



Супрун О. Ю.



Золотова Н. М.

Супрун О. Ю., директор, ФЛП «УКРПРОМСТРОЙ», ул. Искусств 7/9, г. Харьков, 61002, e-mail: director@ups.org.ua, моб.тел. +380996410000.

Золотова Н. М., к. т. н., доцент кафедры технологии строительного производства и строительных материалов Харьковского национального университета городского хозяйства имени А. Н. Бекетова (ХНУГХ), ул. Маршала Бажанова, 17, г. Харьков, 61002 e-mail: nin-zolotova@yandex.ru, моб.тел. +380509399676.

O. Suprun, director, PE «UKRINDUSTRYBUILDING», str. Arts 7/9, 16, Kharkiv, 61002, e-mail: director@ups.org.ua, mob.tel. +380996410000.

N. Zolotova, PhD in Technical Science Department of Building materials and construction technologies of the A. M. Becetova national university of urban economy in Kharkov, Marshal Bazhanov st., , 17, Kharkiv, 61002 e-mail: nin-zolotova@yandex.ru, mob.tel. +380509399676.

ОРГАНИЗАЦИОННО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УСТАНОВКИ АНКЕРНЫХ БОЛТОВ НА АКРИЛОВЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

ОРГАНІЗАЦІЙНО ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ УСТАНОВЛЕННЯ АНКЕРНИХ БОЛТІВ НА АКРИЛОВИХ КОМПОЗИЦІЯХ

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE INSTALLATION OF ANCHOR BOLTS ON THE ACRYLIC COMPOSITIONS

Аннотация. Показана возможность и целесообразность применения акриловой композиции для крепления анкерных болтов при установке технологического оборудования на предприятиях промышленной отрасли. Приводятся результаты опытно-промышленного внедрения технологии клеевой анкерки на акриловой композиции при установке технологического оборудования в цеху.

Ключевые слова. Болт, бетон, скважина, акриловая композиция, клеевая анкерка.

Анотація. Показана можливість і доцільність застосування акрилової композиції для кріплення анкерних болтів при установці технологічного обладнання на підприємствах промислової галузі. Наводяться результати дослідно-промислового впровадження технології клейового анкерування на акрилової композиції при установці технологічного обладнання в цеху.

Ключові слова. Анкерний болт, свердловина, бетон, акрилова композиція, клейова анкерка.

Annotation. During the construction, exploitation, reconstruction of industrial enterprises it is necessary to perform works of mounting and installation on the erected and existing foundations of structures, equipment, production lines and other auxiliary devices. The largest volume incrostazioni work carried out at the enterprises of metallurgical, machine-building, mining, chemical and other industries. Annually tens of thousands of anchors is used for these purposes.

For mounting of technological equipment and building structures in Ukraine and abroad widely used anchor bolting of various types and designs on polymer basis (epoxy, acrylic, siloxane). The difference between them is in the types or building structures (reinforced concrete beams, plates, etc.). In construction acrylic adhesives is widely used.

Acrylic basis compositions which have been developed in Kharkiv national University of urban economy named after A. N. Beketov innovative building material with brightly shown universal features, high constructive and technological performance, it also has the necessary basis for the device anchor bolts and cohesive features required for incrostazioni works.

The opportunity and expediency of application of the acrylic composition for fixing anchor bolts was shown, when you install the technological equipment at the enterprises of the industrial sector. The results of experimental-industrial introduction of technology of basis embedment for an acrylic composition with the installation of technological equipment in the shop was also shown. To improve the performance of the work it was defined the time allowed for the device to the adhesive anchor and the quantitative composition of crews required for the performance of anchor installation works.

Keywords. Anchor bolt, bore, concrete, acrylic composition, adhesive anchoring.

Постановка проблемы

При строительстве, эксплуатации, реконструкции промышленных предприятий приходится выполнять работы по монтажу и установке на возводимых и существующих фундаментах конструкций, оборудования, технологических линий и других вспомогательных устройств. Наибольший объем анкероустановочных работ выполняют на предприятиях машиностроительной, металлургической, химической и других отраслей промышленности. Ежегодно для этих целей применяется десятки тысяч анкеров.

Для крепления технологического оборудования и строительных конструкций в Украине и за рубежом широко применяют анкерные болтовые соединения самых разнообразных видов и конструкций на полимерных клеях (эпоксидных, акриловых, силоксановых). Различие между ними – в типах анкерующих устройств, способах установки, а также способах передачи нагрузок на фундаменты или строительные конструкции (железобетонные балки, плиты и т.п.). В строительстве наиболее широкое применение получили акриловые клеи

Акриловая композиция, составы которой были разработаны в Харьковском национальном университете городского хозяйства имени А. Н. Бекетова инновационный строительный материал с выраженными свойствами универсальности, высокими конструктивными и технологическими показателями, также он обладает необходимыми для устройства анкерных болтов адгезионными и когезионными свойствами [1, 2, 4].

