Приводится опыт применения акриловых клеев различных составов для соединения бетонных и железобетонных конструкций при новом строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Современный ремонт и реконструкция зданий и сооружений требуют сокращения сроков производства работ, зависящих во многом от повышения производительности труда. Большое значение при этом имеют экономия материальных, энергетических и трудовых ресурсов, снижение ручных работ в строительстве.

Одним из путей решения этих проблем является использование полимерных клеев в строительном производстве. При реконструкции и ремонте некоторых зданий и сооружений применение клеев иногда является единственным способом выполнения работ. Удельная трудоемкость клеевых соединений в 1,5-3 раза ниже, чем традиционных. Это позволяет получить на 1 т клеев от 700 до 1500 чел.-дней экономии трудозатрат. Использование клеев дает возможность механизировать ряд работ в строительстве, в значительной степени уменьшить объем «мокрых» процессов.

В строительном производстве широко практикуются полимерные клеи для соединения бетонных элементов, причем как старого бетона со старым, так и старого с новым, для заделки трещин в бетоне, а также для крепления строительных конструкций и оборудования путем заделки в бетонные фундаменты анкерных стержней. Такие соединения характеризуются отсутствием сложных подготовительных процессов, значительным сокращением расхода стали, цемента и трудозатрат, сроков ремонта, реконструкции и строительства зданий и сооружений с наименьшими затратами. Однако применяемые в строительстве полимерные клеи имеют и ряд недостатков: они многокомпонентные, ненадежные в приготовлении, отверждаются при температуре среды выше 15 °С в течение 48-72 часов.

На основании проведенных в Харьковской государственной академии городского хозяйства (ХГАГХ) исследований и опыта внедре-

ния [1, 2, 5] авторы рекомендуют применять в практике строительства акриловый клей. Он включает в себя акриловую композицию, состоящую из полимерного порошка и жидкообразного отвердителя, и наполнителя – кварцевого песка. По адгезионным и когезионным свойствам акриловый клей не уступает другим полимерным клеям, а по технологическим – значительно превосходит их. Он малокомпонентен, прост и надежен в приготовлении, обладает высокими технологическими свойствами: низкая вязкость, отверждается при температурах среды выше $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ без дополнительных технологических мероприятий. Исследованиями, выполненными в ХГАГХ, определены механические характеристики акрилового клея: прочность при сжатии $R_{сж} = 60-80\text{ МПа}$, растяжении $R_{раст} = 13-15\text{ МПа}$, срезе $R_{среза} = 21-30\text{ МПа}$. Установлено также, что он обладает хорошей водо-, масло-, морозо- и атмосферостойкостью. При длительном воздействии воды снижение его прочности произошло не более чем на 21,1%, а при циклическом замораживании – не более 12,8%. Термостойкость этих клеев составляет $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В ХГАГХ разработана технология заделки арматурных стержней акриловыми клеями. По этой технологии заливка клея в скважины может осуществляться до и после установки в них анкерных стержней. Это особенно важно для крепления сборных железобетонных элементов. В результате проведенных экспериментов установлены глубина заделки в пробуренных скважинах, которая равна для арматурных стержней периодического профиля класса АШ 20 его диаметрам ($L_{зав} = 20d_a$), а для гладких стальных стержней – 10 диаметрам ($L_{зав} = 10d_a$). При таких глубинах заделки обеспечивается надежное закрепление и работа анкеров.

Клеевая анкеровка может быть использована при ремонте (рис.1), реконструкции и усилении сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций, для наращивания конструкций, крепления различного рода закладных элементов к существующим конструкциям (рис.2), устройства выпусков арматуры (щетины) из бетона для создания равнопрочного соединения. Кроме того, она применяется для крепления сборных железобетонных колонн (рис.3), стен тоннелей и других конструкций на готовых и существующих фундаментах, плитах и т.п.

Акриловый клей также широко применяется для ремонта и соединения бетонных конструкций (рис.4). Прочность соединенных им бетонных элементов («старый» бетон со «старым», «старый» бетон с

«новым») обеспечивается прочностью бетона и не зависит от его класса.

