

N. Zolotova, O. Suprun

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR INSTALLING ANCHOR BOLTS ON ACRYLIC COMPOSITIONS DURING THE INSTALLATION AND ASSEMBLY OF EQUIPMENT AND PRODUCTION LINES

The article discusses and improves the technological processes of installing anchor bolts on acrylic compositions during the installation of technological equipment at industrial enterprises in Ukraine, the optimal acrylic compositions developed at the O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv and shows the relevance of using such compounds.

Keywords: acrylic composition, anchor bolt, technological equipment, concrete, well, compressor, perforator, foundation.

Introduction

Ukraine and other countries have extensive experience using polymer compositions in construction for joining concrete and reinforced concrete elements for waterproofing. Also, in some cases, especially in the restoration and reconstruction of buildings and structures, using such materials is the only possible way to ensure the solidity of structures.

The experience of application and technology of the use of the acrylic composition, accumulated in the O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, shows that it has advantages over the existing ones, not inferior to them in adhesive and cohesive properties [1–5]. It has better technological properties and costs 20–42% less.

Theoretical and experimental studies of concrete joints with acrylic compositions have revealed that such joints have high strength and corrosion resistance under various loads and aggressive media.

Literature Review

In the studies of well-known scientists in this field [6–12], much attention focuses on the examination of acrylic compositions for the installation of anchor bolts in concrete and reinforced concrete, precast foundations, as well as the investigation of physical and mechanical properties and durability of acrylic compounds. Numerous researches allow us to determine that anchor connections with acrylic compositions, particularly compositions developed by the O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, for connecting concrete and reinforced concrete structures possess the necessary reliability.

Zolotov M. S., Pustovoitova O. M., Zolotov S. M., Shutenko L. M., and others [1–5, 13, 14] studied the

problem of increasing the adhesion and cohesion of acrylic compositions for joining concrete and ferroconcrete elements. In all studies, zinc oxide and powdered mica proved to be the most technically modifying additives to include in the anchor adhesive.

We found that the design of anchor connections with acrylic compositions has certain advantages. In this case, the anchor installation cost and labour intensity are lower than those using other polymer compositions.

Aim and Objectives

The article aims to improve the technological processes of arranging anchor connections during technological linings' formation. Therefore, special attention goes to the technology and organisation of anchor installation works using an acrylic composition to achieve more efficient fastening of technological equipment in the enterprises' workshops.

Discussion of Results

The technology for connecting concrete elements with acrylic compositions, developed by the authors, was used to fix technological equipment in the workshop of the metal-plastic structures plant of the authorised partner of REHAU (Kharkiv). The works resulted in the installation of 50 bolts with a diameter of 14 mm.

The complex of technological equipment included a compressor, automatic table for glass cutting, washing line with automatic panel press, automatic glass-cutting line, and machine for automatic bending of distance frames [14].

We installed all of the above on the ground floor and first floor. The floor structure consisted of reinforced concrete slabs, floor preparation of C12/15 class concrete with a thickness of 150 mm, screed made of M200 mortar, and floor covering of polymeric mortar

and ceramic tiles [7–9, 11, 13].

Installation of the anchor bolts on the acrylic

compound was according to the technological scheme shown in Fig. 1.

