

УДК 691.32

Н. Н. ТАТАРЕНКО

Криворожский национальный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕН, МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ЖЕЛЕЗИСТЫМИ КОМПЛЕКСАМИ, ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОБЕТОНА

Приведены результаты исследования влияния способа производства пенобетона на его среднюю плотность. Указан один из путей увеличения стойкости пен путем их предварительной минерализации железосодержащими минеральными комплексами. Предложен новый способ производства пенобетона с использованием предварительно минерализованных пен. Определено, что использование данного способа позволяет снизить расход пенообразователя при одновременном снижении плотности пенобетона. Намечены дальнейшие пути в исследовании свойств ячеистых бетонов, получаемых с использованием пен минерализованных железистыми комплексами.

пенобетон, плотность, минерализованная пена, способ производства, железистые комплексы

Как известно, отличительной особенностью ячеистых бетонов, и в частности пенобетонов, является высокая пористость, обусловленная наличием большого числа искусственно созданных пор. В пенобетонах эти поры получают путем введения в цементно-песчаный раствор предварительно приготовленной пены. Очевидно, что для создания достаточной степени поризации бетонной смеси необходимо использовать достаточно стойкие пены, способные максимально сохранять свои свойства на всех стадиях приготовления пенобетона, в то же время необходимо учитывать отрицательное влияние компонентов пенообразующих растворов на кинетику твердения цемента [1].

Таким образом, добиться достаточной пористости пенобетона без заметного снижения его прочности и ухудшения прочих эксплуатационных характеристик довольно сложно. Это может быть достигнуто точным подбором состава пенообразователя, разработкой новых видов ПАВ, оказывающих меньшее влияние на процесс гидратации вяжущего, использованием специальных добавок (стабилизаторов, регуляторов и т. д.), уменьшающих подобное влияние и т. д.

Однако одним из путей повышения стабильности пенных композиций может быть введение в них уже известных в технологии бетонов добавок, оказывающих позитивное влияние как на кинетику набора прочности цементным камнем, так и повышающих прочность и эксплуатационные характеристики готового бетона. Такими добавками, например, являются железосодержащие минеральные комплексы.

Свойства пен, как в частности и свойства пенобетонов, модифицированных железосодержащими добавками, достаточно хорошо изучены [2, 3]. В последнее время особое внимание уделяется свойствам минерализованных пен, используемых в производстве пенобетона [4].

В практике известны методы минерализации пен путем распыления над их поверхностью вяжущего и смешиванием стекловолокна с водным раствором пенообразователя с последующим вспениванием полученной смеси [5]. Также известен способ получения пенобетона способом «сухой минерализации» [6]. В последнее время нашел широкое применение одностадийный (турбулентный) метод получения пенобетона, при котором поризация смеси осуществляется в присутствии дисперсной фазы и пузырьки только образовавшись, бронируются частицами заполнителя и вяжущего [7].

При введении в пену тонкодисперсных порошков их частицы равномерно распределяются по поверхности пузырьков, упрочняют пленки и продлевают время существования пены [4, 8]. Этот эффект обусловлен тем, что тонкодисперсные частицы, входящие в состав минеральных порошков, в определенной степени перекрывают каналы Плато, замедляя тем самым процесс истечения раствора из межпузырькового пространства, а также препятствуют диффузии газа из одних пузырьков в

© Н. Н. Татаренко, 2013

другие, что в дальнейшем приводит к их коалиценции [4, 8]. Степень влияния минерализации на стойкость и продолжительность существования пены зависит от различных факторов: вида пенообразователя; от количества, дисперсности и формы частиц вводимого минерализатора, от его минерального состава; от соотношения размеров пузырьков пены и частиц минерализатора. Немаловажное значение имеют скорость и продолжительность приготовления минерализованной пены, а также момент введения порошка в пену.

