которого происходило в воздушных условиях (в возрасте 1 суток – в 1,94 – 2,12 раза); равняется прочности на сжатие бетона, твердение которого происходило в нормальных условиях.

Ключевые слова: тепловая обработка, бетон, прочность на сжатие, водопоглощение.

Kugaevska T.S., Shulgin V.V., Sopov V.P.
ANALYSIS OF STRENGTH OF CONCRETE WITH A SOFT REGIME THERMAL PROCESSING BY HEATING AIR. Thermal treatment of waterproofed cubes from heavy concrete with the use of heated air is carried out under

the following conditions: the duration of heat treatment of concrete with heated air is 3 hours; the total duration of hardening of the samples in the laboratory chamber was 21 hours. It was found that the compressive strength of concrete aged 28 days in 1,02 - 1,03 times exceeds the compressive strength of concrete, the hardening of which occurred in air conditions (at the age of 1 day - in 1,94 - 2,12 times); equal to the compressive strength of concrete, the hardening of which occurred under normal conditions.

Keywords: heat treatment, concrete, compressive strength, water absorption.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-185-192

УДК 691.58.688.3

Золотов С.М., Фірсов П.М.

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
(вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, Україна; e-mail: pavelfirsov1991@gmail.com)*

ВИТРИВАЛІСТЬ МОДИФІКОВАНИХ КЛЕЙОВИХ З'ЄДНАНЬ ПРИ БАГАТОРАЗОВО ПОВТОРЮВАНИХ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Наводяться результати експериментів по визначенню міцності клейового кріпильного вузла на акрилових модифікованих клеях в разі багаторазово повторюваних динамічних навантажень. Детально описано методи випробувань клейових сталобетонних з'єднань на втомну міцність. Одночасно в рамках експерименту проведені дослідження по визначенню впливу товщини клейового шару на втомну міцність клейового сталобетонного з'єднання на акрилових модифікованих композиціях. Результати даних експериментальних досліджень можуть бути використані для розробки вузлів кріплення виробничого обладнання та технологічних ліній підприємств, а також для подальшого поліпшення складів полімерних клейових матеріалів, широко використовуваних в промисловому і цивільному будівництві.

Ключові слова: безанкерне кріплення, бетон, акриловий модифікований клей, втомна міцність з'єднання, руйнування, тип навантаження.

Вступ. Основними видами кріплень промислового технологічного обладнання і виробничих ліній в наш час є зварні, болтові і анкерні з'єднання. Альтернативним з'єднанням є безанкерний спосіб кріплення. Кріплення за цим способом здійснюється шляхом приклеювання кріпильних вузлів або опорних частин технологічного обладнання безпосередньо до попередньо підготовленої (обробленої) поверхні бетону. Для цього з'єднання використовують будь-які клеї, що володіють необхідною адгезією до бетону і сталі, а також високими фізико-механічними характеристиками.

Основний матеріал в таких з'єднаннях – епоксидні і акрилові клейові композиції, так як вони за своїми властивостями відповідають всім необхідним вимогам, що пред'являються до клеїв для створення надійних, високоміцних сталеклейових кріплень [1-3].

Необхідною умовою успішного застосування безанкерних клейових сталобетонних з'єднань з використанням акрилових композицій є комплексне рішення науково-дослідницької проблематики, що включає дослідження їх короткочасної, тривалої і втомної міцності, їх проектування, питання технології їх улаштування (зокрема приклеювання сталевих вузлів до

поверхні бетону для кріплення обладнання і різних інженерних комунікацій), дослідно-промислово перевірку в умовах виробництва.

На підставі аналізу виконаних раніше досліджень конструкцій безанкерних кріплень технологічного обладнання та інженерних комунікацій, співробітниками кафедри теоретичної і будівельної механіки спільно з кафедрою будівельних конструкцій Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова, розроблена технологія і рекомендації для улаштування даних кріплень на модифікованих акрилових клеях [4]. Технологічний процес приклеювання кріпильних вузлів і опорних частин обладнання виконується безпосередньо після очищення поверхонь стали і бетону і приготування клею.

