

УДК 666.972

В. Б. Петропавловская, А. Ф. Бурьянов, Т. Б. Новиченкова, К. С. Петропавловский

ПЕНОГИПСОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРОТЕИНОВОГО ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ UFAPOR

Разработан модифицированный пеногипс, который отвечает безопасности и экологичности. Поризация гипсовой матрицы производилась с использованием пенообразователя UFapor. Он относится к группе протеиновых, что обеспечивает экологическую чистоту и пожарную безопасность гипсовых изделий и конструкций. Исследовано влияние водотвердого отношения, количества пенообразователя и пластифицирующей добавки на характеристики затвердевшего пеногипсового материала. По результатам исследований определено оптимальное содержание пенообразователя. Установлено, что введение добавки Melflux 1461f снижает водопотребность смеси и повышает физико-механические характеристики модифицированного гипсового камня. Пеногипс имеет физико-механические показатели, достаточные для получения архитектурных элементов и отделочных материалов.

Ключевые слова: пеногипс, экологическая чистота, пожарная безопасность, модификация гипсовой матрицы, протеиновый пенообразователь, гиперпластификатор.

The authors have developed modified foamed gypsum which meets safety and environmental requirements. Pore formation of gypsum matrix is made using protein frother UFapor. It belongs to protein group, that provides environmental purity and fire safety of gypsum products and constructions. The influence of the water firm relation, the amount of frother and a plasticizing additive on properties of hardened foamed gypsum material is investigated. Creation of the modified foamed gypsum which respond safety and environmental requirements were investigated. The optimum amount of frother is defined according to the research results. The authors have determined that introduction of additive Melflux 1461f reduces water demand of the mixture and improves physical and mechanical properties of the modified gypsum block. Foamed gypsum possesses physical and mechanical properties that are enough to receive architectural elements and finishing materials.

Key words: foamed gypsum, environmental purity, fire safety, modification of gypsum matrix, protein frother, hyper plasticizer.

Подъем и развитие гипсовой индустрии в мировом производстве начались еще в середине прошлого века и продолжают в настоящее время [1]. Существенное значение для будущего развития гипсовой промышленности имеет развитие передовых технологий, определяющих эффективность, качество и новые возможности для использования изделий на основе гипса [2—7]. Все чаще на рынке строительных изделий появляются новые перспективные изделия, отвечающие запросам современного потребителя.

В последние годы возрастает интерес потребителей к строительным материалам, отвечающим требованиям безопасности и экологичности, в особенности в отношении материалов, применяемых в качестве отделочных и архитектурных элементов. К таким материалам прежде всего можно отнести гипсовые вяжущие и изделия на их основе, которые отличаются стойкостью к воздействию огня, низкой теплопроводностью, возможностью обеспечения благоприятных условий для проживания, архитектурной выразительностью и другими достоинствами [8]. Использование поризации для получения таких материалов обеспечивает снижение плотности, а значит, и веса конструкций. Современное развитие технологии позволяет получать и гипсовые поризованные материалы путем использования экологически чистых белковых пенообразователей. Они имеют стабильные свойства, долгий срок хранения, обеспечивают высокую стабильность пены и прочность готовых поризованных изделий.

В работе было исследовано влияние водотвердого отношения, белкового пенообразователя и пластифицирующей добавки на характеристики затвердевшего пеногипсового материала.

В исследованиях в качестве основного компонента использовалось гипсовое вяжущее — строительный гипс марки Г-7 А(1) Пешеланского гипсового завода «Декор-1» Нижегородской области. Гипсовое вяжущее характеризуется водопотребностью 60...65 %, началом схватывания не ранее 6 мин, концом схватывания не позднее 15 мин. Зерновой состав характеризуется по ГОСТ—125 остатком на сите 0,2 мм 4...6 %.