Например, при упоминаемом выше способе «сухой минерализации», в готовую пену в процессе перемешивания вводится сухая цементно-песчаная смесь, т.е. пена минерализуется зернами заполнителя и цемента на стадии их смешивания, а не до этого процесса. Это приводит к разрушению части пузырьков пены, снижению ее кратности и, что немаловажно, растворенные в растворе поверхностно-активные вещества, обволакивая зерна цемента, отрицательно влияют на процесс дальнейшей его гидратации. Похожие негативные процессы наблюдаются и при одностадийном способе получения пенобетона.

Продолжающиеся исследования в области улучшения свойств и совершенствования технологии бетонов, модифицированных оксидами железа [2, 4], привели к разработке нового способа изготовления пенобетона, модифицированного железосодержащими минеральными комплексами.

Данный способ предусматривает минерализацию пены железосодержащим минеральным порошком еще на стадии ее приготовления, т. е. сначала порошок смешивается с водным раствором пенообразователя, затем производится вспенивание полученной смеси с последующим введением ее в цементно-песчаный раствор.

Учитывая технологические факторы, влияющие на стойкость получаемой пены, особое внимание было уделено конструкции пеногенератора, от принципа работы которого также зависит характер взаимодействия частиц минерализатора с пенным раствором [9, 10]. Экспериментальным путем было установлено, что для приготовления минерализованных пен предпочтительным становится механический пеногенератор, позволяющий контролировать процесс пеногенерации как по скорости, так и по времени.

Начальной целью исследований было сравнение плотности образцов пенобетона, изготовленных в соответствии с известными технологиями, и пенобетона, полученного с использованием предварительно минерализованной пены.

В качестве вяжущего использовался портландцемент марки ПЦ II/Б-III-400. Минерализатором служили отходы обогащения железной руды в виде тонкодисперсного порошка, содержащие соединения железа FeO и Fe_2O_3 . В качестве заполнителя применялся речной песок. Для образования пены использовался пенообразователь ПО-2. Вода на приготовление минерализованной пены бралась в количестве 45 % от общего объема, а остальные 55 % использовались для приготовления цементно-песчаного раствора.

В условиях эксперимента, при использовании предварительно минерализованной пены, плотность полученного пенобетона, при одинаковом расходе пенообразователя, оказалась в среднем на 35 % ниже, чем при традиционном (классическом) способе и в среднем на 20 % ниже, чем при турбулентном (одностадийном) и способе «сухой минерализации» (рис. 1). Особенно эта разность в плотности более выражена при меньших расходах пенообразователя и составила до 45 %.

Полученные данные в очередной раз подтвердили как результаты экспериментов по использованию в пенобетонах железосодержащих соединений [4], так и правомерность проведения дальнейших исследований, связанных с разработкой нового способа получения пенобетона.

Следующий эксперимент был посвящен подбору оптимального количества минерализатора и воды на приготовление минерализованной пены. При этом расход пенообразователя был принят на основании результатов предыдущих опытов, исходя из обеспечения средней плотности пенобетона в пределах 530...630 кг/м³, что соответствует марке пенобетона по плотности D600. Количество вяжущего, заполнителя и пенообразователя было фиксированным. Также фиксированным оставался общий расход воды.

Оптимизация соотношения компонентов пенобетонной смеси была проведена с использованием метода математического планирования эксперимента. В качестве варьируемых факторов рассматривались содержание минерализатора X_1 и воды X_2 , которая использовалась в приготовлении пены. Количество вяжущего, заполнителя и пенообразователя было фиксированным. Также фиксированным оставался общий расход воды.

Исследования проводились на Криворожском портландцементе марки ПЦ II/Б-III-400. Матрица планирования приведена в таблице. В качестве параметра оптимизации была принята средняя плотность бетона.

