

УДК 666.9: 691.511: 691.316

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ
КАРБОНАТНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ И ИЗВЕСТИ КАРБОНИЗАЦИОННОГО ТИПА
ТВЕРДЕНИЯ**

Любомирский Н.В., к.т.н., доцент, Шуляк Е.Ю., магистрант гр. ТМД-531

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

На данном этапе развития человечества для получения строительных материалов не достаточно оптимизировать традиционные процессы их структурообразования. Необходимо разрабатывать новые направления и принципы получения бесцементных искусственных строительных изделий и материалов, которые позволят снизить поступление загрязнений в окружающую среду и обеспечат создание биопозитивных (экологических) зданий и сооружений.

В такой постановке перспективным является изучение вопросов формирования искусственного камня на основе извести – малоэнергоемкого воздушного вяжущего путем применения альтернативных подходов к организации процессов твердения известкового теста – карбонизации изделий в среде углекислого газа. Обработка известковых систем углекислым газом оказывает существенное влияние на процесс твердения изделий при обычной температуре и давлении и открывает новые перспективы получения строительных материалов на основе извести [1].

В современном индустриальном строительстве также ощущается и огромная потребность в легких строительных теплоизоляционных материалах. Сложившаяся в Украине в последние десятилетия политика в сфере производства и применения стеновых изделий, которая за последнее десятилетие сложилась в нашей стране, привела к тому, что на отопление жилых и общественных зданий расходуется тепла в 1,5 раза больше, чем в промышленно развитых странах, близких по климату к Украине. Несмотря на то, что ячеистый бетон в 3-4 раза «теплее» кирпича и панельных изделий, доля изделий из него в общем объеме стеновых материалов составляет на сегодняшний день всего 6-8%, в то время как за рубежом этот показатель достигает 30%. В то же время, существующий научный потенциал и состояние строительной индустрии Украины вполне способны обеспечить строительство новыми экономичными теплоизоляционными материалами.

Широкое распространение сырья для производства извести позволяет при минимальных затратах денежных средств легко осуществлять повсеместное развитие производства материалов на ее основе с твердением изделий без применения сложного автоклавного оборудования, требующего больших затрат. Новые данные о возможности организации безавтоклавного производства водостойких изделий на основе известковых систем представляют большой интерес для строительства и промышленности строительных материалов.

В общей доле стеновых материалов значительный объем составляют изделия из пыльного известняка. Особенности геологической истории Юга Украины определили богатство и разнообразие запасов осадочных пород. Это отложения известняков-ракушечников, нуммулитового, мшанкового, оолитового, рифового, крымбальского и мраморовидного известняков. Все эти породы различаются разнообразием физико-механических свойств. Средняя плотность изменяется от 890 кг/м³ (желтый известняк-ракушечник) до 2700 кг/м³ (мраморовидный известняк), предел прочности при сжатии составляет 0,4 – 182,3 МПа, пористость колеблется от 1,4 до 66 % [2].

Примерно половина отходов дробления известняков и их распиловки накапливаются в отвалах, при этом нет четко направленного и эффективного использования их в строительстве, главным образом, из-за нестабильности их свойств. Существующие направления утилизации известняковых отходов достаточно примитивны, неэффективны и не могут в полной мере заинтересовать предприятия. Нахождение новых источников использования известняковых отходов помогло бы решить серьезный вопрос утилизации побочных продуктов камнедобычи.

Одним из таких решений является газобетон на основе извести карбонизационного твердения и отходов добычи и дробления известняков. Газообразователем служит алюминиевая пудра, которая, реагируя с гидратом окиси кальция, выделяет водород. Газокарбонат представляет собой высокопористое тело с системой открытых и закрытых макро- и микропор. Его получают из извести-пушонки, заполнителя в виде молотого известняка, газообразователя, воды и добавок, закрепляющих структуру материала. В отличие от газосиликата и газобетона, для изготовления которых необходимо наличие автоклавного и парокотельного хозяйства, газокарбонат является не автоклавным материалом. Технология его производства более проста. Для получения газокарбоната смешиваются все компоненты, и массу подают в карбонизационные камеры, где под влиянием CO_2 она затвердевает.

Карбонизация гашеной извести является гетерогенной реакцией, в которой твердая, жидкая и газообразная составляющие участвуют вместе, и описывается следующим общим химическим уравнением:



Теоретическая очевидность процесса карбонизации извести с позиции уравнения химической реакции практически трудно достижима, поскольку приходится сталкиваться с множеством факторов, влияющих на протекание процесса и, без управления которыми невозможно добиться положительного конечного результата – получения вторичного карбоната кальция. Изучая кинетику карбонизации извести еще проф. Н.Н. Петин и М.И. Хигерович пришли к выводам, что: 1) углекислота взаимодействует с известью энергичнее лишь при определенной влажности изделий, так как, вообще говоря, влажность изделий препятствует диффузии углекислого газа и замедляет процесс карбонизации; 2) быстрое начальное поглощение углекислоты заменяется затем замедленной реакцией с постоянной скоростью; 3) для ускорения процесса карбонизации необходима некоторая подсушка изделий. Также протекание данного процесса зависит от таких факторов как средняя плотность отформованного образца на основе извести, температура и время обработки углекислым газом[3].