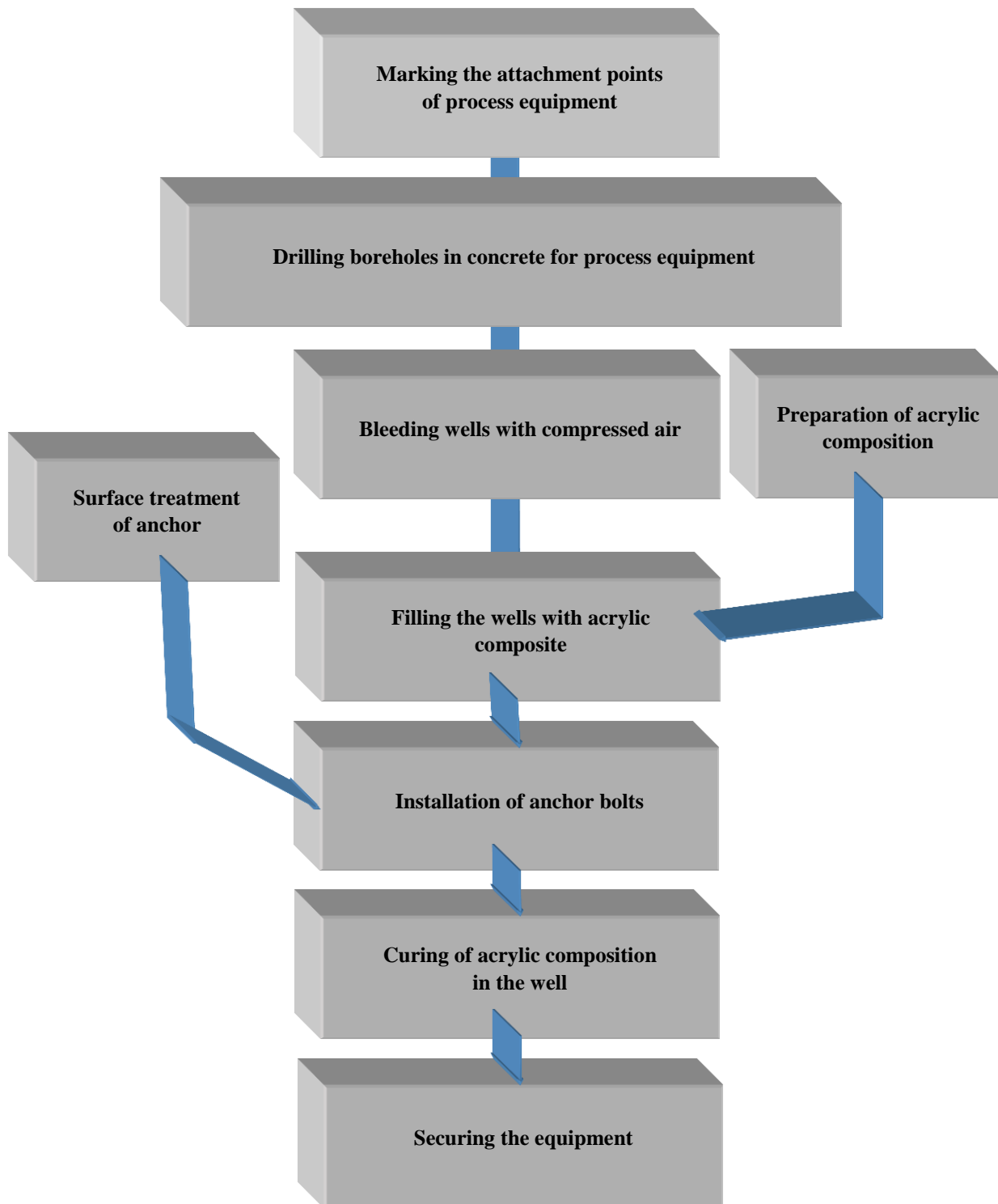


Fig. 1. Technological scheme for installation of anchor bolts for fixing process equipment

The technology of anchor installation works.

First stage: Mount and level the technological or machine tools or their supporting parts on the constructed foundation (without prior installation of bolts).

Second stage: Drill holes in the concrete through the bolt holes in the supporting parts of the equipment using mechanised tools.

We used a BOSH electric perforator [15] to drill the holes (Fig. 2).



Fig. 2. BOSH electric hammer drill

Drilling a borehole through the equipment bed is shown in Fig. 3.

The diameter of the boreholes was 2 mm larger than the anchor bolts, and the depth was $L_{bor} = 8$ dia.



Fig. 3. Drilling through the machine bed

Third stage: After drilling, clean the borehole from drilling cuttings with a specialised device using compressed air. Fig. 4 shows blowing out the borehole with compressed air using a dedicated device.



Fig. 4. Blowing out the well with compressed air using a dedicated device

Fourth stage: Preparation of acrylic composition.

