

- «Современный автоклавный газобетон». Санкт-Петербург, 2015. С. 8-13.
7. Червяков Ю. Ячеистый бетон – эффективный стеновой материал. *Строительные материалы и изделия*. 2008. №6 (52). С. 35-36.
 8. Вишневецкий А. А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Текущее состояние рынка АГБ на 2019-2020 год. *Сборник докладов V НПК «Современный автоклавный газобетон»*, Пятигорск. 2019. С. 8-12.
 9. Рудченко Д. Г. Теоретические предпосылки использования комплексной активной минеральной добавки в технологии автоклавного газобетона. *Збірник наукових праць. Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, 2020. Т. 100. № 2. С. 201-209.
 10. Рудченко Д.Г., Дюжилова Н.О, Сердюк В.Р. Оцінка можливості застосування доменних гранулованих шлаків в технології виробництва автоклавного газобетону. *Вісник ОДАБА*. 2020. Вип. №79. С. 117-126.
 7. Chervyakov Yu. Yacheistyiy beton – effektivniy stenovoy material. *Stroitelnyie materialy i izdeliya*. 2008. №6 (52). С. 35-36.
 8. Vishnevskiy A.A., Grinfeld G.I., Smirnova A.S. Tekushee sostoyanie ryinka AGB na 2019-2020 god. *Sbornik dokladov V NPK «Sovremennyiy avtoklavniy gazobeton»*, Pyatigorsk. 2019. С. 8- 12.
 9. Rudchenko D. G. Teoreticheskie predposylki ispolzovaniya kompleksnoy aktivnoy mineralnoy dobavki v tehnologii avtoklavnogo gazobetona. *ZbIrnik naukovih prats. Naukoviy vIsnik budIvnitstva*. HarkIv: HNUBA, 2020. T. 100. № 2. С. 201-209.
 10. Rudchenko D.G., Dyuzhilova N.O, Serdyuk V.R. OtsInka mozhlivostI zastosuvannya domennih granulovanih shlakIv v tehnologIyi virobnitstva avtoklavnogo gazobetonu. *VIsnik ODABA*. 2020. Vip. №79. С. 117-126.

Serdyuk V.R., Rudchenko D.G. CURRENT TRENDS IN THE PRODUCTION OF AUTOCLAVE AERATED CONCRETE. The purpose of the article is to analyze the main trends in the production of autoclaved aerated concrete (AGB). The paper shows the main areas of application of aerated concrete and its products in the construction of low-rise housing. The data are presented, which reflect the relative volumes of aerated concrete production in m³ per thousand people. per year in some European countries. The results of the formation of the subsector of aerated concrete production in some CIS countries are presented. The structure of aerated concrete in terms of density and strength of the leading European companies-manufacturers AGB and some post-Soviet countries of the CIS is shown. The analysis of the structure of wall materials is given on the example of Germany. Along with the use of AGB, effective ceramics, silicate bricks and other wall materials are widely used. The experience of production of AGC by Aeroc, which produces in the post-Soviet space the lightest structural and heat-insulating aerated concrete with a density of 300 kg / m³ with a compressive strength of at least 2.5 MPa, is generalized. The main share of AGB wall blocks produced by this company corresponds to the density mark D400 and is 63%. The relative volume of AGB production in Ukraine is 92 m³ per thousand people. per year, which corresponds to approximately the average of European countries. Ukraine, according to the total production of AGB after Russia, Turkey and Poland ranks 4th in Europe.

Key words: autoclaved aerated concrete, production dynamics, comparison of production volumes, European companies, technology improvement.

doi.org/10.29295/2311-7257-2021-103-1-243-249

УДК 691.322

Берестянська С.Ю., Галагура Є.І., Ковальов М.О., Кравців Л.Б.

