

УДК 657.58.688.2

В.Н. Бабаев, М.С. Золотов, А.Х. Дауд

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, г. Харьков

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАДЕЛКИ В БЕТОН АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ СЕРПОВИДНОГО ПРОФИЛЯ КЛАССА А500С

Изложены результаты определения времени приготовления акрилового клея и установки армируемых стержней серповидного профиля класса А500С в скважины, в бетоне, а также оптимальной массы замеса акрилового клея для производства анкероустановочных работ.

Ключевые слова: армирующий стержень серповидного профиля класса А500С, бетон, акриловый клей, расход клея, скважина, замес клея.

Введение

В условиях строительства или реконструкции зданий и сооружений возникает необходимость надежного крепления конструкций в кратчайшие сроки и без остановки производственных процессов. Такие конструктивные соединения невозможно выполнить без использования клеевых материалов. Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н.Бекетова предлагает в качестве такого материала акриловый клей, который обладает всеми необходимыми адгезионными, когезионными, физико-механическими и технологическими свойствами [1-5].

В связи с использованием в Украине в строительном производстве нового сортамента армирующей стали согласно ДСТУ 3760-98 «Прокат армирующий для железобетонных конструкций» проведены экспериментальные исследования прочности анкерования армируемых стержней серповидного профиля в бетон акриловыми клеями [6-10]. Они показали, что клеевая анкеровка таких армируемых стержней при определенной глубине заделки определяется их прочностью на разрыв.

Была разработана технология заделки армируемых стержней серповидного профиля класса А500С в бетон с помощью акриловых клеев [11]. Она включает следующие операции: разметка мест бурения скважин в бетоне, их бурение, приготовление акрилового клея, заливка акрилового клея в скважины, установка армируемых стержней в них. Из этого следует, что к основным технологическим параметрам при заделке армируемых стержней в бетон акриловыми клеями относятся: время приготовления клея и установки одного стержня в скважине, а также приготовление оптимальной массы одного замеса клея для производства анкероустановочных работ.

Основной материал

На основании выполненных исследований [12] время (мин), необходимое на приготовление одного замеса клея (t_{np}) рекомендованного состава, определяется по формуле

$$t_{np} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (1)$$

где t_1 – время перемешивания полимера и отвердителя до однородной массы; t_2 – время набухания акрилового компаунда; t_3 – время введения наполнителя (кварцевого песка); t_4 – время доставки к месту работы.

Формула справедлива для любого из применяемых способов производства работ по заделке армируемых стержней в бетон.

Из анализа указанной формулы и технологии заделки армируемых стержней следует, что время t_1 , t_3 и t_4 величины постоянные для любого состава акрилового клея и определялись на основе хронометражных наблюдений. Время набухания акрилового компаунда, как установлено экспериментально [12], зависит от температуры окружающей среды, при которой приготавливается клей. На рис. 1 приведен график зависимости времени приготовления клея от температуры окружающей среды. Из анализа следует, что с понижением температуры время приготовления клея резко возрастает, так как возрастает время набухания акриловой композиции.

Наиболее благоприятная температура приготовления клея находится в пределах $20 \pm 2^\circ\text{C}$. С понижением температуры среды время приготовления акрилового клея резко увеличивается. Поэтому приготовление акрилового клея желательно производить при нормальной температуре, так как эта температура создает условия для начала полимеризации акрилового клея. Это в свою очередь позволяет отверждаться акриловым клеям при температуре среды в диапазоне от -20°C и выше.

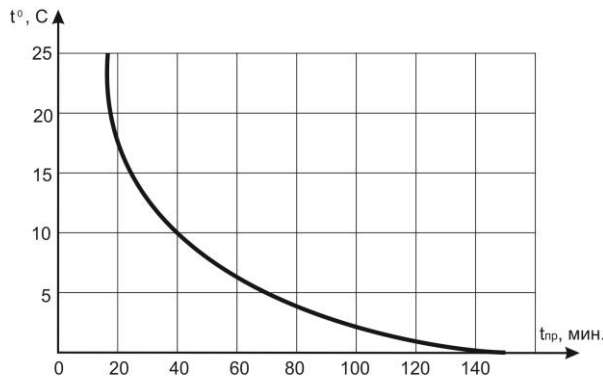


Рис. 1. Влияние температуры окружающей среды на время приготовления акрилового клея

К следующему технологическому параметру относится время (мин) установки арматурного стержня. Его можно определить из выражения:

$$t_y = t_k + \frac{t_o + t_n}{n_c}, \quad (2)$$

где t_0 – время обработки поверхности бетона; t_k – время заливки клея в скважину; t_n – время погружения арматурно стержня в скважину; n_c – коэффициент совмещения работ.