The technological process of preparation of acrylic composition includes preparation, component dosing, and mixing [7–9].

The preparation of the components mainly consists of drying the filler to a humidity of no more than 1%. We take the required amount of polymer (powder), hardener (liquid), and filler into separate containers. Pour the liquid into the containers and add the powder, then stir it periodically until the powder swells in the liquid, after which introduce the filler with continuous stirring. Obtaining a one-colour mixed and uniform mass determines the moment of powder swelling in the liquid.

The mixing time of acrylic polymer mortar after the introduction of filler is 3–5 min until uniform distribution of sand grains in the volume of the mixture. The approximate swelling time of powder in liquid is about 15 min at ambient temperature from 15 to 25°C. Due to the limited technological viability of the composition, its preparation takes place after completing all works related to preparing the concrete surface for bonding.

Fifth stage: Inject the acrylic composition into the formed holes.

Sixth stage: Insert foundation bolts, made as straight, smooth rods, into the formed holes.

Seventh stage: According to the developed technological scheme, we install bolts with washers and screwed nuts in the holes. Fig. 5 shows the general view of the assembly.



Fig. 5. Installation of anchor bolt in a borehole filled with acrylic composition

Eighth stage: We tighten the bolts 24 hours after the acrylic composition cures to a value of $R_{crb} = 0.9$ (R_{crb} – calculated resistance of the bolt) (Fig. 6).



Fig. 6. General view of the compressor structure anchored to the acrylic composition

Conclusions

The field observation of the anchorages showed that using anchor bolts on an acrylic composition for fastening technological equipment ensures its reliable fixation.

At the same time, it is possible to mechanise all operations. The labour intensity of the work when making anchor connections is 0.7 person-hours/m².

Developing and implementing advanced designs of acrylic anchor bolted connections for equipment fastening is an excellent reserve for increasing the materials' strength, labour intensity, and wear resistance, reducing the duration and cost of construction and installation works, and reconstruction of industrial enterprises. Compared to traditional ones, it has significant advantages, as it simplifies and speeds up the design of foundations for equipment, reduces the labour intensity, cost, and duration of anchoring and installation of equipment, and allows for installing foundations in a short time before the equipment arrives at the site.

References

1. Zolotov S.M. Influence of the properties of the adhesive layer on the stress-strain state of the joint during adhesive anchoring of steel rods in concrete / S. M. Zolotov, O. M. Pustovoytova, L. V. Trykoz, S. M. Kamchatna, S. A. Savisko // Collection of scientific works of the Ukrainian State University of Railway Transport. 2023 - Issue 205 - P. 51-60.
2. Shutenko L.M. Fastening of technological equipment and metal structures to foundations and labour safety: monograph / L.M. Shutenko, M.S. Zolotov, V.O. Sklyarov, Y.O. Serikov et al: KHNUMG, 2008. - 285 c.
3. Design and calculation of steel-iron connections with concrete: textbook / S.M. Zolotov, O.M. Pustovoytova, P.M. Firsov ; Kharkiv National University of Municipal Economy named after A.N. Beketov - Kharkiv: KhNUMH named after A.M. Beketov, 2023. 187 p.