Анализ последних публикаций

В работах авторов [3,6] значительное внимание уделяется исследованиям составов акрилового компаунда для заделки фундаментных анкерных болтов в бетон и железобетон, креплению фундаментных болтов устанавливаемых в готовые фундаменты, а также изучению физико-механических свойств и долговечности акриловых клеев. Многолетние исследования позволяют определить, что анкерные соединения на акриловых клеях для соединения бетонных и железобетонных элементов обладают необходимой надежностью. Вопросам повышения адгезионной и когезионной

прочности акриловых композиций для соединения бетонных и железобетонных элементов занималась [5-8], результаты исследований были внедрены для крепления технологического оборудования цехов.

Установлено, что конструкции анкерных соединений на акриловых композициях имеют ощутимые преимущества: стоимость и трудоемкость анкероустановочных работ ниже всех рассмотренных ранее. Кроме того, анкероустановочные работы можно проводить при температуре окружающей среды – 20 °С и выше без дополнительных технологических мероприятий [1, 2, 5, 7, 8].

Цель исследований

Определение нормы времени на устройство клеевого анкера и количественного состава бригады рабочих необходимых при выполнении анкероустановочных работ, разработка организационно-технологической схемы установки анкеров в бетоне с применением акриловых композиций для крепления технологического оборудования.

Изложение основного материала

Технология устройства анкерных болтов на акриловых композициях заключалась в следующем: бурение скважин в бетоне; очистка скважин от пыли и буровой мелочи; заполнение скважин клеевой композицией; установка, предварительно протравленных в 20% растворе HCl , анкерных болтов и закрепление их в проектное положение с помощью фиксирующих колец.

Выполнение работ по описанной технологии (рис.1) имеет ряд достоинств: в первую очередь – возможность установки болтов на готовом фундаменте, что особенно актуально при реконструкции и замене устаревшего оборудования; сравнительно небольшая глубина заделки болта – $10d_s$ (где d_s – диаметр болта).

Применение акриловых клеев для заделки в бетон анкерных болтов, позволит сформировать рациональные параметры анкероустановочных работ с повышением их эффективности.

Для повышения производительности работ необходимо определить норму времени на устройство клеевого анкера и количественный состав бригады рабочих необходимых при выполнении анкероустановочных работ.

Норма времени на устройство клеевого анкера

Как показал анализ литературных источников, отсутствуют нормативные данные на время установки анкера с помощью акриловых клеев. Приведенные данные в настоящем исследовании могут рекомендоваться как норма времени на устройство одного анкера с помощью акриловых клеев.

В общем случае величина нормы времени на устройство одного анкера будет:

$$H_i = t_{yc} \cdot A \cdot K_i \quad (2)$$

где K_i коэффициент, учитывающий простои на подготовительно-заключительную работу и отдых рабочих и равен:

$$K_i = \frac{100}{100 - (3 + 15)} = 1,22 \quad (2)$$

где 100 – время в процентах, затраченное на устройство клеевого анкера;

3 – на подготовительно-заключительную работу;

15 – на отдых рабочих;

A – коэффициент, учитывающий способ производства работ;

t_{yc} – время на установку одного анкерного болта.



Рис. 1. – Схема технологического процесса крепления оборудования на клеевых анкерах

Последовательный способ производства работ учитывает необходимость приготовления клея тем же звеном рабочих. В этой связи коэффициент A принимает вид

$$H_i = \frac{T}{T - t_{np}} \quad (3)$$

где T – технологическая жизнеспособность акрилового клея;

t_{np} – время приготовления одного замеса.

Тогда выражение (1) для последовательного способа H_i имеет вид

$$H_i = \frac{T}{T - t_{np}} t_{yc} \cdot K_i \quad (4)$$

Поскольку приготовление клея при параллельном способе производства работ ведется отдельным звеном, коэффициент A будет равен 1 и выражение (1) соответственно примет вид

$$H_2 = t_{yc} \cdot K_i \quad (5)$$

При последовательном способе нормы времени H_1 , зависят от жизнеспособности композита T и от диаметра анкера, при параллельном способе нормы времени H_2 – постоянные для определенного диаметра анкера.

Проанализировав расчеты можно сделать вывод, что норма времени на устройство анкера последовательным способом H_1 имеет нелинейный характер и принимает оптимальные значения при $T \geq 42$ мин. Сокращение технологической жизнеспособности T акрилового клея резко увеличивает (ухудшает) параметры норм времени H_1 , поскольку приготовленный клей необходимо использовать в очень сжатые сроки.

При параллельном способе выполнения анкероустановочных работ технологическая жизнеспособность композита не влияет на норму времени H_2 и, последняя поэтому, имеет постоянное значение (величину). Как указывалось выше, приготовление акрилового клея при этом способе ведется отдельным звеном (рабочим).