В наукових роботах [5, 6] розглянуті загальні питання улаштування і міцності безанкерних кріплень на основі клейових з'єднань сталь-бетон і узагальнено досвід їх застосування, що показує явну перспективність такого способу кріплення технологічного обладнання та інженерних комунікацій в порівнянні з традиційним способом анкерування фундаментних бетонів і закладення випусків арматури закладних деталей. До даного способу установки кріпильних вузлів відносять ряд певних переваг, які полягають в тому, що для їх установки не потрібні значні трудові витрати для улаштування з'єднань, розбирання бетону, буріння свердловин, улаштування хомутів і т.п., чим досягається істотна економія коштів і трудовитрат. Це особливо актуально у випадках інженерного переобладнання промислових підприємств, де необхідно провести велику кількість кріплень і монтажних процесів в короткі тимчасові рамки.

Результати експериментів по визначенню міцності кріплення технологічного обладнання в разі приклеювання сталевих пластин до поверхні бетону модифікованими акриловими клеями на основі поліметилметакрилату (ПММА), або в разі анкерування, наведені в наукових роботах Золотова М.С., Фірсова П.М., Гарбуз А.О., Золотова С.М [7,8]. У цих статтях опрацьовані теоретико-методологічні та методичні

підходи щодо визначення міцності модифікованих акрилових композицій в залежності від типу існуючого або запроектованого кріпильного вузла.

Проблематика впливу геометричних характеристик клейового з'єднання, фізико-механічних властивостей бетону, характеру підготовки бетону до склеювання на міцність адгезії з'єднань на акрилових композиційних матеріалах була досліджена в ряді робіт Золотова М.С., Бабаєва В.М., Склярєва В.О., Золотова С.М [9, 10].

У наукових роботах Ru-XiangCheng [11] порушені питання міцності адгезії акрилових композицій з бетонними, сталевими і дерев'яними основами при різних температурних умовах. Дані дослідження показали, що міцність даного виду клею може змінюватися в широких межах, шляхом введення (додавання) модифікуючих добавок.

Іноземні вчені Martinez M., Abenojar J., Pantoja M. [12-14], Yanmei Wang [15] детально досліджували вплив вологості і температури на механічні властивості модифікованих складів акрилових та епоксидних композицій, а також їх полімеризацію з різними сучасними добавками в структурі.

Отже, виходячи з вищевикладеного матеріалу, у зв'язку зі створенням безанкерного способу кріплення технологічного обладнання за допомогою поверхневого приклеювання акриловими модифікованими композиціями кріпильних вузлів та/або безпосередньо опорних частин обладнання до фундаментів, залізобетонних плит перекриття, бетонних підлог і т.п., виникає реальна необхідність перевірки клейового сталевобетонного з'єднання на витривалість у випадку багаторазових динамічних навантажень. Так як при кріпленні технологічного обладнання зазначеним способом товщина клейового шару може змінюватися в широких межах, то також виникає необхідність одночасно дослідити вплив товщини клейового шару на втомну міцність клейового сталевобетонного з'єднання.

Матеріали і методи досліджень. Наведені у наукових статтях [16, 17] результати експериментальних досліджень стати-

чної міцності клейових сталобетонних з'єднань на акрилових модифікованих клеях при різних видах навантажень (відрив, зсув і т.п.) та класу бетону показали, що їх міцність визначається міцністю бетону. Тому можна припустити, що втомна міцність клейового сталобетонного з'єднання на акрилових модифікованих клеях також може залежати від межі витривалості бетону, що застосовується у даному з'єднанні. Крім того, дослідження Бергена Р.І. [18, 19], Красуліна Н.Н. [20], Козлова П.М. [21], Мікульського В.Г. [22], Ужакова К.М. [23] із визначення в томної міцності клейових з'єднань бетонів з епоксидним клеями показали, що вона визначається саме міцністю бетону.

Випробування зразків клейового без анкерного з'єднання проводилися на розривних машинах марок МР-1000 та ЦДМ 10-ПУ в лабораторії кафедри будівельних конструкцій Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова.

