IMPACT FACTOR (RESEARCH BIB) – 7,245
SPECIAL ISSUE, VOLUME 5, ISSUE 2, 2023

УДК 666.970.24

ПОЛЗУЧЕСТЬ И ДЕФОРМАЦИИ НЕАВТОКЛАВНЫХ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СЖАТИИ

Уринов Жамол Рашитович
кандидат технических наук, доцент кафедры
“Технология строительных материалов и конструкций”
Бухарского инженерно-технологического института, Республика Узбекистан.
Мирзаев Улугбек Телманович
старший преподователь, кафедры “Технология строительных материалов и конструкций”
Бухарского инженерно-технологического института, Республика Узбекистан.
Шарипов Акмал Азимович
Стажёр преподаватель, “Технология строительных материалов и конструкций”
Бухарского инженерно-технологического института, Республика Узбекистан.

Аннотация
Приведены результаты и анализ экспериментальных данных по испытаниям образцов-призм из неавтоклавного ячеистого бетона на ползучесть. Даются изменение характеристики ползучести ячеистых бетонов во времени, а также результаты определения параметров линий регрессий и значения предельных относительных деформаций ползучести. На основании анализа экспериментальных данных предложены расчётные коэффициенты учитываемые при проектировании конструкций из ячеистых бетонов, определены кривизны неавтоклавных ячеистобетонных элементов.

Ключевые слова
Ползучесть, деформация, ячеистый, уровень, коэффициент, трещина, испытания, пенозолобетон, нагрузка, упругость, прогиб, формула, неавтоклав, серия, возраст, значения, эксперимент.

FLUIDITY AND DEFORMATION OF NON-AUTOCLAVE CELLULAR CONCRETE UNDER LONG-TERM COMPRESSION

Urinov Jamol Rashitovich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of the Department of “Technology of building materials and structures”,
Bukhara Engineering and Technology Institute, Republic of Uzbekistan
Mirzaev Ulugbek Telmanovich
senior lecturer, Department of “Technology of building materials and structures”,
Bukhara Engineering and Technology Institute, Republic of Uzbekistan
Sharipov Akmal Azimovich
Trainee teacher, Department of “Technology of building materials and structures”,
Bukhara Engineering and Technology Institute, Republic of Uzbekistan

Annotation

IMPACT FACTOR (RESEARCH BIB) – 7,245
SPECIAL ISSUE, VOLUME 5, ISSUE 2, 2023

The results and analysis of experimental data on testing samples-prisms made of non-autoclaved cellular concrete for creep are presented. Changes in the creep characteristics of cellular concrete over time are given, as well as the results of determining the parameters of regression lines and the values of the maximum relative creep deformations. Based on the analysis of experimental data, the calculated coefficients taken into account in the design of cellular concrete structures are proposed, and the curvature of non-autoclaved cellular concrete elements is determined.

Keywords
Creep, deformation, cellular, level, coefficient, crack, tests, foam concrete, load, elasticity, deflection, formula, non-autoclave, series, increase, values, experiment.

Строительство, как отрасль экономики Узбекистана занимает одно из ведущих мест по использованию материальных ресурсов. Современные темпы и объёмы строительства ставят задачу обеспечения экономного рационального использования материальных и энергетических ресурсов, как при строительстве, так и последующей эксплуатации зданий, широкого выбора современных эффективных материалов и конструкций. При этом особое значение приобретает применение передовых технологий и новых конструктивных решений с использованием современных отечественных строительных материалов, обеспечение высокого качества и повышения энергоэффективности, снижения стоимости объектов строительства, а также затрат в сфере их эксплуатации.

Поставленным задачам в большей мере отвечает производство и применение неавтоклавных ячеистых бетонов. Неавтоклавные ячеистого бетоны принадлежат к числу эффективных строительных материалов. Масса панелей из таких бетонов на 45% меньше массы наиболее эффективных керамзитобетонных панелей, а стоимость их «в деле» на 18% ниже. Энергоёмкость производства неавтоклавных ячеистых бетонов на 60-70% меньше энергоёмкости производство керамзитобетона и на 50-60% меньше производства кирпича.

