

**Бабаев В.Н., Золотов М.С., канд. техн. наук, Скляр В.А., канд. техн. наук, Щербов В.Ю.**

## **ТЕХНОЛОГИЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ В БЕТОНЕ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ СЕРПОВИДНОГО КЛАССА А500С АКРИЛОВЫМИ КЛЕЯМИ**

**Аннотация.** Приведены разработанная технология заделки арматурных стержней серповидного профиля класса А500С в бетон при помощи акрилового клея, необходимое бурильное оборудование и инструменты.

**Ключевые слова:** бетон, арматура класса А500С, акриловый клей, бурение.

**Анотація.** Наведені розроблена технологія закладення арматурних стержнів серповидного профілю класу А500С в бетон за допомогою акрилового клею, необхідне бурильне обладнання та інструменти.

**Ключові слова:** бетон, арматура класу А500С, акриловий клей, буріння.

**Annotation.** The developed technology of sealing-off of armature of bars falcate type of class of А500С is resulted in a concrete through acryl glue, necessary boring equipment and instruments.

**Key words:** concrete, armature of class of А500С, acrylic glue, boring drilling.

При сооружении, реконструкции и модернизации инженерных сооружений на автодорогах осуществляется крепление бетонных и железобетонных элементов к фундаментам и другим различным конструкциям. В случае, например, сооружения из монолитного железобетона они крепятся арматурными выпусками, заделываемыми в бетон на определенную глубину.

Учитывая значительный объем модернизации, ремонта, реконструкции, замены и нового возведения сооружений, важными являются сокращение сроков строительства, экономия материальных, энергетических и трудовых ресурсов, снижение объема ручных работ в строительстве. От способов

установки, выверки и закрепления арматурных выпусков зависят темпы и стоимость строительно-монтажных работ, поскольку трудоемкость этих операций составляет до 20% общей стоимости указанных работ. При проектировании высоты фундаментов в ряде случаев часто определяют глубиной заделки арматурных выпусков в бетон. Кроме того, общепринятая их заделка не гарантирует необходимой точности их установки. Вследствие этого значительные трудозатраты приходится на установку арматурных выпусков. Применение клеев [1,2] для заделки арматурных выпусков является важным резервом сокращения трудозатрат, материалоемкости, продолжительности и стоимости как строительных, так и работ по реконструкции указанных выше сооружений.

Для заделки арматурных выпусков в бетон применяют клеи на основе синтетических смол (эпоксидных, карбамидных, меламинакрилатных и т.д.), минеральные клеи и жесткие песчано-цементные смеси. Однако они обладают низкими технологическими свойствами: высокой вязкостью, особенно при низких температурах окружающей среды, многокомпонентностью, что усложняет их приготовление и снижает надежность, значительными сроками отверждения (от 3 до 28 суток). Для жестких цементно-песчаных смесей требуется применение специального уплотняющего оборудования.

В Харьковской национальной академии городского хозяйства разработан акриловый клей и его модификации для различных случаев силовых и окружающих воздействий [3,4]. Они по своим адгезионным и когезионным свойствам не только превосходят указанные выше клеи, но и обладают высокими технологическими свойствами: малокомпонентны (полимер, отвердитель, наполнитель, модифицирующие добавки, повышающие прочностные или технологические свойства клея), просты и надежны в приготовлении. Применение модифицирующих добавок в клее позволяет увеличить их адгезионную прочность и термостойкость и соответственно, уменьшить глубину заделки арматурных стержней в бетон, а также повышать теплостойкость анкерных соединений.

Эксперименты по определению прочности анкерных соединений в случае заделки в бетон арматурных стержней периодического профиля класса А500С акриловыми клеями показали следующее. В случае заделки в бетон арматурных стержней акриловыми клеями обычных составов прочность таких анкерных

соединений определялась прочностью арматуры при глубине ее заделки  $l_{анк} = 22,5d_s$ . Разрушение такого соединения происходило в результате разрыва арматуры. С применением модифицированных добавок такую же прочность соединения обеспечивает глубина заделки стержня  $l_{анк} = 17,5d_s$  [5-8]. Смещение незагруженного конца анкера в момент его разрушения на загруженном конце составило 0,025 мм в первом случае и до 0,030 мм во втором [5-8].

