

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 691.32-033.33

ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ КЕРАМЗИТА ЗАВОДОВ БЕЛАРУСИ

*д-р техн. наук, проф. С.Д. СЕМЕНЮК; И.И. МЕЛЬЯНЦОВА; А.Г. ПОДГОЛИН
(Белорусско-Российский университет, Могилев)*

Демонстрируются результаты экспериментальных и теоретических исследований прочностных и деформативных свойств легких бетонов классов CL 8/10, CL 10/12,5, CL 16/20 и CL 25/30 на основе керамзита заводов Беларуси при кратковременном центральном сжатии. Определены кубиковая и призмная прочностности, найдены модули продольных и поперечных деформаций, модуль сдвига, пределы микротрещинообразования бетонов.

Применение легкого бетона значительно расширяется, так как его использование эффективно не только для наружных ограждений отапливаемых зданий, но и во всех случаях, когда необходимо уменьшить вес конструкций. Особое значение легкий бетон имеет для строительства зданий из крупных панелей и блоков, использование его существенно снижает трудоемкость, вес и стоимость сооружений. Комплексное использование легких бетонов позволяет решить проблемы энергоресурсосбережения при строительстве и техническом обслуживании зданий и инженерных сооружений, повысить их надежность, долговечность и безопасность при эксплуатации. Однако для гармонизации белорусских нормативных документов с Еврокодом необходимо уточнить некоторые прочностные и деформативные характеристики легких бетонов, что для Республики Беларусь является актуальным. С этой целью проведены экспериментальные исследования прочностности и деформативности образцов из легкого бетона на основе керамзита заводов Беларуси классов CL 8/10, CL 10/12,5, CL 16/20 и CL 25/30 в виде кубов, призм и цилиндров на кратковременное центральное сжатие в соответствии с ГОСТ 24452 [1].

Характеристики опытных образцов и методика экспериментальных исследований. Для определения прочностных и деформативных характеристик легких бетонов на основе керамзита заводов Беларуси были исследованы 4 серии опытных образцов из бетона классов CL 8/10, CL 10/12,5, CL 16/20 и CL 25/30. В каждой серии экспериментальных исследований было заформовано и испытано: 12 кубов с размером ребра 150 мм; 8 кубов с размером ребра 100 мм; 12 цилиндров диаметром 150 и высотой 300 мм; 12 призм размерами 150×150×600 мм. Испытания проводились в возрасте 7, 14, 28 и 60 суток. В каждом возрасте испытывалось: по 3 куба с размерами ребра 150 мм; 2 куба с размерами ребра 100 мм; 3 призмы размерами 150×150×600 мм; 3 цилиндра диаметром 150 и высотой 300 мм.

Для изготовления легкого бетона класса CL 8/10 в качестве крупного заполнителя использовался керамзитовый гравий фракций 5...10 и 10...20 мм; в качестве мелкого заполнителя – песок керамзитовый фракции 0...4 мм ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль». В качестве крупного заполнителя для бетона класса CL 16/20 использовался керамзитовый гравий фракций 5...10 и 10...20 мм с относительной прочностью в цилиндре 2,68 и 1,86 МПа соответственно. Для изготовления легкого бетона класса CL 10/12,5 применялся только керамзит фракции 10...20 мм. Для изготовления легкого бетона класса CL 25/30 в качестве крупного заполнителя использовался керамзит щебнеподобный фракции 5...10 мм Петриковского керамзитового завода ОАО «Гомельский ДСК». Мелким заполнителем для бетонов классов CL 25/30, 16/20 и 10/12,5 служил песок кварцевый с модулем крупности $M_{кр} = 1,8$. Вяжущим для всех серий использовался портландцемент ОАО «Белорусский цементный завод» марки М 500.

Состав керамзитобетонных смесей:

- для бетона класса CL 25/30 – Ц : П : Щ = 1 : 1,84 : 0,79 при водоцементном отношении В/Ц = 0,4. Плотность бетона в возрасте 28 суток – 1780 кг/м³;
- для бетона класса CL 16/20 – Ц : П : Г = 1 : 1,84 : 0,79 при водоцементном отношении В/Ц = 0,46. Плотность керамзитобетона в возрасте 28 суток – 1545 кг/м³;
- для бетона класса CL 10/12,5 – Ц : П : Г = 1 : 2,41 : 1,37 при водоцементном отношении В/Ц = 0,51. Плотность керамзитобетона в возрасте 28 суток – 1390 кг/м³;
- для бетона класса CL 8/10 – Ц : П : Г = 1 : 0,52 : 1,05 при водоцементном отношении В/Ц = 0,63. Плотность бетона в возрасте 28 суток – 950 кг/м³.