Однако несмотря на имеющийся опыт производства и применения неавтоклавных ячеистых бетонов, область их применение в строительстве остаётся ограниченной. Одной из причин, препятствующих широкому применению изделий из неавтоклавных ячеистых бетонов является недостаточность проведенных исследований показывающих высокую эффективность этих изделий не только с точки зрения начальных затрат, но с учётом их эксплуатационных качеств, т.е. долговечности.

В связи с этим в «Научно-исследовательском проектно-конструкторском и технологическом институте бетона и железобетона» (НИИЖБ) были проведены более обширные, комплексные экспериментально-теоритические исследования прочностных и деформативных свойств основных разновидностей неавтоклавных ячеистых бетонов при кратковременном и длительном действии нагрузок.

Исследование ползучести ячеистых бетонов проводили на I, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, XII, и XIII сериях. Основные физико-механические свойства, размеры, возраст и влажность бетона к моменту загружения приведены свойственно в таблице 1 и 2 экспериментально выявили, что на ползучесть ячеистых бетонов существенное влияние оказывает возраст; прочность, вид порообразователя, размеры образцов и ряд технологических, физико-механических факторов.

Таблица 1

Составы ячеистых бетонов

Номер Серии образца	Вид ячеистого бетона (место изготовления)	Расход материалов, кг/м3						Вода, л
		Вяжущее		известь	песок	зола	порообразователь	
		портланд-цемент	ВНВ					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Неавтоклавный								
1.	Пенозолобетон (НИМЖБ)	350	-	-	140	260	10	350
2.	Пенозолобетон (НИИЖБ)	270	-	-	140	260	10	350
3-4.	Газозолобетон (Иркутский ССК)	420	-	-	-	600	0,9	360
5.	Газобетон (ВНИИСтром)	-	ВНВ-50 625	20	-	-	1,1	300
6.	Газобетон (ВНИИСтром)	-	ВНВ-50 512	16	-	-	0,96	310
7-8.	Газобетон , (ВНИИСтром)	-	ВНВ-80 465	40	215	-	1,2	215
9.	Газобетон (НИИЖБ)	350	-	20	400	-	1	170
10.	Газобетон (Люберецкий КСМиК)	-	ВНВ-30 740	25	-	-	0,5	330
Автоклавный								
11.	Газобетон (Белгород-Днестровский ЗЯБИ)	105	-	113	380	-	0,5	320
12.	Газозолобетон (Белгород-Днестровский ЗЯБИ)	105	-	113	260	120	0,5	325
13.	Газобетон(Ворошиловградский ЗЯБИ)	240	-	16	220	-	0,67	200

Примечание: - для I, II и IX серии применяли не молотый песок, крупностью зерна до 5 мм.

Сопоставляя значения удельных относительных деформаций ползучести при уровнях нагружения $\eta \geq 0{,}5$, можно убедиться, что момент затухания ползучести для 4-серий ($\tau =$ 740 суток и $W_m = 16\%$) наступает на 28 сутки, для 3 серии ($\tau = 104$ суток, $W_m = 21\%$) на 200 сутки, а для серии 1($\tau = 11$ суток, $W_m = 26.2\ \%$) на 250 сутки. Это можно объяснит

упрочнением в течение времени структура бетона (межпоровых стенок) и уменьшанием в связи с этим уровня действуюшего напряжения, которые приводят к затуканию деформаций ползучести. Анализ результатов испытаний показывает, что неавтоклавные ячеистые бетоны, изготовленные с применением газообразователя –алюминиевой пудры имеют меньшые относительные деформации ползучести, чем ячеистые бетоны, изготовленные на пенообразователе.