Український державний університет залізничного транспорту

(пл. Фейєрбаха, 7, Харків, 610050, Україна; e-mail: s.berestyanskaya@gmail.com, evgeniygalagurya@gmail.com, kovalev_bmg@kart.edu.ua, kravtsiv_bmg@kart.edu.ua; orcid.org/0000-0002-4111-3138; orcid.org/0000-0002-3075-8651; orcid.org/0000-0003-2104-3061; orcid.org/0000-0003-4632-6148)

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ОПОРУ ФІБРОБЕТОННИХ ПРИЗМ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ТЕМПЕРАТУРНИЙ ВПЛИВ

У статті, на підставі аналізу літературних джерел, зроблено висновок про недостатню вивченість характеру руйнування фібробетону, який зазнає дію високих температур. Метою даної роботи є встановлення характеру руйнування фібробетону, який зазнав дію високих температур, та систематизація досліджень з метою спрощення розрахунків і приведення їх до загально визнаної методики шляхом введення відповідних коефіцієнтів. Зроблено планування експерименту, яке дозволило визначити кількість необхідних зразків для отримання адекватних результатів. Детально описано склад зразків, їх підготовка, та хід самих випробувань.

Аналіз результатів випробувань дозволив запропонувати методику розрахунків бетонних конструкцій, що зазнавали дію високих температур на фібробетонні конструкції. Для цього визначено коефіцієнти умов роботи фібробетонів з базальтовою та сталеву фібрами, а також проведено співставлення отриманих результатів з існуючими даними. За даними експериментальних досліджень отримано розрахунковий опір фібробетонних зразків в залежності від температури.

Ключові слова: фібра, фібробетон, температурний вплив, розрахунковий опір, фіброві деформації.

Вступ. Останнім часом широкого розповсюдження набувають дисперсно-армовані матеріали, які являють собою різновидність композитних матеріалів. Цей спосіб впливу на властивість матеріалу не є новим. Різноманітні добавки до бетонної суміші почали використовуватись ще з середини ХІХ сторіччя. Їх метою було посилення міцнісних та естетичних властивостей бетону. Додавання різних добавок, у тому числі фібр, до бетонної суміші мають на меті зміну певних властивостей матеріалу, зокрема поліпшення експлуатаційних властивостей конструкції [1-3]. Фіброві добавки можуть бути різними за матеріалом, розміром, формою, вмістом, способом додавання до бетонної суміші, тощо. Всі ці фактори значно впливають на фізико-механічні, деформативні та інші властивості конструкцій [4-8].

Актуальність досліджень. Конструкції, виготовлені із бетону знайшли розповсюдження у всіх галузях будівництва, але кожна галузь має до конструкції відповідні вимоги. Крім того, конструкції повинні відповідати вимогам протипожежної безпеки. Для того, щоб спроектувати конструкцію з заданими властивостями необхідно мати математичний апарат, який дозволив би, змінюючи різні фактори отримувати матеріал з відповідними характеристиками. Аналіз останніх публікацій показав, що різними авторами були проведені дослідження по визначенню процентного або масового впливу фібри та її розмірів на міцнісні та деформативні властивості при різних видах деформацій [7-10]. Метою даної роботи є встановлення характеру руйнування фібробетону, який зазнав дію високих температур, та систематизація досліджень з метою спрощення розрахунків і приведення їх до загальноновизнаної методики шляхом введення відповідних коефіцієнтів.

Планування експерименту. Планування експерименту це процедура вибору кількості умов проведення дослідів, необхідних і достатніх для вирішення поставленої задачі. Воно пов'язане з розробкою та дослідженням математичної моделі об'єкту дослідження. Проведення дослідження можна уявити як вплив декількох факторів (в нашому випадку це клас бетону, види фібрового армування, температура). В результаті роботи об'єкта (математична модель), отримуємо відгук системи, то б то результат експерименту. Кожне значення, що приймає фактор назвемо рівнем фактору (р). Якщо перебрати всі можливі набори станів, отримаємо повне число дослідів.

Якщо врахувати всі можливі стани, отримаємо повну кількість дослідів:

$$N = p^k \times n = 72, \quad (1)$$

де $p=3$ – число рівнів фактору; $k = 2$ – число факторів; $n = 8$ – число значень температури.