4. Zolotova N. M. Advantages of using chemical anchors on acrylic compositions for fastening technological equipment / N.M. Zolotova, V.O. Sklyarov, O.Y. Suprun // Collection of scientific works of UkrDUZT, Issue 183 - Kharkiv, 2019.
5. Suprun O.Y. Zolotova N.M., Short-term strength of anchor screws on modified acrylic adhesives / V.O. Sklyarov, N.M. Zolotova, O.Y. Suprun // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 2019. - Vol. 708(1). - 6
6. Barnat J. The Shear Strength of Epoxy Adhesive Used for Chemical Anchors / J. Barnat, M. Bajer // Advanced Materials Research. - 2015. - Volume 1122. - Pp. 278-281.
7. Cattaneo S. Adhesive anchors in high performance concrete / S. Cattaneo, G. Muciaccia // Materials and Structures. - 2016. - Volume 49. - Issue 7. - Pp. 2689-2700.
8. Elfgren L. Anchor bolts in concrete structures / L. Elfgren, R. Eligehausen, J. G. Rots // Materials and Structures, 2001. - Volume 34. - No 242. - Pp. 451-457.
9. Gesoğlu M. Modeling and analysis of the shear capacity of adhesive anchors post-installed into uncracked concrete / M. Gesoğlu, E. M. Güneyisi, E. Güneyisi // Composites Part B : Engineering. - 2014. - Volume 60. - Issue null. - 716-724.
10. Pocius A. V. Adhesion and adhesives technology : An Introduction / A. V. Pocius. - 2nd ed. - Munich : Hanser gardner publications, 2002. - 319 p.
11. Yilmaz S. Tensile behavior of post-installed chemical anchors embedded to low strength concrete / S. Yilmaz, M. Ali Özen, Ya. Yardim // Construction and Building Materials, 2013. - Volume 47. - Issue null. - P. 861-866.
12. Potsius A. Glues, adhesion, gluing technology / A. Potsius ; translated from English by Y. A. Garashchenko ; ed. by G. V. Komarov. - K.-Pb. : Profession, 2016. - 384 c.
13. Technology and organisation of work on the connection of building structures with acrylic compositions : monograph / N. M. Zolotova, V. O. Skliarov, O. Y. Suprun ; Kharkiv National University of Urban Economy named after A. M. Beketov - Kharkiv: KhNUMH named after A.M. Beketov, 2019. 136 p.
14. Zolotova N.M., Suprun O.Y. Modern technologies for applying acrylic composition to the surface of concrete for connecting building structures Scientific and technical collection "Municipal Economy of Cities" Vol. 1 No. 175 (2023): series: technical sciences and architecture.
15. Professional power tools. BOSH product catalogue. - 2012. - 416 p.

Література

1. Золотов С. М. Вплив властивостей клеювого шару на напружено-деформований стан з'єднання при клеювому анкеруванні сталевих стрижнів у бетон / С. М. Золотов, О. М. Пустовойтова, Л. В. Трикоз, С. М. Камчатна, С. А. Савісько // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. - 2023. - Випуск 205. - С. 51-60.
2. Шутенко Л. М. Кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів та безпека праці : монографія / Л. М. Шутенко, М. С. Золотов, В. О. Склярів, Я. О. Сериков та ін. - Харків : ХНАМГ, 2008. - 285 с.
3. Проектування та розрахунок сталеклеювих з'єднань з бетоном : навч. посіб. / С. М. Золотов, О. М. Пустовойтова, П. М. Фірсов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. - Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. - 187 с.
4. Золотова Н. М. Переваги використання хімічних анкерів на акрилових композиціях для кріплення технологічного устаткування / Н. М. Золотова, В. О. Склярів, О. Ю. Супрун // Збірник наукових праць УкрДУЗТ., Вип. 183- Харків, 2019. - С. 87-95.
5. Suprun O.Y. Zolotova N.M., Short-term strength of anchor