Как показали экспериментальные исследования, выполненные в ХНУГХ им. А.Н. Бекетова [6-10], глубина заделки арматурных стержней зависит от составов акриловых клеев. В случае применения стандартного состава глубина заделки $l_{анк} = 22,5d_s$, а с модифицирующими добавками – $l_{анк} = 17,5d_s$ (d_s – диаметр арматурного стержня). Так как вес арматурных стержней при этом изменялся незначительно, то определение t_n авторы выполняли для их глубины заделки $l_{анк} = 22,5d_s$.

Время установки одного анкера t_y зависит от времени заливки клея в скважину, времени обработки стержня и времени его погружения в скважину. Время t_0 и t_n изменяется в зависимости от диаметра арматурного стержня и глубины его заделки в бетон ($l_{анк}$). Время t_k зависит от диаметра скважины и его глубины, равной $l_{анк}$. Проведенные эксперименты [6-10] показали, что для арматурных стержней серповидного профиля класса А500С, диаметром 6-20 мм пробуренные скважины должны превышать диаметр болта примерно на 4-6 мм, для стержней диаметром 22-40 мм – на 8-12 мм. Излишнее увеличение диаметра скважины приводит к увеличению времени заливки клея в скважину, что замедляет технологический процесс, и ведет к перерасходу клея.

Правильно выбранный диаметр бура или сверла позволяет сократить время установки болта и сэкономить расход клея q .

Так, для арматурного стержня серповидного профиля диаметром 25 мм возможно использовать один из имеющихся в комплекте перфоратора буров диаметром 28, 29, 30 или 32 мм и получим скважины диаметром соответственно 30, 32, 34 и 36 мм.

Результаты экспериментов и расчетов приведены на графиках рис. 2 и 3.

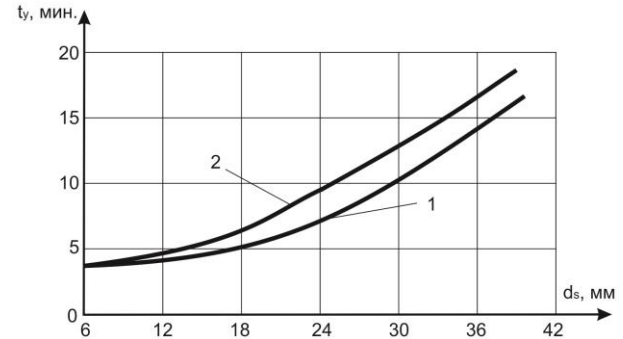


Рис. 2. Зависимость времени установки арматурного стержня от его диаметра и глубины заделки в бетон:

$$1 - l_{анк} = 17,5d_s; 2 - l_{анк} = 22,5d_s$$

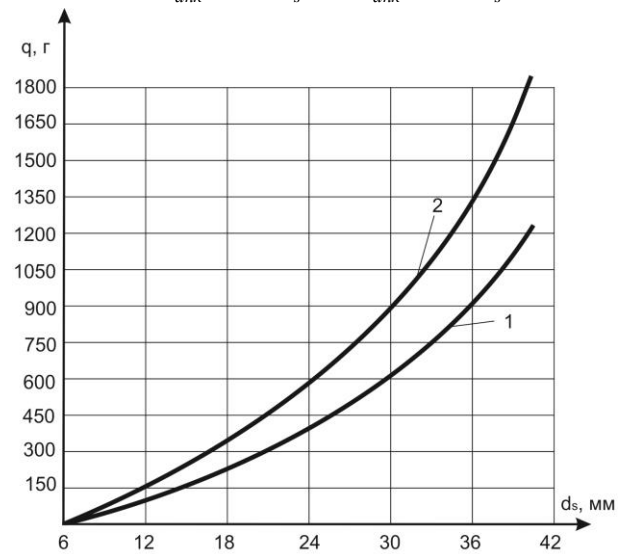


Рис. 3. Расход клея на установку одного арматурного стержня в зависимости от его диаметра и глубины заделки в бетон: 1 – $l_{анк} = 17,5d_s$;

$$2 - l_{анк} = 22,5d_s$$

Установлено, что увеличение диаметра скважины с 29 до 32 мм для указанного выше арматурного стержня периодического профиля приводит к увеличению расхода клея на установку одного арматурного стержня на 80 г. Если учесть сменную интенсивность установки стержня, то перерасход клея в смену может составить до ста килограммов.