Изучение прочности указанных анкерных соединений в случае длительно действующего выдергивающего усилия на стержни показало, что эти соединения обеспечивают надежное закрепление арматуры в бетоне. При экспериментальных исследованиях указанное усилие согласно существующим требованиям составляло 90% от прочности анкерных стержней [7].

Исследования ползучести клеевого слоя показали, что они зависят от геометрии анкерного соединения, модуля упругости акрилового клея. Предельная величина сдвиговых деформаций клеевого слоя для анкеров периодического профиля составила 0,106 мм. При экспериментах длительное выдергивающее усилие, приложенное к клеевому анкеру, было равным расчетному сопротивлению арматуры класса А500С растяжению [7].

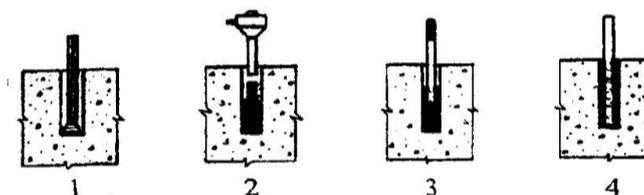
Для заделки арматуры периодического профиля в бетон акриловыми клеями разработана технология для этого случая. Арматурные стержни, выпуски периодического профиля в бетонных и железобетонных конструкциях устанавливают в пробуренных скважинах. Клеевые анкеры могут размещаться в горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостях по двум технологическим схемам (рисунок). По схеме I арматурные стержни устанавливают в скважины после заливки в них акрилового клея, а по схеме II акриловый клей заливается в скважины после установки в них арматурных выпусков при монтаже сборных железобетонных конструкций.

Технология закрепления арматурных стержней в бетоне с помощью акриловых клеев состоит из следующих операций: образования скважин в бетоне или железобетоне; приготовления акрилового клея; установки арматурных стержней и заливки скважин клеем.

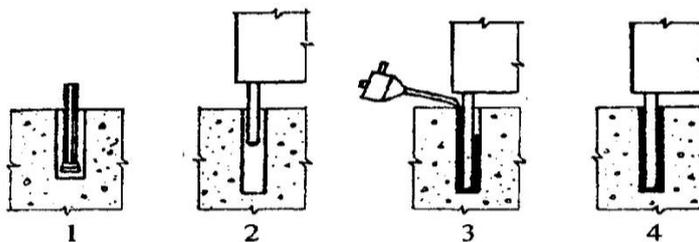
Скважины под арматурные стержни бурят после определения мест их расположения. Для образования скважин в готовых бетонных или железобетонных конструкциях применяют специальные механизмы, обеспечивающие нужную скорость бурения и необходимые размеры

просверливаемых скважин в пределах заданных допусков. Выдерживание нужных допусков при бурении скважин необходимо для обеспечения надежной работы анкерных креплений.

Технологические схемы установки арматурных стержней и выпусков:



**Схема I** – Схема установки арматурных стержней: 1. Бурение скважин; 2. Заливка акрилового клея в скважины; 3. Установка арматурного стержня в скважины; 4. Арматурный стержень в проектном положении



**Схема II** – Установка арматурных выпусков одновременно с монтажом сборных железобетонных конструкций: 1. Бурение скважин; 2. Монтаж сборных железобетонных конструкций с арматурным выпуском; 3. Заливка акрилового клея в скважины; 4. Установка сборной железобетонной конструкции в проектное положение

Для бурения скважин в бетоне и железобетоне используют различные буры и сверла с твердосплавными напайками либо с естественными или искусственными алмазами. Промышленность разных стран выпускает электро- и пневматические сверлилки, молотки и перфораторы, рабочие органы которых оснащены твердосплавными пластинами, позволяющими качественно бурить необходимые скважины для арматурных стержней. Инструмент подбирают в зависимости от диаметра скважин, прочности (класса) бетона и насыщенности конструкций арматурой. Ударно-поворотное бурение благодаря большой энергии удара и малой площади контакта рабочего органа с материалом можно применять для бурения скважин в конструкциях из бетона любой прочности. В

последние годы для бурения скважин в бетоне нашли применение электрические перфораторы (табл. 1).

