

Е.А. САДОВСКАЯ¹, инженер (elena_koleda@bk.ru),
С.Н. ЛЕОНОВИЧ^{1,2}, д-р техн. наук, иностранный академик РААСН (snleonovich@yandex.ru, CEF@bntu.by)

¹ Белорусский национальный технический университет (220013, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Независимости, 65)

² Qingdao University of Technology (266033, China, 11 Fushun Rd, Qingdao)

Коэффициенты перехода для нанофибробетона

Рассмотрено влияние дисперсного армирования на коэффициенты перехода от прочности при одном виде напряженного состояния к другому. Коэффициенты перехода рассчитываются по результатам испытаний образцов-призм разных матриц с разным дисперсным армированием, причем все испытания проводятся на каждом образце из серии. Установлено, что дисперсное армирование влияет на коэффициенты перехода от прочности при одном виде напряженного состояния к другому. Высокомодульные волокна оказывают большее влияние на изменение коэффициентов перехода, чем низкомодульные. Количество фибры влияет на изменение коэффициентов перехода.

Ключевые слова: фибробетон, нанофибробетон, фибра, прочность при сжатии, прочность при растяжении, коэффициент перехода.

Для цитирования: Садовская Е.А., Леонович С.Н. Коэффициенты перехода для нанофибробетона // Бетон и железобетон. 2022. № 3 (611). С. 41–48. DOI: <https://doi.org/10.31659/0005-9889-2022-611-3-41-48>

E.A. SADOVSKAYA¹, Engineer (elena_koleda@bk.ru),

S.N. LEONOVICH^{1,2}, Doctor of Sciences (Engineering), Foreign Academic of RAACS (snleonovich@yandex.ru, CEF@bntu.by)

¹ Belarusian National Technical University (65, Nezavisimosty Avenue, Minsk, 220013, Belarus)

² Qingdao University of Technology (266033, China, 11 Fushun Rd, Qingdao)

Transition Factors for Nanofiber Concrete

This article discusses the effect of dispersed reinforcement on the coefficients of transition from strength in one type of stress state to another. The transition coefficients are calculated based on the results of tests of prism samples of different matrices with different dispersion reinforcement, and all tests are carried out on each sample from the series. It has been established that dispersed reinforcement affects the coefficients of transition from strength in one type of stress state to another. High modulus fibers have a greater effect on transition coefficients than low modulus fibers. The amount of fiber affects the change in transition coefficients.

Keywords: fiber-reinforced concrete, nanofiber-reinforced concrete, fiber, compressive strength, tensile strength, transition coefficient.

For citation: Sadvovskaya E.A., Leonovich S.N. Transition factors for nanofiber Concrete. *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2022. No. 3 (611), pp. 41–48. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0005-9889-2022-611-3-41-48>

Бетон – это квазихрупкий материал с низкой деформационной способностью, со связующим веществом в виде цементного теста. Использование углеродных нанотрубок в цементных композитах по большей части направлено на создание армирующего эффекта на наноразмерном уровне (нанобетон) [1–3]. На микроуровне волокна препятствуют зарождению и росту трещин, а после того как микротрещины сольются в макротрещины, волокна создают механизмы, которые снижают их нестабильное распространение, способствуя увеличению прочности при растяжении и вязкости разрушения (нанофибробетон) [4–6].

Введение дисперсных волокон в состав бетонной смеси позволяет изменять прочность бетона при растяжении, его трещиностойкость, ударную прочность и др. [7–10]. Однако повышение прочности при

сжатии менее ощутимо либо отсутствует вообще. В проектировании бетонных изделий распространена практика использования коэффициентов перехода от прочности при одном виде напряженного состояния к другому (ГОСТ 10180–2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»). Как правило, прочность при сжатии определяется испытаниями, а прочность при растяжении с использованием коэффициентов перехода.

Предлагается рабочая гипотеза, заключающаяся в том, что дисперсное армирование оказывает влияние на коэффициенты перехода от прочности при одном виде напряженного состояния к другому.

Цель исследования заключается в оценке сходимости переходных коэффициентов для дисперсно-армированных и неармированных нанобетонов [11, 12].

Условия и описание методики проведения исследования

Для достижения поставленной цели использовались результаты испытаний на прочность образцов-призм 70×70×280 и 100×100×400 мм, образцов-кубов 100×100×100 мм. Образцы-призмы 70×70×280 мм испытывались на осевое растяжение ($f_{ct,ax}$), на сжатие (f_c) и на раскалывание ($f_{ct,sp}$), причем все испытания проводились на одном образце из серии. Образцы-призмы 100×100×400 мм испытывались на растяжение при изгибе ($f_{ct,fl}$) по четырехточечной схеме нагружения, полученные половинки испытывались на раскалывание ($f_{ct,sp}$) (рис. 1). Прочность при сжатии (f_c) определялась по образцам-кубам.