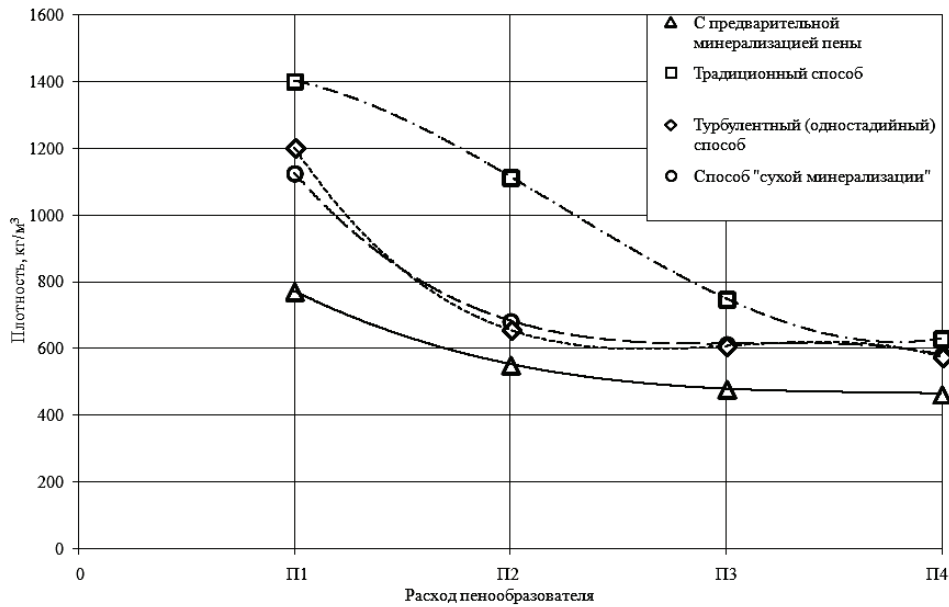


Рисунок 1 – Зависимость средней плотности пенобетона от расхода пенообразователя при разных способах его изготовления.

Таблица – Матрица планирования и результаты эксперимента

№ опыта	Матрица планирования		Результаты эксперимента $\rho, \text{кг/м}^3$
	X_1	X_2	
1	-1	-1	825
2	-1	0	563
3	-1	1	767
4	0	-1	610
5	0	0	554
6	0	1	504
7	1	-1	599
8	1	0	545
9	1	1	494

В ходе исследования было установлено, что при введении минерализатора более определенного количества ($X_1 > 30$) его расход практически не влияет на динамику снижения средней плотности пенобетона. В то же время, при определенном расходе воды на приготовление пены ($X_2 = 120$) и соответственно на приготовление цементно-песчаного раствора, плотность пенобетона практически не зависит от количества вводимого минерализатора (рис. 2).

В условиях эксперимента наименьшая средняя плотность пенобетона наблюдалась при максимальных расходах минерализатора и воды на получение пены и составила 494 кг/м^3 .

Анализируя полученные данные (табл. 1, рис. 3) и сопоставляя их с поставленной задачей получения пенобетона марки D600, оптимальным можно считать расход компонентов в опыте № 5, плотность бетона в котором составила 554 кг/м^3 , что вполне соответствует заявленной марке бетона.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных экспериментов установлено, что использование в качестве минерализатора пены для получения пенобетона железосодержащих минеральных комплексов оказывает положительное влияние на стойкость пены и позволяет изготавливать ячеистые бетоны заданной плотности при сниженных расходах пенообразователя. Также, исходя из результатов экспериментов, можно сделать вывод о целесообразности дальнейших исследований по использованию пен, минерализованных соединениями железа, в технологии ячеистых бетонов, конечным результатом которых должна стать разработка нового способа производства пенобетона.

