

# ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ СМЕШАННЫХ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ БРУСИТА

А.М. Маноха, Е.Н. Гущина, И.Г. Сутула

*Рассмотрены свойства магнезиальных вяжущих веществ, полученных на основе брусита Кульдурского месторождения.*

## **Введение**

Широко известными магнезиальными вяжущими веществами являются каустический доломит и каустический магнезит. На основе магнезиальных вяжущих могут быть получены такие материалы, как ксилолит и фибролит, сухие строительные смеси различного назначения, гипсомагнезиальный картон, некоторые архитектурные изделия и др.

Основными достоинствами магнезиальных вяжущих веществ являются: высокая механическая прочность при быстром ее нарастании в начальный период твердения, повышенные по сравнению с другими вяжущими, показатели прочности при изгибе, плотная структура затвердевшего магнезиального камня при невысокой истинной и средней плотности, низкая теплопроводность, высокая прочность сцепления с заполнителями при изготовлении магнезиальных бетонов и растворов, а также высокая коррозионная стойкость.

Сырьем для получения указанных вяжущих служат магнезиты ( $MgCO_3$ ) и доломиты ( $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ ). Вяжущие получают обжигом этого сырья при температурах 700-800 °С с последующим помолом. В природе имеются запасы уникального магнезиального сырья в виде бруситов, отличающихся от других видов природного сырья максимальным содержанием оксида магния (до 69 %). Такое сырье широко используется в химической и огнеупорной промышленности и представляет собой эффективный источник получения магнезиальных вяжущих веществ, отличающихся значительно меньшей энергоемкостью, так как температура разложения брусита по реакции

$Mg(OH)_2 \rightarrow MgO + H_2O$   
составляет 450-500 °С.

Минерал брусит распространен довольно широко, но промышленные скопления его крайне редки, в мире известно несколько месторождений мономинерального брусита, одно из них – Кульдурское на Дальнем востоке, открытое в 60-х годах XX века.

На Кульдурском месторождении бруситы

образуют линзо- и пластообразные залежи протяженностью до 1200 м, при ширине 400 м. Брусит белый, светло-серый, сложен преимущественно (90-99 %) бруситом в виде пластинчатых или волокнистых образований, в качестве примесей содержатся кальцит, серпентин, магнезит, доломит, кварц. Внутреннее строение залежей осложнено включениями и прослойками вмещающих пород (мощностью до 12 м), кальцифиров, бруситовых мраморов, порфиритов и др. Утвержденные запасы брусита на месторождении составляют свыше 4 млн. тонн.

## **Экспериментальная часть**

Нами была изучена возможность получения магнезиального вяжущего при использовании в качестве сырья брусита Кульдурского месторождения. Химический состав брусита близок к теоретическому составу  $Mg(OH)_2$ : п.п.п. – 31,28 %, прокаленный остаток содержит 96,44 %  $MgO$ , 2,36 %  $CaO$ , 0,82 %  $SiO_2$ .

Выполненный дифференциально - термический анализ показал, что разложение брусита сопровождается эндотермическими эффектами при температурах 470 °С и 740 °С. Первый эффект соответствует разложению  $Mg(OH)_2$ , второй – разложению небольшого количества примесного доломита.

С целью получения магнезиального вяжущего дробленый брусит обжигался в муфельной печи при температуре 450 °С с выдержкой в течение 2-х часов. В результате обжига был получен высокомагнезиальный продукт с содержанием  $MgO$  около 90 % и остаточными потерями при прокаливании 3-4 %. Помол обожженного продукта производился в лабораторной шаровой мельнице до остатка на сите 008 равного 15 %. Полученное магнезиальное вяжущее (каустический брусит) затворялось 20 % раствором  $MgCl_2$ . Нормальная густота и сроки схватывания магнезиального теста определялись в соответствии с ГОСТ 1216-87. Нормальная густота составила 48,0 %, начало схватывания 7 минут, конец – 14 минут. Полученный каустический бруситовый порошок представляет быстрос-

хватывающееся вяжущее. Из теста нормальной густоты формовались образцы-кубики с ребром 2 см, которые хранились во влажных опилках до определения предела прочности при сжатии через 1, 3, 7, 14, 28 суток.

**Результаты и обсуждение**

Сразу после затворения магнезиального порошка наблюдалось очень сильное разогревание теста до температуры 80-90 °С, за счет активного взаимодействия оксида магния с раствором MgCl<sub>2</sub>. Через 3 суток образцы характеризовались пределом прочности при сжатии равном 27,7 МПа, однако на их поверхности появились трещины, причиной которых может быть перегрев массы в первые часы твердения. В 28-суточном возрасте предел прочности при сжатии составил около 40,0 МПа, образцы имели трещины по всему объему.

