

НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО ГИПСА

А. А. Долинский, А. Н. Кашурин

Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев

Надійшла до редакції 13.04.05

Резюме: Вяжущие из высокопрочного гипса позволяют расширить сферу его применения в строительстве. Разработаны новые виды строительных изделий – долговечных, экологически безопасных, энергосберегающих и огнестойких.

Ключевые слова: высокопрочный гипс, стеновые камни, тепловое сопротивление, экология, огнестойкость.

А. А. Долінський, О. М. Кашурін. НОВІ БУДІВЕЛЬНІ ВИРОБИ НА ОСНОВІ ВИСОКОМЦНОГО ГПСУ.

Резюме: В'яжучі з високомцного гіпсу дають можливість розширити сферу його застосування в будівництві. Розроблені нові види будівельних виробів – довговічних, екологічно безпечних, енергозберігаючих та вогнестійких.

Ключові слова: високоміцний гіпс, стінові камені, тепловий опір, екологія, вогнестійкість.

A. A. Dolinsky, A. N. Kashurin. NEW BUILDING ARTICLES ON THE HIGH STRENGTH GYPSUM BASIS.

Abstract: Binders on the high strength gypsum basis give an opportunity to expand gypsum utilization area in the construction industry. New types of articles – longeval, ecologically safe, energy saving and fireproof – are developed.

Keywords: high strength gypsum, wall stones, thermal resistance, ecology, fire resistance.

1. ВВЕДЕНИЕ

Постоянно растущие цены на топливо и новый подход к энергосбережению как основному источнику пополнения недостающих энергетических ресурсов требуют разработки эффективных строительных изделий с высоким тепловым сопротивлением, уменьшающим эксплуатационные расходы. Кроме того, назрела необходимость сократить затраты энергии на всех этапах производства

изделий, включая процессы добычи и производства исходных компонентов.

При подборе строительных и отделочных материалов не всегда должным образом учитывается кумулятивный эффект выделяющихся из этих материалов вредных веществ и создаваемое ими радиоактивное загрязнение. Так, по оценке НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды [1] химическое загрязнение воздушной среды всех обследованных помещений превосходит уро-

вень загрязнения наружного воздуха в 1,8–4 раза. Микроклимат в помещении и, прежде всего, влажностная комфортность напрямую зависят от паро- и воздухопроницаемости материалов, входящих в наружные ограждения.

Таким образом, при создании новых строительных изделий необходим системный подход, учитывающий как физико-механические характеристики, так и энергетические, гигиенические и экономические факторы. Во многом этим требованиям отвечает гипс – материал, известный человечеству с древнейших времен и далеко не исчерпавший своих возможностей.

За последние десятилетия производство гипса и гипсовых изделий в высокоразвитых странах непрерывно возрастает. Например, в США в 2004 г. произведено 22,5 млн. т гипсовых вяжущих, что в пересчете на душу населения в 17 раз превышает этот показатель в нашей стране. В среднем каждый новый американский дом на одну семью содержит в своих конструкциях 7,3 тонны гипсовых изделий.

Вопреки существующему предубеждению гипсовые строительные изделия находят применение и в наружных ограждающих конструкциях зданий. Гипсовые дома сооружают даже в суровых климатических условиях Финляндии [2]. Известны многие случаи применения гипса и гипсовых изделий при однослойной кладке и монолитном исполнении наружных стен [3]. Проведенное в России обследование 30 домов, сооруженных из демпферного гипса в 1942–1950 гг., показало, что ограждающие конструкции и большинство несущих конструкций находятся в хорошем состоянии и не потеряли своих эксплуатационных качеств [4].

Новые возможности применения гипсовых изделий появились в результате внедрения технологии изготовления высокопрочного гипсового вяжущего по способу, разра-

ботанному в Институте технической теплофизики НАН Украины. При содействии Киевской городской государственной администрации в институте разработаны различные виды теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных стеновых камней из вяжущего материала на основе высокопрочного гипса.

2. МНОГОЩЕЛЕВЫЕ СТЕНОВЫЕ КАМНИ СТАНДАРТНОГО РАЗМЕРА (390×188×190 мм) С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ПУСТОТНОСТИ

В конструкции этих изделий использовано высокое тепловое сопротивление тонких воздушных прослоек с ограниченным конвективным теплопереносом.