**Таблица 1** – Электрические перфораторы для бурения скважин в бетоне

Тип перфоратора	Диаметр скважин		Способ удаления бурового сорняка		Масса, кг	Завод-изготовитель
	До 30 мм	30-60 мм	Сжатый воздух	Смывание водой		
ИЭ-4709 ИЭ-4712	+		Принудительное удаление бурового сорняка		7,0 10,0	м. Даугавпилс «Электроинструмент»
ИЭ-4707		до 40	+		10,5	-"
UBH 2/20 RLF	+	-	Принудительное удаление бурового сорняка		2,3	BOSCH
UBH 2/20 SE	+	-	-"		2,3	BOSCH
UBH 2/24 SE	+	-	-"		3,5	BOSCH
UBH 2/26 SE	+	-	-"		4,3	BOSCH
UBH 2/26-2BS	+	+	-"		4,5	BOSCH
GBH 5/4 DCE	+	+	-"		5,9	BOSCH
GBH 8/65DCE	+	+	-"		8,0	BOSCH
GBH 7/45 DE	+	+	-"		7,5	BOSCH
UBH 12/50	+	+	Принудительное удаление бурового сорняка		12,5	BOSCH
MBH-20	+	-	-"		2,2	HAMMERS
MBH-23	+	-	-"		2,3	HAMMERS
MBH-24	+	-	-"		2,3	HAMMERS
MBH-25	+	-	-"		3,0	HAMMERS
MBH-26	+	-	-"		3,0	HAMMERS
BH-40K	+	+	-"		5,8	HAMMERS
BH-40TK	+	+	-"		5,8	HAMMERS
BH-45TK	+	+	-"		6,2	HAMMERS/ BREAKER

Перед началом бурения проверяют рабочее состояние инструмента и перфоратора, целостность твердосплавных пластин, конусной и хвостовой частей штанги, чистоту продувочного (промывочного) отверстия, правильность заточки коронки. После подготовки и проверки инструмента приступают к бурению скважин. Для обеспечения необходимой точности расположения скважин на поверхности бетона в процессе бурения используют инвентарные кондукторные устройства.

При попадании в сечение пробуриваемого отверстия в железобетонной конструкции элементы рабочей арматуры глубокого залегания (более 40 мм) перерезают с помощью электросварочных аппаратов с последующей выдувкой продуктов плавления и добуриванием отверстия на заданную глубину.

Для приготовления клея используют акриловый компаунд, содержащий равные количества полимера и отвердителя. Акриловый клей готовят в такой последовательности. Необходимое количество полимера, отвердителя и кварцевого песка помещают в отдельную емкость. Смешивают компоненты вручную или в растворомешалках типа СК-43. Вручную рекомендуется приготавливать замесы 5...8 кг, в растворомешалке – до 150 кг.

Приготовление акрилового клея проводится при температуре окружающей среды свыше 18°C.

При механическом приготовлении клея в растворомешалке последовательность операций аналогичная, но процесс набухания полимера в отвердителе должен сопровождаться кратковременным включением растворомешалки в течение 20...25 с через 3...5 мин.

Масса акрилового клея зависит от способа приготовления (вручную или механизированным способом), а также от количества одновременно устанавливаемых арматурных стержней.

Время набухания полимера в отвердителе составляет при температуре окружающей среды 15...25°C около 15 мин. Технологическая жизнеспособность акрилового клея – 0,5...1,5 ч.

