

УДК 624.011.2:668.3

**ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ З ОПТИМІЗАЦІЇ МАТЕРІАЛО- І ТРУДОВИТРАТ
ПРИ АНКЕРОУСТАНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБОТАХ З ВИКОРИСТАННЯМ
АКРИЛОВИХ КОМПОЗИЦІЙ**

Кандидати техн. наук Н. М. Золотова, В. О. Склярів, асист. О. Ю. Супрун (ХНУМГ)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ МАТЕРИАЛО- И
ТРУДОЗАТРАТ ПРИ АНКЕРОУСТАНОВОЧНЫХ РАБОТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АКРИЛОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ**

Кандидаты техн. наук Н. М. Золотова, В. А. Склярив, ассист. О. Ю. Супрун (ХНУГХ)

**TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR OPTIMIZATION OF MATERIAL AND LABOR
COSTS AT THE ANKEROUS INSTALLATION WORKS WITH THE USE OF ACRYLIC
COMPOSITIONS**

PhD in Technical Science, assistant professor N. M. Zolotova, PhD in Technical Science,
assistant professor V. O. Sklyarov, assistant O. Y. Suprun

DOI: 10.18664/1994-7852.175.2018.127162

Наведено результати дослідження впливу організаційно-технологічних факторів на тривалість встановлення в бетоні хімічних анкерів з використанням акрилових композицій і умов виконання робіт, зокрема вибір найбільш оптимального обладнання.

***Ключові слова:** анкер, клейовий склад, акрилова композиція, організаційно-технологічне рішення, технологічні параметри.*

Приведены результаты исследования влияния организационно-технологических факторов на продолжительность установки в бетоне химических анкеров с использованием акриловых композиций и условий выполнения работ, в частности выбор наиболее оптимального оборудования.

Ключевые слова: анкер, клеевой состав, акриловая композиция, организационно-технологическое решение, технологические параметры.

The results of the study of the influence of organizational and technological factors on the duration of installation in concrete of chemical anchors using acrylic compositions and the conditions for the execution of works are given. In particular, the choice of the most optimal equipment. In this study, two schemes for the development of a specialized flow of anchor installation work were considered - the successive implementation of the processes of preparing the adhesive mixture, the filling of apertures and the installation of a bolt with one link (worker) and the parallel execution of these processes by several links. The dependence of the cost of acrylic composition and the duration of the installation on the diameter of the anchor is established. The connection of the optimum volume of glutinous mixture from its technological viability and anchor parameters is revealed.

Key words: anchor, adhesive composition, acrylic composition, organizational and technological solution, technological parameters.

Вступ. У сучасних умовах одним з найважливіших напрямків науково-технічного прогресу в будівництві в Україні є використання ефективних методів з'єднання будівельних конструкцій як при новому будівництві, так і при ремонті й реконструкції існуючих будівель і споруд різного призначення. Ступінь зносу будівель і споруд, що експлуатуються, є високою, і необхідність капітального ремонту, реконструкції і модернізації вимагає раціонального та ощадливого використання матеріалів, скорочення термінів виконання робіт за рахунок застосування нових матеріалів і прогресивних методів виробництва будівельно-монтажних робіт.

Актуальність теми досліджень визначається, з одного боку, об'єктивною потребою підвищення якості улаштування клейових акрилових анкерів, а з іншого – зниженням показників вартості та тривалості анкероустановлювальних робіт.

Вищевикладене дає можливість стверджувати, що необхідне розроблення науково обґрунтованих технічних і організаційно-технологічних рішень з установаження в промислових і цивільних

будівлях анкерів у бетоні з використанням акрилових композицій з високим ступенем надійності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Слід зазначити, що актуальні наукові проблеми в даному сегменті досліджень вирішувалися роз'єднано, у двох споріднених напрямках – матеріалознавстві і технології виконання робіт. Такий підхід не давав можливості вирішити існуючі проблеми комплексно, що негативно позначалося на ефективності процесів улаштування клейових анкерів.

Питанням удосконалення технічних і організаційно-технологічних рішень при зведенні, ремонті та реконструкції об'єктів різного призначення велику увагу приділено в роботах таких учених, як Д. Ф. Гончаренко [2], М. С. Золотов [4, 5], Н. М. Золотова [3, 6, 13], В. О. Склярів [9], М. Ю. Избаш [7], О. І. Менейлюка [8], О. Ю. Супрун [10], Л. М. Шутенко [11, 12]. Питання удосконалення конструктивних і технологічних рішень при улаштуванні анкерних кріплень досліджували також іноземні автори: J. Barnat [14], Ph. Grosser [15], P. Rizzo, A. Spada, S. Degala, G. Giambanco [16], M. Xin Fan, Lin Niu [17].

