

УДК 691.3

Баранова Альбина Алексеевна,
к.т.н., доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: baranova2012aa@mail.ru

Кривых Марина Викторовна,
магистрант кафедры «Промышленное и гражданское строительство»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: ivmvik@gmail.com

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСШТАБНЫХ И ПОПРАВОЧНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ
ДЛЯ ОБРАЗЦОВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ПЕНОБЕТОНА НА ОСНОВЕ
МИКРОКРЕМНЕЗЁМА**

Baranova A.A., Krivykh M.V.

**DETERMINATION OF SCALE AND CORRECTION COEFFICIENTS FOR SAMPLES
OF HEAT-INSULATING FOAM CONCRETE BASED ON MICROSILICA**

Аннотация. В статье приведены результаты определения масштабных и поправочных коэффициентов для образцов теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма. Масштабные коэффициенты для образцов с размерами 70,7×70,7×70,7 мм и 40×40×160 мм составляют 1,57 и 1,62 соответственно по отношению к базовому образцу размером 150×150×150 мм. Поправочный коэффициент для высушенных до постоянной массы образцов составляет 0,91 по отношению к образцам с 10 %-ной влажностью.

Ключевые слова: масштабный и поправочный коэффициенты, пенобетон, микрокремнезём.

Abstract. The article presents the results of determining the scale and correction coefficients for samples of heat-insulating foam concrete based on microsilica. The scale coefficients for samples with sizes of 70,7×70,7×70,7 mm and 40×40×160 mm are 1.57 and 1.62, respectively, in relation to the base sample with size of 150×150×150 mm. The correction coefficient for samples dried to a constant mass is 0.91 with respect to samples with 10% humidity.

Keywords: scale and correction coefficients, foam concrete, microsilica.

Неавтоклавный пенобетон на основе микрокремнезёма на сегодняшний день является бетоном нового поколения и представляет собой энергоэффективный строительный материал достаточно высокой прочности. Однако данный материал недостаточно изучен. ГОСТ 10180-2012 не содержит информации касательно масштабных и поправочных коэффициентов пенобетона на основе микрокремнезёма.

Микрокремнезём является вторичным продуктом при производстве кремния. Его применение в технологии теплоизоляционных пенобетонов способствует сокращению расхода цемента и значительному увеличению прочностных характеристик, а также улучшению экологической обстановки [1, 2].

Из ранее проведённых исследований [3÷14] известно, что размеры образцов и их влажность существенным образом влияют на прочностные характеристики бетонов. В соответствии с ГОСТ 10180-2012 предел прочности при сжатии бетонов, определённый не

на базовых образцах, корректируется с помощью масштабных коэффициентов, которые для каждого класса и вида бетона, а также для каждой испытательной машины необходимо устанавливать экспериментально. Влияние же влажности образцов на значения прочности бетонов регулируется путём введения поправочных коэффициентов K_w [15].

Целью работы является определение масштабных и поправочных коэффициентов для теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма.

В исследованиях использовались следующие сырьевые материалы: портландцемент марки ЦЕМ I 42,5 Н (М 500 Д0) АО «Ангарский цемент», микрокремнезём производства АО «Кремний», гиперпластификатор MC-Power-Flow-3100, синтетический пенообразователь Пента Пав 430 (марка А).

Из пенобетонной смеси (для пенобетона марки по средней плотности D500), приготовленной по классической технологии, были изготовлены кубы размером

100x100x100 мм, 70,7x70,7x70,7 мм и призмой размером 40x40x160 мм.

После 28 суток нормального твердения образцы с естественной влажностью и высушенные до постоянной массы были испытаны на сжатие по стандартной методике.

Масштабные и поправочные коэффициенты, а также среднеквадратические отклонения и коэффициенты вариации определялись по методике, изложенной в приложении Л ГОСТа 10180.

Результаты исследований представлены в таблицах 1÷5 и изображены на рисунках 1÷5.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма

№ п/п	Размеры образцов, мм	Влажность, W, %	Предел прочности при сжатии, R _{сж} , МПа	Предел прочности при изгибе, R _и , МПа
1	100x100x100	38,6	0,74	-
2	100x100x100	0	1,23	-
3	70,7x70,7x70,7	37,5	0,53	-
4	70,7x70,7x70,7	0	0,65	-
5	40x40x160	33,0	0,46	0,47
6	40x40x160	0	0,69	0,67