Для экспериментов был выбран пенообразователь UFapog (Bang и Basomer, Норвегия). Он относится к группе протеиновых, что обеспечивает экологическую чистоту и пожарную безопасность гипсовых изделий и конструкций. Количество пенообразователя составляло 0...2,8 % от массы гипсового вяжущего.

В качестве пластифицирующей добавки использовался гиперпластификатор Melflux 1461f производства BASF Constraction Polymers (Troostberg, Германия). Melflux 1461f — порошок, полученный методом распылительной сушки на основе модифицированного полиэфиркарбоксилата. Гиперпластификатор имеет следующие характеристики: насыпная плотность 400...600 кг/м³; потери при нагревании max 2,0 % от массы; 20%-й раствор при 20 °С имеет рН = 6,5...8,5. Содержание добавки Melflux варьировалось от 0 до 0,15 % от массы гипсового вяжущего.

Пеногипсовую смесь для исследования добавки пенообразователя на физико-механические свойства готовили по методу сухой минерализации. Из приготовленной смеси изготавливались образцы-кубы размером 0,707 × 0,707 × 0,707 м. Твердение образцов осуществляли в воздушно-сухих условиях. Среднюю плотность и прочность пеногипса определяли по стандартной методике.

На начальном этапе исследовалось влияние водотвердого отношения на свойства пеногипса. Данные исследований представлены на рис. 1. Полученные результаты по исследованию водосодержания показывают, что максимальная плотность соответствует диапазону 0,58...0,6. Расчетные значения коэффициента конструктивного качества (ККК) пеногипсовых образцов, полученные по результатам испытаний на прочность и плотность, показывают, что наилучшие показатели соответствуют диапазону 0,58...0,8.

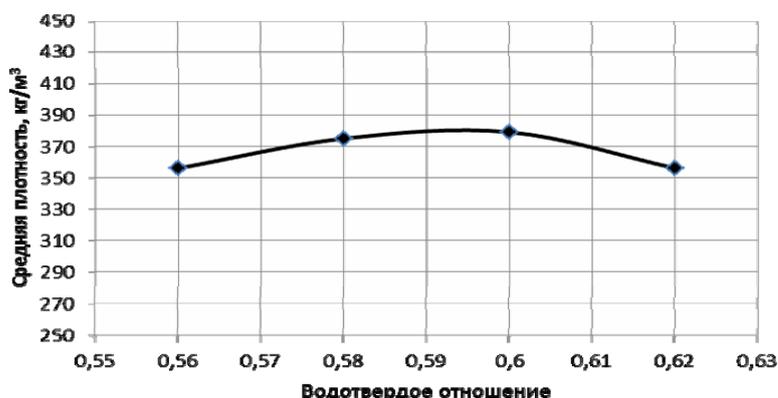


Рис. 1. Влияние водотвердого отношения на плотность пеногипса

Для дальнейших исследований влияния пенообразователя на прочность и плотность модифицированного пеногипса в качестве оптимального принято $V/T = 0,58$.

Согласно рис. 2, при увеличении содержания пенообразователя UFарог в составе сырьевой смеси в количестве 0,6...1,2 % происходит рост прочности пеногипса, что объясняется лучшей удобоукладываемостью гипсового теста вследствие пластифицирующего эффекта добавки [9]. При дальнейшем увеличении содержания пенообразователя от 1,2 до 2,8 % прочность уменьшается из-за большого количества дисперсионной среды и количества пор в материале.