Отримані дані теоретичних розрахунків і експериментальних даних підтверджуються повторенням і узгодженістю результатів багатопланового експерименту, які були проведені в однакових умовах, стандартними і оригінальними методами фізико-механічних випробувань, а також комплексом сучасних методів математичного аналізу.

Мета дослідження. Основною метою даної наукової роботи є випробування якісно нової акрилової композиції для промислового склеювання матеріалів, а також детальний розгляд питання витривалості модифікованих клейових з'єднань при багаторазово повторюваних динамічних навантаженнях, що моделюються в лабораторних умовах.

Результати досліджень. Згідно із ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції» в разі розрахунку залізобетонних конструкцій на витривалість відповідні розрахункові опори бетону обчислюються з урахуванням коефіцієнта ε_b , який залежить від характеристики циклу напружень в бетоні

$$\rho_b = \frac{\sigma_{b,\min}}{\sigma_{b,\max}}, \text{ або коефіцієнта асиметрії циклу.}$$

клу.

Даним експериментом передбачалося встановити можливість використання коефіцієнта ε_b і в разі розрахунку клейового сталобетонного з'єднання на витривалість. Тому при проведенні експериментального дослідження втомна міцність клейового з'єднання приймалася ідентичною до міцності бетону при багаторазово повторюваних навантаженнях, що розраховуються на витривалість, і відповідно з ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції» вона визначалася за формулою:

$$\sigma_z = k_{одн} \times \varepsilon_b \times R_{кл}, \quad (1)$$

де: σ_z – межа витривалості експериментальних зразків клейового з'єднання; ε_b – коефіцієнт для визначення розрахункового опору бетону при розрахунку на витривалість, який дорівнює 1,025; 1,10 та 1,175 відповідно при поточних значеннях $\rho_b = 0,15$; 0,30 та 0,45, що були прийняті в експерименті; $k_{одн}$ – коефіцієнт однорідності клейового з'єднання за даними випробувань на статичну міцність; $R_{кл}$ – межа міцності зразків клейового з'єднання при рівномірному відриві.

Також визначався вплив товщини клейового шару на витривалість досліджуваного з'єднання. В рамках поточного експерименту товщина клейового шару $\delta_{кл}$ приймалася від 2 до 16 мм. Такі величини $\delta_{кл}$ найбільш характерні для закріплення технологічного обладнання за допомогою поверхневого приклеювання їх опорних частин та кріпильних вузлів до фундаментів або інших будівельних конструкцій.

Для проведення дослідження були виготовлено три партії експериментальних зразків. Кожна партія складалася з чотирьох серій, кожна з яких мала по шість зразків клейового з'єднання сталь-бетон. Зразок клейового з'єднання включав сталеві пластини розміром 80×80×12 мм, які були наклеєні на протилежні сторони бетонного куба (рис. 1).

Рис. 1. Схема випробування зразків клейового з'єднання на багаторазове динамічне навантаження рівномірним відривом: 1 – бетонний зразок (куб); 2 – сталева пластина; 3 – шар акрилового клею.

Бетонні куби виготовлялись розміром $200 \times 200 \times 200$ мм із бетону класу С16/20. Товщина клейового шару в першій партії зразків складала 2 мм, у другій партії – 8 мм, у третій партії – 16 мм.

Для утворення клейового з'єднання приймалася рекомендована авторами акрилова композиція модифікованого складу [24, 25]. Дана композиція суттєво відрізняється від подібних аналогів, тим що в якості очищеного від стабілізатора акрилового мономеру містить метилметакрилат, а в якості полімеру акрилового ряду – емульсійний поліметилметакрилат при наступному співвідношенні компонентів мас. %:

- очищений від стабілізатора метилметакрилат - 31,0-30,2;
- емульсійний поліметилметакрилат - 34,5-34,8;
- затверджувач - 0,69-0,66;
- прискорювач полімеризації - 2,11-2,14;
- кварцовий пісок - залишок.