С целью улучшения теплоизоляционных свойств камня продольные щелевидные полости расположены в шахматном порядке, что увеличивает длину "мостиков холода" – поперечных перемычек между полостями, способствующих уменьшению теплового сопротивления изделия.

Хорошие механические показатели высокопрочного гипса позволяют изготовить камни с толщиной межполостных перегородок 2–3 мм и пустотностью 50–60 %. Ширина воздушных прослоек оптимизирована по соотношению теплового сопротивления всего камня и его массы при указанной толщине перегородок. Обнаружено, что масса камня резко возрастает (при умеренном росте теплового сопротивления) для ширины прослоек менее 8–10 мм.

Механические свойства высокопрочного гипса дают возможность изготовить стеновые камни со сплошными продольными щелями, что приводит к уменьшению количества "мостиков холода" и значительно упрощает технологию изготовления изделия. При массовом производстве эти изделия могут составить конкуренцию изделиям из ячеис-

того бетона, широко применяемого в строительстве. Не уступая (а в ряде случаев превосходя) камням из ячеистого бетона по соотношению "прочность–теплопроводность" (см. таблицу) гипсовые стеновые камни имеют и другие преимущества:

а) Лучшие экологические характеристики

Значения паро- и воздухопроницаемости гипса находятся в пределах, обеспечивающих комфортные условия в помещении. По этим показателям гипс приближается к древесине, принятой за эталон. Следует также учесть, что конструкция стенового камня позволяет, в случае необходимости, изменять в требуемых пределах паропроницаемость и воздухопроницаемость изделия путем изменения соотношения толщины воздушных прослоек, межполостных перегородок и наружных стенок.

Повышенная паропроницаемость ячеистого бетона способствует диффузии водяного пара из помещения в зону низких температур, конденсации и замораживанию влаги. Повышенная отпускная влажность ячеистого бетона и, соответственно, повышенная

теплопроводность вызывает дальнейшее перемещение зоны конденсации вглубь стены и лавинообразное развитие этих процессов. В результате – повышенная влажность, ощущение сырости в помещении, появление плесени и грибков.

Конструкция стеновых камней и свойства гипса позволяют свести к минимуму зону конденсации. В отличие от ячеистых бетонов, сезонные увлажнения стен из гипсовых камней оказывают малое влияние на теплопроводность, так как их тепловое сопротивление в основном определяется сопротивлением воздушных прослоек, а конденсирующаяся влага выпадает на межполостных перегородках.

Так, например, при увеличении влажности материала от 0 до 24 % теплопроводность камней из ячеистого бетона увеличивается на 93 %, в то время как эффективная теплопроводность камней из гипсовых вяжущих увеличивается на 34 %. Следует также учесть, что указанное увеличение теплопроводности многощелевых гипсовых камней характерно для очень ограниченной зоны конденсации, а для ячеистого бетона, как отмечалось выше, это обычная эксплуатационная влажность.

Экологи отмечают и другое положительное свойство гипсовых изделий: почти в 10 раз меньшую эффективную удельную активность по га-226 в сравнении с бетонами. Гипсовые изделия обеспечивают также меньшее поступление радона в помещение [5].

б) Низкое энергопотребление как на стадии производства вяжущего материала, так и в процессе изготовления стеновых камней

Суммарное потребление условного топлива при производстве изделий из ячеистого бетона – 179 кг/м³, гипсовых стеновых камней – 33 кг/м³.

Таблица 1. Сравнительные характеристики изделий из гипса и ячеистого бетона

Вид изделия		Плотность изделия, кг/м ³		
		550	700	850
Гипсовые стеновые камни	Прочность на сжатие, МПа	2,5	5,0	8,5
	Теплопроводность, Вт/м К	0,14	0,17	0,19
Камни из ячеистого бетона	Прочность на сжатие, МПа	2,5	3,5	6,1
	Теплопроводность, Вт/м К	0,14	0,18	0,22

в) Высокая огнестойкость

Используется эндотермический эффект при термической дегидратации гипса.

г) Точность размеров и высокое качество поверхности

Литьевая технология изготовления гипсовых изделий позволяет получать точные размеры стеновых камней без дальнейшей их калибровки. Высокая точность изготовления камней, в свою очередь, дает возможность применить кладочные швы минимальной толщины, что также позволяет увеличить тепловое сопротивление стен. Высокое качество поверхности, по сравнению с ячеистыми бетонами, освобождает от необходимости проведения дополнительных штукатурных работ.