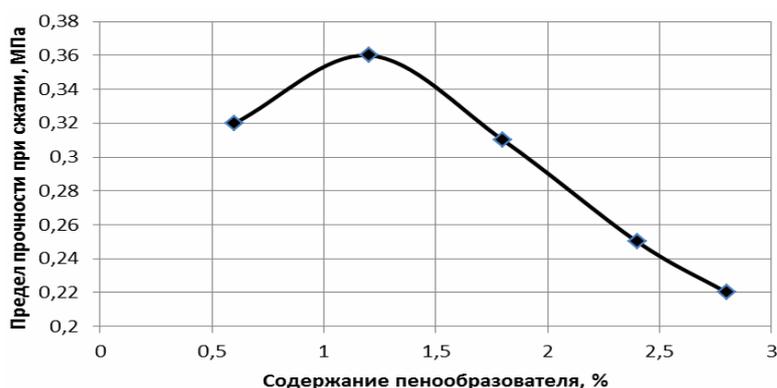


Рис. 2. Влияние пенообразователя на прочность пеногипса

Также по результатам исследований установлено, что средняя плотность уменьшается более чем в три раза при введении порообразующей добавки UFарог в количестве 0...0,6 %. При дальнейшем увеличении содержания добавки плотность пеногипса, согласно рис. 3, снижается на 43 % (до 330 кг/м³).

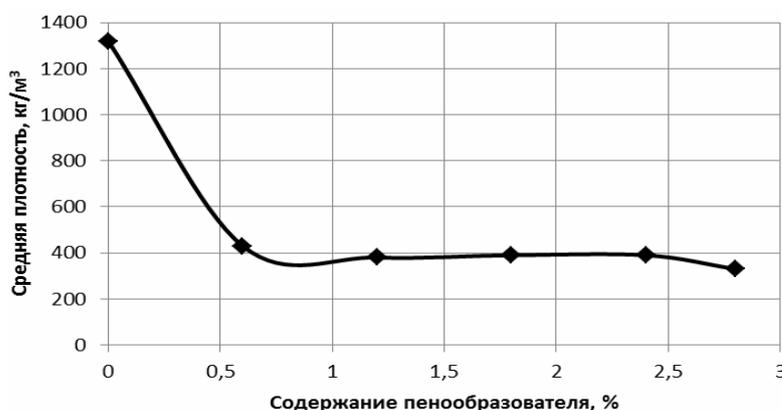


Рис. 3. Влияние пенообразователя на плотность пеногипса

Зависимость прочности пеногипсового материала от процентного содержания пластифицирующей добавки Melflux 1461f представлена на рис. 4. Показано, что в диапазоне изменения добавки 0...0,05 % происходит повышение прочности на 30 % — от 0,35 до 0,46 МПа. При дальнейшем увеличении от 0,05 % до 0,1 % прочность увеличивается на 25 %, в диапазоне изменения

содержания добавки 0,1...0,15 % прочность понижается, что, возможно, объясняется воздействием добавки на процесс структурообразования гипсовой матрицы. Также установлено, что в диапазоне изменения содержания добавки Melflux 0...0,01 % происходит увеличение средней плотности пеногипса на 2,7 % (рис. 5). При увеличении добавки в составе пеногипса до 0,05 % плотность снижается на 1,3 %, что также находится в пределах ошибки, как и для диапазона 0...0,01 %. Однако дальнейшее увеличение добавки в составе смеси резко повышает не только прочность, но и плотность пеногипса на 30 %.

Дальнейшее увеличение добавки Melflux до 0,15 % приводит к уменьшению средней плотности на 20 %. Таким образом, полученные результаты по прочности и плотности пеногипса показывают, что оптимальным содержанием добавки Melflux в составе пеногипсовой композиции является 0,05 %. Модифицированная пеногипсовая смесь обладает высокой пластичностью и хорошей обрабатываемостью, что в дальнейшем отражается на качестве поверхности и геометрии затвердевших образцов.