Составы бетонных смесей подбирались в соответствии с «Рекомендациями по подбору, изготовлению и применению конструкционно-теплоизоляционного и конструкционного керамзитобетонов», подготовленных РУП «Институт БелНИИС» [2].

Бетонную смесь приготавливали в лабораторных условиях вручную. Для изготовления образцов использовались инвентарные металлические сборно-разборные формы. Распалубливание проводилось на шестые сутки. Экспериментальные образцы находились в естественных температурно-влажностных условиях цеха испытания конструкций, где и проходило их испытание на кратковременное действие нагрузки.

Испытание призм на кратковременное центральное сжатие проводилось в полном соответствии с требованиями [1]. Нагружение призм образцов до их разрушения производилось с постоянной скоростью роста напряжений ($0,6 \pm 0,2$ МПа/с) ступенями, равными 10% от ожидаемой разрушающей нагрузки. При испытании продольные деформации измерялись индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм на базе 370...375 мм, установленными вдоль оси по четырем граням призм. Поперечные деформации измерялись индикаторами часового типа с ценой деления 0,001 мм на базе 110...115 мм. Продольные и поперечные деформации по каждой отдельной призме (по показаниям четырех приборов механического действия) усреднялись. При отдельных отчетах, резко отличавшихся от среднего, эти отчеты и соответствующие им деформации по отдельным приборам из обработки опытных деформаций исключались.

Анализ экспериментальных данных позволил описать кинетику роста бетонов во времени гиперболической зависимостью $f_c^t = f_c^{28} \cdot \frac{t}{0,85 \cdot t + 4,2}$, при этом отклонение экспериментальных данных от предложенной зависимости не превышало 3%.

Экспериментально-статистическая оценка деформативных характеристик легкого бетона. В работах [3; 4] показано, что зависимость «секущий модуль продольных деформаций – напряжение или уровень напряжений» (« $E_c - \sigma$ »), (« $E_c - \eta$ ») при кратковременном центральном сжатии бетонных призм до разрушения с постоянной скоростью роста напряжений с большой достоверностью описывается линейной опытно-корреляционной зависимостью (1), а непосредственно вытекающая из нее зависимость «напряжение – деформация» – корреляционной зависимостью (2) гиперболического вида:

$$E_{c(cf)} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{c(cf)}} = E_{c(0)} \cdot [1 - \lambda_{c(cf)} \cdot \eta], \quad (1)$$

$$\varepsilon_{c(cf)} = \frac{\sigma}{E_{cf}} = \frac{\sigma}{E_{c(0)} \cdot \left[1 - \lambda_{c(cf)} \cdot \frac{\sigma}{f_c}\right]}, \quad (2)$$

где η – уровень напряжений; $E_{c(0)}$ – истинный модуль упругости бетона (секущий модуль деформации при $\sigma = 0$); $\lambda_{c(cf)}$ – предельное значение коэффициента пластичности бетона при $\sigma = f_c$.

Статистическая обработка результатов испытаний бетонных призм показала, что линейные корреляционные зависимости «секущие модули деформаций – напряжения или уровень напряжений» имеют место для поперечных и сдвиговых деформаций:

$$E_{v(cf)} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{v(cf)}} = E_{v(0)} \cdot [1 - \lambda_{v(cf)} \cdot \eta], \quad (3)$$

$$\varepsilon_{v(cf)} = \frac{\sigma}{E'_{v(cf)}} = \frac{\sigma}{E_{v(0)} \cdot \left[1 - \lambda_{v(cf)} \cdot \frac{\sigma}{f_c}\right]}, \quad (4)$$

$$G_{cf} = \frac{\sigma}{\varepsilon_{G(cf)}} = \frac{\sigma}{2 \cdot [\varepsilon_{c(cf)} + \varepsilon_{v(cf)}]} = G_{(0)} \cdot \left[1 - \lambda_{G(cf)} \cdot \frac{\sigma}{f_c}\right], \quad (5)$$

$$\varepsilon_{G(cf)} = \frac{\sigma}{G_{(cf)}} = \frac{\sigma}{G_0 \cdot \left[1 - \lambda_{G(cf)} \cdot \frac{\sigma}{f_c}\right]}, \quad (6)$$

$$\varepsilon_{G(cf)} = 2 \cdot [\varepsilon_{c(cf)} + \varepsilon_{v(cf)}]. \quad (7)$$