Для проведения исследования использовались следующие виды материалов: портландцемент

500Д20 ОАО «Красносельскстройматериалы»; песок строительный I кл.; щебень гранитный III гр.; сульфаталюминатная добавка РСАМ; микрокремнезем конденсированный уплотненный (МКУ-85); химическая добавка Реламикс ПК; наномодифицированная химическая добавка АРТ-Конкрит Р (водная суспензия наноструктурированного углерода (0,01–20 мкм) и пластификатора); наномодифицированная химическая добавка «РуФикс-500Б».

Образцы изготавливались из бетонных смесей, состав которых представлен в табл. 1, с добавлением различного типа и количества дисперсных волокон: Ф1 – фибра стальная волновая из листа (80 кг); Ф2 – фибра стальная проволоочная анкерная (80 кг); Ф3 – фибра полимерная волнистая (4 кг); Ф4 – фибра базальтовая (2 кг), микрофибра стальная пря-

Таблица 1
Table 1

Рецептуры исследуемых составов
The formulations of the studied compositions

Состав	Цемент	РСАМ/МКУ-85	Щебень, фракция 5–20 мм	Щебень, фракция 5–10 мм	Песок	Химическая добавка АРТ-Конкрит Р (% от массы цемента)	Химическая добавка «РуФикс-500Б» (% от массы цемента)	Фибра
А	400	–	1020	–	820	3,2 (0,8)	–	Ф1, Ф2, Ф3
Б	445	–	1035	–	820	2,22 (0,5)	–	Ф1, Ф2, Ф3
В	460	–	–	880	950	3,22 (0,7)	–	Ф1, Ф2, Ф3
Г	485	40/45	–	825	800	4,65 (0,7)	–	Ф1, Ф2, Ф3
Д	400	–	1020	–	800	–	1,7 (0,4)	Ф0, Ф4, Ф8
Ж	445	–	1035	–	820	–	4 (0,9)	Ф0, Ф4, Ф8
И	485	55/0	830	–	835	–	4,32 (0,8)	Ф0, Ф4, Ф8
К	485	40/45	–	825	800	–	5,82 (1)	Ф0, Ф4, Ф8