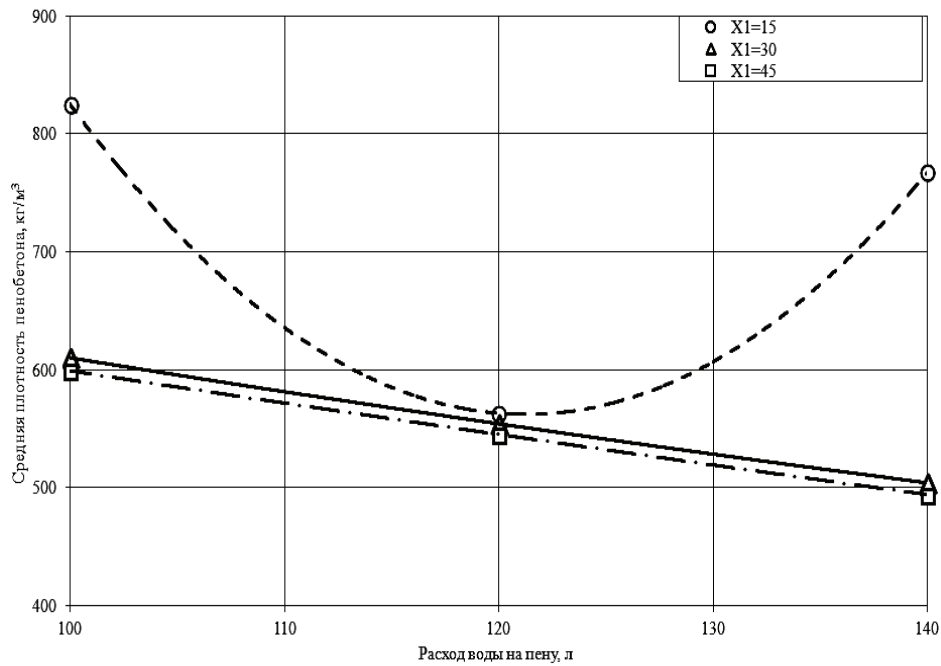


Рисунок 2 – Изменение средней плотности пенобетона в зависимости от расхода воды на приготовление пены при различных расходах минерализатора.

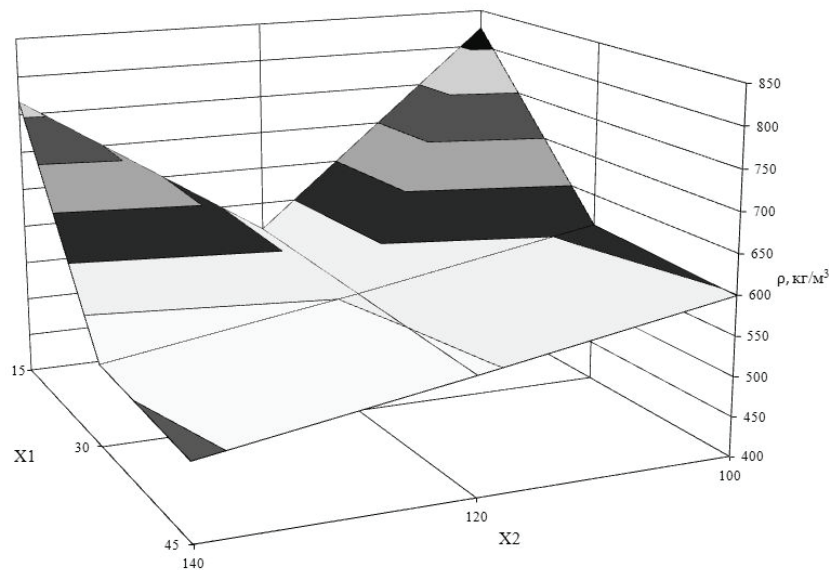


Рисунок 3 – Зависимость средней плотности пенобетона от соотношения минерализатора и расхода воды на приготовление пены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стольников, В. В. Воздухововлекающие добавки в гидротехническом бетоне [Текст] / В. В. Стольников ; Под редакцией Рибендера П. А. – Л. : Государственное энергетическое издательство, 1953. – 168 с.
2. Шишкин, А. А. Поризованные бетоны для ремонта строительных конструкций [Текст] : Монография / А. А. Шишкин, Ю. И. Чабан. – Кривой Рог : Минерал, 2005. – 160 с.
3. Шишкина, А. А. Влияние комплексной добавки на свойства пен при производстве пенобетона [Текст] / А. А. Шишкина // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури / М-во освіти і науки України, Донбаська нац. академія будівництва і архітектури. – Макіївка, 2009. – Вип. 2009-1(75) : Сучасні будівельні матеріали. – С. 65–71.