Здесь $E_{v(cf)}$, G_{cf} – секущие модули поперечных упругопластических деформаций и деформаций сдвига; $\varepsilon_{v(cf)}$, $\varepsilon_{G(cf)}$ – соответствующие вышеуказанным секущим модулям деформаций упругопластические поперечные деформации и деформации сдвига при сжатии; $E_{v(0)}$, G_0 – испытанные значения модулей упругих

поперечных и сдвиговых деформаций; $\lambda_{v(f_c)}$, $\lambda_{G(f_c)}$ – коэффициенты пластичности по поперечным и сдвиговым деформациям при напряжении $\sigma = f_c$.

Численные значения параметров линейных корреляционных зависимостей (1), (3), (5) устанавливаются статистически методами линейной корреляции.

Величиной, выражающей прямолинейную зависимость между двумя свойствами, является коэффициент корреляции. Чем ближе коэффициент корреляции к единице, тем больше связь между изучаемыми свойствами. Коэффициент корреляции r вычисляют по следующей формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_c \cdot Y_c)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_c^2 \cdot Y_c^2}}, \quad (8)$$

где $\sum_{i=1}^n (X_c \cdot Y_c)$ – отклонения отдельных вариантов V_x , V_y от соответствующих им средних арифметических M_x и M_y ; n – число наблюдений.

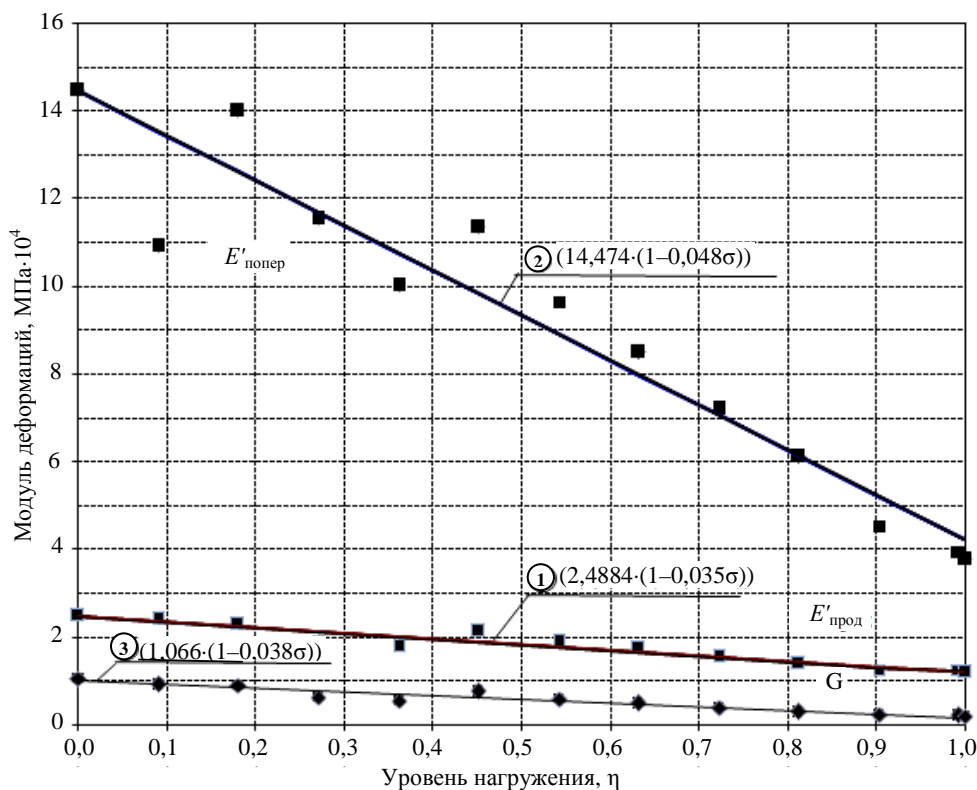
Средняя ошибка коэффициента корреляции

$$m_r = \pm \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}. \quad (9)$$

Достоверность коэффициента корреляции (линейного корреляционного уравнения или связи) оценивается отношением коэффициента корреляции r к его средней ошибке m_r . Если это отношение равно 4 или больше, коэффициент корреляции считается достоверным и наличие связи между двумя свойствами доказано, в противном случае нельзя сделать заключение о достоверности связи между изучаемыми свойствами.