В нашому дослідженні розглядаємо три види армування (сталеву фібра, базальтова фібра і контрольний бетонний зразок без фібри). Залежність міцності від температури визначаємо для наступних температур: 20°C, 60°C, 90°C, 120°C, 200°C, 400°C, 600°C, 800°C. Таким чином необхідно виготовити 72 призми: 24 – зі сталеву фібру, 24 – з базальтовою фібру і 24 – без фібри.

Експериментальні дослідження фібробетонних призм. *Склад і підготовка зразків.* Склад бетонної суміші, вміст фібри та технологія виготовлення зразків детально розглянуто у [5]. Підготовка зразків до випробування здійснювалась відповідно до [11-15].

Лабораторні випробування зразків. Випробування проводилися на базі сертифікованої лабораторії кафедри «Будівельної механіки та гідравліки» Українського

державного університету залізничного транспорту. Для визначення деформації призм використовувались індикатори годинникового типу. Навантаження прикладалось з кроком 5 кН відповідно до [11] до навантаження 30% від руйнівного з вимірюванням деформацій. Далі зразок доводився до руйнування.

В результаті випробовування отримані граничні деформації та руйнівне навантаження бетонних і фібробетонних призм при різних температурах. На рис. 1-3 показано зразки після випробувань при різних температурах, з яких видно, що характер руйнування не залежить від виду фібрового армування та температури і полягає у появі поздовжніх тріщин.

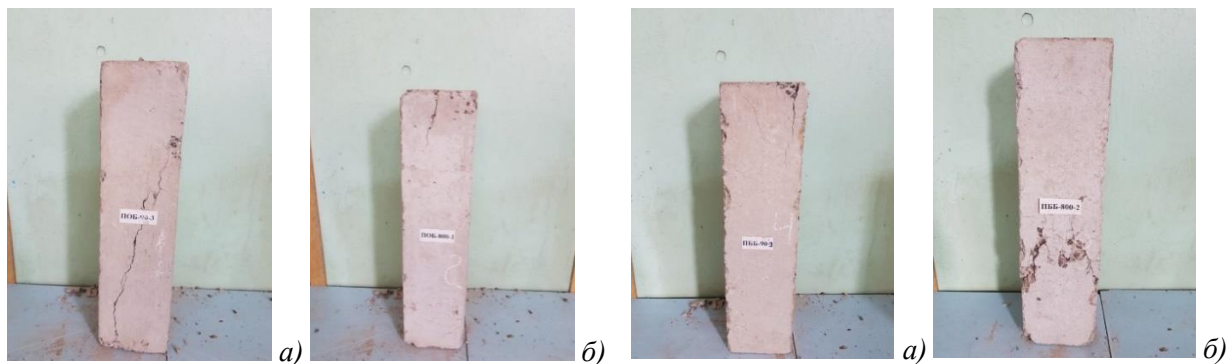


Рис. 1. Зразки зі звичайного бетону після випробування: а) при температурі 90°C, б) при температурі 800°C

Рис. 2. Зразки бетону з базальтовою фіброю після випробування: а) при температурі 90°C, б) при температурі 800°C



Рис. 3. Зразки бетону зі сталевою фіброю після випробування: а) при температурі 90°C, б) при температурі 800°C.

Аналіз проведених досліджень. На підставі проведених експериментальних досліджень отримано значення фібрових деформацій для різних температур і для різного складу бетонної суміші. Результати досліджень представлено на рис. 4.