Незважаючи на прийняті в останні роки заходи, спрямовані на забезпечення надійної експлуатації будівель і споруд, включаючи конструкції клейових анкерних з'єднань, багато завдань підвищення їхньої експлуатаційної надійності чекають на своє вирішення.

Визначення мети та завдання дослідження. Обґрунтувати та визначити основні організаційно-технологічні рішення установа анкерів і умов виконання робіт. Зв'язок між умовами виконання анкероустановлювальних робіт і параметрами організаційно-технологічних рішень виявлений методом математичного моделювання. Для визначення ступеня обґрунтованості прийнятих наукових положень, висновків і рекомендацій шляхом практичного використання в будівельних, проектних, інвестиційних організаціях прийнято метод експериментальних досліджень.

Основна частина дослідження. Проведені дослідження [1-5] виявили технологічні особливості кріплення обладнання на полімерних композиціях у готові фундаменти, бетонні підлоги, залізобетонні плити перекриттів.

У даному дослідженні розглядалися дві схеми розвитку спеціалізованого потоку анкероустановлювальних робіт – послідовне виконання процесів готування клейової суміші, заповнення отворів й установа болта однією ланкою (працівником) і паралельне виконання зазначених процесів декількома ланками [3-5]. Операції з улаштування отворів під анкери виконуються з випередженням робіт з установа болтів.

Технологічні параметри процесу анкероустановлювальних робіт, що впливають на показники його трудомісткості й тривалості, – це тривалість готування об'єму клейової суміші на захватку й питома тривалість установа клейового анкера.

Тривалість готування клейової суміші на захватку ($t_{захв}$) можна визначити за формулою

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

де t_1 – тривалість змішування складових акрилової суміші, хв;

t_2 – тривалість набухання створеної суміші, хв;

t_3 – тривалість введення в суміш піщаного наповнювача, хв;

t_4 – тривалість доставки до місця улаштування анкера, хв.

З аналізу даної залежності й технологічних особливостей установа анкерних болтів випливає, що t_1 , t_3 і t_4 є величинами постійними для будь-якого складу акрилової клейової суміші і визначаються на основі хронометражних спостережень. Час набухання акрилової композиції залежить від температури навколишнього середовища, тому тривалість анкероустановлювальних робіт відповідно збільшується.

Тривалість установа одного анкера

$$t_y = t_k + \frac{t_0 + t_n}{n_c}, \quad (2)$$

де t_0 – тривалість підготовчих операцій, хв;

t_k – тривалість заповнення отвору акриловою сумішшю, хв;

t_n – тривалість установа в отвір і вивірення анкерного болта, хв;

n_c – коефіцієнт суміщення робіт.

Показники t_0 й t_n змінюються залежно від діаметра болта. Тривалість t_k залежить від діаметра та глибини отвору. Значення t_k , t_0 й t_n визначалися при хронометражних спостереженнях. Проведені дослідження [3-5] показали, що для болтів діаметром 16÷36 мм пробурені отвори повинні перевищувати діаметр болта на 4÷6 мм, для болтів діаметром 42÷56 мм різниця може бути 8÷10 мм. Зайве збільшення діаметра отвору призводить до збільшення тривалості заповнення отвору, що

сповільнює технологічний процес, і веде до перевитрат клеючого складу.

Правильно обраний діаметр бура дозволяє скоротити тривалість робіт і заощадити витрату клеючого складу q . Так, для болта діаметром 24 мм варто використовувати один з наявних у комплекті перфоратора бурів діаметром 25÷30 мм з одержанням отворів діаметрами відповідно 27÷32 мм.

Збільшення діаметра отвору на 6 мм веде до збільшення питомих витрат акрилової суміші на 85 г. Якщо врахувати змінну інтенсивність установа болтів, то перевитрати акрилової суміші за зміну може скласти декілька кілограмів. Це також веде до збільшення тривалості заповнення отворів, що відповідно збільшує загальну тривалість робіт. Для цих вихідних даних за зміну втрата часу складе 82 хв.

Раціональність параметрів анкероустановлювальних робіт залежить також від раціонального використання клейової суміші [6, 9, 12-17].

Невідповідність об'єму суміші P його технологічній життєздатності T й інтенсивності робіт N_t визначає або втрату суміші $P > P_{рац}$, або необхідність повторних циклів її приготування $P < P_{рац}$. Тому необхідно визначити раціональний об'єм клейової суміші на захватку $P_{рац}$.