Линейное корреляционное уравнение представлено следующей формулой:

$$Y = M_y + r \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \cdot (X - M_x). \quad (10)$$



$$1 - (E'_{\text{прод}} - \eta); 2 - (E'_{\text{попер}} - \eta); 3 - (G - \eta)$$

Рисунок 1 – Опытные и теоретические зависимости «модуль деформаций – уровень нагружения» для образцов в возрасте 14 суток из бетона класса 16/20

Характеристики бетонов четырех серий испытанных образцов различного возраста и статистика их линейных корреляционных зависимостей отражены в таблицах 1–4.

Таблица 1 – Характеристика керамзитобетона испытанных образцов и статистика их линейных корреляционных зависимостей для класса 16/20

Класс бетона	Возраст, сут	$f_{c,cube}^G$, МПа	f_{ck} , МПа	f_{crc}^V		f_{crc}^0		Зависимость	Уравнение, МПа	r	r/m_r
				η	МПа	η	МПа				
16/20	7	16,04	13,11	0,857	11,24	0,538	7,06	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,795(1 - 0,023\sigma) \cdot 10^4$	-0,9883	147,5
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$17,580(1 - 0,073\sigma) \cdot 10^4$	-0,7921	7,36
								$G_c - \eta$	$0,808(1 - 0,034\sigma) \cdot 10^4$	-0,9756	70,18
	14	18,1	14,68	0,812	11,92	0,531	7,8	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$2,4884(1 - 0,035\sigma) \cdot 10^4$	-0,9523	42,16
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$14,474(1 - 0,048\sigma) \cdot 10^4$	-0,9482	37,71
								$G_c - \eta$	$1,066(1 - 0,038\sigma) \cdot 10^4$	-0,9602	50,77
	28	20,56	16,21	0,776	12,58	0,505	8,18	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,687(1 - 0,014\sigma) \cdot 10^4$	-0,9397	43,77
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$16,224(1 - 0,05\sigma) \cdot 10^4$	-0,9357	60,2
								$G_c - \eta$	$0,843(1 - 0,026\sigma) \cdot 10^4$	-0,9874	162,3
	60	21,47	17,56	0,755	13,25	0,459	8,06	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,749(1 - 0,014\sigma) \cdot 10^4$	-0,9458	39,11
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$13,264(1 - 0,041\sigma) \cdot 10^4$	-0,8479	13,15
								$G_c - \eta$	$1,205(1 - 0,022\sigma) \cdot 10^4$	-0,9751	84,26

Таблица 2 – Характеристика керамзитобетона испытанных образцов и статистика их линейных корреляционных зависимостей для класса 10/12,5

Класс бетона	Возраст, сут	$f_{c,cube}^G$, МПа	f_{ck} , МПа	f_{crc}^V		f_{crc}^0		Зависимость	Уравнение, МПа	r	r/m_r
				η	МПа	η	МПа				
10/12,5	7	8,92	7,12	0,75	5,34	0,495	3,52	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$0,964(1 - 0,055\sigma) \cdot 10^4$	-0,8647	16,069
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$7,026(1 - 0,115\sigma) \cdot 10^4$	-0,9632	62,588
								$G_c - \eta$	$0,430(1 - 0,07\sigma) \cdot 10^4$	-0,9167	26,961
	14	10,11	8,27	0,789	6,53	0,492	4,07	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,315(1 - 0,051\sigma) \cdot 10^4$	-0,9570	128,11
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$13,420(1 - 0,099\sigma) \cdot 10^4$	-0,9242	26,77
								$G_c - \eta$	$0,604(1 - 0,062\sigma) \cdot 10^4$	-0,9804	52,46
	28	11,82	9,89	0,779	7,70	0,477	4,72	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,251(1 - 0,043\sigma) \cdot 10^4$	-0,9757	81,418
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$9,180(1 - 0,087\sigma) \cdot 10^4$	-0,9572	45,76
								$G_c - \eta$	$0,560(1 - 0,055\sigma) \cdot 10^4$	-0,9835	120,45
	60	13,61	11,17	0,791	8,84	0,514	5,74	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,643(1 - 0,051\sigma) \cdot 10^4$	-0,9146	23,72
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$16,63(1 - 0,079\sigma) \cdot 10^4$	-0,9860	150,08
								$G_c - \eta$	$0,762(1 - 0,056\sigma) \cdot 10^4$	-0,9600	52,00