Увеличение расхода клея на установку одного арматурного стержня также приводит к увеличению времени на его заливку в скважину, что соответственно увеличивает и время на его установку. В смену потеря времени составит 1 ч 40 мин.

Значения t_0 , t_k и t_n определяли на основе хронометражных наблюдений.

На рис. 2 приведена зависимость времени установки арматурного стержня от его диаметра. Из графиков видно, что увеличение диаметра арматурного стержня глубины заделки $l_{анк} = 17,5d_s$ или $l_{анк} = 22,5d_s$ ведет к увеличению времени, затраченного на его установку (рис. 2) и расхода клеящей массы на его заделку в бетон.

Экономичность установки арматурных стержней на акриловом клее зависит от рационального его использования.

Несоответствие веса одновременно приготавливаемого клея Q его технологической жизнеспособности T и интенсивности установки арматурных стержней N_i предопределяет либо потерю клея $Q > Q_{опт}$, либо необходимость повторных его замесов $Q < Q_{опт}$.

С целью экономии готового композита необходимо определить оптимальный вес одновременно приготавливаемого акрилового клея $Q_{опт}$.

Расход клея q на установку одного стержня серповидного профиля класса А500С составляет:

$$\text{при глубине его заделки } 22,5 \text{ диаметров} \\ q = 22,5d_s(d_c^2 - d_s^2)\gamma, \quad (3)$$

$$\text{при глубине его заделки } 17,5 \text{ диаметров} \\ q = 17,5d_s(d_c^2 - d_s^2)\gamma, \quad (4)$$

где d_c – диаметр скважины; d_s – диаметр арматурного стержня; γ – объемный вес клея.

Количество стержней, устанавливаемых в смену

$$n = \frac{Q_{см}}{q}. \quad (5)$$

Массу клея $Q_{см}$, приготавливаемого в смену, определяли по формуле:

$$Q_{см} = Q_{опт} \frac{T_{см}}{t_{пр}} q, \quad (6)$$

где $T_{см}$ – длительность смены; $t_{пр}$ – время приготовления одного замеса клея.

Масса оптимального замеса клея $Q_{опт}$ зависит от диаметра арматурного стержня, глубины его заделки и жизнеспособности композита T и определяется по выражению:

$$Q_{опт} = \frac{T}{t_y} q. \quad (7)$$

В результате анализа полученных данных рекомендуется при последовательном способе выполнения работ для установки арматурных стержней $d_s = 16 - 20$ мм приготавливать клеящую массу вручную по 5-8 кг, а при установке стержней $d_s = 25 - 40$ мм использовать растворомешалку типа СБ-43 или аналогичную. Объем клеящей массы в этом случае должен составлять 18-28 кг.

При параллельном способе производства работ клей следует приготавливать только в растворомешалке. Масса клея в этом случае может достигать до 150 кг.

При больших объемах анкероустановочных работ для приготовления клеящей массы необходимо использовать растворо- или клеемешалки. Оптимальную жизнеспособность клея T , при которой наиболее полно используется мощность клеемешалки, определим из выражения:

$$Q_{см} = \frac{T \cdot T_{см}}{t_y - t_{пр}}. \quad (8)$$

Откуда T будет:

$$T = \frac{Q_{см} \cdot t_y \cdot t_{пр}}{q \cdot T_{см}}. \quad (9)$$

Потребные объемы в зависимости от технологической жизнеспособности акрилового клея определим по формуле:

$$Q_3 = V \cdot \gamma, \quad (10)$$

где Q_3 – масса одного замеса; V – объем клеемешалки; γ – объемная масса клея, или по зависимости

$$V = \frac{Tq}{\gamma \cdot t_y}. \quad (11)$$

Выводы

Полученные значения основных технологических параметров заделки арматурных стержней серповидного профиля класса А500С в бетон акриловыми клеями позволяют определить интенсивность их установки, а также трудозатраты и трудоемкость анкероустановочных работ.