Для решения практической задачи получения газокарбоната были проведены исследования по подбору оптимального состава газобетонной массы, изучению получаемой структуры и особенностей ее образования.

При проведении исследований варьировали четыре фактора: 1) удельная поверхность наполнителя (уровни варьирования $1250-2250 \text{ см}^2 / \text{г}$); 2) соотношение извести к наполнителю (25/75, 35/65, 45/55 в процентах соответственно); 3) количество вводимого газообразователя (0,10%, 0,13% и 0,16% от массы смеси); 4) количество воды (варьирование от 42% до 62% по массе).

На ячеистую структуру опытных образцов наибольшее влияние оказывает количество газообразователя – алюминиевой пудры, и количество воды. На рис.1. показана начальная структура образцов сырцов.

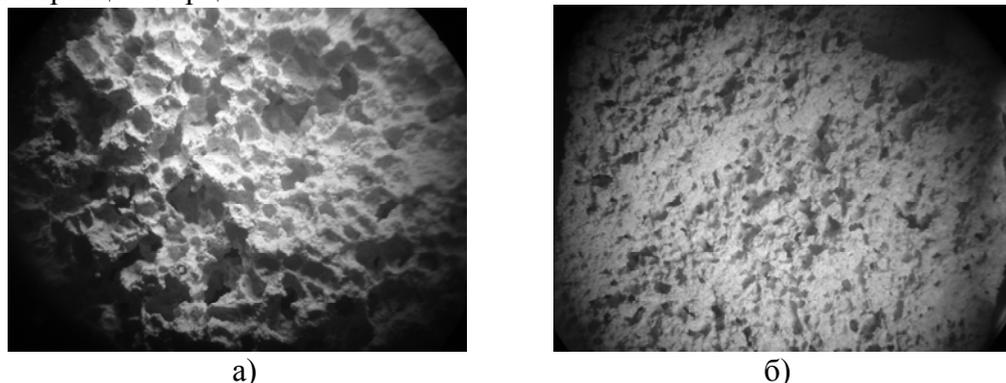


Рис. 1. Структура материала-сырца в зависимости от количества порообразователя: а) 0,16%; б) 0,10 % мас.

Представленные структура материала (см. рис. 1) визуально подтверждают тот факт, что при избытке порообразователя в газобетонной массе наблюдаются нежелательные для макроструктуры явления: увеличение числа пор и их размеров, объединение пор, сообщающихся между собой, резкое отклонение от сферической формы. После окончания порообразования наблюдаются сильные релаксационные изменения – усадка. Это ведет к нежелательному образованию сплошных каналов слияния пузырьков, что негативно влияет на прочность получаемого материала. С уменьшением процентного содержания алюминиевой пудры в смеси вспученный материал содержит большое количество закрытых макро- и микропор. Процесс газообразования происходит менее интенсивно, что способствует получению мелких пузырьков газа и более равномерному их распределению по объему массы.

Наибольшее влияние на свойства карбонизации образцов оказывает содержание извести. Максимальная прочность образцов после карбонизации составила $7,4 \text{ кгс/см}^2$. В среднем же прочность варьируется в пределах $2,1 - 5,1 \text{ кгс/см}^2$. По полученным результатам исследования были выведены зависимости роста прочности от содержания извести в сырьевых массах, их плотности и удельной поверхности наполнителя (рис. 2 – 4). Анализируя данные зависимостей, прослеживаются некоторые закономерности процесса карбонизации ячеистого материала на основе извести. Прочность и плотность опытных образцов прямо пропорционально зависит от количества извести: образцы с максимальным содержанием извести (45 % мас.) обладают самой высокой прочностью ($7,4 \text{ кгс/см}^2$) и самой высокой плотностью (783 кг/м^3) Оптимальным значением удельной поверхности наполнителя является $1750 \text{ см}^2/\text{г}$, что доказано практически и представлено на рис. 4.

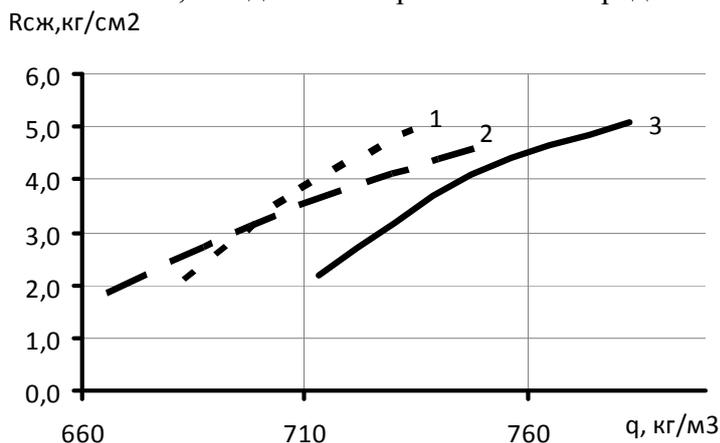


Рис. 2. Зависимости прочности на сжатие и плотности, получаемого материала, от удельной поверхности карбонатного наполнителя, $\text{см}^2/\text{г}$:

1 – 1250; 2 – 2250; 3 – 1750.