Таблица 3 – Характеристика керамзитобетона испытанных образцов и статистика их линейных корреляционных зависимостей для класса 8/10

Класс бетона	Возраст, сут	$f_{c,cube}^G$, МПа	f_{ck} , МПа	f_{crc}^V		f_{crc}^0		Зависимость	Уравнение, МПа	r	r/m_r
				η	МПа	η	МПа				
8/10	7	8,06	6,4	0,701	4,49	0,448	2,87	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,262(1 - 0,0929\sigma) \cdot 10^4$	-0,9757	64,29
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$10,291(1 - 0,149\sigma) \cdot 10^4$	-0,9701	52,03
								$G_c - \eta$	$0,312(1 - 0,0125\sigma) \cdot 10^4$	-0,9841	196,8
	14	8,64	6,88	0,711	4,89	0,424	2,92	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,119(1 - 0,078\sigma) \cdot 10^4$	-0,9639	43,02
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$17,773(1 - 0,136\sigma) \cdot 10^4$	-0,8777	12,09
								$G_c - \eta$	$0,538(1 - 0,0907\sigma) \cdot 10^4$	-0,9858	110,8
	28	10,3	8,36	0,769	6,43	0,518	4,33	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$2,162(1 - 0,0938\sigma) \cdot 10^4$	-0,9799	78,03
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$14,676(1 - 0,120\sigma) \cdot 10^4$	-0,9772	68,67
								$G_c - \eta$	$0,951(1 - 0,1006\sigma) \cdot 10^4$	-0,9838	97,12

Таблица 4 – Характеристика керамзитобетона испытанных образцов и статистика их линейных корреляционных зависимостей для класса 25/30

Класс бетона	Возраст, сут	$f_{c,cube}^G$, МПа	f_{ck} , МПа	f_{crc}^v		f_{crc}^0		Зависимость	Уравнение, МПа	r	r/m_r
				η	МПа	η	МПа				
25/30	14	24,60	21,37	0,755	16,13	0,488	10,43	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,818(1 - 0,033\sigma) \cdot 10^4$	-0,9983	152,5
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$26,88(1 - 0,089\sigma) \cdot 10^4$	-0,8921	15,88
								$G_c - \eta$	$1,011(1 - 0,054\sigma) \cdot 10^4$	-0,9536	102,32
	21	30,86	27,24	0,771	21,00	0,501	13,65	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,918(1 - 0,045\sigma) \cdot 10^4$	-0,9322	82,16
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$25,22(1 - 0,052\sigma) \cdot 10^4$	-0,9233	47,71
								$G_c - \eta$	$1,087(1 - 0,048\sigma) \cdot 10^4$	-0,9712	88,15
	28	33,63	28,99	0,788	22,84	0,515	14,93	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$2,014(1 - 0,034\sigma) \cdot 10^4$	-0,9411	50,77
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$28,221(1 - 0,015\sigma) \cdot 10^4$	-0,9111	75,2
								$G_c - \eta$	$1,091(1 - 0,022\sigma) \cdot 10^4$	-0,9991	178,6
	60	34,07	29,86	0,795	23,74	0,535	15,98	$E_{c(\sigma)} - \eta$	$1,949(1 - 0,022\sigma) \cdot 10^4$	-0,9222	48,11
								$E_{v(\sigma)} - \eta$	$28,922(1 - 0,071\sigma) \cdot 10^4$	-0,8901	15,16
								$G_c - \eta$	$1,228(1 - 0,041\sigma) \cdot 10^4$	-0,9924	108,3

Важными характеристиками прочности и деформативности бетона являются пределы верхнего и нижнего микротрещинообразования. При центральном кратковременном сжатии на начальной стадии наблюдается незначительное увеличение числа контактных микротрещин на границе частиц заполнителя и цементного камня до уровня, соответствующего нижней границе микротрещинообразования η_{crc}^0 .

При превышении уровня η_{crc}^0 наблюдается интенсивное увеличение длины, ширины раскрытия и числа контактных микротрещин, что приводит к появлению нелинейного участка на графике зависимости «напряжения – относительные деформации». Эта стадия характеризуется незначительным количеством микротрещин в цементном камне. Вместе с тем начинают появляться комбинированные микротрещины, объединяющие главным образом контактные микротрещины вокруг зерен заполнителя.