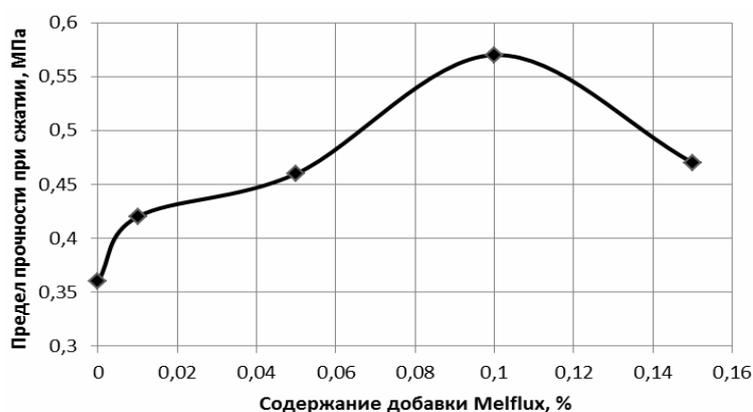


Рис. 4. Влияние добавки Melflux 1461f на прочность пеногипса

Кроме того, присутствие добавки гиперпластификатора отражается не только на реологических свойствах пеногипсовой композиции, но и на сроках схватывания, что позволяет отказаться от дополнительного введения замедлителя.

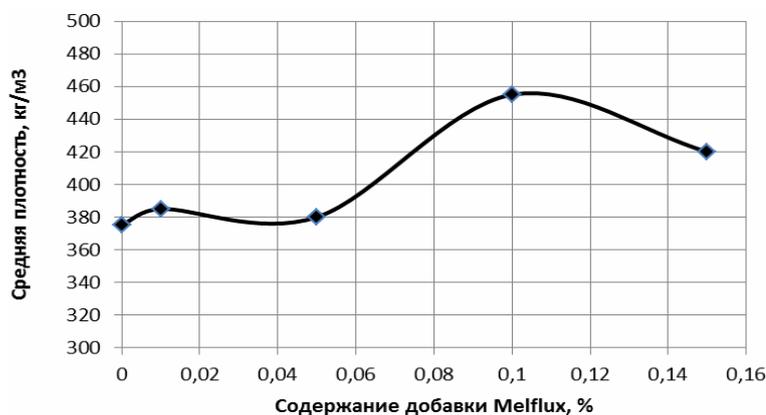


Рис. 5. Влияние добавки Melflux 1461f на среднюю плотность пеногипса

Полученные результаты по влиянию добавки гиперпластификатора на прочность и плотность пеногипса показывают, что оптимальным содержанием добавки Melflux в составе пеногипсовой композиции является 0,05 %.

