

Рисунок 1. Определение вероятности разрушения  $P(-)$  по Н. С. Стрелецкому  
 $P(S)$ ,  $P(R)$  – кривые распределения нагрузки  $S$  и прочности  $R$ ;  $S_0$ ,  $R_0$  – значения нагрузки и прочности в точке пересечения кривых  $P(S)$  и  $P(R)$

В настоящее время экспериментальные методы позволяют получить необходимую исходную информацию о состоянии конструкции причального сооружения, по которой определяется степень ее работоспособности и пригодности для эксплуатационных целей. Однако, этот подход не позволяет решить главный вопрос – каков уровень эксплуатационной надежности и остаточный ресурс причального сооружения или его отдельных несущих элементов. Для этого необходимо разработать соответствующие расчетные методы.

На основании рассмотренных выше методов можно сделать ряд следующих выводов.

Расчет сооружений методом предельных состояний не позволяет сделать оценку эксплуатационной надежности конструкции во времени. В этом методе система коэффициентов является строго регламентированной для данного типа и класса сооружения и не отражает изменяющиеся во времени экономическую ответственность портового причального сооружения и его физическое состояние. Значения коэффициентов относятся к сооружению с проектными параметрами. Поэтому использование метода предельных состояний целесообразно только лишь для стадии поверочных расчетов проектного и фактического вариантов и при разработке проекта усиления или реконструкции существующего сооружения.

Для анализа состояния сооружения и его эксплуатационной надежности необходимо использовать методы теории надежности, позволяющие производить расчет сооружения на моменты времени  $T_i$  по фактическим прочностным характеристикам несущих элементов и нагрузкам и воздействиям, установленным на причале на момент проведения технического контроля сооружения. Основным преимуществом методов теории надежности является использование в расчетах статистических параметров, полученных непосредственно на сооружении или на заводах – изготовителях. В этих расчетах используются уравнения связи  $\psi = R - S$ , где  $R$  и  $S$  являются случайными функциями.

#### Список литературы

1. Лычев А. С. Вероятностные методы расчета строительных элементов и систем. М.: «Ассоциация строительных высших учебных заведений», 1995. -142 с.
2. Стрелецкий Н. С. Основы статистического учета коэффициента запаса прочности сооружений. М.: Стройиздат, 1977.

**Мирюк Ольга Александровна**

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ПЕНОБЕТОНОВ

доктор технических наук, профессор  
 Рудненский индустриальный институт, г.Рудный

FEATURES OF FORMATION OF STRUCTURE MAGNESIAN FOAM CONCRETES

Miryuk Olga

Doctor of technical sciences. Professor,  
 Rudny Industrial Institute, Rudny

АННОТАЦИЯ

Исследовано влияние способа приготовления на свойства магниевых композиций. Обоснована целесообразность раздельного приготовления формовочных масс из магниевых композиций. Показана возможность дополнительной поризации пеномассы за счет газообразующей добавки и пустотелых гранул.

**ABSTRACT**

*Influence of the method of preparation on properties of magnesium compositions is investigated. Expediency of separate preparation of forming masses from magnesium compositions is proved. Efficiency of separate preparation of concrete mix is shown.*

*Ключевые слова: магнезиальное вяжущее, образование пор, пеномасса, структура*

*Keywords: magnesium binder, formation of a cell, foam-mass, structure*

Оптимизация структуры ячеистых бетонов – важнейшее условие для улучшения прочностных и теплофизических свойств поризованных материалов. Решение этой сложной технологической проблемы предусматривает вовлечение в производство материалов, обеспечивающих образование замкнутой мелкой пористости и формирование прочного каркаса межпоровых перегородок. Целесообразен синтез бесцементных композиций, которые благодаря особенностям характера твердения и фазового состава гидратных образований обеспечат высокопористую структуру, превышающую по прочности цементные аналоги. Перспективны вяжущие, для затворения которых используют растворы солей, активизирующие твердение порошкообразной части композиции.

Особый интерес представляют композиционные магнезиальные вяжущие из каустического магнезита и наполнителя. Разработка поризованных композиций на основе смешанных магнезиальных вяжущих обеспечивает ресурсосбережение производства, позволяет использовать широкий спектр методов формирования ячеистой структуры [1, с. 285].

Для магнезиальных композитов в качестве затворителя используются растворы солей, превышающие по плотности воду – традиционный затворитель цементных пенобетонов. Сведения о характере поризации магнезиальных ячеистых бетонов немногочисленны.