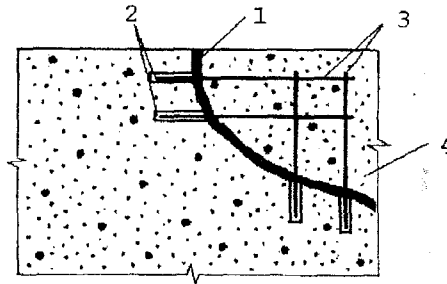


Рис. 1 – Ремонт бетонных конструкций с помощью клеев:
1 - клеевой шов; 2 - клеевой анкер; 3 - арматурный стержень; 4 – добетонка

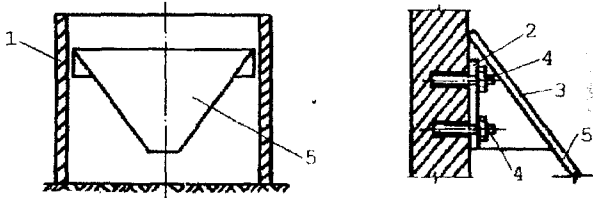


Рис. 2 – Крепление закладных элементов к стенам силосных сооружений с помощью клеевых анкеров периодического профиля: 1 – железобетонная стена силосного сооружения; 2 – клеевой шов; 3 – закладной элемент крепления; 4 – анкер периодического профиля; 5 – стальная воронка

Повышение адгезионной прочности акриловых клеев, а также прочности их на срез позволит уменьшить глубину заделки в бетон арматурных стержней и анкерных болтов. В этом случае также достигается значительная экономия трудовых затрат, металла и других материалов. Известно, что, модифицируя полимерные клеи некоторыми добавками, можно добиться повышения их физико-механических и физико-химических характеристик. Для модификации акриловых клеев были исследованы добавки молотой слюды, окиси цинка и метакриловой кислоты.

Анализ результатов исследований когезионной прочности различных составов модифицированных акриловых клеев свидетельствует, что они имеют более высокие прочностные характеристики. Установлено, что добавка окиси цинка в небольшом количестве увеличивает прочность акрилового клея при изгибе на 23% ($R_{сж}=98,61$ МПа), при срезе – на 37% ($R_{среза}=33,78$ МПа), а сочетание добавки окиси

цинка с метакриловой кислотой приводит к увеличению его прочности на 31% ($R_{сж} = 97,43$ МПа, $R_{среза} = 32,64$ МПа).

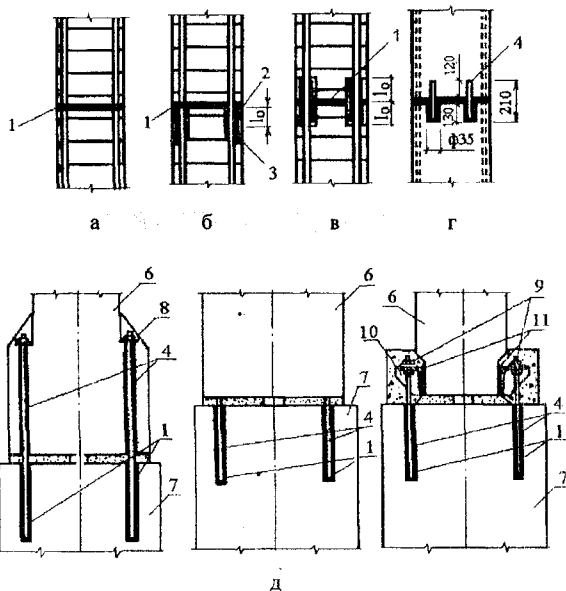


Рис. 3 – Клеевые стыки сборных железобетонных колонн (а, б, в), свай (г) и сборных железобетонных колонн с бесстаканными фундаментами (д): 1 – клеевой шов; 2 – муфта; 3 – сварной шов; 4 – выпуски арматуры; 5 – анкерное отверстие; 6 – колонна; 7 – фундамент; 8 – инвентарная гайка; 9 – крепежная гайка; 10 – деталь для выверки и крепления колонны; 11 – закладная деталь