Розроблена акрилова композиція при використанні в якості клею якісно забезпечує підвищення адгезійного контакту металу з бетоном при зменшенні товщини закладного металевих елементів в вузлах безанкерного кріплення, яке призводить до підвищення надійності несучих конструкцій будівель і споруд при зниженні матеріаломісткості і собівартості в технології будівельного виробництва. Також, застосування даної поліпшеної акрилової композиції для безанкерного з'єднання металу з бетоном дозволяє істотно збільшити рівень руйнівного напруження клейового шва умовах дії зусиль рівномірного відриву при зменшенні товщини металевих закладних пластини.

Перші серії зразків кожної партії були використані для визначення статичної міцності клейових з'єднань при впливі рівномірного відриву. При обробці результатів випробувань використовувалися стандартні статистичні методи, які застосовуються при дослідженні міцності бетону [26]. Руйнування клейових з'єднань в усіх партіях відбувалося по бетону.

Решта інших серій були піддані багаторазовим динамічним навантаженням. Друга серія кожної партії випробувалась при $\rho_b = 0,15$; третя – при $\rho_b = 0,30$; четверта - при $\rho_b = 0,45$.

Зразки клейових з'єднань, які були підготовлені під випробування на багаторазове динамічне навантаження, приведені на рис. 2.

Випробування зразків клейового з'єднання проводилися на розривній машині марки ЦДМ 10-ПУ. Число циклів навантаження в хвилину - 1000. Така частота навантажень були прийнята з урахуванням динамічних характеристик обладнання, яке рекомендується до закріплення за допомогою поверхневого приклеювання. Крім того, враховувалися дані попередніх наукових досліджень [27, 28] де було експериментально доведено, що при 200-1000 циклах навантажень в хвилину швидкість навантаження не впливає на межу витривалості бетону.

Рис. 2. Зразки клейових з'єднань при випробуваннях на витривалість при багаторазових динамічних навантаженнях.

Величини максимальних навантажень циклу P_{max} згідно із (1) дорівнювали 1,9 тс (16,67 кН); 1,85 тс (18,14 кН) та 2,0 тс (19,61 кН) відповідно при ρ_b рівному 0,15; 0,30 та 0,45. Величини мінімальних навантажень P_{min} відповідно дорівнювали 0,26 тс (2,54 кН); 0,55 тс (5,39 кН) та 0,9 тс (8,82 кН).

Після 2×10^6 циклів навантаження руйнування зразків клейового з'єднання не відбулося. Після випробувань клейових зразків на витривалість при всіх прийнятих значеннях циклу напружень ρ_b вони були зруйновані статичним навантаженням з метою визначення межі міцності. Руйнування відбувалося по бетону (рис. 3).

Дані поточних випробувань і результати статистичної обробки результатів наведені в таблиці 1.

Рис. 3. Характер руйнування зразків клейових з'єднань після випробувань на багаторазове динамічне навантаження рівномірним відривом.

Таблиця 1 - Результати випробувань клейових зразків на витривалість при багаторазово повторюваних навантаженнях

Статичні показники	Статична міцність клейового з'єднання, МПа	Залишкова міцність клейового з'єднання, МПа, після 2×10^6 циклів навантаження при значеннях ρ_b		
		$\rho_b = 0,15$	$\rho_b = 0,30$	$\rho_b = 0,45$
При товщині клейового шару $\delta_{кл} = 2$ мм				
Середнє значення	3,43	3,01	3,09	3,14
Зниження міцності	-	На 12%	На 9,7%	На 8,2%
При товщині клейового шару $\delta_{кл} = 8$ мм				
Середнє значення	3,40	3,01	3,16	3,20
Зниження міцності	-	На 11,4%	На 7,0%	На 5,9%
При товщині клейового шару $\delta_{кл} = 16$ мм				
Середнє значення	3,39	3,07	3,17	3,26
Зниження міцності	-	На 10,1%	На 7,0%	На 4,6%

Висновки. Аналіз результатів дослідження показує, що статична міцність зразків, які пройшли випробування на витривалість, або так звана залишкова міцність [27, 28], при всіх прийнятих в експерименті значеннях товщини клейового шару виявилась нижче ніж статична міцність зразків, що була отримана за стандартною методикою (результати випробувань зразків перших серій). Характерно, що величина залишкової міцності залежить від коефіцієнта асиметрії циклу ρ_b . При збільшенні значення ρ_b залишкова міцність клейових зразків наближається до статичної міцності.