Предварительные исследования показали [2, с. 14], что, по сравнению с водой, раствор хлорида магния обеспечивает получение пены пониженной кратности и повышенной плотности, что обусловлено исходными характеристиками раствора. Выявлена предпочтительность протеиновых пенообразователей для солевых растворов. Установлена высокая способность

к вспениванию растворов хлорида магния и подтверждена целесообразность ячеистых материалов из магнезиальных вяжущих.

Показана целесообразность сульфомагнезиальных композиций оксихлоридного твердения. Исследованы пенобетоны из сульфомагнезиальных вяжущих. Отмечено снижение прочности ячеистых сульфомагнезиальных материалов по сравнению с магнезиальными пенобетонами [2, с.15].

Выявлено что ухудшение прочностных свойств сульфомагнезиальных пенобетонов обусловлено отрицательным влиянием протеинового пеноконцентрата на пенообразующую способность и твердение гипсовых пеномасс. Для дальнейшего развития технологии сульфомагнезиальных пенобетонов необходимо уточнение способа приготовления формовочных масс.

*Цель работы* – исследование влияния технологических приемов поризации пеномасс на структуру пенобетона из магнезиальных композиций.

На первом этапе экспериментов исследованы различные варианты приготовления магнезиальных и сульфомагнезиальных формовочных масс, отличающиеся последовательностью внесения компонентов в общую массу, предпочтительностью первичного контакта компонентов, характером воздействия на обрабатываемый материал.

Магнезиальные массы, приготовленные тремя способами (таблица 1 и рисунки 1, 2 и 3), отличаются по количеству и характеристикам пор.

Сульфомагнезиальные массы, приготовленные шестью различными способами (таблица 2), проявляют зависимость от последовательности смешения компонентов формовочной массы.

Анализ сравнительных характеристик сульфомагнезиальных пенобетонов различного приготовления позволяет отметить следующее.

Таблица 1  
Влияние способа приготовления пеномассы на свойства магнезиального бетона

Способ приготовления пеномассы	Диаметр расплыва массы, мм	Кратность пеномассы	Средняя плотность пенобетона, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, МПа	Пористость
Трехстадийный	110	4,3	330	2,1	средняя
Предварительное перемешивание суспензии	120	2,5	590	7,3	мелкая
Одностадийный	150	2,1	610	7,5	очень мелкая

Таблица 2  
Влияние способа приготовления пеномассы на свойства сульфомagneзиального бетона

Способ приготовления пеномассы	Кратность пеномассы	Средняя плотность пенобетона, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, МПа	Пористость
Трехстадийная подготовка сульфомagneзиальной пеномассы	4,0	380	1,3	крупная с разрывами
Раздельное приготовление суспензий	4,1	390	1,7	очень мелкая
Предварительное интенсивное перемешивание сульфомagneзиальной суспензии	2,5	690	6,3	средняя
Предварительная одготовка мagneзиальной пеномассы	2,3	640	5,3	средняя с пустотами
Предварительная подготовка гипсовой пеномассы	2,5	470	3,5	мелкая
Одностадийная подготовка сульфомagneзиальной пеномассы	2,6	640	6,3	мелкая