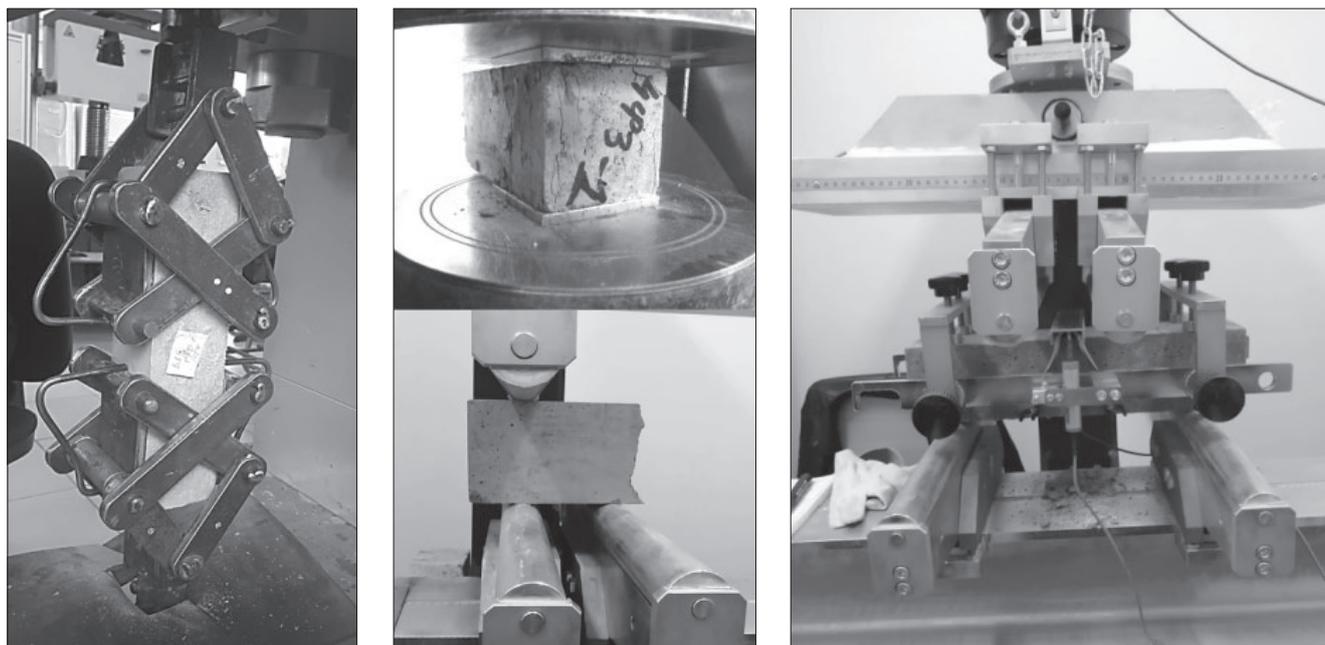


Рис. 1. Испытания образцов-призм
Fig. 1. Testing of specimens-prisms

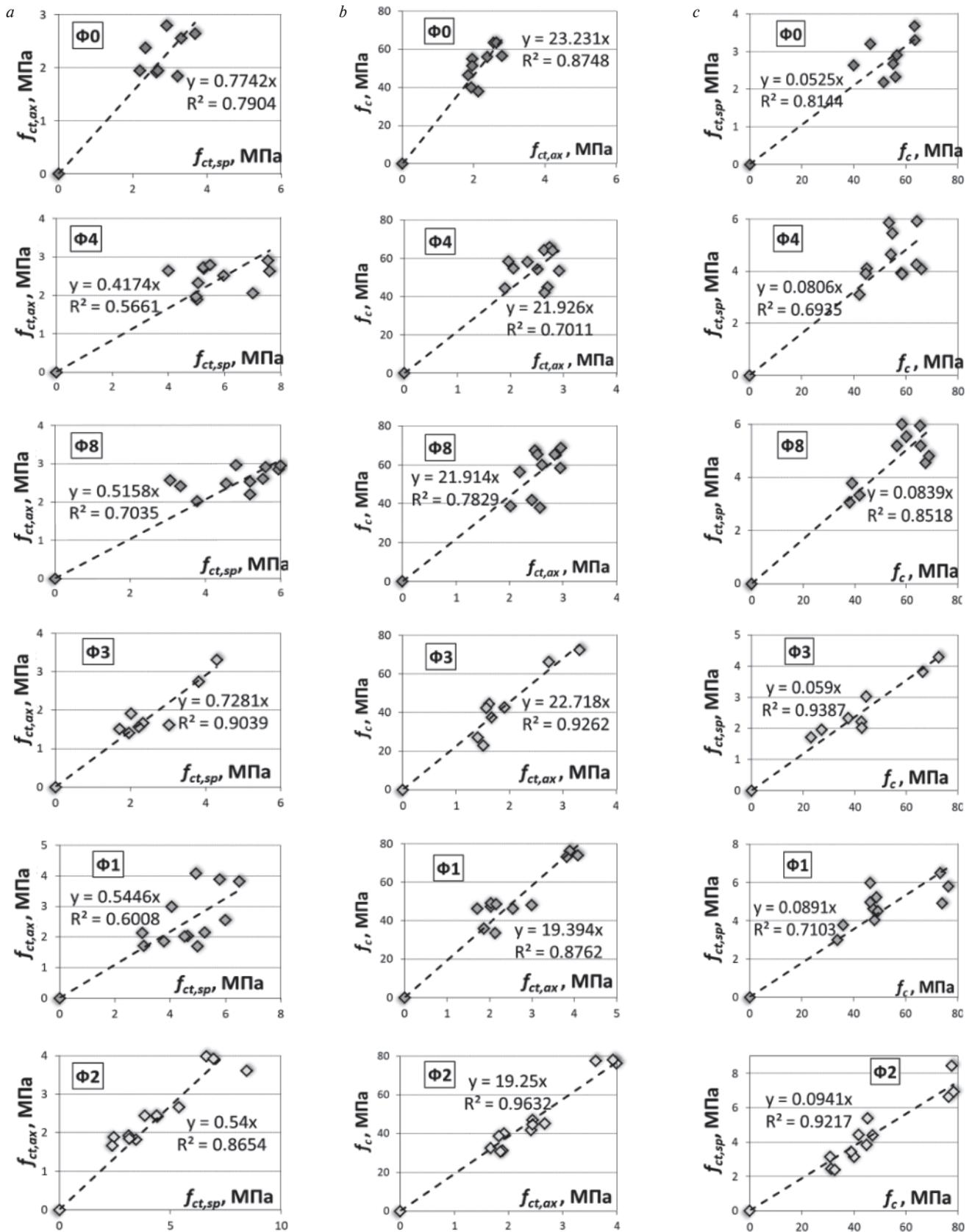


Рис. 2. Расчет коэффициентов перехода по результатам испытаний образцов-призм 70×70×280 мм: а – от прочности при растяжении при раскалывании к прочности при осевом растяжении; б – от прочности при осевом растяжении к прочности при сжатии; с – от прочности при сжатии к прочности при растяжении при раскалывании

Fig. 2. Calculation of the transition coefficients based on the test results of specimens-prisms 70×70×280 mm: а – from tensile strength during splitting to axial tensile strength; б – from axial tensile strength to compressive strength; с – from compressive strength to tensile strength when splitting

мая (20 кг), фибра стальная анкерная (20 кг); Ф8 – фибра полипропиленовая (1 кг), микрофибра стальная анкерная (20), фибра стальная анкерная (20).

Так как испытания проводились на образцах небазовых размеров, использовались масштабные коэффициенты по табл. 4 в ГОСТ 10180 для приведения к прочности бетона в образцах базовых размера и формы.

Результаты испытаний

Для определения коэффициента перехода на график наносились результаты испытаний на соответствующий вид напряженного состояния для каждого типа образца с последующим построением линии тренда и рассчитывалась ее достоверность аппроксимации (рис. 2, 3).

Рассчитанные коэффициенты перехода сведены в общую таблицу по аналогии с таблицей в

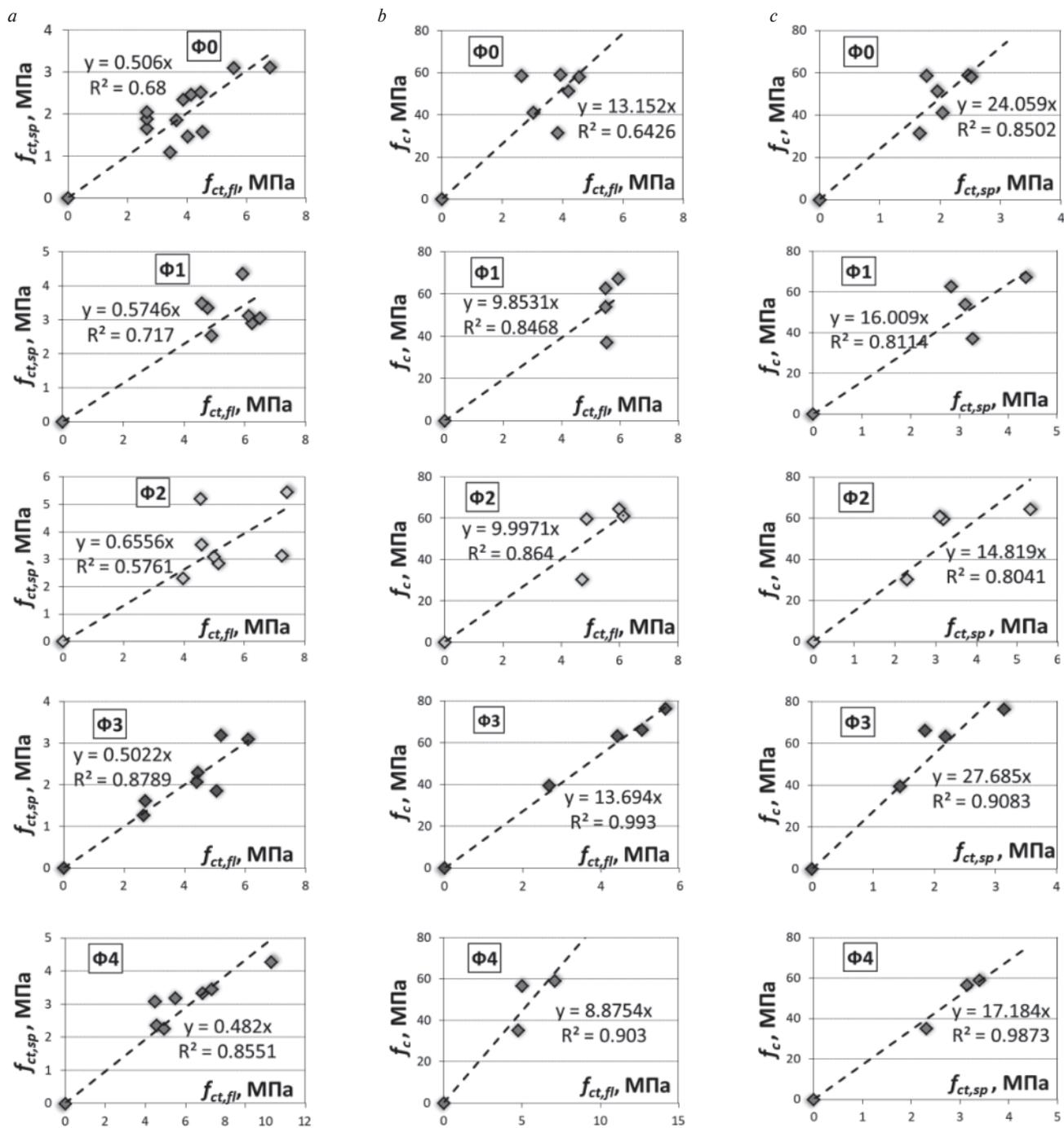


Рис. 3. Расчет коэффициентов перехода по результатам испытаний образцов-призм 100×100×400 мм: а – от прочности при растяжении при изгибе к прочности при растяжении при раскалывании; б – от прочности при растяжении при изгибе к прочности при сжатии; с – от прочности при растяжении при раскалывании к прочности при сжатии

Fig. 3. Calculation of the transition coefficients based on the test results of specimens-prisms 100×100×400 mm: a – from tensile strength in bending to tensile strength in splitting; b – from tensile strength in bending to compressive strength; c – from tensile strength in splitting to compressive strength

Таблица 2
Table 2

Коэффициенты перехода от прочности при одном виде напряженного состояния к другому при испытании образцов-балочек 70×70×280 мм
Transition coefficients from strength under one type of stress state to another when testing specimens-beams 70×70×280 mm

Вид напряженного состояния		Коэффициент перехода											
		Сжатие (f_c)				Растяжение осевое ($f_{ct,ax}$)				Растяжение при раскалывании ($f_{ct,sp}$)			
Д, Ж, И, К		ГОСТ	Ф0	Ф4	Ф8	ГОСТ	Ф0	Ф4	Ф8	ГОСТ	Ф0	Ф4	Ф8
Сжатие	k	1				0,07	0,04	0,04	0,04	0,08	0,05	0,08	0,08
	R^2	1				–	0,87	0,75	0,73	–	0,81	0,69	0,85
Растяжение осевое	k	14,28	23,23	21,92	21,91	1				1,2	1,25	1,78	1,88
	R^2	–	0,87	0,7	0,78	1				–	0,79	0,63	0,77
Растяжение при раскалывании	k	12,5	18,5	11,96	11,22	0,83	0,77	0,42	0,52	1			
	R^2	–	0,8	0,65	0,49	–	0,79	0,57	0,7	1			
А, Б, В, Г		ГОСТ	Ф1	Ф2	Ф3	ГОСТ	Ф1	Ф2	Ф3	ГОСТ	Ф1	Ф2	Ф3
Сжатие	k	1				0,07	0,05	0,05	0,04	0,08	0,09	0,09	0,06
	R^2	1				–	0,89	0,96	0,92	–	0,71	0,92	0,94
Растяжение осевое	k	14,28	19,19	19,25	22,72	1				1,2	1,71	1,81	1,34
	R^2	–	0,87	0,96	0,93	1				–	0,45	0,89	0,9
Растяжение при раскалывании	k	12,5	10,73	10,46	16,7	0,83	0,54	0,54	0,73	1			
	R^2	–	0,76	0,91	0,94	–	0,6	0,86	0,9	1			

Таблица 3
Table 3

Коэффициенты перехода от прочности при одном виде напряженного состояния к другому при испытании образцов-призм 100×100×400 мм
Transition coefficients from strength under one type of stress state to another when testing specimens-prisms 100×100×400 mm

Вид напряженного состояния		Коэффициент перехода																	
		Сжатие (f_c)						Растяжение при изгибе ($f_{ct,fl}$)						Растяжение при раскалывании ($f_{ct,sp}$)					
А, Б, В, Г, Д, Ж, И		ГОСТ	Ф0	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	ГОСТ	Ф0	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	ГОСТ	Ф0	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4
Сжатие	k	1						0,12	0,07	0,098	0,096	0,073	0,10	0,08	0,04	0,06	0,064	0,036	0,058
	R^2	1						–	0,62	0,82	0,84	0,99	0,9	–	0,84	0,80	0,82	0,92	0,99
Растяжение при изгибе	k	8,33	13,15	9,85	10	13,7	8,88	1						0,67	0,5	0,57	0,65	0,5	0,48
	R^2	–	0,64	0,85	0,86	0,99	0,9	1						–	0,68	0,72	0,58	0,88	0,86
Растяжение при раскалывании	k	12,5	24,01	16	14,82	27,7	17,18	1,5	2,35	1,66	1,4	1,94	2,02	1					
	R^2	–	0,85	0,81	0,8	0,9	0,98	–	0,62	0,7	0,5	0,87	0,88	1					

ГОСТ 10180. Для сравнения приведены также и нормативные коэффициенты, однако стоит учесть, что нормативные коэффициенты перехода справедливы для тяжелых бетонов классов прочности при сжатии от В15 до В40, поэтому в таблице они несут справочный характер (табл. 2, 3).

Согласно полученным результатам установлено, что у образцов с одним типом фибрового армирования достоверность аппроксимации прямой линии

тренда выше, чем в образцах с комплексным армированием и образцах без фибры.

Коэффициенты перехода от сжатия к осевому растяжению в исследуемых составах с комплексным дисперсным армированием (Ф4, Ф8), с полимерной фиброй (Ф3) и без фибрового армирования (Ф0) одинаковы (0,04); в составах со стальной листовой (Ф1) и проволочной (Ф2) больше на 25% (0,05). При обратном переходе от прочности на осевое растяжение

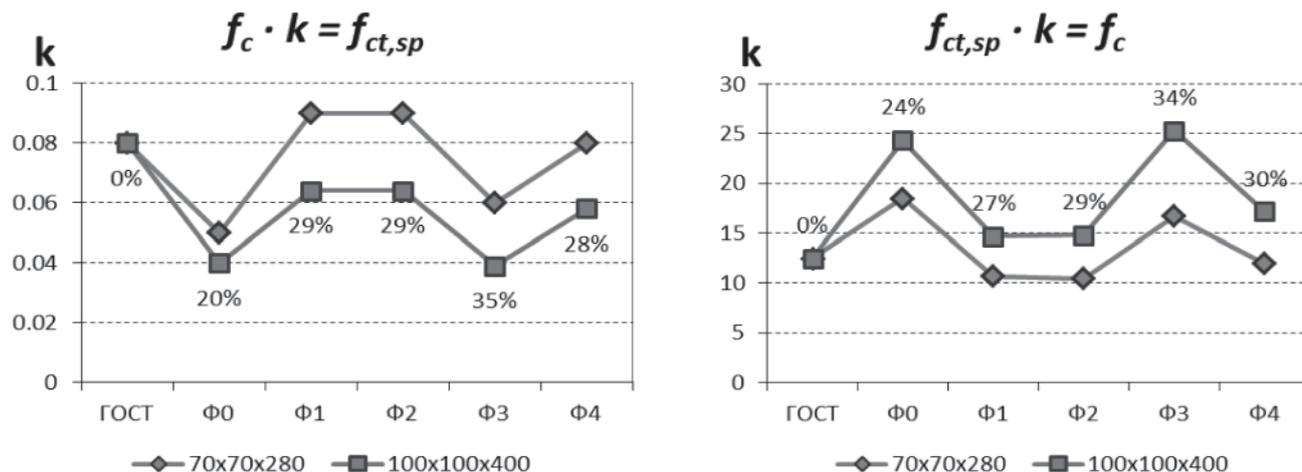


Рис. 4. Сравнение коэффициентов перехода для разных образцов-призм
 Fig. 4. Comparison of transition coefficients for different prism samples

к прочности при сжатии наблюдается такая же тенденция: для Ф0, Ф4, Ф8 и Ф3 $k=22-23$; для Ф1 и Ф2 $k \approx 19$.

Коэффициенты перехода от сжатия к растяжению при раскалывании наблюдается группирование составов с одинаковым коэффициентом перехода: при армировании высокомодульными волокнами (Ф1, Ф2) $k=0,09$, при комплексном армировании (Ф4, Ф8) $k=0,08$, при армировании полимерными волокнами (Ф3) $k=0,06$, что наиболее близко к неармированному составу (Ф0) с $k=0,05$. При переходе от растяжения при раскалывании к сжатию коэффициент перехода меняется по такому же принципу.

Коэффициенты перехода от осевого растяжения к растяжению при раскалывании в составах с комплексным армированием (Ф4, Ф8) и с металлическими волокнами (Ф1, Ф2) коэффициент перехода находится в интервале от 1,7 до 1,88. В составе с полимерной фиброй (Ф3) $k=1,3$, что наиболее близко к коэффициенту ($k=1,25$) для состава без армирования (Ф0).

Анализируя полученные результаты можно заключить, что наибольшая достоверность аппроксимации наблюдается в составах с полимерной фиброй (Ф3) и комплексным фибровым армированием (Ф4). Немного меньше, но также достаточно высокое значение достоверности аппроксимации в составах со стальным фибровым армированием: листовая волнистая (Ф1) и проволочная анкерная (Ф2). В составах без фибрового армирования (Ф0) достоверность аппроксимации линии тренда имеет более низкий и нестабильный характер.

Коэффициенты перехода от сжатия к растяжению при изгибе в исследуемых составах получились меньше, чем предложено в ГОСТ (0.12); так, наиболее близкое значение (≈ 0.10) получено в составах, содержащих высокомодульные фибровые волокна Ф1, Ф2, Ф4; для составов без фибрового армирования (Ф0) и с полимерными волокнами (Ф4) коэффи-

циент перехода (≈ 0.7) на 40% меньше предложенного в ГОСТе. При обратном переходе от растяжения при изгибе к сжатию коэффициенты перехода для составов без фибры и с полимерной фиброй (Ф0 и Ф3), а также для составов с металлической фиброй (Ф1 и Ф2) оказались одинаковыми (≈ 13 и ≈ 10 соответственно). Для состава с комплексным армированием (Ф4) коэффициент перехода наименьший (8,88) и совпадает с предложенным в ГОСТе (8,33).

Коэффициенты перехода от сжатия к растяжению при раскалывании для составов без фибры (Ф0) и с полимерной фиброй (Ф3) оказались одинаковыми ($\approx 0,04$). В составах с высокомодульными волокнами (Ф1, Ф2, Ф4) коэффициент перехода также совпал ($\approx 0,06$). При обратном переходе от растяжения при раскалывании к сжатию наблюдается похожая тенденция.

Коэффициенты перехода от растяжения при изгибе к растяжению при раскалывании оказались наименее чувствительны к наличию дисперсного армирования и находятся в пределах приблизительно от 0,5 до 0,6, что близко к значению в нормативе (0,67). При обратном переходе от растяжения при раскалывании к растяжению при изгибе для составов Ф0, Ф3 и Ф4 значение коэффициента перехода ≈ 2 и выше, а для составов Ф1 и Ф2 составил $\approx 1,5$. Возможно, оказало влияние количество высокомодульных волокон в составе.

Следующая задача состояла в том, чтобы оценить разницу между переходными коэффициентами при испытании разных образцов: призмы $70 \times 70 \times 280$ и $100 \times 100 \times 400$ мм. Для этого сравнили полученные коэффициенты перехода от сжатия к растяжению при раскалывании и наоборот (рис. 4).

Анализируя сравнительные графики на рис. 4, можно сделать вывод, что размеры образца влияют на коэффициенты перехода от прочности при одном

виде напряженного состояния к другому. Разница между коэффициентами перехода между прочностью при сжатии и прочностью при растяжении при раскалывании составляет ориентировочно 30%.

Выводы

1. Дисперсное армирование влияет на коэффициенты перехода от прочности при одном виде напряженного состояния к другому.

Список литературы

1. Жданок С.А., Полонина Е.Н., Леонович С.Н., Хрусталев Б.М., Коледа Е.А. Физико-механические характеристики бетона, модифицированного пластифицирующей добавкой на основе наноструктурированного углерода // *Инженерно-физический журнал*. 2019. Т. 92. № 1. С. 14–20.
2. Садовская Е.А., Полонина Е.Н., Леонович С.Н. Многоуровневая структура бетона: анализ и классификация уровней организации структуры конгломератных строительных композитов. *Проблемы современного строительства: Материалы Международной научно-технической конференции*, Минск, 28 мая 2019 г. Минск: БНТУ, 2019. С. 285–297.
3. Полонина Е.Н., Леонович С.Н., Коледа Е.А. Физико-механические характеристики нанобетона // *Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета*. 2018. № 4 (37). С. 100–111.
4. Садовская Е.А., Полонина Е.Н., Леонович С.Н., Жданок С.А., Потапов В.В. Критический коэффициент интенсивности напряжений при поперечном сдвиге для нанофибробетона // *Строительные материалы*. 2021. № 9. С. 41–46. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-795-9-41-46>
5. Жданок С.А., Полонина Е.Н., Садовская Е.А., Леонович С.Н. Вязкость разрушения цементных материалов, модифицированных углеродными нанотрубками // *Вестник БрГТУ*. 2021. С. 48–53.
6. Черноусов Н.Н., Черноусов Р.Н., Суханов А.В. Исследование механики работы мелкозернистого шлакобетона при осевом растяжении и сжатии // *Строительные материалы*. 2014. № 12. С. 59–63.
7. Садовская Е.А., Леонович С.Н., Будревич Н.А. Многопараметричная методика оценки показателей качества нанофибробетона для строительной площадки // *Бетон и железобетон*. 2021. № 4 (606). С. 20–28.
8. Садовская Е.А., Леонович С.Н., Жданок С.А., Полонина Е.Н. Прочность нанофибробетона на растяжение // *Инженерно-физический журнал*. 2020. Т. 93. № 4. С. 1051–1055

2. Высокомодульные волокна оказывают большее влияние на изменение коэффициентов перехода, чем низкокомодульные.

3. Количество фибры влияет на изменение коэффициентов перехода.

4. Коэффициенты перехода, полученные при испытании образцов с сечением 70×70 и 100×100 мм, с приведением к базовому (номинальному) размеру отличаются приблизительно на 30%.

References

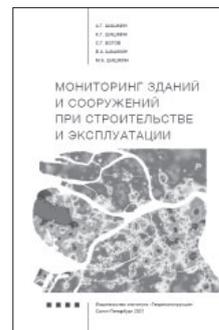
1. Zhdanok S.A., Zhdanok S.A., Polonina E.N., Leonovich S.N., Khrustalev B.M., Koleda E.A. Physical and mechanical characteristics of concrete modified with a plasticizing additive based on nanostructured carbon. *Inzhenerno-fizicheskiy zhurnal*. 2019. Vol. 92. No. 1, pp. 14–20. (In Russian).
2. Sadovskaya E.A., Polonina E.N., Leonovich S.N. Multilevel structure of concrete: analysis and classification of levels of organization of the structure of conglomerate building composites. *Problems of modern construction: materials of the International Scientific and Technical Conference*. Minsk, May 28, 2019, pp. 285–297. (In Russian)
3. Polonina E.N., Leonovich S.N., Koleda E.A. Physical and mechanical characteristics of nanoconcrete. *Vestnik Inzhenernoj shkoly Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta*. 2018. No. 4 (37). pp. 100–111. (In Russian)
4. Sadovskaya E.A., Polonina E.N., Leonovich S.N., Zhdanok S.A., Potapov V.V. Critical stress intensity coefficient at transverse shear for nanofibrobeton. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2021. No. 9, pp. 41–46. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-795-9-41-46>
5. Zhdanok S.A., Polonina E.N., Sadovskaya E.A., Leonovich S.N. Fraction viscosity of cement materials modified with carbon nanotubes. *Vestnik BrGTU*. 2021, pp. 48–53. (In Russian).
6. Chernousov N.N., Chernousov R.N., Sukhanov A.V. Investigation of the mechanics of the operation of finegrained cinderblock in axial tension and compression]. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 12, pp. 59–63. (In Russian).
7. Shalyi E.E., Leonovich S.N., Budrevich N.A. Influence of operational loads on the degradation of reinforced concrete of offshore structures. *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2021. No. 4 (606), pp. 4–13. (In Russian).
8. Sadovskaya E.A., Leonovich S.N., Zhdanok S.A., Polonina E.N. Tensile strength of nanofibre-reinforced concrete. *Inzhenerno-fizicheskiy zhurnal*. 2020. Vol. 93. No. 4, pp. 1051–1055. (In Russian).

9. Полонина Е.Н., Леонович С.Н., Коледа Е.А., Будревич Н.А. Бетон с добавкой наноструктурированного углерода: физико-механические характеристики. В сборнике: *Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы, инновации: Сборник статей международной научной конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета*. 2018. С. 173–178.
10. Бондарев Б.А., Черноусов Н.Н., Черноусов Р.Н., Стурова В.А. Исследование прочностных свойств сталефиброшлакобетона при осевом растяжении и сжатии с учетом его возраста // *Строительные материалы*. 2017. № 5. С. 20–24.
11. Баранова А.А., Гасс Ю. А., Лоншаков И. В. Определение масштабных и поправочных коэффициентов для образцов мелкозернистого бетона // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2019. № 3 (30). С. 502–509.
12. Adams D.F. Current status of compression testing of composite materials. *Proceedings of the 40th International SAMPE Symposium*. Anaheim. Calif. 1995.
9. Polonina E.N., Leonovich S.N., Koleda E.A., Budrevich N.A. Concrete with the addition of nanostructured carbon: physical and mechanical characteristics. In the collection: *Architectural and building complex: problems, prospects, innovations. Collection of articles of the international scientific conference dedicated to the 50th anniversary of the Polotsk State University*. 2018, pp. 173–178. (In Russian).
10. Bondarev B.A., Chernousov N.N., Chernousov R.N., Sturova V.A. Research in strength properties of steel-fiber-slag concrete in the course of axial tension and compression with due regard for its age. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 5, pp. 20–24. (In Russian).
11. Baranova A.A., Gass Yu.A., Lonshakov I.V. Determination of scale and correction factors for samples of fine-grained concrete. *Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'*. 2019. No. 3 (30), pp. 502–509. (In Russian).
12. Adams D.F. Current status of compression testing of composite materials. *Proceedings of the 40th International SAMPE Symposium*. Anaheim. Calif. 1995.

МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Авторы: А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин, С.Г. Богов, В.А. Шашкин, М.А. Шашкин
(практическое руководство под редакцией д.г.-м.н. Шашкина А.Г.)
Санкт-Петербург: Георекострукция, 2021. 640 с.

В монографии раскрывается содержание мониторинга механической безопасности при новом строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений. Показывается значение мониторинга не только как средства контроля за сохранностью городской застройки, но и как профилактического средства, позволяющего своевременно обнаружить и диагностировать негативные тенденции и принять адекватные меры по нормализации технического состояния сооружения. Отмечается необходимость построения мониторинга как интерактивного процесса, базирующегося на компьютерной модели взаимодействия сооружения и основания. Это позволяет корректно интерпретировать результаты мониторинга, а также выполнять обратные расчеты для совершенствования исходных расчетных схем и физических моделей материалов и грунтов.



По вопросам приобретения обращайтесь:
E-mail: georeconstruction@gmail.com WWW: geo-bookstore.ru

Учебное пособие «Промышленное и гражданское строительство. Введение в профессию»

Авторы: Грызлов В.С., Ворожбянов В.Н., Гендлина Ю.Б., Залипаева О.А., Каптюшина А.Г.,
Медведева Н.В., Петровская А.А., Поварова О.А., Чорная Т.Н.
Научный редактор – д-р техн. наук, проф. В.С. Грызлов
Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. 276 с.

Дана общая характеристика профессии строитель. Приведены сведения из истории развития строительной отрасли. Предложено краткое описание видов строительной продукции, особенностей проектирования строительных объектов, технологии и порядка организации возведения зданий и сооружений; раскрыты вопросы менеджмента в строительстве. Подчеркнута важность строительной науки и цифровизации строительной деятельности. Отдельная глава посвящена особенностям организации инженерно-строительного обучения. Для студентов бакалавриата, начавших обучение по направлению «Строительство». Может быть использовано для профориентационной работы с выпускниками школ.



По вопросам приобретения обращайтесь в издательство «Инфра-Инженерия»