Таким образом, модификация пеногипсовой матрицы позволяет регулировать физико-механические показатели материала. Применение пеногипсового материала для внутренних архитектурных работ позволяет не только создавать наиболее благоприятный для проживания микроклимат в помещении, но и обеспечивать защиту от агрессивных воздействий окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Загарских А. А.* Технология и автоматизация производства мелких стеновых блоков из неавтоклавного пенобетона // *Строительные материалы*. 2007. № 4. С. 39—41.
2. *Хежнев Х. А., Хежнев Т. А.* Эффективные огнезащитные составы на пористых заполнителях // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Сер.: Строительство и архитектура. 2010. № 17 (36). С. 70—74.
3. *Заикина А. С., Корovyakov В. Ф.* Модифицированные гипсовые штукатурные растворы для наружной отделки // *Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий: материалы V международной науч.-практ. конф.* Казань, 2010. С. 177—182.
4. Модификация минеральных вяжущих матриц углеродными наноструктурами / *Г. И. Яковлев, Г. Н. Первушин, В. А. Крутиков, В. В. Тринева, А. Ф. Бурьянов, Х.-Б. Фишер, Я. Керене* // *Тезисы докладов 2-й всероссийской конф.* Ижевск, 2009. С. 142.
5. *Долгоров В. О.* Комплексные гиперпластификаторы для гипса // *Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий: материалы V международной науч.-практ. конф.* Казань, 2010. С. 190—193.
6. *Сагдатуллин Д. Г., Морозова Н. Н., Хозин В. Г.* Экопоробетон на основе высокопрочного композиционного ГЦПВ // *Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий: материалы V международной науч.-практ. конф.* Казань, 2010. С. 90—93.
7. *Золотова Н. Л., Шмидько Е. И., Пояркова Т. Н.* Устойчивость газовой фазы и структура поризованного бетона // *Строительные материалы*. 2007. № 4. С. 20—21.
8. *Бессонов И. В.* Характеристики влагопереноса пеногипса // *Строительные материалы*. 2012. № 7. С. 34—35.
9. Особенности влияния пенообразователей нового поколения на пеногипсовые композиции / *К. С. Петропавловский, В. Б. Петропавловская, А. Ф. Бурьянов, Т. Б. Новиченкова* // *Интернет-вестник ВолгГАСУ*. 2013. № 4(29).
1. *Zagarskikh A. A.* Tekhnologiya i avtomatizatsiya proizvodstva melkikh stenovykh blokov iz neavtoklavnogo penobetona // *Stroitel'nye materialy*. 2007. № 4. S. 39—41.
2. *Khezhev Kh. A., Khezhev T. A.* Effektivnyye ogneshchitnyye sostavy na poristykh zapolnitelyakh // *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2010. № 17 (36). S. 70—74.
3. *Zaikina A. S., Korovyakov V. F.* Modifitsirovannyye gipsovyye shtukaturnyye rastvory dlya naruzhnoy otdelki // *Povyshenie effektivnosti proizvodstva i primeneniya gipsovykh materialov i izdeliy: materialy V mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf.* Kazan', 2010. S. 177—182.
4. Modifikatsiya mineral'nykh vyazhushchikh matrits uglerodnymi nanostrukturami / *G. I. Yakovlev, G. N. Pervushin, V. A. Krutikov, V. V. Trineeva, A. F. Bur'yanov, Kh.-B. Fisher, Ya. Kerene* // *Tezisy dokladov 2-y vserossiyskoy konf.* Izhevsk, 2009. S. 142.
5. *Dolgorev V. O.* Kompleksnyye giperplastifikatory dlya gipsa // *Povyshenie effektivnosti proizvodstva i primeneniya gipsovykh materialov i izdeliy: materialy V mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf.* Kazan', 2010. S. 190—193.
6. *Sagdatullin D. G., Morozova N. N., Khozin V. G.* Ekoporobeton na osnove vysokoprochnogo kompozitsionnogo GTsPV // *Povyshenie effektivnosti proizvodstva i primeneniya gipsovykh materialov i izdeliy: materialy V mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf.* Kazan', 2010. S. 90—93.

7. Zolotova N. L., Shmid'ko E. I., Poyarkova T. N. Ustoychivost' gazovoy fazy i struktura porizovannogo betona // Stroitel'nye materialy. 2007. № 4. S. 20—21.

8. Bessonov I. V. Kharakteristiki vlagoperenosa penogipsa // Stroitel'nye materialy. 2012. № 7. S. 34—35.

9. Osobennosti vliyaniya penoobrazovateley novogo pokoleniya na penogipsovye kompozitsii / K. S. Petropavlovskiy, V. B. Petropavlovskaya, A. F. Bur'yanov, T. B. Novichenkova // Internet-Vestnik VolgGASU. 2013. № 4(29).

© Петропавловская В. Б., Бурьянов А. Ф., Новиченкова Т. Б., Петропавловский К. С., 2014

*Поступила в редакцию
в марте 2014 г.*

Ссылка для цитирования:

Пеногипсовые материалы на основе протеинового пенообразователя UFAPOR / В. Б. Петропавловская, А. Ф. Бурьянов, Т. Б. Новиченкова, К. С. Петропавловский // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2014. Вып. 2(33). Ст. 7. Режим доступа: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>

For citation:

Petropavlovskaya V. B., Bur'yanov A. F., Novichenkova T. B., Petropavlovskii K. S. [Foamed gypsum materials based on protein frother UFAPOR]. *Internet-Vestnik VolgGASU*, 2014, no. 2(33), paper 7. (In Russ.). Available at: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>