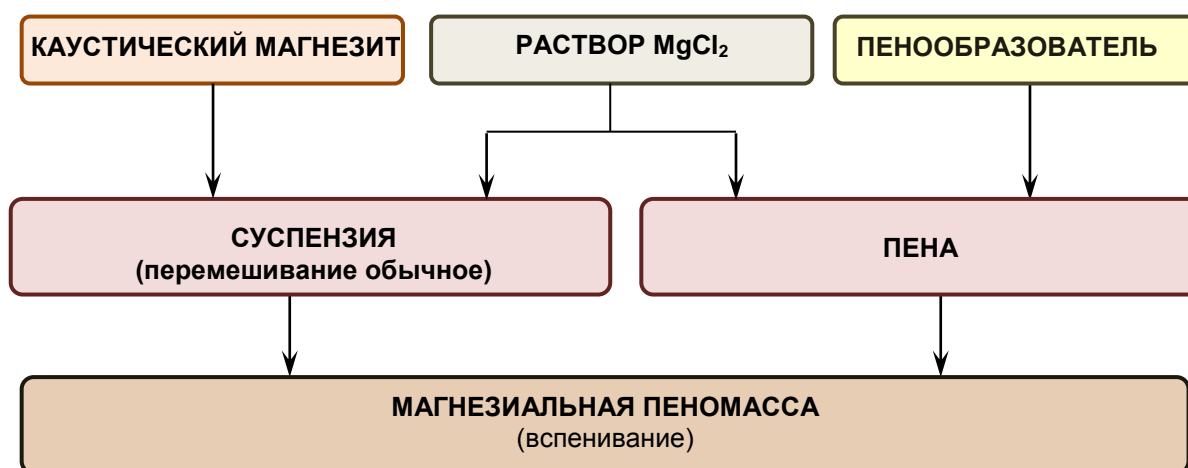


Рисунок 1. Трехстадийный способ приготовления мagneзиальной пеномассы

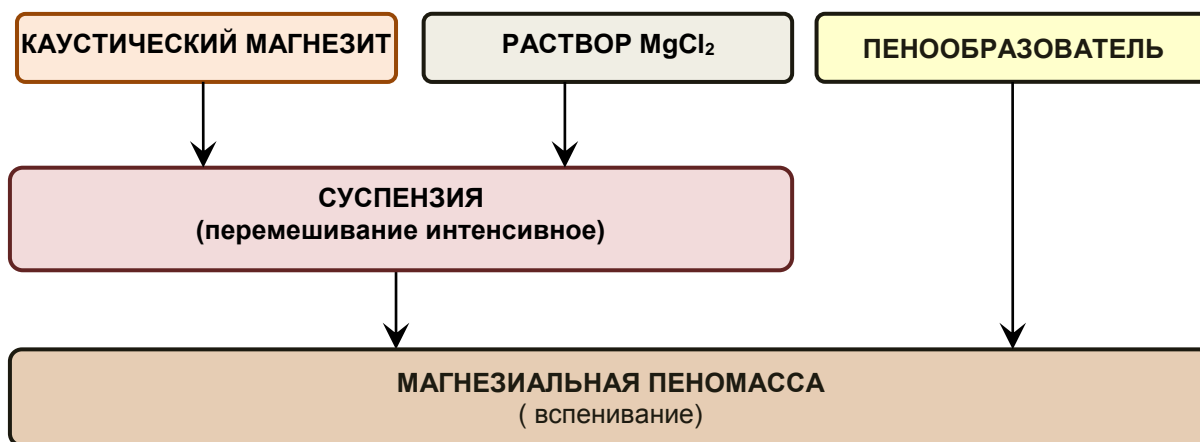


Рисунок 2. Предварительное перемешивание мagneзиальной суспензии

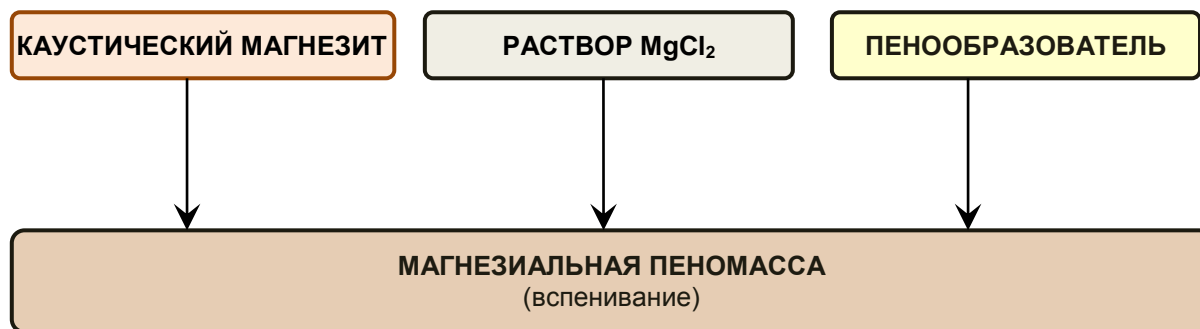


Рисунок 3. Одностадийный способ приготовления магниевой пены

Самостоятельное приготовление гипсовой массы обеспечивает энергичное связывание сульфата кальция водой и способствует потере подвижности пены. Наибольший выход пены наблюдается при отсутствии первичного контакта пенообразователя с гипсовым компонентом, учитывая слабое вспенивание гипсовой суспензии с пенообразователем «Унипор».

Характер пористости – важный критерий ячеистых материалов. Мелкая однородная пористость достигается при условиях, обеспечивающих энергичное первоначальное непосредственное воздействие на гипсовую массу. Сопоставление характеристик пенобетона (таблица 2) позволяет отдать предпочтение способу – раздельное приготовление суспензий.

На следующем этапе исследована возможность снижения плотности магниевых пенобетонов за счет дополнительных приемов поризации.

В качестве сырья использовали: смешанное магниевое-шлаковое вяжущее, содержащее 50% каустического магнетита, пенообразователь «Унипор», пенополистирол, перекись водорода, для затворения –

раствор хлористого магния. Поэтапно исследовано влияние порообразующих компонентов: пеноконцентрат, перекись водорода, гранулы пенополистирола.

