

повреждений является первоочередной при восстановлении заброшенных зданий и сооружений. Обоснованы и предложены рекомендации по выбору рациональных решений. Предложена количественная оценки технического состояния заброшенного объекта для разработки мер по его восстановлению до нормального состояния. Выполнена систематизация процедур качественного анализа заброшенных объектов в различных аспектах обследования технического состояния и способы их количественной оценки. Разработан упрощенный, косвенный способ определения затрат на восстановление технического состояния неэксплуатируемого объекта.

Ключевые слова: заброшенный объект, качественный анализ, организационно-технологическая модель, техническое состояние, стоимостный износ

Baranov P.Yu., Kotlyar N.I., Bashkirov G.B. FORMATION OF QUANTITATIVE INDICATORS OF EVALUATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF NON-OPERATING BUILDINGS AND STRUCTURES. The actual problem of

quantitative assessment and qualitative analysis of abandoned objects during the examination of the technical condition is considered. The problem of optimizing organizational and technological solutions to eliminate defects and damages is a priority when restoring abandoned buildings and structures. The recommendations on the selection of rational decisions are substantiated and offered. The established quantitative assessment of the technical condition of the abandoned object is taken into account to develop measures for its restoration to normal. The systematization of the procedures for the qualitative analysis of abandoned objects in various aspects of the examination of the technical condition and methods for their quantitative assessment are carried out. A simplified, indirect, method for determining the cost of the technical condition of the object and the quantitative expression of the criterion, while optimizing solutions for its restoration, is proposed.

Keywords: abandoned object, qualitative analysis, organizational and technological model, technical condition, cost depreciation.

DOI: 10.29295/2311-7257-2020-99-1-23-28
УДК 691.322

Берестянская С.Ю., Галагурия Е.И.

*Украинский государственный университет железнодорожного транспорта
(пл. Фейербаха, 7, Харьков, 61050, Украина; e-mail: s.berestyanskaya@gmail.com, evgeniygalagurya@gmail.com; orcid.org/0000-0002-4111-3138, orcid.org/0000-0002-3075-8651)*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ФИБРОБЕТОННЫХ ПРИЗМ, ПОДВЕРГШИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОВЫШЕННЫХ И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

В данной статье описывается методика проведения экспериментальных исследований по определению модуля упругости для фибробетонных призм, которые были предварительно нагреты до различных температур. На основании проведенных испытаний было проведено сравнение модулей упругости экспериментальных образцов с имеющимися нормативными данными. По полученным результатам экспериментальных исследований построены графики зависимости модуля упругости бетона и фибробетона от температуры. Характер изменения модуля упругости для фибробетонных образцов аналогичен обычному бетону. На основании этого, для фибробетонов была принята такая же методика для определения снижения модуля упругости, как и для обычного бетона. Для фибробетонов с базальтовой фиброй и со стальной фиброй были получены коэффициенты, учитывающие снижение модуля упругости.

Ключевые слова: композит; фибра; фибробетон; предел огнестойкости; термосиловое воздействие; модуль упругости.

Вступление. Рост объемов применения бетона в строительстве, ужесточение условий эксплуатации бетонных конструкций требует постоянного совершенствования бетона с целью повышения его прочности, трещиностойкости, огнестойкости и пр. В настоящее время наряду с использованием традиционного железобетона, все большее применение находят конструкции с модифицированным бетоном за счет введения различных добавок, в том числе фибр, которые позволяют повысить эксплуатационные характеристики материала конструкции. Фибра позволяет сделать материал более прочным, скрепляя внутреннюю структуру своими волокнами. Введение фибры в бетон и их дисперсное расположение в объеме материала позволило сформулировать понятие композиционного материала на основе бетонной (цементной) матрицы. Одним из наиболее перспективных вариантов улучшения качества материалов, является их дополнение новыми связующими компонентами, например крепкими волокнами, которые делают исходный материал прочнее. Армированный фибрами бетон в несколько раз превосходит качественные характеристики обычного бетона. Однако недостаточная изученность стойкости волокон в цементной матрице бетона ограничивает области и объем применения фибробетона в строительстве, несмотря на то, что использование неметаллических волокон исключает ряд проблем, связанных с коррозией стальных фибр. Одним из перспективных направлений усовершенствования бетона является введение в бетон таких фибр: базальтовая, стальная, полипропиленовая, стеклянная, углеродная. В результате получается композитный материал с новыми улучшенными свойствами.