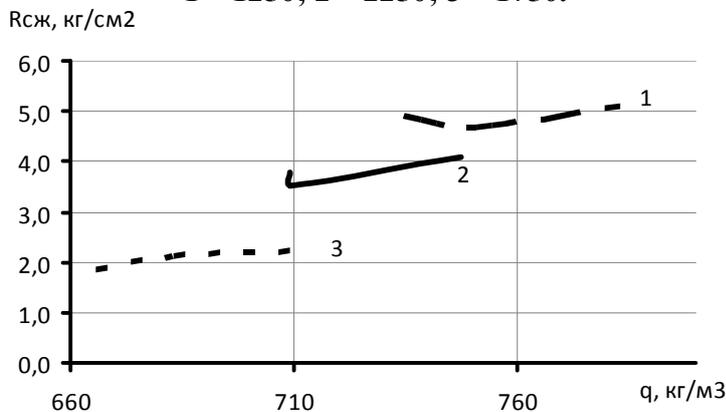
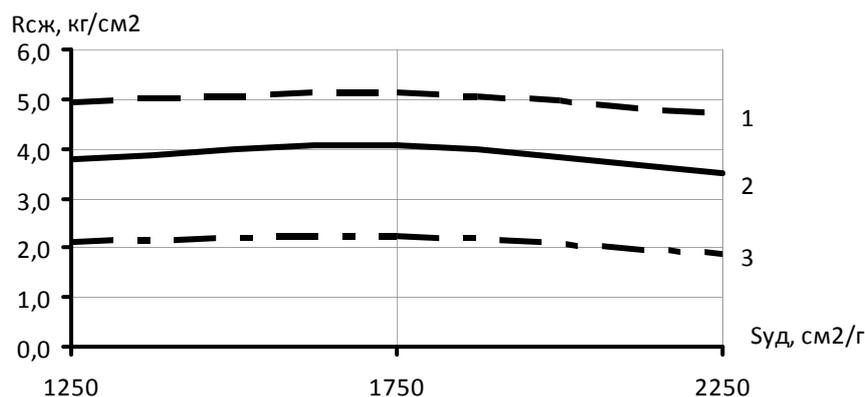


Рис. 3. Зависимости прочности на сжатие и плотности, получаемого материала, от содержания извести в сырьевой смеси, %:

1 – 45; 2 – 35; 3 – 25.



**Рис. 4. Прочность на сжатие, получаемого материала, в зависимости от удельной поверхности карбонатного наполнителя и содержания извести в сырьевой смеси, %:
1 – 45; 2 – 35; 3 – 25.**

ВЫВОДЫ

1. Определено, что перспективным направлением в области получения легких теплоизоляционных изделий является получение газокarbonата – продукта, состоящего из извести и карбонатных отходов пильного известняка с последующим получением из этик компонентов сырьевой смеси, поризацией ее с помощью добавления алюминиевой пудры, формованием изделий и твердением их в искусственно созданной среде углекислого газа, представляющего собой печные газы от обжига извести.

2. Наибольшая прочность пористого материала на основе извести карбонизационного типа твердения достигается при содержании извести в сырьевой смеси 45% и при использовании известнякового наполнителя с удельной поверхностью 1750 см²/г.

3. Факторами, наиболее влияющими на характер и скорость вспучивания сырьевой смеси, структуру и формирование свойств газокarbonата, являются количество воды затворения и расход газообразователя (алюминиевой пудры).

ЛИТЕРАТУРА

1. Теличенко В.И. Экологическая безопасность строительства – инновационный потенциал XXI века / В.И. Теличенко, Е.В. Щербина // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – №5. – 2007. – С. 10 – 12.

2. Лушпаева П.П. Строительные материалы Крыма. – Симферополь: Таврия, 1987. – 160 с.

3. Розенфельд Л.М. Исследования пенокарбоната / Центральный научно-исследовательский институт промышленных сооружений / Выпуск 23. – М. – 1955. – 50 с.

УДК 624.012.82

ПОРИЗОВАННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ БЛОКИ – НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ СТЕНОВОГО МАТЕРИАЛА

Плохотниченко Г.Е., ст. преподаватель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В настоящее время керамика является самым экологичным строительным материалом. При возведении стен из обыкновенного кирпича требуются большие трудозатраты. Кроме того, для достижения необходимого уровня теплозащиты – стену в полтора кирпича необходимо утеплять. Вновь применяемый поризованный керамический блок имеет крупный формат и поризованную структуру, благодаря чему сокращается время возведения стен и улучшаются теплотехнические свойства.

Поризованные керамические блоки, теплозащита, энергоэффективность.