Отримані результати цілком узгоджуються із результатами випробувань зразків бетону на витривалість [20, 28].

Також, експериментально доведено, що товщина клейового шару не робить істотного впливу на міцність з'єднань сталь-клей-бетон на акрилових модифікованих клеях при багаторазово повторюваних навантаженнях.

Результати даних експериментальних досліджень можуть бути використані для розробки вузлів кріплення виробничого обладнання та технологічних ліній підприємств, а також для подальшого поліпшення складів полімерних клейових матеріалів, широко використовуваних в промисловому і цивільному будівництві.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Золотов, С.М. Акриловые клеи для соединения строительных конструкций [Текст]: монография / С.М. Золотов. – Харьков: ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2016. – 185 с.
2. Золотов, С.М. Адгезионная прочность безанкерного соединения сталь-бетон на модифицированных акриловых клеях при равномерном и неравномерном отрыве [Текст] / С.М. Золотов, П.М. Фирсов П.М // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, 2015. – Вип. № 4 (82). – С. 102-106.
3. Брусенцева, Т.А. Композиционные материалы на основе эпоксидной смолы и наночастиц [Текст] / Т.А. Брусенцева, А.А. Филиппов, В.М. Фомин // Известия Алтайского государственного университета. – Барнаул: АлтГУ, 2014. – Вип. № 1 (81). – С. 25-27.
4. Золотов, С.М. Полимерные связующие, наполнители и модифицирующие добавки акриловых клеев повышенной адгезионной и когезионной прочности [Текст] / С.М. Золотов, Е.С. Скрипник, М.С. Золотов // Комунальне господарство міст. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2013. – Вип. 110. – С. 8-16.
5. Морковська, Н.Г. Змінна інтенсивність безанкерного кріплення обладнання та інженерних комунікацій акриловими композиціями [Текст] / Н.Г. Морковська, В.О. Склярів, Є.Д. Морковська // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, 2015. – Вип. № 4 (82). – С. 93-96.
6. Золотов, М.С. Влияние конструктивных факторов крепежного узла на прочность клеевого соединения безанкерного крепления [Текст] / М.С. Золотов, П.М. Фирсов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2015. – Вип. 30 - С. 127-134.
7. Гарбуз, А.О. Анкерные соединения на акриловых клеях с повышенной адгезионной прочностью [Текст] / А.О. Гарбуз // Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве: матер. IV Украинской науч.-техн. конф. – Харьков: ХНАГХ им. А.Н. Бекетова, 1998. – С. 12-14.
8. Золотов, С.М. Реологические исследования и определение адсорбции модифицированных наполнителей метилметакрилата [Текст] / С.М. Золотов, П.М. Фирсов, К.А. Клищенко // 36. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізничн. трансп. – Харків: УкрДУЗТ, 2016 – Вип. 161. – С. 157-169.
9. Шутенко, Л.М. Кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів та безпека праці [Текст]: монографія // Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, Я.О. Серіков, В.О. Склярів. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2008. – 285 с.
10. Шутенко, Л.М. Крепление технологического оборудования коммунальных предприятий анкерными болтами на акриловых клеях [Текст] / Л.М. Шутенко, В.А. Склярів // Проблемы и перспективы развития жилищно-коммунального комплекса города: IV междунар. науч.-практ. конференция. – М.: МИКХиС, 2008. – С. 228-231.
11. Rui-Xiang Cheng. Study on bonding properties of PVC-based WPC bonded with acrylic adhesive [Text] / Rui-xiang Cheng, Li Zhang, Ying Li // Journal of Adhesion Science and