Появление трещин на образцах магнезиального камня, изготовленных из обожженного Кульдурского брусита, отмечалось также в работе [1]. В результате выполненных исследований авторы пришли к заключению, что оптимальная активность оксида магния в вяжущем достигается при температурах обжига брусита около 1100 °С, когда основная масса кристаллов имеет размеры около 40-45 мкм. При твердении такого вяжущего не на-

блюдалось образование трещин. Предлагаемый авторами путь снижения активности оксида магния, получаемого из брусита, через повышение температуры обжига сырья с 500 °С до 1100 °С едва ли может быть использован в технологии получения магнезиальных вяжущих в связи с возрастанием необходимого количества тепловой энергии в несколько раз. Кроме того, повышение температуры обжига переводит оксид магния из высокоактивного состояния в низкоактивное.

Считаем, что высокая активность MgO в продуктах обжига брусита при температурах 450-500 °С может быть эффективно использована путем получения на его основе смешанных магнезиальных вяжущих, содержащих различные минеральные добавки. В качестве таких добавок использовались молотые доломит, необоженный брусит, природный гипсовый камень и др. Кроме того, были изготовлены гипсомагнезиальные вяжущие на основе смеси строительного гипса и каустического бруситового порошка. Все компоненты вяжущего подвергались совместному помолу. Тонкость помола определялась по остатку на сите №008 и составляла 10-13 %. Прочности магнезиального камня на основе вяжущих различного состава приведены в таблице 1.

Таблица 1

| Состав вяжущего, %  |                           | Предел прочности при сжатии, МПа |       |       |       |       | Примечание          |
|---------------------|---------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
|                     |                           | Время твердения, сутки           |       |       |       |       |                     |
| Каустический брусит | Добавка                   | 1                                | 3     | 7     | 14    | 28    |                     |
| 100                 | 0                         | –                                | 27,7  | 28,64 | 32,57 | 39,80 | Трещины             |
| 60                  | Доломит                   |                                  |       |       |       |       | Трещины отсутствуют |
| 50                  | 40                        | –                                | 17,57 | 23,46 | 29,53 | 30,60 |                     |
| 40                  | 50                        | –                                | 18,79 | 27,76 | 31,29 | 35,70 |                     |
|                     | 60                        |                                  | 15,57 | 20,34 | 26,87 | 32,15 |                     |
| 60                  | Сырой брусит              |                                  |       |       |       |       | Трещины отсутствуют |
| 50                  | 40                        |                                  | 15,57 | 18,92 | 19,91 | 29,58 |                     |
|                     | 50                        |                                  | 14,79 | 16,32 | 17,48 | 23,97 |                     |
| 90                  | Природный гипсовый камень |                                  |       |       |       |       | Трещины отсутствуют |
| 80                  | 10                        | 18,00                            | 20,00 | 23,12 | 37,80 | 42,50 |                     |
|                     | 20                        | 12,80                            | 17,50 | 20,40 | 31,30 | 39,20 |                     |
| 0                   | Строительный гипс         |                                  |       |       |       |       | Трещины отсутствуют |
| 20                  | 100                       | 5,80                             | 6,70  | 14,00 | 14,30 | –     |                     |
| 40                  | 80                        | 11,13                            | 11,75 | 18,00 | 27,70 | –     |                     |
|                     | 60                        | 10,10                            | 12,00 | 25,00 | 29,40 | –     |                     |

Было установлено, что введение добавок предупреждает появление трещин, а прочность при сжатии практически не снижается, по сравнению с контрольным составом и составляет от 23,97 до 42,50 МПа в зависимости от вида добавки. Кроме того, прочность при

сжатии образцов, в состав которых был введен молотый доломит и природный гипсовый камень, оказалась больше, чем у образцов с добавкой молотого брусита.

Использование гипсомагнезиальных вяжущих веществ, на основе каустического

## ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ СМЕШАННЫХ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ БРУСИТА

брусита позволяет получить магнезиальный камень с прочностью при сжатии более 29,40 МПа. Кроме того, введение в состав строительного гипса каустического брусита позволяет удлинить сроки его схватывания.

### **Заключение**

Изучение свойств смешанных магнезиальных вяжущих на основе брусита, обожженного при температуре 450 °С, показало, что при введении добавок возможно устранение трещинообразования при твердении.

На основе смесей каустического брусита с

природным и строительным гипсом могут быть получены эффективные гипсомагнезиальные вяжущие вещества.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Черных Т.Н., Крамар Л.Я., Трофимов Б.Я. Свойства магнезиального вяжущего из бруситовой породы и их взаимосвязь с размерами кристаллов периклаза / Строительные материалы, 2006. – №1. – С.52-53.