- screws on modified acrylic adhesives / V.O. Sklyarov, N.M. Zolotova, O.Y. Suprun // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 2019. - Vol. 708(1). - 6
6. Barnat J. The Shear Strength of Epoxy Adhesive Used for Chemical Anchors / J. Barnat, M. Bajer // Advanced Materials Research. – 2015. – Volume 1122. – P. 278–281.
7. Cattaneo S. Adhesive anchors in high performance concrete / S. Cattaneo, G. Muciaccia // Materials and Structures. – 2016. – Volume 49. – Issue 7. – P. 2689–2700.
8. Elfgren L. Anchor bolts in concrete structures / L. Elfgren, R. Eligehausen, J. G. Rots // Materials and Structures, 2001. – Volume 34. – No 242. – P. 451–457.
9. Gesoğlu M. Modeling and analysis of the shear capacity of adhesive anchors post-installed into uncracked concrete / M. Gesoğlu, E. M. Güneyisi, E. Güneyisi // Composites Part B : Engineering. – 2014. – Volume 60. – Issue null. – P. 716–724.
10. Pocius A. V. Adhesion and adhesives technology : An Introduction / A. V. Pocius. – 2nd ed. – Munich : Hanser gardner publications, 2002. – 319 p.
11. Yilmaz S. Tensile behavior of post-installed chemical anchors embedded to low strength concrete / S. Yilmaz, M. Ali Özen, Ya. Yardim // Construction and Building Materials, 2013. – Volume 47. – Issue null. – P. 861–866.
12. Поциус А. Клеи, адгезия, технология склеивания / А. Поциус ; пер.с англ. Ю. А. Гаращенко ; под ред. Г. В. Комарова. – К.-Пб. : Профессия, 2016. – 384 с.
13. Золотова Н.М., Супрун О.Ю. Сучасні технології нанесення акрилової композиції на поверхню бетону для з'єднання будівельних конструкцій Науково-технічний збірник "Комунальне господарство міст" том 1 № 175 (2023): серія: технічні науки та архітектура.
14. Технологія та організація виконання робіт із з'єднання будівельних конструкцій акриловими композиціями :

- монографія / Н. М. Золотова, В. О. Склярів, О. Ю. Супрун; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 136 с.
15. Професійний електроінструмент. Каталог продукції фірми BOSCH. – 2012. – 416 с.

Reviewer: Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Head of the Department of Materials Science and Engineering of Composite Structures Andrii Kondratiev, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine.

Author: ZOLOTOVA Nina

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Technology and Organisation of Construction Production

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

E-mail – nina.zolotova@kname.edu.ua

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1802-8584>

Author: SUPRUN Oleh

Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Technology and Organisation of Construction Production

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

E-mail – Oleg.Suprun@kname.edu.ua

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1259-4769>

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ УСТАНОВЛЕННЯ АНКЕРНИХ БОЛТІВ НА АКРИЛОВИХ КОМПОЗИЦІЯХ ПІД ЧАС МОНТАЖУ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ

Н.М. Золотова, О.Ю. Супрун

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

У статті розглянуто та вдосконалено технологію виконання анкероустановлювальних робіт на зведеному фундаменті з використанням сучасного обладнання та технологічні рішення для нанесення акрилової композиції, склад якої розроблено в Харківському національному університеті міського господарства імені О.М. Бекетова. Досвід і застосування технології використання цієї акрилової композиції, накопичений вченими ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, свідчить про те, що вона має переваги перед вже наявними, не поступаючись їм за адгезійними та когезійними властивостями.

Теоретичні та експериментальні дослідження з'єднань бетонів акриловими композиціями показали, що такі з'єднання мають високу міцність і корозійну стійкість при різних видах впливу навантажень і агресивних середовищ.

У статті особлива увага приділяється організаційно-технологічним рішенням виконання анкероустановлювальних робіт з використанням акрилової композиції для отримання більш ефективного кріплення технологічного обладнання в цехах заводів. Було встановлено, що конструкція анкерних з'єднань з використанням акрилових складів має певні переваги. Вартість і трудомісткість робіт зі встановлення анкерів нижчі, ніж із використанням інших полімерних композицій.

Розроблену авторами технологію з'єднання бетонних елементів на акрилових композиціях було використано для кріплення технологічного устаткування в цеху заводу металопластикових конструкцій авторизованого партнера фірми REHAU (м. Харків). Натурне спостереження за станом анкерних кріплень показало, що застосування анкерних болтів на акриловій композиції для кріплення технологічного устаткування забезпечує його надійне кріплення.

Як порівняти з традиційною технологією кріплення технологічного обладнання, запропонована технологія має значні переваги, оскільки спрощує і прискорює проєктування фундаментів під обладнання, знижує трудомісткість, вартість і тривалість робіт із кріплення і монтажу обладнання, дозволяє встановлювати обладнання на об'єкті в стислі терміни до прибуття.

Ключові слова: акрилова композиція, анкерний болт, технологічне обладнання, бетон, свердловина, компресор, перфоратор, фундамент.