- Technology. – Aug. 2012. – Vol. 26. – Iss. 24. – P. 2729-2735.
12. Abenojar, J. Effect of moisture and temperature on the mechanical properties of an epoxy reinforced with boron carbide [Text] / J. Abenojar, M.A. Martínez, F. Velasco, J.C. del Real-Romero // Journal of Adhesion Science and Technology. – Apr. 2012. – Vol. 25. – Iss. 18. – P. 2445-2460.
13. Chamochín, R. The effect of surface treatment on the behavior of toughened acrylic adhesive/GRP (epoxy) composite joints[Text] / R. Chamochín, M. Cano, J. Abenojar, M. Pantoja, Y. Ballesteros, J.C. del Real-Romero // Journal of Adhesion Science and Technology. – Aug. 2010. – Vol. 24. – Iss. 11-12. – P. 1903-1916.
14. del Real-Romero, J.C. Adhesive bonding of aluminium with structural acrylic adhesives: durability in wet environments[Text] / J.C. del Real-Romero, M. Cano, J. Abenojar, M.A. Martínez // Journal of Adhesion Science and Technology. – Apr. 2010. – Vol. 20. – Iss. 16. – P. 1801-1818.
15. Yanmei Wang. Polymerization of epoxide with hydroxylamides as thermally latent initiators [Text] / Yanmei Wang, Mika Kimura, Atsushi Sudo // Journal of Polymer Science: Polymer Chemistry. – June 2016. – Vol. 54. – Iss. 16. – P. 2611-2617.
16. Фірсов, П.М. Експериментальні дослідження короткочасної міцності сталеклеювобезанкерного з'єднання на акрилових модифікованих композиціях / П.М. Фірсов // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізничн. трансп. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – Вип. 167. – С. 4 -17.
17. Золотов, С.М. Адгезионная прочность безанкерного соединения сталь-бетон на модифицированных акриловых клеях при равномерном и неравномерном отрыве [Текст] / С.М. Золотов, П.М. Фирсов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, 2015. – Вип. 4(82). – С. 102-106.
18. Берген, Р.И. Выносливость и ползучесть клеевых железобетонных соединений [Текст] / Р.И. Берген // Бетон и железобетон. – М.: Стройиздат, 1965. – № 6. – С. 24-28.
19. Берген, Р.И. Прочность клеевых соединений на срез [Текст] / Р.И. Берген // Бетон и железобетон. – М.: Стройиздат, 1973. – № 11. – С. 23-24.
20. Красулин, Н.Н. Восстановление железобетонных конструкций, подверженных динамическим нагрузениям [Текст] / Н.Н. Красулин, И.С. Дуров, В.И. Рак // Сб. научн. трудов «Применение полимерных смол в бетонных и железобетонных конструкциях». – Вильнюс: Вильнюсский технический университет, 1978. – С. 84-87.
21. Козлов, П.М. Применение полимерных материалов в конструкциях, работающих под нагрузкой [Текст] / П.М. Козлов. – М.: Химия, 1966. – 364 с.
22. Микульский, В.Г. Склеивание бетона [Текст] / В.Г. Микульский, В.В. Козлов. – М.: Стройиздат, 1975. – 240 с.
23. Ужаков, К.М. Прочность легкого бетона на срез при динамическом нагружении [Текст] / К.М. Ужаков// Сб. научн. трудов «Новое в технологии, расчете и конструировании железобетонных конструкций». – М.: НИИЖБ, 1987. – С. 137-139.
24. Патент на корисну модель 109770 Україна, МПК C08L 33/12 (2006.01). Акрилова композиція для безанкерного кріплення металевих конструкцій з бетоном [Текст] / С.М. Золотов, П.М. Фірсов, В.К. Жданюк, П.А. Білим; власник ХНУМГ імені О.М. Бекетова. - № 13402/ЗУ/16; заявл. 12.02.2016; опубл. 12.09.2016, Бюл. № 17. – 4 с.
25. Патент на винахід, реєстр. номер а201704337 Україна, МПК C08L 33/12 (2006.01). Акрилова композиція [Текст] / С.М. Золотов, П.М. Фірсов, В.К. Жданюк, П.А. Білим; власник ХНУМГ імені О.М. Бекетова. - заявл. 03.05.2017; опубл. 25.10.2017, Бюл. № 20. – 6с.
26. Мацеевич, Т.А. Статистические методы решения технологических задач [Текст] / Т.А. Мацеевич, В.Г. Соловьев, Л.В. Кирьянова, О.В. Александрова. – М.: НИУ МГСУ, 2015. – 153 с.
27. Каранфилов, Т.С. Обзор исследований по прочности и деформативности бетона при многократном приложении нагрузки [Текст] / Т.С. Каранфилов, Ю.С. Волков // Сб. научн. трудов «Труды Гидропроекта». – М.: НИИ Гидропроект, 1963. – Вып. 10. – С. 184-196.
28. Корчинский, И.Л. Прочность материалов при динамических нагружениях [Текст] / И.Л. Корчинский, Г.В. Беценева. – М.: Стройиздат, 1966. – 243 с.