Питомий об'єм суміші для установа одного болта p при глибині закладення 10 діаметрів становить

$$p = 7,85d \left(d_c^2 - d^2 \right) \gamma, \quad (3)$$

де d_c – діаметр отвору, мм;

d – діаметр болта, мм;

γ – об'ємна вага суміші, кг/м³.

Кількість болтів, що встановлюються у зміну

$$n = \frac{P_{зм}}{p}. \quad (4)$$

Вага суміші, що готується за зміну,

$$P_{зм} = P_{рац} \frac{T_{зм}}{t_{пр}} p, \quad (5)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год;

$t_{пр}$ – тривалість приготування однієї порції, хв.

$$P_{рац} = \frac{T}{t_y} p. \quad (6)$$

Об'єм раціональної порції $P_{рац}$ залежить від діаметра анкера і життєздатності клейової суміші T .

У результаті аналізу технологічних особливостей процесу при послідовному розвитку спеціалізованого потоку для болтів діаметром 16÷36 мм раціонально готувати клейову суміш вручну порцією по 6÷7 кг, для діаметра болтів 36÷56 мм відповідно порцією 11÷21 кг, при цьому використовувати змішувач типу «Стромікс» або аналогічний (рисунок). При паралельному розвитку потоку суміш слід готувати тільки в розчиномішалці. Порція суміші при цьому може дорівнювати 150 кг.

При більших обсягах анкероустановлювальних робіт для приготування клейової суміші необхідно використовувати змішувач типу СО-46Б, СРК-90, РКС-90 (рисунок). Оптимальна життєздатність клею, при якій найповніше використовується потужність змішувача,

$$P = \frac{T \cdot T_{зм}}{t_y - t_{пр}}. \quad (7)$$

Звідси

$$T = \frac{P_{рац} \cdot t_y \cdot t_{пр}}{p \cdot T_{зм}}. \quad (8)$$



Рис. Малогабаритне обладнання для змішування клейової суміші:
а – «Стромікс»; б – СРК-90; в – РКС-90

Необхідні об'єми залежно від технологічної життєздатності акрилової суміші визначимо за формулою

$$P_{порц} = V \cdot \gamma, \quad (9)$$

де $P_{порц}$ – вага однієї порції, кг;
 V – робоча місткість змішувача, л;
 γ – об'ємна вага суміші, кг/м³,
або за залежністю

$$P_{порц} = \frac{T}{t_y} \cdot p. \quad (10)$$

Прирівнявши праві й ліві частини формул (9), (10) і розділивши на γ , отримаємо

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

Висновки. Виконано формування структури технологічного процесу анкероустановлювальних робіт і визначено основні його технологічні параметри. Аналітично встановлена залежність тривалості готування акрилової композиції від температури навколишнього середовища. Встановлено вплив температури готування акрилової клейової суміші і тривалості процесу, що забезпечує максимальну інтенсивність виконання анкероустановлювальних робіт.

Встановлено залежність витрат акрилового складу й тривалості установа від діаметра анкера. Виявлено зв'язок оптимального об'єму клейової суміші від її технологічної життєздатності й параметрів анкера.

Список використаних джерел

1. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності [Текст] : ДСТУ Б В.2.7-170:2008. – [Чинний з 2009-07-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 38 с. – (Національний стандарт України).
2. Гончаренко, Д. Ф. Методы формирования инженерной подготовки реконструкции промышленных предприятий [Текст] : дисс... д-ра техн. наук : спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / Д. Ф. Гончаренко. – М. : МИСИ, 1991. – 495 с.