Результаты испытаний [3] показали, что разрушение анкерных соединений в случае заделки гладких стержней в бетон происходит по металлу и прочность соединения определяется прочностью металла. Такие соединения используются для крепления строительных конструкций и оборудования к фундаментам (рис.5). Глубина заделки такого анкера составляла десять его диаметров, разрушающее усилие – 357-386 МПа. Прочность анкерных соединений на модифицированных акриловых клеях приводит к разрыву анкера в случае использования добавок слюды ($R=376,4$ МПа), окиси цинка ($R=385,7$ МПа) и окиси цинка совместно с метакриловой кислотой ($R=361,6$ МПа). Разрушение анкерных соединений в случае заделки в бетон арматурных стержней периодического профиля происходило по металлу для анкеров из стали класса А III в случае их заделки на глубину 15 диаметров,

а из стали класса А II – на 12,5 диаметров.

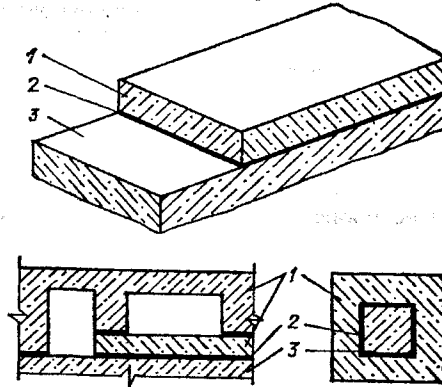


Рис. 4 – Клеевое соединение старого и нового бетона:
1 – новый бетон; 2 – клеевой слой; 3 – старый бетон

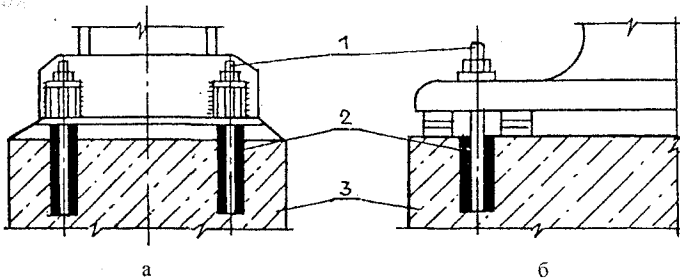


Рис. 5 – Крепление строительных конструкций (а) и технологического оборудования (б) к фундаментам: 1 – гладкий анкерный болт; 2 – клеевой слой; 3 – фундамент

Для клеевых соединений, особенно анкерных, важно знать поведение клея в конструкции при воздействии на нее повышенных температур. Это объясняется тем, что материалы, входящие в анкерное соединение (бетон, сталь, акриловый клей), имеют разные коэффициенты линейного расширения и при повышенных температурах подвергаются различным температурным деформациям, которые могут привести к появлению значительных внутренних напряжений в клеевом шве. Это может влиять на деформативность клеевого анкера и, соответственно, на его прочность. В связи с этим были проведены эксперименты по определению теплостойкости модифицированных акриловых клеев в анкерных соединениях [4]. Теплостойкость акрилового клея определяли на образцах анкерных соединений при совместном

воздействию постоянного выдергивающего усилия на стержень и повышенных температур на бетонный образец на специальном стенде. К образцам анкерных соединений прикладывали длительное статическое выдергивающее усилие и после стабилизации деформаций клеевого анкера производили нагрев бетонных образцов ступенями по 10 °С. Испытания на одном уровне температуры выполняли до прекращения роста деформаций клеевого анкера. Теплостойкость клеевой анкеровки определяли максимальной температурой, при которой прекращался рост деформаций и не происходило разрушение анкерного соединения.