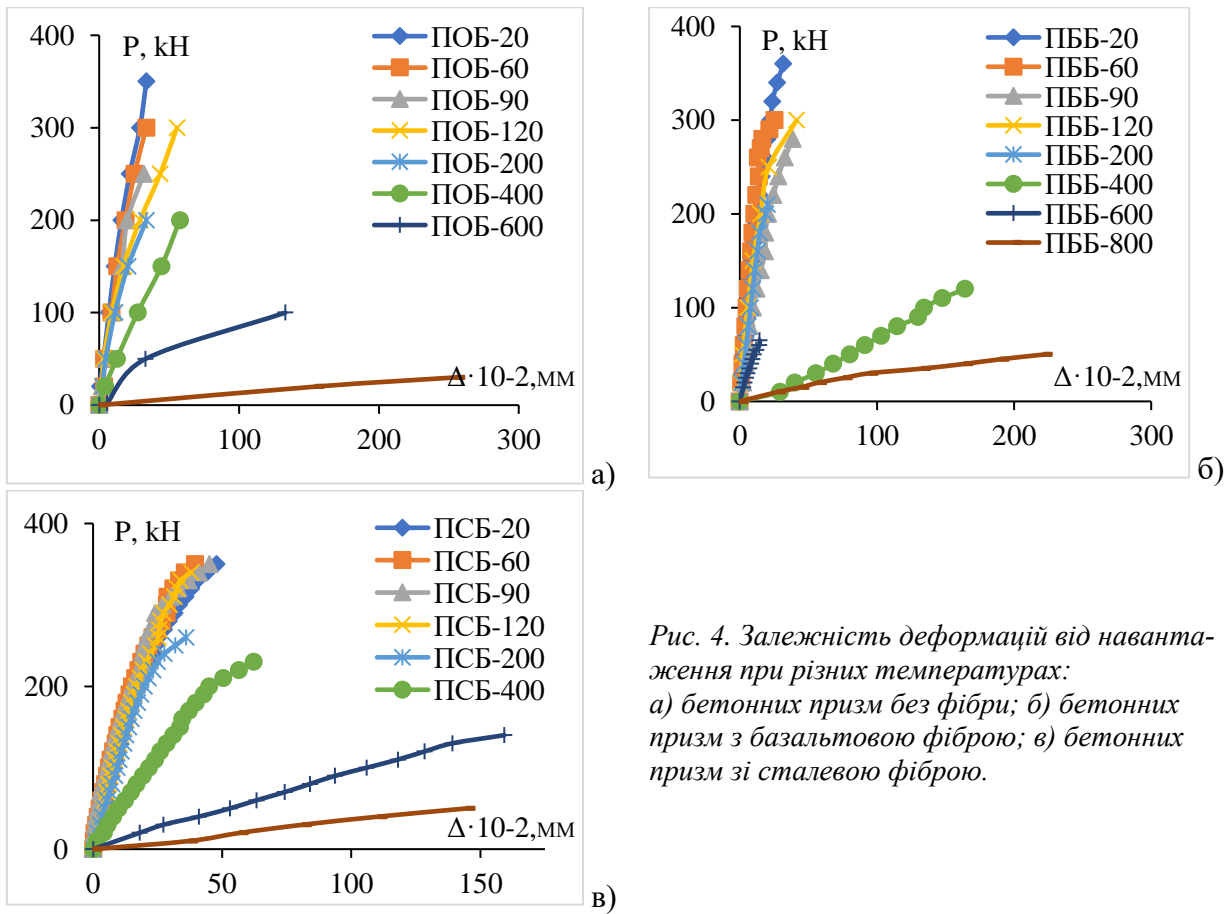


Рис. 4. Залежність деформацій від навантаження при різних температурах: а) бетонних призм без фібри; б) бетонних призм з базальтовою фіброю; в) бетонних призм зі сталевую фіброю.

Проаналізувавши залежності на рис.4 можна зробити висновок, що при незначних температурах, до 400°C , для зразків з додаванням фібри, відмічається незначне збільшення фібрових деформацій. При більш високих температурах фіброві деформації для зразків зі сталевую фіброю стають суттєво меншими.

На підставі експериментальних досліджень отримано залежності розрахункового опору на осьове стискання бетонних призм з додаванням базальтової і сталеві фібри після дії температури (рис. 5). Для оцінювання адекватності отриманих результатів проведено співставлення експериментальних даних з теоретичним розрахунком на вогнестійкість бетонних призм відповідно до [11,14].