Обзор литературных источников. Спектр областей применения фибробетона очень широк. И каждая из этих областей предъявляет к фибробетонным конструкциям свои специфические требования, как по механическим, так и по реологическим свойствам. При проектировании конструкций необходимо помимо прочностных расчетов проводить расчеты на

термосиловое воздействие с целью обеспечения огнестойкости конструкций. Для расчетов на термосиловое воздействие необходимо знать механические и деформативные характеристики фибробетонов, подвергшихся воздействию различных температур. Проведенный обзор выявил недостаточную изученность поведения фибробетонов при повышенных и высоких температурах [1-10].

Лабораторные испытания образцов. Испытания проводились на базе сертифицированной лаборатории кафедры «Строительной механики и гидравлики» Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. В соответствии с [11] нагружение проводилось осевым сжатием до разрушения. Для определения модуля упругости, нагружение проводилось ступенями, с шагом 5 кН, в соответствии с [12] до нагрузки 30% от разрушающей, с измерением деформаций. Далее образец доводился до разрушения.

На боковых поверхностях размечались центральные линии, на которых устанавливались индикаторы часового типа для измерения деформаций. На центральных линиях размечались базы для измерения продольных и поперечных деформаций. Индикаторы для измерения продольных деформаций устанавливались по четырем граням призмы, индикаторы для измерения поперечных деформаций устанавливались посередине высоты призмы. Для крепления индикаторов использовалась стальная рамка, которая закреплялась на образце при помощи четырех винтов.

На рис. 1 приведена схема расположения индикаторов. Они крепились на расстоянии 10 см от торцов призмы, соответственно расстояние между индикаторами составляло 20 см (рис.1, а) индикаторы располагались по середине каждой грани (рис. 1, б). Такая схема расположения индикаторов соответствует требованиям [11]. На рис.2 показан образец перед испытанием.

Анализ проведенных исследований. Согласно [13-15], значение модуля упругости при температурном воздействии находится путем умножения модуля

упругости при нормальной температуре 20° на коэффициент β_b , который учитывает снижение модуля упругости при нагреве:

$$E_b(T) = \beta_b E_b(20^{\circ}C),$$

где β_b - коэффициент, учитывающий снижение модуля упругости при нагреве;

$E_b(20^{\circ}C)$ - модуль упругости при температуре $20^{\circ}C$.

Согласно [13] при нагреве до $100^{\circ}C$ модуль упругости тяжелого бетона при сжатии и растяжении уменьшается примерно на 30%, при нагреве до $500^{\circ}C$ его величина составляет 43%, а при $700^{\circ}C$ - 18% начального модуля упругости, определенного на не нагревавшихся образцах. Уменьшение модуля упругости при нагреве объясняется повышением деформативности бетона и увеличением его упругих деформаций, а также снижением призмочной прочности бетона при этих температурах.

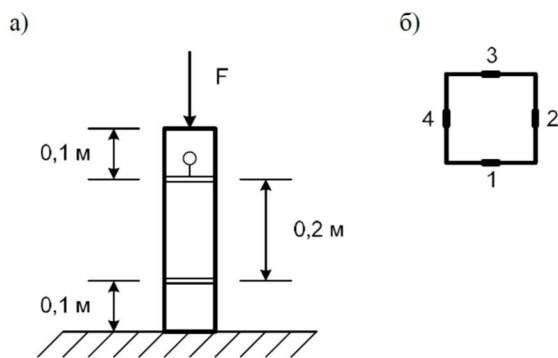


Рис. 1 Схема расположения индикаторов

Уругопластические свойства бетона учитываются коэффициентом упругости бетона $\bar{\nu}$ (при сжатии) и $\bar{\nu}_t$ (при растяжении). Коэффициент упругости представляет собой отношение упругих деформаций к полным.



Рис. 2 Образец перед испытанием

В табл. 1 Приведено сравнение значений коэффициентов β_b по данным [13], [14] с данными, полученными экспериментальным путем для обычного бетона.