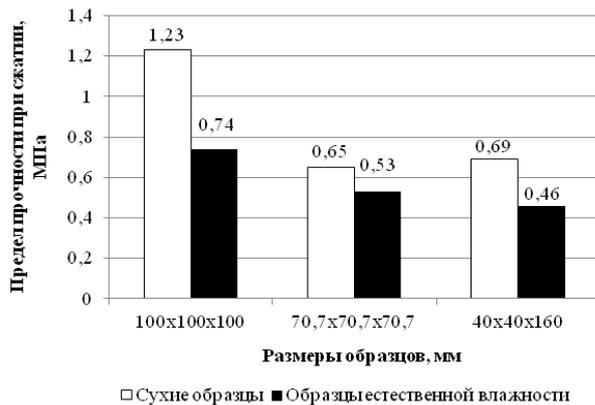


Рисунок 1 – Зависимость значений пределов прочности при сжатии образцов теплоизоляционного пенобетона от их размеров

Данные, представленные в таблице 1 и изображённые на рисунке 1, показывают, что при уменьшении размеров испытываемых сухих образцов с 100x100x100 мм до

40x40x160 мм значения пределов прочности при сжатии теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма снижаются примерно в два раза, расхождение между значениями составляет 43,9 %. Для образцов тех же размеров, но при естественной влажности значения прочности при сжатии снижаются на 37,8 %.

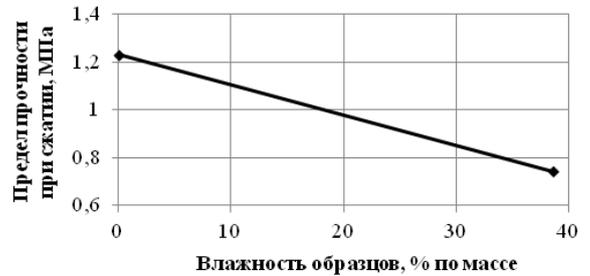


Рисунок 2 – Зависимость предела прочности при сжатии образцов теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма размером 100x100x100 мм от их влажности

По графику, изображённому на рисунке 2, видно, что предел прочности при сжатии, определённый на высушенных до постоянной массы образцах размером 100x100x100 мм, на 66,2 % выше, чем на образцах естественной влажности.

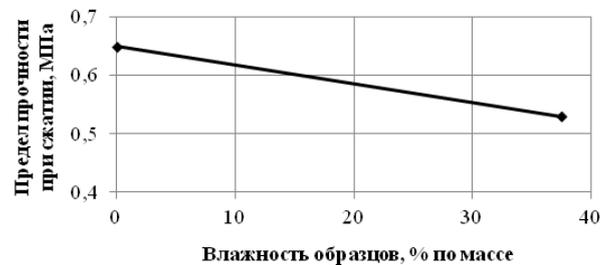


Рисунок 3 – Зависимость предела прочности при сжатии образцов теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма размером 70,7x70,7x70,7 мм от их влажности

Для сухих образцов теплоизоляционного пенобетона размером 70,7x70,7x70,7 мм предел прочности при сжатии увеличился на 22,6 % (рис. 3) по сравнению с образцами естественной влажности.

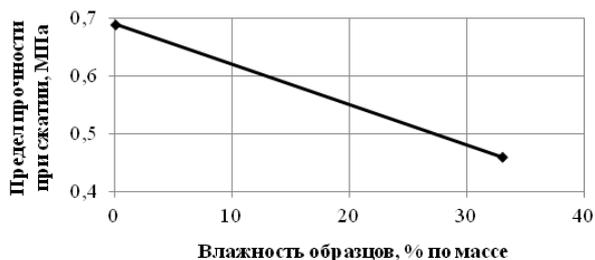


Рисунок 4 – Зависимость предела прочности при сжатии образцов теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма размером 40x40x160 мм от их влажности

Прочность при сжатии высушенных образцов размером 40x40x160 мм увеличилась на 50 % (рис. 4) по сравнению с образцами естественной влажности.

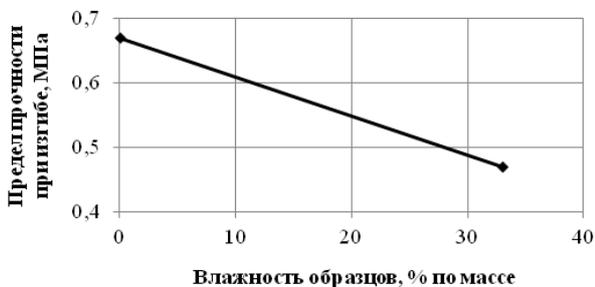


Рисунок 5 – Зависимость предела прочности при изгибе образцов теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма размером 40x40x160 мм от их влажности

Предел прочности при изгибе теплоизоляционного пенобетона, определённый на высушенных призмах размером 40x40x160 мм, выше на 42,6 % (рис. 5), чем для призм с естественной влажностью.