При последовательном и параллельном способах производства работ норма времени H_i прежде всего зависит от времени, затраченного на установку одного болта t_y . Поэтому норма времени на установку болтов больших диаметров (30...56 мм) значительно выше, чем на установку болтов меньших диаметров (16...24 мм).

Расчет количественного состава бригады

Количественный расчет состава звеньев l_i , занятых устройством анкеров, в случаях параллельного и последовательного способов производства работ можно представить выражением:

$$l_i = \frac{N_i \cdot H_i}{T_{см}} \cdot t_{yc} \cdot K_1 \quad (8)$$

где $T_{см}$ – длительность смены;
 N_i – интенсивность устройства анкерных болтов.

При последовательном способе производства работ после подстановки в формулу (8) выражение (3) получим зависимость для определения состава звена l_1

$$l_1 = \frac{T_{см}(T - t_{np}) \cdot t_y \cdot T \cdot K_1}{t_y \cdot T_{см}(T - t_{np})} \quad (9)$$

После соответствующих преобразований выражения (9) видно, что при последовательном способе установки анкеров количественный состав звена не зависит от жизнеспособности акрилового клея и составляет два человека (рис. 2). В этом случае одно звено занято приготовлением клея и, непосредственно, установкой анкеров. Следовательно, при последовательном способе ведения работ бригада состоит из указанного звена $l_{бр1}$

$$l_{бр1} = l_1 = 2$$

Для получения зависимости расчета состава звена, занятого установкой анкеров параллельным способом формулу в (9) подставим выражение (3)

$$l_2 = \frac{T \cdot T_{см} \cdot t_y \cdot K_1}{T_{см} \cdot t_y \cdot t_{np}} \quad (10)$$

а после выполнения преобразований имеем

$$l_2 = \frac{T}{t_{np}} \cdot K \quad (11)$$

Количественный состав звена, занятого приготовлением клеящей массы, определим из зависимости (1):

$$l_{кл} = \frac{H_2 \cdot q \cdot t_{np}}{Q_{опт} \cdot T_{см}} \quad (12)$$

где $Q_{опт}$ – масса оптимального замеса клея; q – расход клея на установку одного болта.

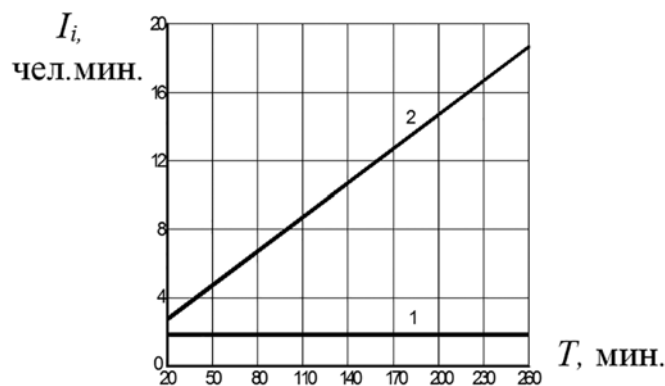


Рис. 2. Зависимость количественного состава бригады l_i от технологической жизнеспособности клея T при последовательном (1) и параллельном (2) способах производства работ

При параллельном способе анкероустановочных работ бригада состоит из звеньев занятых установкой анкеров и приготовлением акрилового клея. Тогда после преобразования выражений (10) и (11) с учетом (1) количественный состав бри-

гады при производстве работ параллельным способом составит:

$$l_{бр2} = \left(\frac{T}{t_{np}} + 1 \right) \cdot K_1 \quad (11)$$

Как видно из выражения (13) количественный состав бригады, занятой устройством клеевых анкеров при указанном способе производства работ прежде всего зависит от технологической жизнеспособности композита (рис.2).

Расчет состава звена бурильщиков l_6 производится исходя из следующих предпосылок. Один электроперфоратор обслуживает один человек, таким образом

$$l_6 = n_i \quad (14)$$

где n_i – количество перфораторов.

Оба способа предусматривают бурение скважин под анкера с опережением работ по установке болтов.

Опытно-промышленное внедрение.

Для подтверждения проведенных в Харьковском национальном университете городского хозяйства имени А.Н. Бекетова исследований [2, 6, 8] и вышеперечисленных преимуществ метода анкеровки с закреплением анкеров в теле бетона акриловой композицией было проведено опытно-промышленное внедрение при установке технологического оборудования.

Акриловая композиция была использована для крепления технологического оборудования в цеху завода металлопластиковых конструкций авторизованного партнера фирмы REHAU (г. Харьков). В результате проведенных работ было установлено 40 болтов диаметром 16 мм.