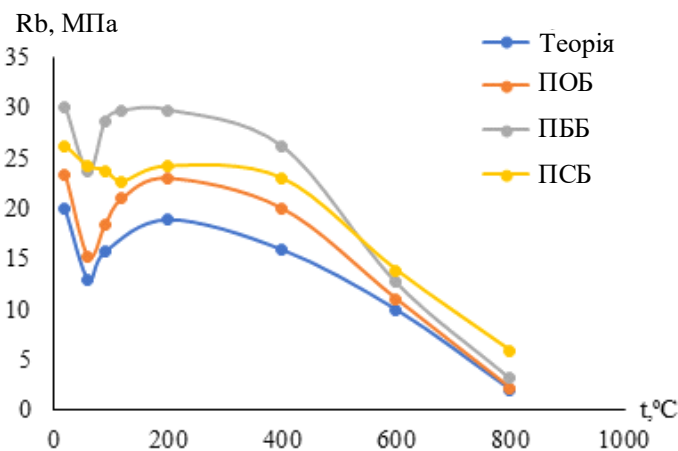


Рис. 5. Залежність розрахункового опору бетону та фібробетону від температури

На підставі рис. 5, можна зробити висновок, що схема руйнування фібробетону на дію високої температури, не залежить від виду фібри і аналогічна схемі руйнування бетону без додавання фібри. Це дозволяє розповсюдити методику розрахунків бетонних конструкцій на фібробетонні.

На рис.6, а показано залежність коефіцієнта умов роботи від температури. Для підтвердження адекватності отриманих результатів, приведено співставлення теоретичних коефіцієнтів умов роботи [13, 16] з коефіцієнтами, отриманими за даними експериментальних досліджень. Розбіжність не перевищує 8,1%, що свідчить про адекватність отриманих даних.

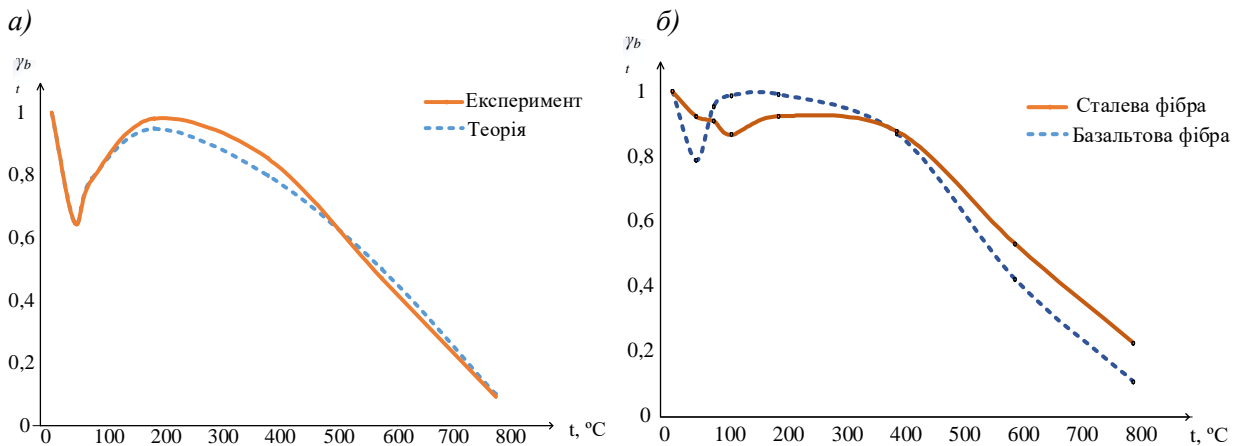


Рис. 6. Залежності коефіцієнтів умов роботи від температури:

а) порівняння теоретичних і експериментальних зразків; б) коефіцієнти для бетонів з базальтовою і сталеві фіброю.