Таблица 1 Сравнение значений коэффициентов β_b

$T,^{\circ}C$	β_b экс.	β_b [13]	%	β_b [14]	%
20	1	1	-	1	-
60	0,983	0.7	40,43	0,98	0,30
90	0,731	0.7	4,43	0,82	10,85
120	0,789	0.8	1,375	0,76	3,81
200	0,667	0.78	14,49	0,6	11,17
400	0,569	0.60	5,17	0,35	37,43
600	0,293	0.21	39,52	0,25	17,20
800	0,111	-	-	0,1	11,00

Из таблицы видно, что коэффициенты, полученные экспериментальным путем, согласуются с данными [13], [14], Это позволяет сделать вывод об адекватности проведенного эксперимента.

Предполагаем, что аналогичный подход для определения модуля упругости можно применить и к фибробетонам, т.е ввести коэффициент, учитывающий снижение модуля упругости. В табл. 2

БУДІВНИЦТВО

Приведены значения коэффициентов снижения модуля упругости при нагреве β_b для обычного бетона, бетона с добавлением базальтовой фибры и бетона с добавлением стальной фибры.

Таблица 2 Значение коэффициентов β_b для обычного бетона (ПОБ), бетона с добавлением стальной фибры (ПСБ) и бетона с добавлением базальтовой фибры (ПББ)

Температура нагрева, °С	коэффициент снижения модуля упругости при нагреве β_b		
	ПОБ	ПСБ	ПББ
20	1	1	1
60	0,983	0,94	0,93
90	0,731	0,88	0,88
120	0,789	0,81	0,81
200	0,667	0,75	0,75
400	0,569	0,43	0,43
600	0,293	0,10	0,10
800	0,111	0,097	0,096

Выводы. На основании проведенного обзора литературных данных сделан вывод о недостаточной изученности поведения дисперсно-армированных материалов при температурном воздействии. Для изучения влияния повышенной температуры на прочностные и деформативные характеристики фибробетонов были подготовлены и проведены экспериментальные исследования. На основании проведенных исследований сделан вывод о том, что характер изменения прочностных и деформативных характеристик фибробетонных образцов при нагреве аналогичен характеру поведения бетонных образцов без добавления фибры. На основании этого были получены коэффициенты снижения модуля упругости для фибробетонов при нагреве. Полученные результаты позволяют рассчитывать фибробетонные конструкции в условиях пожара используя существующую методику расчета железобетонных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Избаш М.Ю. Аспекты применения базальтовой фибры для армирования изгибаемых конструкций [Текст] / М.Ю. Избаш, Ф.И. Казимагомедов, В.В. Савйовский // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. - Вип. 66. - С.282-285.
Izbash M.YU. Aspekty primeneniya bazal'tovoj fibry dlya armirovaniya izgibaemyh konstrukcij [Tekst] / M.YU. Izbash, F.I. Kazimagomedov, V.V. Savjovskij // Naukovij visnik budivnictva. - Harkiv: HDTUBA, HOTV ABU, 2011. - Vip. 66. - S.282-285.
2. Избаш М.Ю. Прочность и деформативность фибробетона [Текст] / М.Ю. Избаш, Ф.И. Казимагомедов // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2012. - Вип. 68. - С.212-216.
Izbash M.YU. Prochnost' i deformativnost' fibrobeta [Tekst] / M.YU. Izbash, F.I. Kazimagomedov // Naukovij visnik budivnictva. - Harkiv: HDTUBA, HOTV ABU, 2012. - Vip. 68. - S.212-216.
3. Избаш М.Ю. Подбор рационального состава фибробетонной смеси [Текст] / М.Ю. Избаш, Ф.И. Казимагомедов // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2013. - Вип. 72. - С.220-224.
Izbash M.YU. Podbor racional'nogo sostava fibrobeta [Tekst] / M.YU. Izbash, F.I. Kazimagomedov // Naukovij visnik budivnictva. - Harkiv: HDTUBA, HOTV ABU, 2013. - Vip. 72. - S.220-224.
4. Веревичева М.А. Выбор рациональных параметров фибрового армирования. [Текст] / А.А. Берестянская, С.В. Дерземля. Сборник научных трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение», Днепропетровск, ПГАСА. 2015. – Вип. 82, С.60-69.
Verevicheva M.A. Vybhor racional'nyh parametrov fibrovogo armirovaniya. [Tekst] / A.A. Berestyanskaya, S.V. Derizemlya. Sbornik nauchnyh trudov «Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie», Dnepropetrovsk, PGASA. 2015. – Vip. 82, S.60-69.
5. Чихладзе Э.Д. Теория теплообмена в пористых средах [Текст] / А.И. Жакин, М.А. Веревичева. - Изв. ВУЗов.