Проведенными ранее исследования установлено, что теплостойкость анкерных соединений при использовании основного состава акрилового клея составляет 50 °С, при этом деформативность клеевого анкера равнялась 265 мкм. Использование добавки окиси цинка увеличивает ее до 100 °С, деформативность при этом составила 453 мкм. Добавка к составу молотого асбеста увеличила теплостойкость соединения до 110 °С при деформативности его 550-653 мкм. Повышение теплостойкости до 130 °С достигается за счет применения добавки молотого асбеста совместно с метакриловой кислотой, деформативность при этом составила 649-699 мкм. При увеличении температуры выше указанных значений деформации значительно возрастали, что приводило к разрушению соединений. Разрушения имели адгезионный характер и происходили по контакту клей - металл.

Таким образом, модифицируя акриловый клей добавками асбеста, окиси цинка, метакриловой кислоты, можно снизить материалоемкость клеевых анкерных соединений за счет уменьшения глубины заделки анкеров периодического профиля класса А III в бетон с 20 до 15 диаметров. Можно также расширить область применения акриловых клеев в условиях производства с повышенным температурным режимом.

1. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Клименко В.З. Клеевые соединения древесины и бетона в строительстве. – К.: Будівельник, 1990. – 136 с.

2. Пат. № 20538А. Украина. Самоотверждающаяся композиция для крепления анкерных болтов в бетоне / Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Гарбуз А.О., Золотов С.М. (Украина). Опубл. 15.07.97. Бюл. 4, 1997. – 4 с.

3. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Гарбуз А.О. Ресурсосберегающий модифицированный акриловый клей с повышенной адгезионной прочностью и термостойкостью // Вісник Рівненського держ. техн. ун-ту. Вип.3. – Рівне, 1999. – С.57-63.

4. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Гарбуз А.О., Золотов С.М. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений // Будівельні конструкції: 36. наук. праць. Вип.54. – К: НДБК, 2001. – С. 810-814.

5. Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О., Зудов О.В. Акриловые клеи для соединения бетонных и железобетонных конструкций // Материалы докладов Междуна-

родной интернет-конференции "Архитектурно-строительное материаловедение на рубеже веков". – Белгород, 2002. – С. 201-205.

Получено 03.09.2002

УДК 691.58 : 668.3

Г.А.МОЛОДЧЕНКО, д-р техн. наук, В.А.СКЛЯРОВ
Харьковская государственная академия городского хозяйства

ПРОЧНОСТЬ И УСИЛИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЗАТЯЖКИ АНКЕРНЫХ БОЛТОВ НА АКРИЛОВЫХ КЛЕЯХ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЯХ

Приведены результаты экспериментов по определению стабильности усилия затяжки анкерных болтов на акриловых клеях при динамическом их нагружении, коэффициенте стабильности анкерных соединений, а также усталостной прочности.

Как показали наши экспериментальные исследования [1, 2], при длительном статическом действии на анкерные болты выдергивающих усилий в клеевом слое появляются деформации ползучести. Это приводит к ослаблению предварительной затяжки болта, которая, согласно СНиП 2.09.03-85 [3], определяется коэффициентом стабильности k . Величина этого коэффициента определяется авторами в работе [4] для случая, указанного выше.

Кроме того, анкерные болты, используемые для крепления оборудования, испытывают динамические воздействия. Поэтому необходимо было проверить стабильность усилий предварительной затяжки при указанных воздействиях, а также усталостную прочность клеевых анкеров.

Исследование стабильности предварительной затяжки при динамической нагрузке производилось на пульсаторе ЦДМ-Пу 100 (с частотой 400 циклов приложения нагрузки в минуту). Схема испытаний клеевых соединений динамической нагрузкой приведена на рис.1. На рис.2, 3 показано оборудование и общий вид установки при проведении экспериментальных исследований стабильности усилия предварительной затяжки при опирании станины оборудования соответственно на пакет подкладок и на подливку (бесподкладочный монтаж оборудования).

Схема нагружения в обоих случаях принята с расчетом передачи динамической нагрузки на анкер через станину оборудования, как это имеет место в реальных условиях. Общее число образцов, испытанных динамической нагрузкой, – 24 шт. (по 12 образцов при $l_{анк} = 8d_s$ и $l_{анк} = 10d_s$, т.е. по 6 образцов на каждый способ опирания ста-