Виходячи з вищесказаного, припускаємо, що для зразків з базальтової і сталеві фіброю можна визначити співвідношення умов праці, застосовуючи такий же підхід, як і для зразків зі звичайного бетону. На рис. 6,б наведено коефіцієнти умов роботи фібробетону з базальтовою і сталеві фібрами при різних температурах.

Висновки. За результатами експериментальних досліджень побудовано графіки залежності розрахункового опору бетону і фібробетону від температури. Схема зміни розрахункового опору для фібробетонних зразків аналогічна схемі для звичайного бетону. Виходячи з цього, метод визначення умов роботи звичайного бетону застосовувався до фібробетонних зразків.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Избаш М.Ю., Казимагомедов Ф.И., Савйовский В.В. Аспекты применения базальтовой фибры для армирования изгибаемых конструкций. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. Вип. 66. С. 282-285.
2. Избаш М.Ю., Казимагомедов Ф.И. Прочность и деформативность фибробетона. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2012. Вип. 68. С. 212-216.
3. Избаш М.Ю., Казимагомедов Ф.И. Подбор рационального состава фибробетонной смеси. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2013. Вип. 72. С. 220-224.

REFERENCES:

1. Izbash M.Yu., Kazimagomedov F.I., Savjovskij V.V. Aspekty` primeneniya bazal'tovoj fibry` dlya armirovaniya izgibaemy`x konstrukcij *Naukovij visnik budivnicztva*. Xarkiv: XDTUBA, XOTV ABU, 2011. Vip. 66. S.282- 285.
2. Izbash M.Yu., Kazimagomedov F.I. Prochnost` i deformativnost` fibrobetona. *Naukovij visnik budivnicztva*. Xarkiv: XDTUBA, XOTV ABU, 2012. Vip. 68. S. 212-216.
3. Izbash M.Yu., Kazimagomedov F.I. Podbor racional'nogo sostava fibrobetonnoj smesi. *Naukovij visnik budivnicztva*. Xarkiv: XDTUBA, XOTV ABU, 2013. Vip. 72. S. 220-224.
4. Verevicheva M.A., Berestyanskaya A.A., Derizemlya S.V. Vy`bor racional`ny`x paramet-rov