- Будівництво. – 1998. - №1. – С. 111-116.
 СНihladze E.D. Teoriya teplomasoobminu v poristih seredovishchah [Tekst] / A.I. ZHakin, M.A. Verevicheva. - Izv. VUZov. Budivnictvo. – 1998. - №1. – S. 111-116.
6. Чихладзе Э.Д., Огнестойкость бетонных и сталебетонных конструкций [Текст] / А.И. Жакин, М.А. Веревичева и др. Харьков, Сб. трудов ХарГАЖТ, вып. 40, 2000. – 97с.
- СНihladze E.D., Ognestojkost' betonnyh i stalebetonnyh konstrukcij [Tekst] / A.I. ZHakin, M.A. Verevicheva i dr. Har'kov, Sb. trudov HarGAZHT, vyp. 40, 2000. – 97s.
7. Василевская, Н. Г. Цементные композиции дисперсно-армированные базальтовой фиброй [Текст] / Н.Г. Василевская, И.Г. Енджиевской, И.Г. Калугин // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – Томск, 2011. – Вып. 3. – С. 153-158.
- Vasilovskaya, N. G. Cementnye kompozicii dispersno-armirovannye bazal'tovoj fibroj [Tekst] / N.G. Vasilovskaya, I.G. Endzhievskoj, I.G. Kalugin // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – Tomsk, 2011. – Vip. 3. – S. 153-158.
8. Рабинович Ф. Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. – М., Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 559 с.
- Rabinovich F. N. Kompozity na osnove dispersno-armirovannyh betonov. – M., Izdatel'stvo Assotsiacii stroitel'nyh vuzov, 2004. – 559 s.
9. Берестянская, А.А. Особенности расчета и проектирования сталефибробетонных конструкций [Текст] / А.А. Берестянская, Н.Н. Гаврилко, И.В. Быченко // Сталебетонні конструкції: зб. наук. ст. – Полтава, 2014. – Вып. 11. – С.34-40.
- Berestyanskaya, A.A. Osobennosti rascheta i proektirovaniya stalefibrobetonnyh konstrukcij [Tekst] / A.A. Berestyanskaya, N.N. Gavrilko, I.V. Bychenok // Stalezalibetonni konstrukcii: zb. nauk. st. – Poltava, 2014. – Vip. 11. – S.34-40.
10. Vatulia G., Berestianskaya S., Oranasenko 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. (Інформація та документація).
 DSTU B V.2.7-217:2009 Budivel'ni materialy. Betoni. Metodi viznachennya prizmovoi micnosti, modulya pruzhnosti i koeficienta Puassona.[CHinnij vid 2009-12-22].Kiiv : Minregionbud Ukraïni, 2010. 20 s. (Informaciya ta dokumentaciya).
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.
 Kravchenko O.M. Zalibetonni konstrukcii fundamentiv koksovih batorej, yaki pracuyut' v umovah vplivu tekhnologichnih temperatur: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk : 05.23.01. Harkiv, 2016. 23 s.
13. Milovanov A.F. Ognestojkost' zhelezobetonnyh konstrukcij pri pozhare. – М.: Стройиздат, 1986. – 225 с.
14. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций / НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1986. – 22 с.
 Rekomendacii po raschetu predelov ognestojkosti betonnyh i zhelezobetonnyh konstrukcij / NIIZHB. – M.: Strojizdat, 1986. – 22 s.
15. Кричевский А.П. Деформации сжатия тяжелого бетона при нагреве // Поведение бетонов и элементов железобетонных конструкций при нагреве / Тр. НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1982. – С. 21-29.
 Krichevskij A.P. Deformacii szhatiya tyazhelogo betona pri nagreve // Povedenie betonov i elementov zhelezobetonnyh konstrukcij pri nagreve / Tr. NIIZHB. – M.: Strojizdat, 1982. – S. 21-29.
- Берестянська С. Ю., Галагура Є. І. ВИЗНАЧЕННЯ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ ФІБРОБЕТОНІ ПРИЗМ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ ПІДВИЩЕНИХ І ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР.** У даній статті описується методика проведення