4. Шишкина, А. А. Вплив сполук заліза на властивості пінобетону [Текст] / А. А. Шишкина // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури / М-во освіти і науки України, Донбаська нац. академія будівництва і архітектури. – Макіївка, 2012. – Вип. 2012-1(93) : Сучасні будівельні матеріали. – С. 89–94.
5. А. с. 1021666 СССР, МКИЗ С 04 В 11/09. Способ получения строительных изделий [Текст] / А. П. Меркин, Б. М. Румянцев, Т. Е. Кобидзе (СССР). – № 2975503/29-33 ; заявл. 12.08.80 ; опубл. 07.06.83, Бюл. № 21. – 3 с.
6. А. с. 1662988 СССР, МКИЗ С 04 В 40/00. Способ получения пенобетона [Текст] / А. П. Меркин, Т. Е. Кобидзе, Е. А. Зудяев, В. С. Трескунов, А. И. Борисков, А. П. Внуков, В. М. Бирюков (СССР). – № 4706248/33 ; заявл. 16.06.89 ; опубл. 15.07.91, Бюл. № 26. – 4 с.
7. Златанов, В. С. Улучшение производства и качества пенобетона применением пенобетонмешалки нового типа [Текст] / В. С. Златанов, Н. Б. Джабаров // Строительные материалы. – 1963. – № 6. – С. 39–40.
8. Меркин, А. П. Непрочное чудо [Текст] / А. П. Меркин, П. Р. Траубе. – М. : Химия, 1983. – 224 с., ил.
9. Годэн, А. М. Флотация [Текст] / Годэн А.М.; пер. с англ. О. С. Богданова. – М. : Госгортехиздат, 1959. – 656 с.
10. Кругляков, П. М. Пена и пенные пленки [Текст] / П. М. Кругляков, Д. Р. Ексерова. – М. : Химия, 1990. – 432 с.

Получено 25.11.2012

М. М. ТАТАРЕНКО
ВИКОРИСТАННЯ ПІН, МІНЕРАЛІЗОВАНИХ ЗАЛІЗИСТИМИ
КОМПЛЕКСАМИ, ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПІНОБЕТОНУ
Криворізький національний університет

Наведено результати дослідження впливу способу виробництва пінобетону на його середню густину. Вказано один зі шляхів збільшення стійкості пін шляхом їх попередньої мінералізації залізовмісними мінеральними комплексами. Запропоновано новий спосіб виробництва пінобетону з використанням попередньо мінералізованих пін. Визначено, що використання цього способу дозволяє знизити витрату піноутворювача при одночасному зниженні густини пінобетону. Намічено подальші шляхи в дослідженні властивостей ніздрюватих бетонів, отриманих з використанням пін, мінералізованих залізистими комплексами.

пінобетон, густина, мінералізована піна, спосіб виробництва, залізисті комплекси

NYKOLAY TATARENKO
USAGE OF THE MINERALIZED WITH IRON COMPLEXES FOAM FOR
FOAMED CONCRETE
Krivoy Rog National University

Results of research of the foam effect concrete way on its average density have been given. There is one of the ways to increase the resilience foams by their pre-mineralized iron-mineral complexes. The new method for the production of foamed concrete with pre-mineralized foams has been suggested. It has been determined that the use of this method allows to reduce foam density while reducing foam. Further ways to study the properties of cellular concrete produced by using mineralized with iron complexes foam have been outlined.

foamed concrete, density, mineralized foam, method of production, iron complexes

Татаренко Микола Миколайович – старший викладач кафедри технології будівельних виробів, матеріалів і конструкцій Криворізького національного університету. Наукові інтереси: будівельні матеріали і вироби.

Татаренко Николай Николаевич – старший преподаватель кафедры технологии строительных изделий, материалов и конструкций Криворожского национального университета. Научные интересы: строительные материалы и изделия.

Nykolay Tatarenko – the senior lectures, Technology of Building Wares, Materials and Structures Department, Krivoy Rog National University. Scientific interests: building materials and wares.