При использовании пеноконцентрата (ПК) ячеистая структура формируется за счет механического воздействия на формовочную массу в процессе перемешивания в миксерном смесителе. Происходит вовлечение и равномерное распределение воздуха в структуре. Формируется однородная, замкнутая, мелкая пористость с диаметром ячеек 0,1–1 мм (рисунок 4, таблица 3).

Снижение плотности бетона достигается за счет газообразующей добавки – перекиси водорода  $H_2O_2$ . Газ кислород выделяется при попадании перекиси водорода в формовочную массу в течение 10 – 15 мин. Эффективность газообразователя зависит от консистенции формовочной массы, которую регулируют соотношением «жидкость : твердое». Из подвижной массы газ вырывается, пористость не образуется. В чрезмерно вязкой массе увеличение объема газа ограничено, образуются разрывы и щелевидные поры.

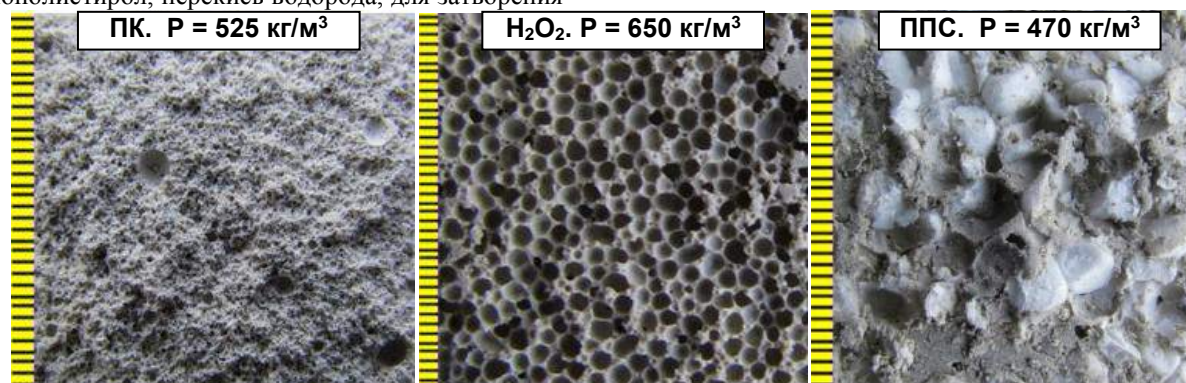


Рисунок 4. Структура магниевых композитов различной поризации

Таблица 3

Свойства поризованных магниевых композитов

Порообразующий компонент	Диаметр расплава массы, мм	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии композита, МПа
Нет	108	2050	50,0
Нет	250	1500	22,5
ПК	230	520	4,0
$H_2O_2$	240	650	4,6
Гранулы ППС	150	470	2,0
ПК + ППС	108	330	1,0
ПК + $H_2O_2$	230	290	1,2
ПК + $H_2O_2$ + ППС	108	220	0,8

Пенополистирольные гранулы (ППС) существенно понижают плотность композитов. Для эффективного использования ППС необходима умеренно вязкая масса, способная равномерно обволакивать гранулы, формируя монолит.

Исследовано совместное влияние компонентов, поризующих магниезиальные композиты. Показана целесообразность сочетания пеноконцентрата с перекисью водорода. В пеномассе облегчается распределение кислорода, выделившегося при разложении перекиси водорода, создаются условия для выделения, распределения и удерживания мелких пузырьков газа в композиции.



Рисунок 5. Структура композита комплексной поризации

**Выводы.** Магниезиальные пенобетоны проявляют высокую чувствительность к последовательности смешения компонентов формовочной смеси. Мелкопористая прочная структура сульфатмагниезиального пенобетона обеспечивается отдельным приготовлением магниезиальной и гипсовой суспензий.

Предложен способ комплексной поризации магниезиальных композитов, сочетающий вспучивание суспензии и последующее омоноличивание ячеистой

При совмещении пеноконцентрата и гранул пенополистирола в пеномассу добавляли гранулы ППС и перемешивали смесь до однородного состояния. Порообразующие компоненты создают структуру с плотностью 300 кг/м<sup>3</sup>.

Для понижения плотности композитов использована комплексная поризация материала, предусматривающая сочетание всех порообразователей. Вспученная при помощи перекиси водорода и пеноконцентрата поризованная масса омоноличивает гранулы пенополистирола (таблица 3, рисунок 5).

массой пористых гранул.

**Список литературы:**

1. Ахметов Д.А., Ахметов А.Р., Бисенов К.А. Ячеистые бетоны (газобетон и пенобетон). – Алматы: Ғылым, 2008. – 384 с.
2. Мирюк О.А. Особенности приготовления пеномасс для бесцементного ячеистого бетона // Техника и технология силикатов. – 2011. – Т. 18. – № 3. – С. 12 – 17.