д) Короткий цикл изготовления изделий

Позволяет уменьшить количество необходимых форм. Нет необходимости в автоклавах или пропарочных камерах.

е) Низкая отпускная влажность

Изделия из ячеистых бетонов, вследствие монолитной конструкции камней и низкой влагонепроводности, требуют очень длительной сушки. Эта проблема не решена ни на одной известной технологической линии, в связи с чем изделия отпускаются с повышенной влажностью (до 25 %).

Изделия из высокопрочного гипса практически не требуют сушки до нормируемой влажности (12 %), а камни из смеси высокопрочного и строительного гипсов, благодаря целевой конструкции, могут быть досушены в течение 2–3 дней на стройплощадке или в простейшем сушильном устройстве. Практически к моменту использования на стройке

изделия достигнут равновесной влажности ($\leq 1\%$).

**3. СТРОИТЕЛЬНЫЙ КАМЕНЬ
СТАНДАРТНЫХ РАЗМЕРОВ
С ПАЗОМ И ГРЕБНЕМ НА ТОРЦАХ**

Камень имеет две продольные полости толщиной не менее 50 мм, которые заполняют долговечным негорючим и экологически безопасным волокнистым теплоизоляционным материалом типа "Isover", "Rockwool" или отечественным материалом на основе базальтового волокна. Некоторое удорожание изделия вследствие заполнения пустот теплоизоляционным материалом может быть компенсировано возможностью применения гипсобетонов с дешевыми инертными заполнителями. Ожидаемые технические характеристики этих изделий такие же, как и предыдущие. Камень может быть изготовлен как по литьевой технологии, так и методом вибропрессования.

В институте изучено влияние ряда пластификаторов и замедлителей схватывания на технологические характеристики формовочных масс и технические показатели готовых изделий. Введение добавок производилось при обязательном контроле прочности композита. Изготовлена экспериментальная установка, на которой выпущены партии изделий, проходящие в настоящее время сертификационные испытания. Экономические преимущества гипсовых стеновых камней проявляются в ограждающих конструкциях зданий.

Разработанные изделия могут быть использованы в следующих конструкциях стен:
– однорядная кладка гипсовых стеновых камней (190 мм) + маты из волокнистого материала (50 мм) + вентилируемая воздушная прослойка (30 мм) + кладка из лицевого керамического кирпича (120 мм).
Общая толщина стены – 390 мм, масса

1 м² стены – 320 кг. Тепловое сопротивление стены – 2,5–2,6 м²К/Вт (при норме – 2,2 м²К/Вт). Такие стены как не несущие могут быть использованы при заполнении наружных проемов в монолитных каркасных конструкциях;

- двухрядная кладка гипсовых стеновых камней (380 мм) + ветрозащитная пленка + воздушная прослойка (30 мм) + сайдинг. Общая толщина стены – 410 мм, масса 1 м² стены – 240 кг. Тепловое сопротивление – 2,3–2,6 м²К/Вт. Стены могут быть использованы как не несущие в многоэтажных каркасных сооружениях и как несущие в малоэтажных домах.

Применение предложенных изделий позволяет уменьшить толщину наружных стен, тем самым увеличить полезную жилищную площадь, уменьшить нагрузку на фундамент сооружения, уменьшить трудовые затраты при кладке стен, отказаться от проведения штукатурных работ (экономия

до 25 грн/м² стены), создать в помещении благоприятный микроклимат.

Переход к внедрению разработки в промышленность требует создания высококомпьютеризированной технологической линии, что может быть осуществлено при наличии соответствующих инвестиций.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мальков И. Н.** К вопросу эколого-гигиенической оценки строительных и отделочных материалов // Строительные материалы.–1997.–№ 7.–С.4–6.
2. **Воробьев Х. С.** Гипсовые вяжущие и изделия.– М.: Стройиздат, 1983.–200 с.
3. **Ферронская А. В.** Долговечность гипсовых материалов, изделий и конструкций. – М.: Стройиздат, 1984.–253 с.
4. Семинар по гипсу: "Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий" // Строительные материалы.–2004.– № 6.–С. 34.
5. **Бессонов И. В., Ялунина О. В.** Экологические аспекты применения гипсовых строительных материалов // Строительные материалы.–2004.– № 4.–С.11–13.