Время отверждения клея зависит от температуры окружающей среды и составляет: от 0 до 10°C – до 24 ч.; от 11 до 15°C – до 24 ч.; от 16 до 20°C – до 10 ч.; от 21°C и выше – до 6 ч.

Перед установкой арматурных стержней скважины готовят к заливке акрилового клея. Подготовка заключается в проверке глубины и отсутствия в

скважинах инородных включений, воды, наледи и т.п. При необходимости скважины дополнительно очищают.

Следующий этап – подготовка поверхности арматуры к склеиванию, состоящая из механической (предварительной) и химической обработок.

Массу одновременно приготавливаемого акрилового клея при установке арматурных стержней определяют по таблице 2 в зависимости от диаметра арматуры [9] с учетом технологической жизнеспособности клея (табл. 2).

**Таблица 2** – Масса одновременно приготавливаемого клея при массовой установке арматурных стержней

Диаметр арматурного стержня класса А500С [9]	Масса замеса клея, кг, при его жизнеспособности, мин.		
	30	60	90
12	1,6	2,0	4,5
16	3,1	5,0	8,2
20	4,0	7,0	11,0
25	5,6	9,7	15,3
28	7,6	13,6	21,4
32	10,2	17,8	28,1
36	15,4	26,7	42,2
40	20,6	36,1	56,8

После подготовки к склеиванию поверхностей бетона и арматурных стержней клей заливают в скважины при температуре окружающей среды выше  $-20^{\circ}\text{C}$ . Арматурные стержни устанавливают в горизонтальные и наклонные скважины и с помощью специального бункера заливают клей в скважину.

По второй технологической схеме сначала устанавливают арматурные выпуски конструкций в скважины, а затем в них заливается акриловый клей.

Расчеты по определению технико-экономической эффективности показали, что применение описанной технологии позволяет снизить расход топливно-энергетических ресурсов на 40...60%, материальных – в 2-3 раза, трудовых – в 20-30 раз.

Таким образом, разработана технология заделки арматуры периодического профиля класса А500С в бетон при помощи акриловых клеев различного состава.

В дальнейшем следует изучить основные технические параметры данного вида анкеровки (интенсивность, оптимальность замесов клея, выработку).

## Литература

1. Опыт использования акриловых клеев для соединения строительных конструкций / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, А.О. Гарбуз, О.В. Зудов // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 2002. – Вып. 43. – С. 3-9.
2. Кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів та безпека праці / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, В.О. Склярів та інш. – Х.: ХНАМГ, 2008. – С. 286.
3. Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – Вып. 54. – К.: НДІБК, 2001. – С. 810-814.
4. Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций / С.М. Золотов // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2003. – Вып. 52. – С. 440-447.
5. Шутенко Л.Н. Зависимость глубины заделки арматурных стержней класса А500С от прочности акрилового клея / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, Р.Б. Ткаченко // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 2007. – Вып.79. – С. 36-45.
6. Шутенко Л.Н. Прочность анкеровки арматуры класса А500С акриловыми клеями / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, Р.Б. Ткаченко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне, 2008. – Вып. 16, Ч. 2. – С. 410-417.
7. Шутенко Л.Н. Длительная прочность анкеровки арматуры класса А500С акриловыми клеями / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, Р.Б. Ткаченко // Науковий вісник будівництва: Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури. ХОТВ АБУ, 2008. – С. 110-114.
8. Шутенко Л.Н. Влияние некоторых технологических факторов на прочность и деформативность клеевой аркеровки арматурных стержней / Л.Н. Шутенко, В.Ю. Щербов, Р.Б. Ткаченко // Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве: IX Международная научно-техническая интернет-конференция; мат. конф. – Х.: ХНАГХ, 2010. – С. 67-69.
9. ДСТУ 2760:2006: Прокат арматурних для залізобетонних конструкцій. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 28 с.