При достижении верхней границы микротрещинообразования η_{crc}^v увеличивается число и суммарная длина комбинированных трещин, возрастает их ширина раскрытия. На этой стадии начинают формироваться ярко выраженные микротрещины в цементном камне.

Определение верхнего предела микротрещинообразования производилось по результатам испытания образцов призм с размерами 150×150×600 мм графическим методом по усредненным экспериментальным данным путем построения зависимости «уровень нагружения η – объемная деформация ε^v ». Объемные деформации ε^v при этом определяются по следующей формуле:

$$\varepsilon^v = \varepsilon_c - 2\varepsilon_v. \quad (11)$$

На рисунке 2 изображена зависимость «уровень нагружения η – объемная деформация ε^v » для образца из керамзитобетона класса 8/10 в возрасте 28 суток.

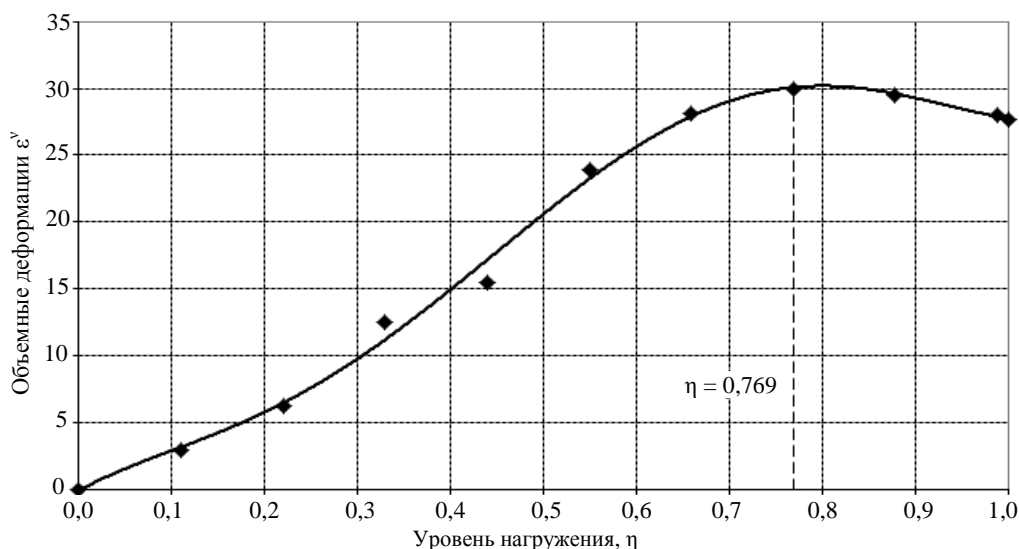


Рисунок 2 – Корреляционные зависимости «уровень нагружения – объемные деформации» для образцов из бетона класса 8/10 в возрасте 28 суток

Определение нижнего предела микротрещинообразования $f_{срc}^0$ также производилось графическим методом по экспериментальным данным. Сначала по опытным данным была построена зависимость «уровень нагружения η – коэффициент Пуассона ν », при этом коэффициент Пуассона определялся как отношение поперечных относительных деформаций к продольным или как отношение поперечного модуля деформаций к продольному для каждой ступени нагружения (рис. 3).