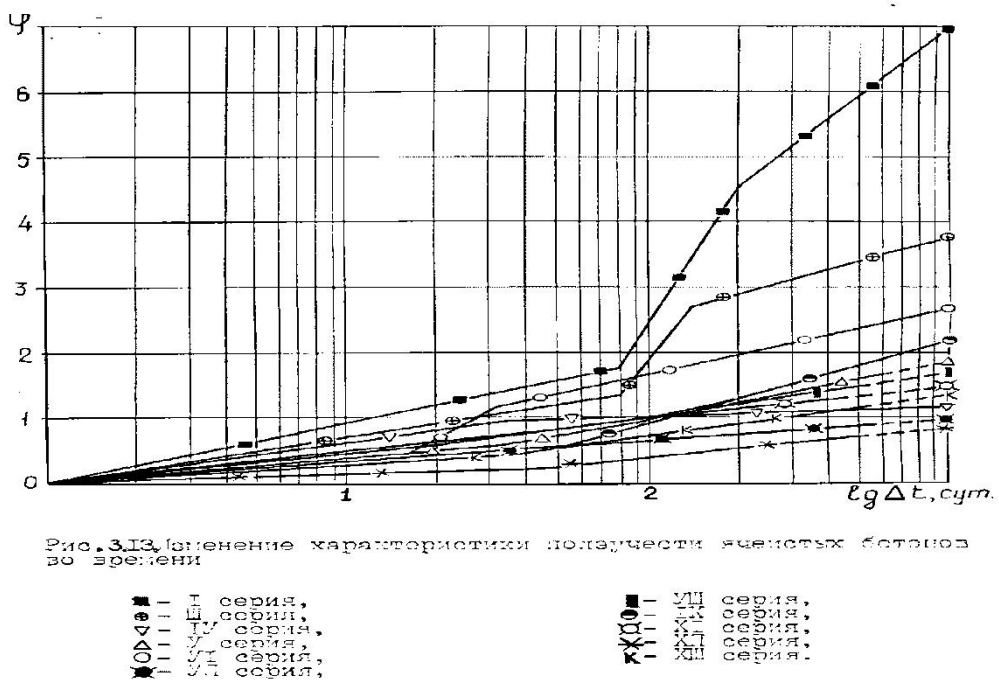


Рис.3.13. Изменение характеристики ползучести ячеистых бетонов во времени

■ – I серия,
● – II серия,
▽ – IV серия,
△ – V серия,
○ – VI серия,
× – VII серия,
■ – VIII серия,
◇ – IX серия,
◇ – XI серия,
× – XII серия,
× – XIII серия.

Рис.1. Изменение характеристики ползучести ячеистых бетонов во времени

В соответствии с ГОСТ 24544-89 определяли как условно предельные значения усадочных деформаций, так и условно-предельные значения относительной деформации ползучести (по данным измерений начиная от 50 суток). Результаты определения параметров линий регрессий и значения предельных относительных деформаций ползучести приведены в табл. 2.

Полученные экспериментальные данные по удельным деформациям ползучести C(t) и модулям упругости Ев позволили определить значения характеристики ползучести по формуле (1) при различных сроках выдержки образцов под нагрузкой. На рис. 1 приведены изменения характеристики ползучести ячеистых бетонов (I, III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,XI,XII и XIII серии по табл. 1) во времени. С целью получения предельных значений характеристик ползучести φ_∞, опытные кривые экстраполировали до 1000 сут., т.е. до того момента, когда ползучесть ячеистых бетонов полностью стабилизируется.

Таблица 2.
Параметры линий регрессии и значений предельных относительных деформаций ползучести

Сер.бет. по таб. 1	Возр.бетона к нач. наблюд τ_1, сут.	W_m, (по массе), %, при τ_1	A·105 сут.	B·105	Коэф-нт корреляции, r	$\varepsilon_{yc(\infty)}\cdot 10^5$	α_{yc}., сут.
1	2	3	4	5	6	7	8
I	11	26,2	0,256	0,00102	0,97	650,392	251
III	104	21	0,619	0,00512	0,97	201,976	123
IV	740	16	0,709	0,0205	0,96	51,042	30
V	28	15,3	0,156	0,021	0,94	47,62	8
VI	28	11,7	0,350	0,008	0,96	125	44
VII	28	22	-33,158	0,294	0,73	3,401	119,5
VIII	28	17,6	0,790	0,00544	0,84	183,824	145
IX	134	11,9	1,238	0,00625	0,94	160,756	199
XI	282	6,8	0,797	0,0147	0,99	75,303	52
XII	282	9,6	2,218	0,0116	0,93	104,33	173
XIII	28	10	0,56	0,01833	0,97	61,459	36