Золотов С.М., Фирсов П.М. ВЫНОСЛИВОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ МНОГОКРАТНО ПОВТОРЯЮЩИХСЯ ДИНАМИ-

ЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ. Приводятся результаты экспериментов по определению прочности клевого крепежного узла на акриловых модифицированных клеях при многократно повторяющихся динамических нагрузках. Подробно описаны методы испытаний клеевых сталебетонных соединений на усталостную прочность. Одновременно в рамках эксперимента проведены исследования по определению влияния толщины клеевого слоя на усталостную прочность клеевого сталебетонного соединения на акриловых модифицированных композициях. Результаты данных экспериментальных исследований могут быть использованы для разработки узлов крепления производственного оборудования и технологических линий предприятий, а также для дальнейшего улучшения составов полимерных клеевых материалов, широко используемых в промышленном и гражданском строительстве.

Ключевые слова: безанкерное крепление, бетон, акриловый модифицированный клей, усталостная прочность соединения, разрушение, тип нагрузки.

Zolotov S.M., Firsov P.M. STABILITY OF MODIFIED ADHESIVE COMPOUNDS WITH MANY REPEATED DYNAMIC LOADS. The results of the experiments on determination without anchor joint strength, in the case of repeated dynamic loads with modified acrylic adhesives, are conducted. Fatigue strength of adhesive steel-concrete joints testing methods, as well as the determination of the main technological factors influence on the strength of without anchor joint on acrylic modified compositions, are described in detail. Simultaneously, within the framework of the experiment, the influence of the adhesive layer thickness on the fatigue strength of the glued steel-concrete compound on acrylic modified compositions was conducted. The obtained results of experimental research data can be used for attachment joints projecting and industrial technological lines development, as well as for further polymeric adhesive materials, widely applied in industrial and civil engineering, improvement.

Keywords: joint without anchor, concrete, modified acrylic adhesive, fatigue joint strength, destruction, type of loading.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-192-199

УДК 628.16

Волков В.Н.

*Коммунальное предприятие «Харьковводоканал»
(вул. Шевченко, 2, Харків, 61013, Україна)*

Эпоян С.М., Карагяур А.С.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: ykg.knuca@ukr.net)*

ОСОБЕННОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ МАЛОКОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СУСПЕНЗИИ ЧЕРЕЗ ПОРИСТУЮ ВОЛОКНИСТУЮ ПЕРЕГОРОДКУ

Показана перспективность применения пористых волокнистых перегородок в скорых зернистых фильтрах для доочистки. Это дает возможность повысить грязеемкость данных устройств и сократить расход воды на промывку. Усовершенствована математическая модель фильтрования малоконцентрированной суспензии через пористую волокнистую перегородку. Учтено влияние кольматации пор на извлекающую способность. Показано значительное влияние данного явления на процесс фильтрования. Обоснована целесообразность применения пористой перегородки с переменным размером пор. Изучено влияние диаметра пор и характера его распределения по толщине перегородки на продолжительность защитного действия. Проведенные теоретические исследования позволяют рассчитать рациональные значения основных параметров. Применение пористых перегородок с рациональными параметрами дает возможность увеличить продолжительность работы скорого фильтра без регенерации.

Ключевые слова: пористая волокнистая перегородка, кольматация, извлекающая способность, переменный размер пор, математическая модель.

Введение.

Фильтрование через слой зернистой загрузки широко применяется на станциях

НАУКОВИЙ ВІСНИК БУДІВНИЦТВА, Т. 91, №1, 2018