Литература

1. Золотов С.М. *Инновационные материалы на основе акриловых полимеров для восстановления и ремонта конструкций объектов строительства и транспорта* / С.М. Золотов // *Инновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта: сб. науч. тр.* – Днепропетровск: ПГАСА, 2004. – Вып. 30. – С. 192-196.
2. Патент на винахід № 88250. Україна. МПК СО9J. *Акрилова композиція для кріплення анкерних болтів* / С.М. Золотов, Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов та інші.; Опубл. 2009 р.; Бюл. № 18.
3. Патент на корисну модель № 48964. Україна. МПК СО9J. *Композиція для клейової анкерівки болтів* / С.М. Золотов, Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов та інші.; Опубл. 2010 р.; Бюл. № 7.
4. Патент на корисну модель № 53872. Україна. МПК СО9J. *Клейова акрилова композиція* / С.М. Золотов, Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов та інші.; Опубл. 2010 р.; Бюл. № 20.

5. Скрипник Е.С. Полимерное связующее, наполнители и модифицирующие добавки акриловых клеев повышенной адгезионной и когезионной прочности / Е.С. Скрипник, С.М. Золотов, М.С. Золотов // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – Х.: ХНУМГ, 2013. – Вип. 110. – С. 8-16.
6. 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.
7. 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. – Вип. 16, Ч. 2. – С. 410-417.
8. Шутенко Л.Н. Длительная прочность анкеровки арматуры класса А500С акриловыми клеями / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, Р.Б. Ткаченко // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХОТВ АБУ, 2008. – С. 110-114.
9. Бабаев В.Н. Влияние поперечных размеров арматурных стержней серповидного профиля класса А500С на напряженно-деформированное состояние анкерного соединения. / В.Н. Бабаев, М.С. Золотов, Э.А. Шишкин, В.А. Скляр, А.О. Гарбуз // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – Харків, 2013. – Вип. 107 – С. 27-32.
10. Бабаев В.Н. Прочность и деформативность клеевой анкеровки арматурных стержней серповидного профиля класса А500С при действии кратковременных и длительно действующих выдергивающих усилий / В.Н. Бабаев, М.С. Золотов,

В.А. Скляр, А.О. Гарбуз // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: III Всерос. (II Международная) конф. по бетону и железобетону; науч. труды. – Москва: МГСУ, 2014. – Т. 3. – 464 с.

11. Бабаев В.Н. Технология закрепления в бетоне арматурных стержней серповидного профиля класса А500С акриловыми клеями / В.Н. Бабаев, М.С. Золотов, А.Х. Дауд // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – Х.: ХНУМГ, 2014. – Вип. 112. – С. 9-16.

12. Золотов С.М. Влияние различных факторов на жизнеспособность акриловых клеев / С.М. Золотов, О.Ю. Супрун, А.Х. Дауд, М.С. Золотов // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – Х.: ХНУМГ, 2014. – Вип. 116. – С. 60-64.

Автор: БАБАЕВ Владимир Николаевич

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, д-р наук по гос. управлению, профессор

Автор: ЗОЛОТОВ Михаил Сергеевич

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, к. т. н., профессор
E-mail – zolotov@kname.edu.ua

Автор: ДАУД Анвар

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, аспирант
E-mail – zolotov@kname.edu.ua

ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗАКЛАДЕННЯ У БЕТОН АРМАТУРНИХ СТРИЖНІВ СЕРПОВІДНОГО ПРОФІЛЮ КЛАСУ А500С

В.М. Бабаєв, М.С. Золотов, А.Х. Дауд

Викладені результати визначення часу приготування акрилового клею й установки арматурних стрижнів серповидного профілю класу А500С в свердловини, в бетоні, а також оптимальної маси замісу акрилового клею для виробництва анкероустановочних робіт.

Ключові слова: арматурний стрижень серповидного профілю класу А500С, бетон, акриловий клей, розхід клею, свердловина, заміс клею.

BASIC TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF SEALING-OFF IN THE CONCRETE OF RE-BARSS OF FALCATE TYPE OF CLASS OF A500C

V.N. Babaev, M.S. Zolotov, Dawoud Anwar H.A.

The results of determination of time of preparation of acryl glue and setting of re-barss falcate type of class of A500s are expounded in mining holes, in a concrete, and also optimum mass of premix of acryl glue for the production of anchor adjustings works.

Keywords: armature bar of falcate type of class of A500C, concrete, acrylic glue, expense of glue, mining hole, premix of glue.