На основании анализа экспериментальных данных, можно предложить следующие расчетные коэффициенты учитываемые при проектировании конструкций из ячеистых бетонов:

Кривизна по КМК 2.03.01-96, формула (156), табл. 34

$$\left(\frac{1}{r}\right)^2 = \frac{M\cdot\varphi_{b2}}{\varphi_{b1}\cdot E_B\cdot I_{red}} \quad (1)$$

$\boldsymbol{\varphi_{b2}}$ – коэффициент, учитывающий влияние длительной ползучести бетона на деформации элемента без трещин.

На основании исследований, проведенных ранее Кудрявцевым А.А., был предложен коэффициент $\boldsymbol{\varphi_{b2}}$в следующем виде

$\boldsymbol{\varphi_{b2}=(\varphi_\infty + 1)\cdot \upsilon_{0,5}}$;

где $\boldsymbol{\upsilon_{0,5}}$ - коэффициент упругости бетона, получаемый из диаграммы при уровне нагрузки $\frac{G_B'}{R_B}$= 0,5 (при кратковренном действии нагрузки). В результате многочисленных испытаний на сжатие призм из ячеистых бетонов при кратковременной нагрузке Левиным Н.И. была уточнена диаграмма ”$G_в'$-$\varepsilon_в$“. Согласно по этой диаграмме φb_1= $\boldsymbol{\upsilon = 0.75a}$, $\boldsymbol{a\upsilon_{0,5} = 1}$. Потому для неавтоклавного пенозолобетона φb2 = 7, неавтоклавного газолобетона φb_2 = 3,40, неавтоклавного газобетона φb_2 = = 2,8, автоклавного газобетона φb_2 = 2,4, автоклавного газозолобетона φb_2 = 1,8.

2) при определении кривизны железобетонных элементов на участках трещинами в растянутой зоне (КМК 2.03.01-96, формула (160)),

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{h_0\cdot Z}\left[\frac{\psi_s}{E_s\cdot A_s} + \frac{\psi_s}{(\varphi_f+\xi)\cdot b h_0\cdot E_B\cdot\nu}\right] - \frac{N_{tot}}{h_0}\cdot\frac{\psi_s}{E_s\cdot A_s} \quad (2)$$

где ν- коэффициент, характеризующий упругопластическое состояние бетона сжатой зоны.

Для изгибаемых элементов, работающих с трещинами коэффициент ν записывается по следующей зависимости

$$\nu = \frac{0,5}{1+\varphi_{\infty}};$$

Используя зависимость (3.10) можно предложить значение υ, которое равно в среднем

- для неавтоклавных пенозолобетонов - 0,07,
- для неавтоклавных газозолобетонов - 0,17,
- для неавтоклавных газобетонов - 0,18,
- для автоклавных, газобетонов -0,21,
- для автоклавных газозолобетонов - 0,28.

3) При определении φ_l - коэффициента, учитывающего влияние длительного действия нагрузки на прогиб элемента в предельном состоянии (КМК 2.03.01-96, формула 21), равного

$$\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_l}{M},$$

Коэффициент β согласно было предложено записать в виде:

$$\beta = \upsilon \cdot \varphi_{\infty} = 0,75 \cdot \varphi_{\infty}$$

Тогда значение коэффициента β можно предложить для:

- ✓ неавтоклавных пенозозобетонов - 4,5,
- ✓ неавтоклавных газозолобетонов - 1,83,
- ✓ неавтоклавных газобетонов - 1,4,
- ✓ автоклавных газобетонов -1,1,
- ✓ автоклавных газозолобетонов - 0,6.