3. Золотова, Н. М. Акриловая композиция для анкероустановочных работ [Текст] / Н. М. Золотова, О. Ю. Супрун // Будівельний журнал. – 2016. – № 5-6 (123-124). – С. 84.
4. Золотов, М. С. Влияние различных факторов на вязкость акрилового компаунда [Текст] / М. С. Золотов, О. Ю. Супрун, А. Х. Дауд // Будівництво, реконструкція і відновлення будівель міського господарства : матеріали IV Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф., 25 лист. – 25 груд. 2014 р. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2014. – С. 93-96.
5. Золотов, М. С. Механизация анкероустановочных работ в строительстве [Текст] / М. С. Золотов, О. Ю. Супрун, А. Х. Дауд // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне : Нац. ун-т водного госп. та природокористування, 2014. – Вип. 29. – С. 654-661.
6. Золотова, Н. М. Влияние вязкости акрилового компаунда на эффективность заделки анкерных болтов на акриловых клеях в бетон [Текст] / Н. М. Золотова, О. Ю. Супрун // Науковий вісник будівництва. – Харків : ХНУБА: ХОТВ АБУ, 2015. – Вип. 4(82). – С. 86-89.
7. Избаш, М. Ю. Подбор рационального состава фибробетонной смеси [Текст] / М. Ю. Избаш, Ф. И. Казимагомедов // Науковий вісник будівництва. – Харків : ХНУБА: ХОТВ АБУ, 2013. – Вип. 72. – С. 220–224.
8. Менейлюк, А. И. Современные технологии в строительстве [Текст] / А. И. Менейлюк, В. С. Дорофеев, Л. Е. Лукашенко [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – К. : Освіта України, 2011. – 534 с.
9. Скляр, В. О. Применение клеевых анкеров при прокладке трассы воздушной линии электропередач и монтаже опор на готовых фундаментах [Текст] / В. О. Скляр, Н. М. Золотова // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – 2016. – Вип. 33. – С. 269-276.
10. Супрун, О. Ю. Прогнозування параметрів процесу встановлення в бетоні анкерів на акрилових композиціях [Текст] / О. Ю. Супрун // International scientific journal. – 2016. – № 10. – С. 20-28.
11. Анкерні болти : конструкція, розрахунок, проектування, технологія влаштування [Текст] : навч. посібник / Л. М. Шутенко, М. С. Золотов, В. О. Скляр, Н. М. Золотова. – Харків : ХНАМГ, 2010. – 204 с.
12. Акрилова композиція для кріплення анкерних болтів [Текст] : пат. №88250 Україна / Шутенко Л. М., Волювач С. В., Золотов С. М., Волювач В. С., Золотова Н. М. – опубл. 25.09.2009, Бюл. № 18.
13. Zolotova, N. Technological parameters definition influencing of anchor screw-bolts application on acrylic adhesives [Text] / N. Zolotova, O. Suprun // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. - Košice, Slovakia : ASMB, 2015. – Vol. 3. – № 4. – P. 148-150.
14. Barnat, J. The Shear Strength of Epoxy Adhesive Used for Chemical Anchors [Text] / J. Barnat, M. Bajer // Advanced Materials Research. – 2015. – Vol. 1122. – P. 278-281.
15. Grosser, Ph. A Field Study of Adhesive Anchor Installations : Theory and practice [Text] / Ph. Grosser, W. Fuchs, R. Eligehausen // Concrete international. – 2011. – Vol. 1. – P. 57-63.
16. Rizzo, P. Acoustic Emission Monitoring of Chemically Bonded Anchors [Text] / P. Rizzo, A. Spada, S. Degala, G. Giambanco // Journal of Nondestructive Evaluation. – 2010. – Vol. 29. – Issue 1. – P. 49–61.
17. Xin, Fan. Performance of redispersible polymer powders in wall coatings [Text] / Xin Fan, Lin Niu // Journal of Adhesion Science and Technology. – Dec/2014. – 29 (4). – P. 296-307

Золотова Ніна Михайлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельного виробництва і будівельних матеріалів Харківського національного університету міського господарства імені А. М. Бекетова.
E-mail: nina.zolotova53@gmail.com.

Скляр Вячеслав Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної і будівельної механіки Харківського національного університету міського господарства імені А. М. Бекетова.
E-mail: skliarovviacheslav@gmail.com.

Супрун Олег Юрьевич, асистент кафедри технології будівельного виробництва і будівельних матеріалів Харківського національного університету міського господарства імені А. М. Бекетова. E-mail: director@ups.org.ua.

Золотова Ніна Михайлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології строительного производства и строительных материалов Харьковского национального университета городского хозяйства имени А. Н. Бекетова. E-mail: nina.zolotova53@gmail.com.

Склярів Вячеслав Александрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретической и строительной механики Харьковского национального университета городского хозяйства имени А. Н. Бекетова. E-mail: skliarovviacheslav@gmail.com.

Супрун Олег Юрьевич, асистент кафедри технології строительного производства и строительных материалов Харьковского национального университета городского хозяйства имени А. Н. Бекетова. E-mail: director@ups.org.ua.

Zolotova N., PhD in Technical Science, assistant professor Department of Building materials and construction technologies of the A. M. Becetova. E-mail: nina.zolotova53@gmail.com.

Sklyarov V.O., PhD in Technical Science, assistant professor Department of theoretical and structural mechanics of the A. M. Becetova. E-mail: skliarovviacheslav@gmail.com.

Suprun O., assistant Department of Building materials and construction technologies of the A. M. Becetova. E-mail: director@ups.org.ua.

Статтю прийнято 26.02.2018 р.

DOI: 10.18664/1994-7852/175.2018.12.136
