



УДК 541.1:631.8:658.567

ЗАВИСИМОСТИ ПРОЧНОСТИ ФОСФОГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМООБРАБОТКИ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

М. Г. Игленкова, А. А. Родина, В. А. Решетов,
С. Б. Ромаденкина, А. В. Кружалов

Саратовский государственный университет
E-mail: igla-8@mail.ru

Установлены зависимости прочностных показателей гипсовых вяжущих материалов, полученных на основе фосфогипса, от температуры термообработки и гранулометрического состава.
Ключевые слова: фосфогипс, гипсовые вяжущие материалы, физико-механические свойства, гранулометрический состав, термообработка.

Dependence of Durability Phosphogypsum Knitting Materials from the Temperature of Heat Treatment and Particle Size Distribution

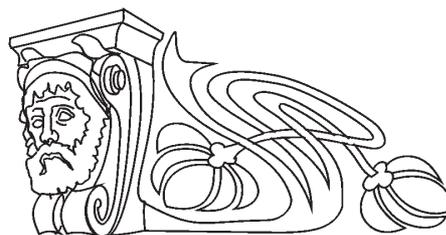
M. G. Iglenkova, A. A. Rodina, V. A. Reshetov,
S. B. Romadenkina, A. V. Kruzhlov

Dependences of parameters of durability of the plaster knitting materials received on a basis phosphogypsum, from the temperature of heat treatment and particle size distribution are established.
Key words: phosphogypsum, plaster knitting materials, physico-mechanical properties, particle size distribution, heat treatment.

Фосфогипс является промышленным отходом производств минеральных удобрений, получаемым в результате разложения фосфатного сырья серной кислотой. В настоящее время фосфогипс в основном складировается в специальных накопителях [1], где сосредоточено более ста миллионов тонн отходов. Отвалы фосфогипса загрязняют вредными веществами атмосферный воздух, подземные и поверхностные воды, почвенно-растительный покров. В настоящий момент существует множество предложений по переработке фосфогипса [2–4], наиболее перспективным из них является получение гипсовых вяжущих продуктов [5, 6].

Целью данной работы было выявить зависимости между гранулометрическим составом и прочностными свойствами гипсовых вяжущих материалов, обожженных при различных температурах с использованием кальцита и извести в качестве нейтрализующих агентов.

В качестве объекта исследований был выбран фосфогипс производства ООО «Балаковские минеральные удобрения» (г. Балаково), который долгое время находился в отвале предприятия в условиях естественного кондиционирования.



В качестве метода исследования гранулометрического состава использовался метод дифракционного когерентного электромагнитного излучения. Из фосфогипса готовили две серии образцов, одну из которых дополнительно нейтрализовали кальцитом (~5% по массе), другую – известью (~3% по массе). Эффективность этих нейтрализующих агентов была показана в работе [7]. