

Мавританський газон - яскрава галявина з низькорослих трав і квітучих усе літо польових квітів. Для нього придатні такі види рослин, як мак, волошка, гіпсофіл, нагідки, льон, незабудка лісова, піретрум рожевий, конюшина червона. Мавританські газони доречні у місцях, наближених до природного ландшафту. Їх можна формувати одно- і багатоколірними. Можна використовувати, як однорічні, так і багаторічні квіти, що розрізняються за термінами цвітіння, щоб домогтися тривалого декоративного ефекту. Мавританський газон приваблює бджіл і метеликів, що надає йому особливої естетичної цінності.

Висновки. Таким чином, створення зелених зон міст і селищ за рахунок облаштування прибудинкових територій торфодерновими килимами є актуальним і дозволить за короткий термін без значних витрат вирішити проблему суттєвого покращення урбоекологічної ситуації. Особливого значення пропонуване рішення набуває в промислових осередках країни.

Список літератури

1. **Галецький Л.С.** Стратегія і проблеми реалізації природних ресурсів кольорового каменю України/ Л. С. Галецький // Бюлетень першої міжнародної конференції. – 2001. – С. 53–54.
2. **Бакка Н.Т.** Основные направления развития камнедобычи и камнеобработки Украины / Н. Т. Бакка // Горный журнал. – 2004.– № 1.– С. 35–37.
3. **В.А. Горохов.** Городское зеленое строительство. – М.: Стройиздат, - 2008. – 416с. ISBN: 5274007376.
4. **Луцк Л.Б.** Городское зеленое строительство. – М.: Стройиздат, - 1974. - 287 с.
5. **Панкратова Н.** Строительство загородного дома. – М.: АСТ-Астрель, - 2004. – 127 с.
6. **Starr C.** Biology. The Unity and Diversity of Life (12th ed.). Ed.: Cengage Learning, 2009. -1041 p. ISBN: 978-0-495-55792-0
7. Справочник по торфу /Под ред. **А. В. Лазарева и С. С. Корчунова.** - М.: -1982. - 760 с.
8. **David Sadava.** Life: The Science of Biology, 10th edition: W.H. Freeman, - 2012. – 108 p.
9. **James Morris.** Biology: How Life Works. Worth Publishers, - 2012. – 222 p.
10. **Judson Knight, Neil Schlager.** Science of Everyday Things: Real-Life Earth Sciences. Ed.: Gale, - 2002. – 400 p.
11. **Стріха В.А.** Обґрунтування і розробка пошарового валкування фрезерного торфу. **Дисертація канд. техн. наук.** – Рівне: - 2006. – 173 с.
12. **Т.С. Боднарюк.** Використання торфу та торфових родовищ. Навчальний посібник. Рівне 2007р.
13. <http://www.eco-usadba.ru>, <http://www.complexdoc.ru>.
14. **Yasuhiro Takeuchi, Yoh Iwasa, Kazunori Sato.** Mathematics for Life Science and Medicine (Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering). Ed.: Springer. ISBN:354034425X.
15. **Charlotte Jhonson.** Biology of soil science. Ed.: Oxford Book Company, - 2009. – 308 p.
16. **Hoefnagels M.** Biology. Concepts and Investigations (2nd ed.). Ed.: McGraw-Hill. – 2012. – 915 p. ISBN: 978-0-07-340347-2.
17. **Кучерявий В.П.** Фітомеліорація: Навч. посібник. — Львів: Світ, 2003. — 540 с.
18. **Кучерявий В.П.** Озеленення населених місць. — Львів: Світ, 2005. — 456 с.
19. **William K Purves, David Sadava, Craig Heller, Gordon H Orians.** Life: The Science of Biology. 7th Ed.: Sinauer Associates and W. H. Freeman, - 2003.
20. **Russell P.** Biology. The Dynamic Science (2nd ed.) Ed.: Cengage Learning. – 2011. – 1456 p. ISBN: 978-0-538-74124-8.
21. **Жуков С.О.** Енергетичні передумови та технологічні проблеми видобутку торфу. Монографія. - Кривой Рог: Издательский дом, ISBN 978-966-7388-70-9. - 2002. – 224 с.
Рукопис подано до редакції 20.03.14

УДК 624.016

С.А. ХАРЧЕНКО, канд. техн. наук, С.А. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф.,
А.В. ПАРШИН, канд. техн. наук, А.А. ПАЛИВОДА, магистр,
Криворожский национальный университет

ГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРОЧНЕНИЯ БЕТОННОГО ЯДРА ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Приведены результаты экспериментов по упрочнению бетонного ядра в трубобетонных элементах. Представлена их графическая интерпретация, которая упрощает визуализацию установленных исследованиями зависимостей. Описана технология и последовательность изготовления образцов. Обоснованы параметры эксперимента. Объясняются причины изменения в образцах их напряженного состояния. На основании выполненных экспериментов сформулированы выводы о значении результатов исследования.

Ключевые слова: трубобетонные элементы, бетонное ядро, упрочнение ядра, армирование, центрифугирование.

Проблема и ее связь с научной и практической задачей. В настоящее время в строительстве все большую актуальность приобретают относительно дешевые, но эффективные элементы из трубобетона [1-6]. В то же время аналитические методы строительного конструирования требуют совершенствования, особенно при разработке новых решений [7-11]. Представленные в данной статье экспериментальные результаты учли основные варианты упрочнения бетонного ядра трубобетонных элементов (рис. 1), что позволило наглядно трактовать их графически.

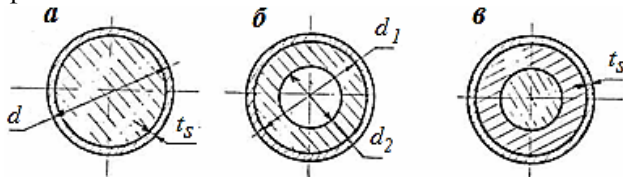


Рис. 1. Поперечные сечения образцов: *a* – со сплошным ядром; *b* – из центрифугированного трубобетона; *в* – с полостью, заполненной бетоном

Анализ исследований и публикаций. Исследованием коэффициента повышения прочности бетона за счет центрифугирования занимались много ученых, у которых он определяется в пределах: 1,3-1,5 [12]; 1,37 [13]; 1,2-1,8 [14]; 1,7 [15]; 1,5-2,0 [16]; 1,7 [17]; 1,5; Т.М [18, 19]; 1,5 [20]. Но такой значительный разброс не всегда приемлем в практическом конструировании.

Постановка задачи исследования определилась именно отмеченным разбросом, в связи с чем эксперименты были направлены на уточнение этого коэффициента для более достоверной и конкретной оценки характеристик трубобетонных элементов с различно выполненным ядром.

Изложение материала и результаты. Упрочнение бетонного ядра прессованием осуществлялось с помощью специального пуансона. При расходе цемента 325 кг/м³ оптимальная по прочности интенсивность прессования - 15 МПа, поэтому для труб с внутренним диаметром $d = 97,8$ мм с помощью пресса на пуансон передавалась прессующая нагрузка 112 кН.

Прессование производилось на четырех уровнях по высоте образца $0,25h$; $0,5h$; $0,75h$; h , на которых (кроме h) фиксировались продольные и поперечные деформации оболочки электротензорезисторами.

В первой группе опытов были исследованы трубобетонные элементы с ядром из высокопрочного бетона, с максимальным классом по прочности 60 МПа (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика опытных образцов со сплошным ядром

Шифр	d	t_s	R_b	σ_y	Шифр	d	t_s	Армирование		R_b	σ_y
								вид	%		
ТБ-1-2	104	2,0	26,5	290	ТБ-3-4	108	4,0	-	-	77,8	290
ТБ-2-2	105	2,0	26,5	290	армированное ядро						
ТБ-3-2	108	4,0	26,5	290	ТБ-Ф	102	2,1	фибры	1,00	22,2	295
ТБ-4-2	219	11,0	26,5	290	ТБ-С	102	2,1	сетки	0,32	20,2	295
ТБ-5-2	325	10,0	-	26,5	прессованное ядро, в том числе армированное -						
ТБ-6-3	102,3	2,3	34,0	310	ТБП	102	2,1	-	-	34,6	295
ТБ-1-4	104	2,0	77,8	290	ТБ-Ф	102	2,1	фибры	1,00	39,3	295
ТБ-2-4	105	2,5	77,8	290	ТБ-С	102	2,1	сетки	0,32	37,4	295

Было испытано три серии элементов, при этом варьировалась толщина стенки трубы от 2,0 до 4,0 мм. Для сравнения были исследованы такие же элементы, но с ядром из бетона класса 25 и 30 МПа, при этом также варьировалась толщина стенки трубы, но в более широком диапазоне – 2,0-11,0 мм.

Во вторую группу опытов были включены элементы с ядром, упрочненным дисперсным армированием стальными фибрами (фибробетон) и сетками в плоскостях, перпендикулярных нагрузке, а также с ядром из прессованного бетона, в том числе армированного фибрами и сетками (табл. 1).

В третьей группе исследованы образцы с ядром из бетона, упрочненного центрифугированием. Так как при центрифугировании в бетоне образуется полость, ядро дополнительно усиливалось заполнением полости обычным бетоном, фибробетоном и бетоном, армированным сетками (табл. 2).

Для изготовления опытных образцов были приняты бетоны класса по прочности В15, 25, 27, 30, 60 МПа. Данные о составах бетона приведены в табл. 3. Бетон класса по прочности 60 МПа был получен на шлакощелочном вяжущем, приготовленном из молотого граншлака.

Таблица 2

Характеристика опытных образцов с составным ядром

Шифр	d	t_s	d_1	d_2	R_b	R_{b1}	Шифр	d	t_s	d_1	d_2	R_b	R_{b1}	Армирование
ЦТ-22-25	315	3	309	229	16	24	ЦТФ-22-25	315	3	309	229	16	24	фибры
ЦТ-22-15	315	3	309	249	16	24	ЦТС-22-15	315	3	309	249	16	24	сетки
ЦТ-21-35	315	3	311	211	15	22	ЦТС-21-35	315	2	311	211	15	22	сетки
ЦТ-21-36	315	2	311	205	20	30	ЦТБ-21-36	315	2	311	205	20	30	-
ЦТ-П-38	225	2	221	121	28	42	ЦТБ-11-38	225	2	221	121	28	42	-
ЦТ-12-27	225	3	219	139	25	38	ЦТС-12-27	225	3	219	139	25	38	сетки

Примечание: d - внешний диаметр трубы; t_s - толщина стенки трубы; R_b - призмная прочность бетона, МПа; R_{b1} - призмная прочность центрифугированного бетона, МПа; σ_y - предел текучести трубы МПа; d_1 - диаметр бетонного ядра, мм; d_2 - диаметр полости бетонного ядра, мм

Таблица 3

Составы бетона опытных образцов

Материалы	Ед. изм.	Номера составов бетона								4			
		1	2	3	4	5	6	7	8				
Цемент	кг	325	340	470	-	430	460					Пульпа, кг	650
Песок	кг	670	560	584	-	550	560					Шлак, кг	550
Щебень	кг	1273	1300	1190	1280	1200	1220					Жидкое стекло ($\gamma=1,3$)	170
Вода	л	179	180	200	-	170	180					Стеклошлаковое	
В/ц	-	0,55	0,53	0,43	-	0,40	0,40	0,38	0,36			отношение $n=c\gamma/m$	0,4

В качестве вяжущего (кроме состава 4) применялся шлакопортландцемент активностью 300 (состав I) и портландцемент Каменец-Подольского цемзавода активностью 500 и 600.

Для изготовления трубобетонных образцов применялись электросварные трубы из стали С 38/23.

Для фибробетона были применены стальные фибры диаметром 0,5 мм и длиной 50 мм из низкоуглеродистой проволоки. Для армирования бетона применялась сетка из проволоки диаметром 1 мм с размером ячейки 10 мм. Значения призмной прочности бетонов приведены в табл. 4, из которой видно, что соотношение между призмной и кубиковой прочностью в среднем составляет 0,73. Для шлакощелочного высокопрочного бетона (состав 4) это значение составило 0,96, что объясняется хрупким разрушением. Значения прочности центрифугированного бетона, табл. 5.

Таблица 4

Прочностные и деформативные характеристики бетонов

Состав	R , МПа	R_b , МПа	$E_b \times 10^{-4}$, МПа	Состав	R , МПа	R_b , МПа	$E_b \times 10^{-4}$, МПа	Состав	R , МПа	R_b , МПа	$E_b \times 10^{-4}$, МПа
1	24,6	18,6	2,90	4	80,7	77,8	3,64	7	34,9	25,2	2,80
2	33,4	26,5	2,86	5	20,8	15,0	2,10	8	40,0	28,0	2,90
3	41,7	34,0	3,54	6	31,2	21,0	2,50				

Таблица 5

Прочность центрифугированного бетона

Шифр	d_{b1}	d_{b2}	N	R_{b1}	N_{b1}	K	$E_b \times 10^{-3}$	$E_{b1} \times 10^{-3}$	K_e	Шифр	d_{b1}	d_{b2}	N	R_{b1}	N_{b1}	K	$E_b \times 10^{-3}$	$E_{b1} \times 10^{-3}$	K_e
Ц-22-25	309	229	5	24,0	809	1,60	21,0	25,0	1,19	Ц-21-36	311	205	6	29,9	1286	1,42	25,2	27,0	1,07
Ц-22-15	309	249	5	24,3	638	1,62	21,0	25,0	1,19	Ц-11-38	221	121	7	41,7	П9	1,49	29,0	35,0	1,21
Ц-21-35	311	211	5	22,3	916	1,48	21,0	25,0	1,19	Ц-12-27	219	139	8	37,1	835	1,48	28,2	35,5	1,15

Примечание: в каждой серии испытано по три образца-близнеца; d_{b1} - внешний диаметр, мм; d_{b2} - диаметр полости бетонного ядра, мм; N - номер состава бетона; R_{b1} - прочность центрифугированного бетона, МПа; N_{b1} - несущая способность, кН; K - коэффициент центрифугирования бетона; E_b, E_{b1} - соответственно, модуль упругости бетона обычного и центрифугированного; K_e - коэффициент изменения модуля

Из таблицы видно, что коэффициент повышения прочности бетона за счет центрифугирования изменяется в пределах 1,42-1,62, в среднем - 1,52, что согласуется с результатами других авторов.

На рис. 2а приведены данные об изменении продольных и поперечных деформаций от нагрузки бетонных призм из составов 5-8; на рис. 2б - тех же составов, подвергнутых центрифугированию.

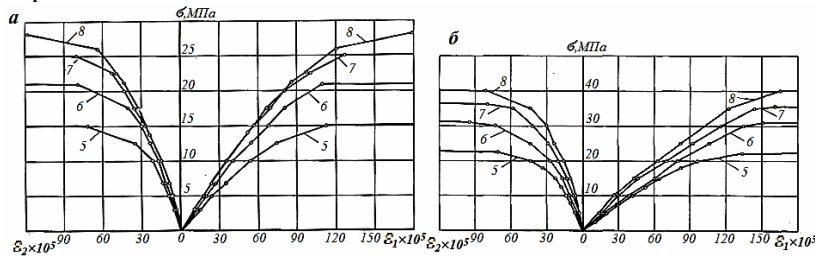


Рис. 2. Зависимость продольных и поперечных деформаций обычного а и центрифугированного б бетона от напряжений; 5-8 - составы бетона

В табл. 5 приведены значения начального модуля упругости обычного и центрифугированного бетона (составы 5-8), из которой следует, что за счет центрифугирования достигается незначительное увеличение модуля упругости, причем коэффициент его увеличения колеблется в пределах 1,15-1,21.

По замеренным деформациям вычислялся коэффициент Пуассона ν и начальный модуль упругости E_0 , а также строились графики изменения модуля деформации (рис. 3). С увеличением напряжений в обычном бетоне (составы 5-8) наблюдается рост коэффициента Пуассона ν , что говорит о развитии микротрещинообразования в бетоне (рис. 4). При этом значение ν превышало 0,5 при напряжениях, близких к призмочной прочности. Характер изменения ν для центрифугированного бетона - примерно такой же, как и для вибрированного, ν измеряется от значений 0,25-0,3 до 0,38-0,45 (рис. 4).

С увеличением напряжений наблюдается уменьшение модуля деформации центрифугированного бетона (в среднем до 30%). Характер изменения - такой же, как и для вибрированного бетона.

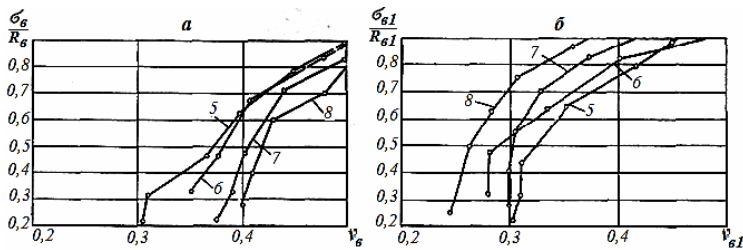


Рис. 3. Зависимость коэффициента Пуассона обычного а и центрифугированного б бетона от величины напряжений; 5-8 - номера составов бетона

В табл. 6 приведена прочность бетона состава 1, армированного стальными фибрами и сетками, а также прочность этих же бетонов, упрочненных методом прессования. Призмочная прочность бетона состава 1 без упрочнения составляла 18,6 МПа.

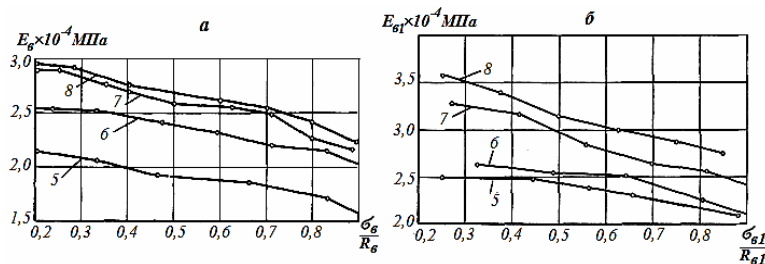


Рис. 4. Зависимость модуля деформаций E_b - а и E_{b1} - б от величины напряжений; 5-8 - номера составов бетона

Были испытаны также бетонные образцы - цилиндры, представляющие собой ядра трубобетонных элементов. На рис. 5а приведены зависимости $N-\varepsilon_1$ и $N-\varepsilon_2$ для бетонных цилиндров серии Б, цилиндров из фибробетона - серия Б-Ф и бетонных цилиндров, армированных сетками - серия Б-С.

Таблица 6

Физико-механические свойства упрочненного бетона

Шифр образца	R_b	N_b	K_m	E_b	K	Шифр образца	R_b	N_b	K_m	E_b	K
Б-Ф	22,2	167	1,19	3,75	1,29	БП-Ф	39,3	295	2,11	4,20	1,45
БС	20,2	152	1,09	3,35	1,15	БП-С	37,4	281	2,01	4,05	1,39
БП	34,6	260	1,86	3,90	1,34	Б	-	140	-	2,90	1

Примечание: Б-Ф - армирование фибрами, БС - армирование сетками, БП - прессование, БП-Ф - прессование, армирование фибрами, БП-С - прессование, армирование сетками, Б - обычный бетон; R_b - прочность упрочненного бетона, МПа; N_b - несущая способность, кН; K_m - коэффициент повышения прочности; $E_b \times 10^{-4}$ МПа; K - коэффициент изменения модуля по сравнению с обычным бетоном

Из рисунков следует, что деформативность армированных образцов - ниже, а несущая способность - выше, по сравнению с обычными бетонными образцами, при этом несущая способность образцов из фибробетона примерно на 19% выше по сравнению с обычным бетоном.

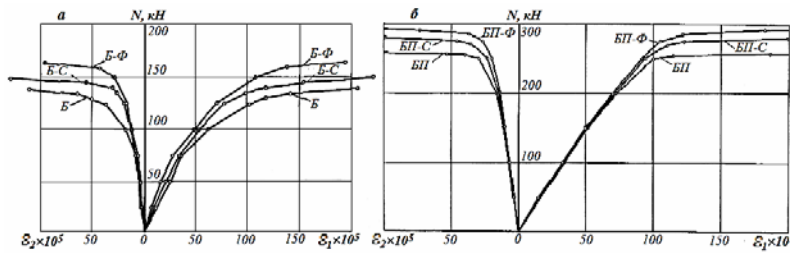


Рис. 5. Зависимость продольных и поперечных деформаций от величины нагрузки для бетонных цилиндров

На рис. 5б приведены зависимости $N-\varepsilon_1$ и $N-\varepsilon_2$ для бетонных цилиндров из прессованного бетона, армированного сетками – серия БП-С. Характер деформирования образцов отличается от вибрированных: в начальный период загрузки зависимости $N-\varepsilon_1$ и $N-\varepsilon_2$ у прессованных образцов - практически прямолинейны. За счет прессования прочность бетона увеличивается почти в два раза.

На рис. 6 и 7 приведены графики изменения модуля деформаций и коэффициента поперечных деформаций в зависимости от относительных напряжений для образцов из вибрированного и прессованного бетона. Для прессованного на протяжении всего периода загрузки коэффициент ν равнялся 0,2 и достиг 0,3 только при напряжениях, близких к предельным. В вибрированном бетоне в состоянии, близком к предельному, коэффициент поперечной деформации достиг величины 0,5.

На рис. 6 и 7 приведены графики изменения модуля деформаций и коэффициента поперечных деформаций в зависимости от относительных напряжений для образцов из вибрированного и прессованного бетона. Для прессованного на протяжении всего периода загрузки коэффициент ν равнялся 0,2 и достиг 0,3 только при напряжениях, близких к предельным. В вибрированном бетоне в состоянии, близком к предельному, коэффициент поперечной деформации достиг величины 0,5.

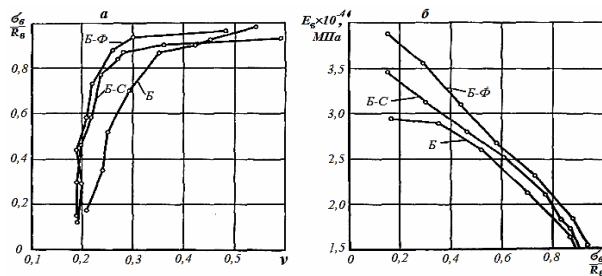


Рис. 6. Изменение коэффициента Пуассона ν и модуля деформаций E_s бетона в зависимости от напряжений для образцов серий Б, Б-С, Б-Ф

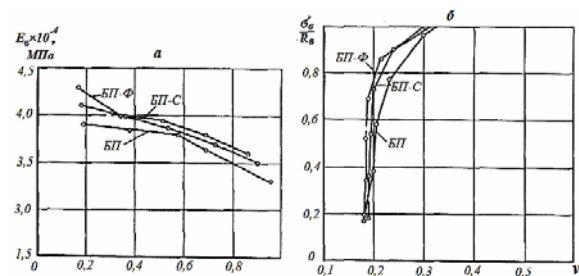


Рис. 7. Изменение модуля деформаций E_s и коэффициента Пуассона ν прессованного бетона в зависимости от напряжений для образцов серий БП, БП-С, БП-Ф

В табл. 6 приведены значения начального модуля упругости для всех образцов из вибрированного и прессованного бетона. При этом начальный модуль упругости для прессованного бетона - выше, по сравнению с вибрированным. Это увеличение для серии БП составляет 34%. С увеличением напряжений в бетоне модуль деформаций вибрированного бетона уменьшается почти в два раза, в то время, как уменьшение модуля деформаций прессованного составляет 15-20%.

В табл. 7 даны физико-механические характеристики стали труб, фибры и сетки, σ_y - напряжение, при котором начинается текучесть, а σ_u - временная прочность стали.

Таблица 7

Физико-механические характеристики сталей

Толщина стенки трубы, мм	σ_y МПа	σ_u МПа	$E_s \times 10^{-5}$ МПа	Толщина стенки трубы, мм	σ_y МПа	σ_u МПа	$E_s \times 10^{-5}$ МПа
2,0	280	318	2,10	2,0; 2,5; 4,0	290	327	2,35
2,1	295	320	2,05	2,3	310	335	2,10
3,0	300	325	2,10				
11; 10; 2; 2,5; 4	290	325	2,35	Фибры	300	330	2,03
2,5; 4,0	290	325	2,35	Сетки			2,01

На рис. 8 приведены зависимости $\sigma_s - \varepsilon_s$ для стали с четко выраженной площадкой текучести.

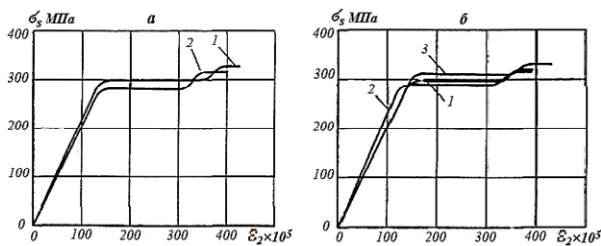


Рис. 8. Зависимость $\sigma_s - \varepsilon$ для стали с толщиной стенки трубы: 1-3, 2-2 мм - а и 1-2,1, 2-4,0, 3-2,3 мм - б

Выводы. Приведенные исследования позволяют оценить влияние на несущую способность и деформации трубобетонных элементов всевозможных видов упрочнения бетонного ядра, таких как дисперсное армирование стальными волокнами, сетками, прессование стальными волокнами, сетками, прессование

центрифугирование, заполнение полости центрифугированного трубобетона бетоном, в том числе армированным сетками и волокнами.

Коэффициент увеличения прочности бетона для описанных опытов составил: при 1% армирования бетона стальными волокнами ($d=0,5$ мм, $l=50$ мм) - 1,2; при поперечном армировании бетона стальными сетками (0,32%) - 1,1; прессованного бетона - 1,9; прессованного, армированного волокнами - 2,1; прессованного, армированного сетками - 2,0.

Прочность бетона, упрочненного центрифугированием, превышает призменную прочность вибрированного, при этом коэффициент увеличения прочности колебался в пределах 1,4-1,6.

Коэффициент увеличения модуля упругости E_b составил: для бетона, армированного стальными волокнами - 1,3; стальными сетками - 1,15; прессованного - 1,3; прессованного, армированного волокнами - 1,45; прессованного, армированного сетками - 1,4.

Для центрифугированного бетона коэффициент увеличения модуля упругости изменялся в пределах 1,1-1,2.

Список литературы

1. **Кикин А.И., Санжаровский Р.О., Труль В.А.** Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном.- М.: Госстройиздат, 1994. - 146 с.
2. **Furlong R.W. Asco M.** Desing of Steel-Encased Concrete Beam-Columns. "Proceeding ASCE", №. St. 13, 1968, vol. 94, p 267-281.
3. **Лопатко А.Э.** О свойствах бетона, твердеющего в замкнутой обойме и жесткости трубобетонных элементов // Строительные конструкции. - Киев: Будівельник, 1973. – Вып. XXI. -С 232-234.
4. **Furlong R.W.** Strength of Steel-Encased Concrete Beam-Columns. "Procceedings ASCE", №.St.1, 1969, vol 95. - p. 99-ЮТ.
5. **Gardner K.J. Jacobson E.R.** Structural Behavior of Concrete Pilled Steel Tubes as Columns. - J. Amer. Concrete Inst. Proc., 1997, vol. 64, n 7. - p. 404-413.
6. **Potyondy J.G.** Concrete Pilled Tubular Steel Structures In Marine Environment. Proceedings. The international speciality conference on concrete filled steel tubular structures. Held at Harbin, China, 1995. - p. 27-31.
7. **Shen Xi-Ming.** Design of Concrete Pilled Steel Tubular Column for Factory Building. Proceedings. The international speciality conference on concrete filled steel tubular structures. Held at Harbin, China, 1985. - p. 164-170.
8. **Zhong Shan-Tong.** The Use of Concrete Filled Steel Tubular Structures in China. - Proceedings. The international speciality conference on concrete filled steel tubular structures. Held at Harbin, China, 1985. - p. 1-6.
9. **Гамбаров Г.А.** Исследование работы спирально армированных и трубобетонных элементов под воздействием центрального сжатия: Дис. ... канд. техн. наук. - М.: 1962. - 166 с.
10. **Стороженко Л.И.** Объемное напряженно-деформированное состояние железобетона с косвенным армированием: Дис. ... д-ра техн. наук. - Кривой Рог.: 1985. - 277 с.
11. **Сурдин В.М.** Исследование напряженно-деформированного состояния трубобетонных элементов при осевом нагружении с учетом реологических процессов: Дис. ... канд. техн. наук. -Кривой Рог.: 1970. - 280 с.
12. **Аль-Каллас Мохамед Халед.** Прочность и деформации конструктивных элементов из стальных труб, заполненных центрифугированным бетоном: Дис. ... канд. техн. наук. - Кривой Рог; 1985. - 170 с.
13. **Ахвердов И.Н.** Железобетонные напорные центрифугированные трубы. - М.: Стройиздат, 1967. - 164 с.
14. **Баташев В.М.** Расчет прочности, трещиностойкости и деформаций железобетонных элементов и конструкций с многорядным армированием: Дис. ... д-ра техн. наук. – Днепропетровск: 1978. - 430 с.
15. **Баташев В.М.** Расчет прочности, трещиностойкости и деформаций железобетонных элементов и конструкций с многорядным армированием: Дис. ... д-ра техн. наук. – Днепропетровск: 1978. - 430 с.
16. **Каландадзе В.Ш.** Определение прочности центрифугированного бетона // Бетон и железобетон. - 1962. - № 8. - С. 362-366.
17. **Кудзис А.П.** Железобетонные конструкции кольцевого сечения. - Вильнюс: Минтис, 1975. - 224 с.
18. **Баташев В.М.** Прочность, трещиностойкость и деформации железобетонных элементов с многорядным армированием. - Киев: Будівельник, 1978. - 120 с.
19. **Сорокер В.И., Волкович Л.С.** Контроль производства и технический анализ на заводах железобетонных изделий. Учеб. пособис. М.: Стройиздат, 1969.-224 с.
20. **Пецольт Т.М. и др.** Центрифугированные железобетонные кольцевые колонны каркаса промзданий // Строительство и архитектура Белоруссии. - 1977. - № 4. - С. 7-8.

Рукопись поступила в редакцию 20.0314