4. Веревичева М.А., Берестянская А.А., Дерземля С.В. Выбор рациональных параметров фибрового армирования. *Сборник научных трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение»*, Днепропетровск: ПГАСА, 2015. Вып. 82. С. 60-69.
5. Berestianskaya S., Galagurya E., Opanasenko O., Berestianskaya A., Bychenok I. Experimental Studies of Fiber-Reinforced Concrete Prisms Exposed to High Temperatures. *Key Engineering Materials*. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland. 2020. Vol. 864. pp 3-8.
6. Берестянська С.Ю., Галагуря Е.І. Определение модуля упругости фибробетонных призм, подвергшихся воздействию повышенных и высоких температур. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, 2020. №. 1. Т. 99. С. 23- 28.
7. Василовская Н. Г., Енджиевской И.Г., Калугин И.Г. Цементные композиции дисперсно-армированные базальтовой фиброй. *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. Томск, 2011. Вып. 3. С. 153-158.
8. Рабинович Ф. Н. *Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов*. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. 559 с.
9. Берестянская А.А., Гаврилко Н.Н., Быченко И.В. Особенности расчета и проектирования сталефибробетонных конструкций. *Зб. наук. ст. «Сталезалізобетонні конструкції»*. Полтава, 2014. Вып. 11. С.34-40.
10. Vatulia G., Berestianskaya S., Opanasenko E., Berestianskaya A. Substantiation of concrete core rational parameters for bending composite structures. *DYN-WIND'2017 – MATEC Web of Conferences*. 2017. Vol. 107. 00044 2017.
11. ДСТУ Б В.2.7-217:2009 *Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона*. [Чинний від 2009-12-22]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 20 с.
12. Кравченко О.М. *Залізобетонні конструкції фундаментів коксових батарей, які працюють в умовах впливу технологічних температур*: автореф. дис ... канд. техн. наук: 05.23.01. Харків, 2016. 23 с.
13. Милованов А.Ф. *Огнестойкость железобетонных конструкций при пожаре*. М.: Стройиздат, 1986. 225 с.
14. *Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций*. М.: Стройиздат, 1986. 22 с.
15. Кричевский А.П. Деформации сжатия тяжелого бетона при нагреве. *Тр. НИИЖБ: Поведение бетонов и элементов железобетонных fibrovogo armirovaniya*. Sbornik nauchny`x trudov «Stroitel`stvo, materialovedenie, mashinostroenie», Dnepropetrovsk: PGASA. 2015. Vip. 82. S.60-69.
5. Berestianskaya S., Galagurya E., Opanasenko O., Berestianskaya A., Bychenok I. Experimental Studies of Fiber-Reinforced Concrete Prisms Exposed to High Temperatures. *Key Engineering Materials*. 2020 Trans Tech Publications Ltd, Switzerland. Vol. 864. pp 3-8.
6. Berestyans`ka S.Yu., Galagurya E.I. Opredelenie modulya uprugosti fibrobetonny`x prizm, podverghshixsya vozdeystviyu povyshenny`x i vy`sokix temperatur. *Naukovij visnik budivnicztva*. Xarkiv: XNUBA, 2020. Vip. 1/99. S. 23-28.
7. Vasilovskaya N. G., Endzhievskoj I.G., Kalugin I.G. Cementny`e kompozicii dispersno-armirovanny`e bazal`tovoj fibroj. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel`nogo universiteta*. Tomsk, 2011. Vip. 3. S. 153-158.
8. Rabinovich F. N. *Kompozity` na osnove dispersno-armirovanny`x betonov*. М.: Izdatel`stvo Associacii stroitel`ny`x vuzov, 2004. 559 s.
9. Berestyanskaya A.A., Gavrilko N.N., By`chenok I.V. Osobennosti rascheta i proektirovaniya stalefibrobetonny`x konstrukcij. *Stalezalizobetonni konstrukzii: zb. nauk. st. Poltava, 2014. Vip. 11. S.34-40.*
10. Vatulia G., Berestianskaya S., Opanasenko E., Berestianskaya A. Substantiation of concrete core rational parameters for bending composite structures. *DYN-WIND'2017 – MATEC Web of Conferences*. 2017. Vol. 107. 00044 2017.
11. DSTU B V.2.7-217:2009 *Budivel`ni materialy. Betonny. Metody viznachennya prizmovoi micnosti, modulya pruzhnosti i koeficijenta Puassona*. [Chinnij vid 2009-12-22]. Kiiv: Minreghionbud Ukraïni, 2010. 20 s.
12. Kravchenko O.M. *Zalizobetonni konstrukzii fundamentiv koksovix batarej, yaki praczyuyut` v umovax vplivu tehnologichnix temperatur*: avtoref. dis ... kand. texn. nauk: 05.23.01. Xarkiv, 2016. 23 s.
13. Milovanov A.F. *Ognestojkost` zhelezobetonny`x konstrukcij pri pozhare*. М.: Strojizdat, 1986. 225 s.
14. *Rekomendacii po raschetu predelov ognestojkosti betonny`x i zhelezobetonny`x konstrukcij*. NIIZhB. М.: Strojizdat, 1986. 22 s.
15. Krichevskij A.P. *Deformacii szhatiya tyazhelogo betona pri nagreve. Povedenie betonov i e`lementov zhelezobetonny`x konstrukcij pri nagreve*. Tr. NIIZhB. М.: Strojizdat, 1982. S. 21- 29.
16. STO 36554501-006-2006 *Pravila po obespecheniyu ognestojkosti i ogneoxrannosti zhele-*

конструкцій при нагріві. М.: Стройиздат, 1982. С. 21-29.

zobetonny`x konstrukcij (Moskva, NICz «Stroitel`stvo») 83 s.