В комплекс технологического оборудования входили: компрессор, автоматический стол для резки стекла, линия мойки с автоматическим панельным прессом, автоматическая линия резки стекла, станок для автоматической гибки дистанционных рамок.

Все указанное оборудование было установлено на поверхности пола первого и второго этажа. Конструкция перекрытия этажа включала в себя железобетонные плиты, подготовка под пол из бетона класса C12/15 толщиной 150 мм, стяжка – раствор M200 и покрытие пола из полимер раствора и керамической плитки.

Установка анкерных болтов на акриловой композиции проводилась по технологической схеме, приведенной на рис. 1.

Технология выполнения анкероустановочных работ

На возведённом фундаменте (без предварительной установки болтов) монтируют и выверяют технологическое или станочное оборудование, или их опорные части. Через отверстия под болты в опорных частях оборудования с помощью механизированного инструмента в бетоне бурят скважины. В них вводят акриловую композицию, затем устанавливают фундаментные болты, изготовленные в виде прямых гладких стержней.

Сверление скважин осуществляется электрическим перфоратором. Диаметр скважин был на 2 мм больше анкерных болтов, глубина составляла $l_{скв} = 8d_s$. (рис. 4).

После сверления скважины специальным устройством с помощью сжатого воздуха очищались от бурового шлама (рис. 5)

Приготовление акриловой композиции производилось у места крепления оборудования. Температура в цехе составляла 15 °С, затем производилась заливка акриловой композиции в скважины.

Согласно разработанной технологической схеме в скважины устанавливали болты с шайбами и накрученными гайками. Общий вид узла представлен на рис. 6.

Затяжка болтов производилась через 24 час после отверждения акриловой композиции на величину $0.9 R_{sa}$ (R_{sa} -расчетное сопротивление болта).



Рис. 4. Бурение скважины через станину оборудования



Рис. 5. Продувка скважины сжатым воздухом с помощью специального устройства



Рис. 6. Установка анкерного болта в скважину, заполненную акриловой композицией

Натурное наблюдение за состоянием анкерных креплений показало, что применение анкерных болтов на акриловой композиции для крепления технологического оборудования обеспечивает его надежное крепление.

Выводы

Разработка и внедрение прогрессивных конструкций анкерных болтовых соединений на акриловых композициях для крепления оборудования является важным резервом повышения прочности, снижения трудоемкости, материалоемкости, продолжительности и стоимости, как строительно-монтажных работ, так и работ по реконструкции промышленных предприятия. Они имеют значительное преимущество перед традиционными, так как позволяют упрощать и ускорять проектирование фундаментов под оборудование, сокращать трудоемкость, стоимость и сроки анкероустановочных работ, монтажа оборудования, а также в короткий срок возводить фундаменты до поступления оборудования на объект.

Литература:

1. Акрилова композиція для кріплення анкерних болтів / Шутенко Л.М., Волювач С.В., Золотов С.М., Волювач В.С., Золотова Н.М. Пат. №88250 Україна, опубл. 25.09.2009, Бюл. № 18.
2. Бабаев В.Н. Технология закрепления в бетон 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
3. Zolotov M.S. Technology of at anchor bolts embedment into concrete by acrylic glues / M.S. Zolotov, O.Y. Suprun // European Applied Sciences. – Stuttgart, 2014. – № 5. – P. 81.83.
4. Золотова Н.М. / Определение технологических параметров влияющих на технологию устройства анкерных болтов на акриловых клеях/ Золотова Н.М., Супрун О.Ю. // Scientific Letters of Academic Society of Mihail Baludansky 3, Slovakia, 2015 – P. 148-151
5. Skrypnyk O. Alteration the cohesive properties in the filled acrylic adhesive compositions / Skrypnyk O, Zolotov S., Zolotov S. // 11th anniversary international scientific conference UNITECH'10 Gabrovo, Bulgaria, 18-19 november 2011. – V. III. – University publishing house «V. Aprilov», Gabrovo, 2011. – P. 421-425.
6. Супрун О.Ю. Образование скважин в бетоне для заделки анкерных болтов акриловыми клеями / М.С. Золотов, Супрун О.Ю., В.А. Скляров // Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві: Міжнар. наук.-практ. конф.; матер. конф. – Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2014. – С. 33-35.
7. Шутенко Л.М. Кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів та безпека праці / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, Я.О. Серіков, СМ. Золотов: монографія. – Х.: ХНАМГ, 2008. – 284 с. Супрун О.Ю. Образование скважин в бетоне для заделки анкерных болтов акриловыми клеями / М.С. Золотов, Супрун О.Ю., В.А. Скляров // Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві: Міжнар. наук.-практ. конф.; матер. конф. – Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2014. – С. 33-35.
8. Шутенко Л.М. Кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів та безпека праці / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, Я.О. Серіков, СМ. Золотов: монографія. – Х.: ХНАМГ, 2008. – 284 с.