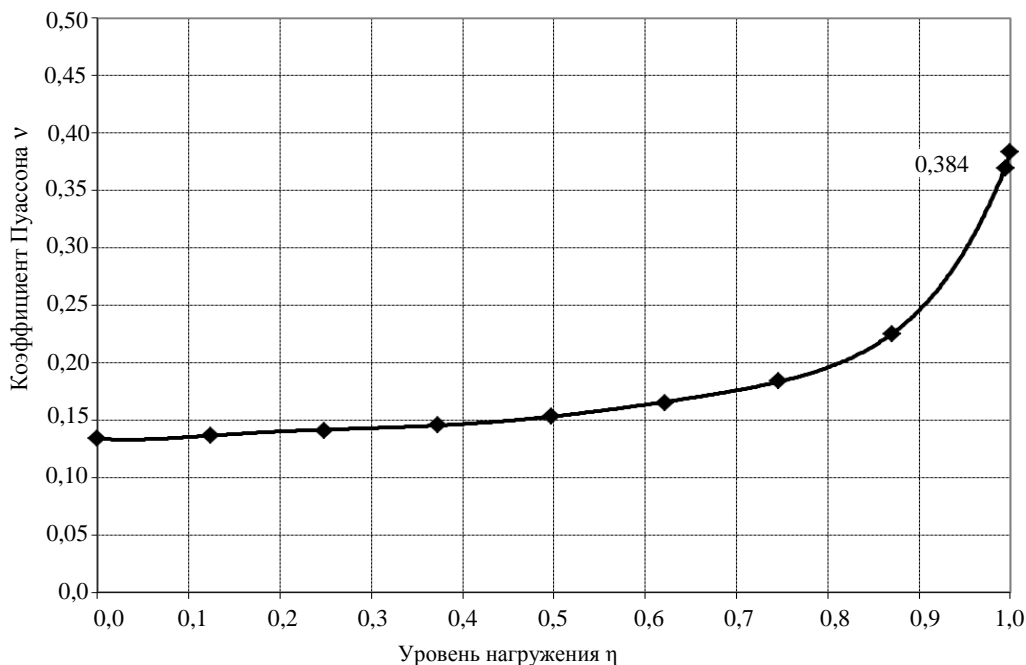


Рисунок 3 – Корреляционные зависимости «уровень нагружения – коэффициент Пуассона» для образцов из бетона класса 8/10 в возрасте 28 суток

По корреляционным кривым зависимостей « $dv/d\eta - \eta$ » и « $d^2v/d\eta^2 - \eta$ » были определены соответственно верхняя $\eta_{срc}^v$ и нижняя $\eta_{срc}^0$ границы образования и развития продольных микротрещин отрыва при кратковременном сжатии бетона (рис. 4, 5).

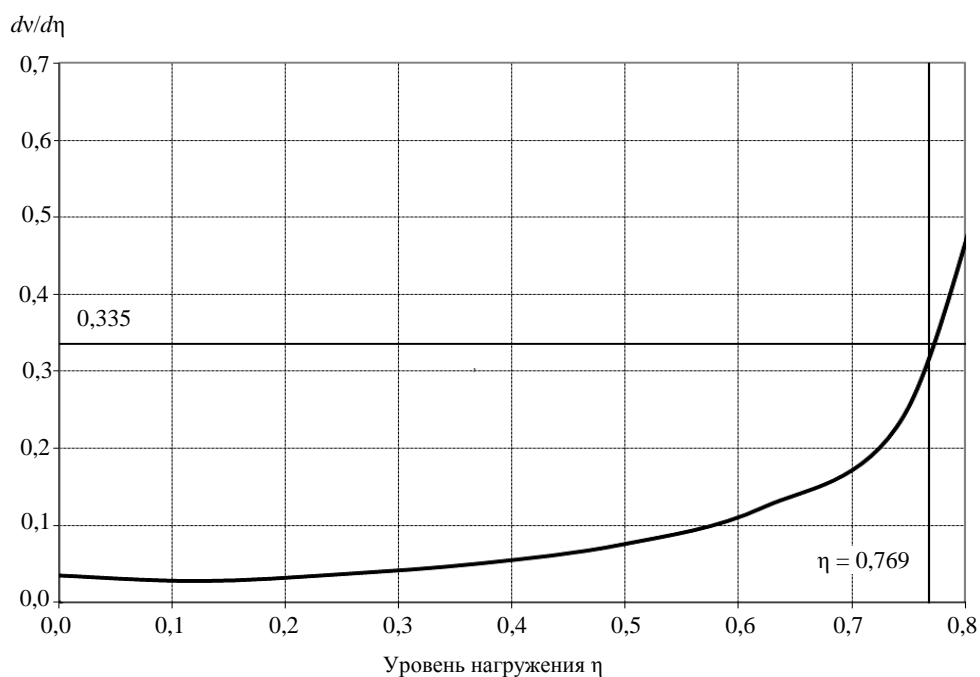


Рисунок 4 – Корреляционная зависимость (первая производная $dv/d\eta$) для образцов из бетона класса 8/10 в возрасте 28 суток