Прочностные характеристики влажных образцов снижаются за счёт того, что вода, находящаяся в порах пенобетона, являясь несжимаемым веществом, обеспечивает действие расклинивающих сил, возникающих при нагружении.

Таблица 2 – Экспериментально полученные значения масштабных коэффициентов.

Показатель	Размеры образцов, мм		
	100x100x	70,7x70,7x7	40x40
Масштабный коэффициент, К	1	1,65	1,7

Среднеквадратическое отклонение, S_k	-	0,346	0,12
Коэффициент вариации, $V, \%$	-	21	7

Так как данные о масштабном коэффициенте для образцов теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма размером 40x40x160 мм в ГОСТе 10180 отсутствуют, а коэффициент вариации для экспериментально установленного значения масштабного коэффициента для данного размера образцов составляет 7 % (табл. 2), т.е. меньше 15 %, то по ГОСТ 10180 использование полученного значения K при определении пределов прочности при сжатии теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма допускается.

Таблица 3 – Экспериментальные значения масштабных коэффициентов, приведённые к гостовскому базовому образцу.

Размеры образцов, мм	Масштабный коэффициент, К
150x150x150	1
100x100x100	0,95
70,7x70,7x70,7	1,57
40x40x160	1,62

Таблица 4 – Поправочные коэффициенты K_w в зависимости от размеров образцов

Влажность образцов, %	Размеры образцов, мм		
	100x100x100	70,7x70,7x70,7	40x40x160
0	0,89	0,95	0,9
5	0,94	0,98	0,94
10	1	1	1
15	1,04	1,03	1,05
20	1,12	1,05	1,11
25	1,21	1,09	1,19
30	1,29	1,13	1,29
35	1,39	1,15	1,38
40	1,53	1,19	1,51

Поправочный коэффициент равный 1 (табл. 4) был принят для образцов теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма с влажностью 10 % по массе.

Таблица 5 – Осреднённые значения поправочных коэффициентов K_w , средне-квадратические отклонения и коэффициенты вариации

Влажность образцов, %	Поправочный коэффициент K_w	Средне-квадратическое отклонение, S_k	Коэффициент вариации, V , %
0	0,91	0,0324	3,6
5	0,95	0,0235	2,5
10	1	-	-
15	1,05	0,0158	1,5
20	1,09	0,0381	3,5
25	1,16	0,0644	5,6
30	1,24	0,0925	7,5
35	1,31	0,1358	10,4
40	1,41	0,1908	13,5

Данные таблицы 5 показывают, что коэффициент вариации не превышает 15 %, соответственно полученные поправочные коэффициенты могут быть использованы при

расчёте прочностных характеристик теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма.

Таким образом, экспериментально установлено, что:

- для образцов теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма с размерами 70,7x70,7x70,7 мм и 40x40x160 мм масштабные коэффициенты составляют 1,57 и 1,62 (табл. 3) соответственно по отношению к базовому образцу размером 150x150x150 мм;

- с уменьшением влажности образцов до нуля предел прочности при сжатии и изгибе теплоизоляционного пенобетона на основе микрокремнезёма увеличивается. Для кубов размером 100x100x100 мм прочность при сжатии увеличилась на 66,2 %, для кубов размером 70,7x70,7x70,7 мм – на 22,6 %, а для призм размером 40x40x160 мм – на 50 %. Прочность при изгибе сухих образцов возросла на 42,6 % по отношению к прочности при изгибе образцов естественной влажности;