експериментальних досліджень по визначенню модуля пружності для фібробетонних призм, які були попередньо нагріті до різних температур. На підставі проведених випробувань було проведено порівняння модулів пружності експериментальних зразків (ПОБ) і наявними нормативами коефіцієнтами. За отриманими результатами експериментальних досліджень побудовані графіки залежності модуля пружності бетону і фібробетону від температури. Характер зміни модуля пружності для фібробетонних зразків аналогічний звичайному бетону. На підставі цього, для фібробетонів була прийнята така ж методика для визначення зниження модуля пружності, як і для звичайного бетону. Для фібробетонів з базальтової фіброю і зі сталеву фіброю були отримані коефіцієнти, що враховують зниження модуля пружності.

Ключові слова: композит; фібра; фібробетон; межа вогнестійкості; термосиловий вплив; модуль пружності.

Berestianskaya S., Galagurya E. DETERMINATION OF THE ELASTICITY MODULE OF FIBRO-CONCRETE

PRISMS AFTER EXPOSED TO RISE AND HIGH TEMPERATURES. This article describes the methodology for conducting experimental studies to determine the modulus of elasticity for fiber-reinforced concrete prisms that have been pre-heated to various temperatures. Based on the tests conducted, a comparison was made of the elastic moduli of the experimental samples with the available standard coefficients. Based on the results of experimental studies, graphs of the temperature dependence of the elastic modulus of concrete and fiber-reinforced concrete are constructed. The nature of the change in the modulus of elasticity for fiber-reinforced concrete samples is similar to ordinary concrete. Based on this, the same methodology was adopted for fiber-reinforced concrete to determine the decrease in elastic modulus as for ordinary concrete. For fiber concrete with basalt and steel fiber, coefficients were obtained that take into account a decrease in the elastic modulus.

Key words: composite; fiber; fiber concrete; fire resistance limit; thermal power exposure; elastic modulus.

DOI: 10.29295/2311-7257-2020-99-1-28-34

УДК 624.01

Бідаков А.М., Распопов Є.А., Пустовойтова О.М., Страшко Б.О.

*Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
(вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, Україна; e-mail: bidakov@kname.edu.ua, raspopovkm@gmail.com, oksana_pustov@ukr.net, bogdanstrashko@outlook.com; <https://orcid.org/0000-0001-6394-2247>, <https://orcid.org/0000-0002-5084-5533>, <https://orcid.org/0000-0003-4078-4834>)*

РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ ПКД ПАНЕЛЕЙ ПРИ ЗГІНІ З УРАХУВАННЯМ ДЕФОРМАЦІЙ ЗСУВУ

Розрахунок міцності панелей з поперечної клеєної деревини (ПКД) або CLT при згині потребує врахування поперечних деформацій зсуву через значну деформацію поперечних шарів дощок, що обумовлено значною різницею між величиною модуля пружності до модуля зсуву і таким чином виникають передумови для використання методу балок Тимошенко. Врахування величини зсуву для кожного типу панелей, в залежності від конфігурації складових поперечного перерізу, виконується шляхом введення поправочних коефіцієнтів зсуву, які в свою чергу залежать від товщин шарів дощок ПКД панелі та їх віддаленість від центру ваги поперечного перерізу панелі. Метод Тимошенко використовується у інженерній практиці не рідше, ніж методика розрахунку за гамма методом та методом зсувної аналогії, які містяться у Єврокод-5 та DIN1052 відповідно.

Ключові слова: міцність при згині, поперечна клеєна деревина, ПКД, CLT, методика розрахунку, деформація зсуву, метод Тимошенко, коефіцієнт зсуву, жорсткість при зсуві.