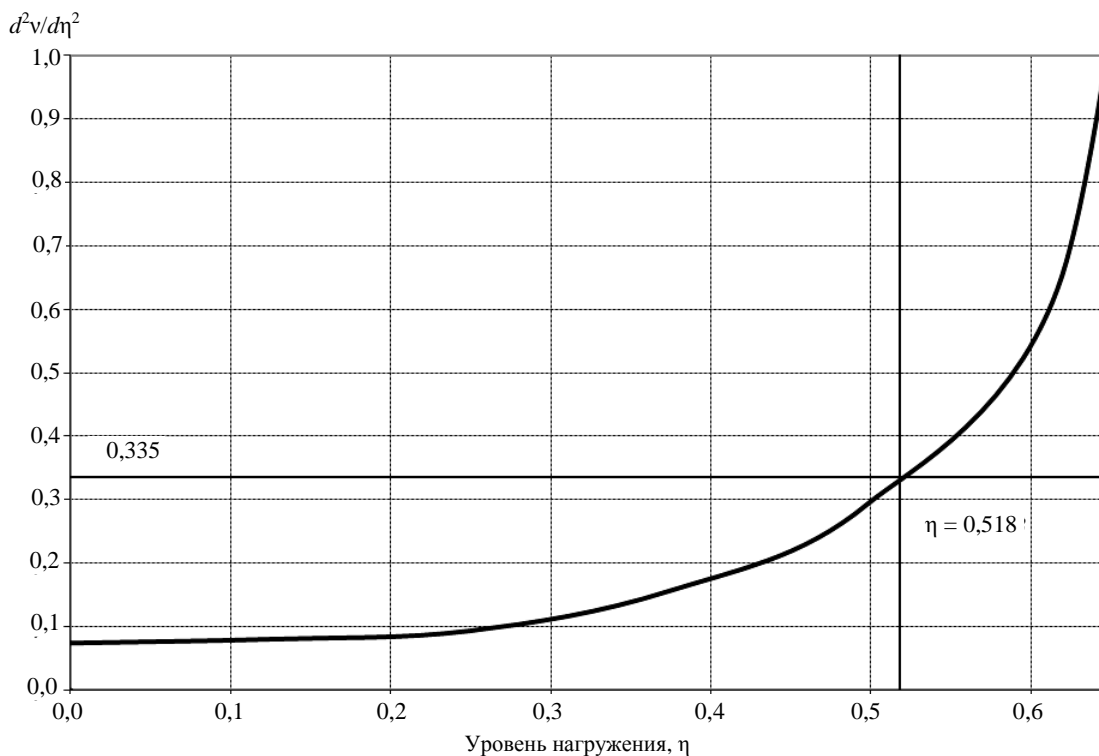


Рисунок 5 – Корреляционная зависимость (вторая производная $d^2v/d\eta^2$) для образцов из бетона класса 8/10 в возрасте 28 суток

Заключение. Полученные данные можно использовать при прогнозировании работы керамзитожелезобетонных конструкций, зданий и сооружений, работающих в условиях как элементарного, так и сложного деформирования. В этой связи для образцов из керамзитобетона классов 8/10...25/30 были определены следующие характеристики: кубиковая и призмная прочности, модули продольных и поперечных деформаций, модуль сдвига, объемные деформации, коэффициент Пуассона, пределы верхнего и нижнего микротрещинообразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона: ГОСТ 24452-80 / Госкомитет СССР по делам строительства. – М., 1981. – 20 с.
2. Рекомендации по подбору составов, изготовлению и применению модифицированных химическими и минеральными добавками конструкционно-теплоизоляционного и конструкционного керамзитобетонов / РУП «Институт БелНИИС». – Минск, 2013. – 38 с.
3. Семенюк, С.Д. К определению модуля упругости и упругопластических характеристик бетона при кратковременном центральном сжатии / С.Д. Семенюк // Вестн. БГТУ. Строительство и архитектура. – 2001. – № 1. – С. 40–44.
4. Семенюк, С.Д. Железобетонные пространственные фундаменты жилых и гражданских зданий на неравномерно деформируемом основании / С.Д. Семенюк. – Могилёв: Беларус.-Рос. ун-т, 2003. – 269 с.
5. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высш. шк., 1977. – 479 с.

Поступила 13.11.2015

S. SEMENIUK, I. MELYANTSOVA, A. PODGOLIN

The results of experimental and theoretical studies of the strength and deformation properties of light concrete classes CL 8/10, CL 10/12.5, CL 16/20 and CL 25/30 on the basis of expanded clay gravel plant in Belarus with short-term central compression. Identified cube and prism strength, found the modules of longitudinal and transverse strain, shear modulus, limits of concrete microcracking formation.