- поправочный коэффициент для высушенных до постоянной массы образцов составляет 0,91 по отношению к образцам с 10 %-ной влажностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Baranova A., Shustov P., Yazina O. Structural and heat-insulating foam concrete of non-autoclaved hardening based on microsilica // MATEC Web of Conferences, 212. 2018. статья № 01003. DOI: 10.1051/mateconf/201821201003
2. Баранова А.А. Модифицированный теплоизоляционный пенобетон повышенной прочности с применением микрокремнезёма [текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05: защищена 10.12.14: утв. 06.04.15 / Баранова Альбина Алексеевна - Улан-Удэ, 2014. - 145 с.
3. Квирикадзе О.Л. Влияние размеров образцов-кубов на прочностные характеристики бетонов. Тбилиси: Сабчота Сакартвело. 1974. 53 с.
4. Цветков С.С. О статистической составляющей масштабного фактора при испытании бетона // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 12. С. 52-54.
5. Овчинников А.А., Акимов А.В., Хозин Р.Р. Исследования физико-механических и эксплуатационных показателей модифицированного газобетона // Информационная среда вуза. 2016. № 1 (23). С. 398-405.
6. Лобастов Н.А., Чернявец А.Н. Влияние размеров и геометрических форм испытываемых образцов из конструкционных графитов на прочность при сжатии // Огнеупоры и техническая керамика. 2009. № 11-12. С. 13-16.
7. Еремичев А.Н. Выбор относительной высоты образцов для испытаний на сжатие // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». 2014. № 3. С. 136-140.
8. Кузнецов Н.Н., Пак А.К. О влиянии отношения размеров образцов скальных горных пород на результаты определения их прочности при одноосном сжатии // Вестник МГТУ. 2014. Том 17. № 2, С. 246-253.

9. Койфман М.И. О влиянии размеров на прочность горных пород. М.: Изд-во АН СССР. 1962. С. 46-53.

10. Шевандин Е.М., Маневич Ш.С. Эффект масштаба при хрупком разрушении. Ж.Т.Ф. 1946. Т. 16. Вып. 11. С. 36-39.

11. Методика испытания масштабных образцов на сжатие. Под редакцией Скрамтаева Б.Г. Госстройиздат. 1963. 48 с.

12. Цискрели Г.Д., Лекишвили Г.Л. О масштабном эффекте в бетонах // Бетон и железобетон. 1966. № 10.

13. Бурмин А.В. Влияние влажности бетона на точность определения его прочности

// Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2007. № 4 (17). С. 135-139.

14. Сеница М.С., Сеземан Г.В., Чеснаускас В. Влияние влагосодержания автоклавного ячеистого бетона на его эксплуатационные свойства // Строительные материалы. 2005. № 12. С. 52-55.

15. Кривых М.В., Баранова А.А., Лоншаков И.В. Влияние размеров образцов и их влажности на прочность при сжатии пенобетона на основе микрокремнезёма // Современные технологии и научно-технический прогресс. Т. 1. С. 182-184.

УДК 656.02

Лебедева Ольга Анатольевна,

*к.т.н., доцент кафедры «Управление на автомобильном транспорте»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
тел.: +7(952)6326611, e-mail: kravhome@mail.ru*

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ГРУЗОВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ МОДЕЛЬ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВОГО АНАЛИЗА

Lebedeva O.A.

STRATEGIC FREIGHT TRANSPORT MODEL BASED ON PRODUCT ANALYSIS

Аннотация. Моделирование грузовых перевозок в межрегиональном масштабе тесно связано с вопросами планирования. Однако процессы моделирования грузоперевозок являются сложными, поскольку требуется определение переменных и наличие реальной информации о грузоперевозках. Эти факты приводят к необходимости адаптации структуры модели к реальной транспортной сети.

В статье рассматривается стратегическая структура моделирования грузовых перевозок, разработанная как вариант традиционного четырехэтапного процесса оценки транспортных потоков с порожними рейсами. Приведена апробация и калибровка предложенной модели, данные, их источники, методология моделирования, используемые ограничения.

Ключевые слова: транспорт, грузовые перевозки, стратегическое моделирование, продуктовый анализ.

Abstract. Inter-regional freight transport modeling is closely related to planning issues. However, the processes of modeling freight transportation are complex, since the analysis requires the determination of variables and obtaining real information about freight transportation in the network. These facts lead to the need to adapt the structure of the model to a real transport network.

The article discusses the strategic structure of freight transportation modeling, developed as a variant of the traditional four-stage modeling process, with additional steps for estimating freight traffic flows taking into account empty flights. A variant of testing and calibrating the proposed model is given, data, their sources, modeling methodologies used for each step, data limitations and measures taken to supplement existing ones are explained in detail.

Key words: transport, freight transportation, strategic modeling, product analysis.

В последние несколько десятилетий исследование системы грузовых перевозок становится все более актуальным. Для высокого качества моделирования необходимы понимание характеристик и компонентов, из-за которых перевозка является очень сложной системой, и разработка адекватных

моделей спроса на грузовые перевозки, отражающие ключевую динамику процесса. Основным ограничением является то, что моделирование спроса на грузовые перевозки в значительной степени базируется на теории пассажирских перевозок. Тем не менее, исследования показали, что процесс мо-