Литература

1. Кудрявцев А.А. Учет свойств бетона при проектировании железобетонных конструкций. // Бетон и железобетон. 1990. №6
2. ҚМК 2.01.07 – 96 “Нагрузки и воздействия” Т. ДАҚҚ 1996.
3. ҚМК 2.01.03 - 96 “Строительство в сейсмических районах” Т. ДАҚҚ. 1997 й.
4. ҚМК 2.03.01 - 96 “Бетонные, желебетонные конструкции» Т. ТАСК.1996.
5. Уринов Ж. Р. Эркин Тохирович Рустамов, and Умид Халилович Равшанов." Исследования неавтоклавных ячеистых бетонов и конструкций из них для применения в сейсмостойких зданиях." //Вестник науки и образования. – С. 10-1.
6. Уринов Ж. Р., Рустамов Э. Т., Равшанов У. Х. Исследования неавтоклавных ячеистых бетонов и конструкций из них для применения в сейсмостойких зданиях //Вестник науки и образования. – 2019. – №. 10-1 (64). – С. 32-34.
7. Уринов Ж. Р., Омонов К. К., Садиков М. А. Прочность и деформативность неавтоклавного ячеистого бетона при двухосном напряженном состоянии //Вестник науки и образования. – 2019. – №. 10-1 (64). – С. 28-31.
8. Уринов Ж. Р., Мирзаев У. Т. Прочность неавтоклавного ячеистого бетона при малоцикловых динамических нагрузках //Ustozlar uchun. – 2023. – Т. 19. – №. 2. – С. 56-61.
9. Urinov J., Hikmatov N., Sharipov A. Nature of change in relative deformations of non-autoclaved cell concrete under pure shear conditions //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 848. – №. 1. – С. 012169.

10. Urinov J., Hikmatov N., Sharipov A. Durability of non-autoclaved cell concrete at non-multiple repetitive load //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 839. – №. 5. – С. 052042.
11. Беков У. С., Рахимов Ф. Ф. Спектральный анализ кремнийорганических соединений на основе фенола //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 5-2 (83). – С. 27-30.
12. Беков У. С. Квантово-химические расчёты зарядов олигоэтилентриэтоксисилана-как основа устойчивости промежуточного и переходного состояний //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 11-1 (77). – С. 78-80. URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/10846
13. Рахимов Ф. Ф., Беков У. С. Квантово-химические расчёты зарядов кремниорганических соединений-как основа устойчивости промежуточного и переходного состояний //Universum: химия и биология. – 2022. – №. 5-2 (95). – С. 47-50. URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/13614
14. Беков У. С. О внедрении безотходных технологий в кожевенно-меховой промышленности //Universum: технические науки. – 2020. – №. 6-3 (75). – С. 9-11.
15. Беков У., Қодиров Ж. Гидрофобные свойства пластицированного гипса полученоно с использованием органического полимера на основе фенолформальгида //Zamonaviy dunyoda tabiiy fanlar: Nazariy va amaliy izlanishlar. – 2022. – Т. 1. – №. 25. – С. 23-26. https://doi.org/10.5281/zenodo.7344600
16. Беков У. С. Флуоресцентные реакции ниобия и тантала с органическими реагентами //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 5 (71). – С. 47-49. URL: http://7universum.com/ru/ nature/archive/item/9350
17. Беков, У. С. Влияние способов переработки и внешних факторов на свойства дисперсно-наполненных полимеров / У. С. Беков // Современные материалы, техника и технология : Материалы 3-й Международной научно-практической конференции, Курск, 27 декабря 2013 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2013. – С. 88-90. – EDN SBFUXR.
18. Беков, У. С. Изучение технологических и физико - механических свойств полимерных композиционных материалов, полученных на основе полиолефинов и отходов нефтегазовой промышленности / У. С. Беков // Инновации в строительстве глазами молодых специалистов : Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, Курск, 05–06 декабря 2014 года / Ответственный редактор: Гладышкин А.О.. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2014. – С. 62-65. – EDN TGAMSJ.
19. Safarovich B. U. et al. Using sunlight to improve concrete quality //Science and pedagogy in the modern world: problems and solutions. – 2023. – т. 1. – №. 1.
20. Фатоев И. И., Беков У. С. Физико-химическая стойкость и механические свойства компоноров с реакционноспособными наполнителями в жидких агрессивных средах //Теоретические знания–в практические дела [Текст]: Сборник научных статей. – С. 111.