16. СТО 36554501-006-2006 *Правила по обеспечению огнестойкости и огнеохранности железобетонных конструкций*. Москва: НИЦ «Строительство», 2006. 83 с.

Berestianskaya S., Galagurya E., Kovalov M., Kravtsiv L. DETERMINATION OF THE CALCULATED RESISTANCE OF FIBER-CONCRETE PRISMS WHICH HAVE SUBJECTED TEMPERATURE INFLUENCE. Structures made of concrete are common in all areas of construction, but each industry has the appropriate design requirements. In addition, the structures must meet fire safety requirements. In order to design a structure with given properties, it is necessary to have a mathematical apparatus that would allow, by changing various factors to obtain a material with appropriate characteristics. Analysis of recent publications has shown that various authors have conducted research to determine the percentage or mass effect of fiber and its size on the strength and deformation properties of different types of deformations. The purpose of this work is to establish the nature of the destruction of fibroconcrete, which has been exposed to high temperatures, and systematization of research to simplify the calculations and bring them to the generally accepted method by introducing appropriate coefficients. Three series of samples were made: control series - without fiber, with basalt fiber and with steel fiber. Each series consisted of 24 prisms. The concrete mixture poured into the molds was kept for three days in molds, then dismantled and kept for 28 days in wet sawdust. Then the prisms were heated to temperatures: 20 ° C, 60 ° C, 90 ° C, 120 ° C, 200 ° C, 400 ° C, 600 ° C, 800 ° C. Clock-type indicators were used to determine the deformation of the prisms. The load was applied in steps of 5 kN to a load of 30% of the destructive with the measurement of deformations. Then the sample was brought to destruction. As a result of the test, limit deformations and destructive loading of concrete and fiber-concrete prisms at different temperatures were obtained, which show that the nature of the failure does not depend on the type of fiber reinforcement and temperature and consists in the appearance of longitudinal cracks. According to the results of experimental studies, graphs of the dependence of the calculated resistance of concrete and fiber concrete on temperature were constructed. The scheme of change of design resistance for fibroconcrete samples is similar to the scheme for usual concrete. Based on this, the method of determining the operating conditions of ordinary concrete was applied to fiber concrete samples.

Keywords: fiber, fiber concrete, temperature influence, calculated resistance, fiber deformations.

doi.org/10.29295/2311-7257-2021-103-1-249-254

УДК 528.48

Коваленко Л.О.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 62002 Україна; e-mail: rp@khadi.kharkov.ua;
orcid.org/0000-0002-3829-3131)*

ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ТА КОНТРОЛЬ В ПРОЦЕСІ БУДІВНИЦТВА КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТІВ

Будівництво конструктивних елементів мостів та інших інженерних споруд повинно відповідати геометричним параметрам проекту та нормативним документам. В статті розглянуті питання виконання інженерно-геодезичних робіт при будівництві моста через річку Десенка в місті Київ. Геодезичні роботи забезпечують проектне положення та розміри всієї споруди та її окремих частин, ведуться протягом усього періоду будівництва моста. При цьому переносять на місцевість вісь моста, осі опор, підходів. Зведення опор полягає у винесенні в натуру проектного положення центру опори, виконавчого знімання тіла опори і встановленні відхилень її розмірів від проектних. Геодезичні роботи забезпечують детальну розбивку місць установки прольоту, періодичну вивірку зборки прольоту, його плану та висотну установку. Нормативні документи не можуть в повній мірі регламентувати будівництво різних інженерних споруд та їх конструктивних елементів. Кожен проект є індивідуальним, як для будівельної організації, так і для геодезичної служби.

Ключові слова: геодезичні роботи, будівництво моста, конструктивні елементи, геодезичні прилади.

Вступ. Геодезичні роботи в будівництві це комплекс обчислень, вимірювань і побудов, який забезпечує точне і правильне розташування об'єктів. Будівництво конструктивних елементів повинно відповідати геометричним параметрам проекту та нормативним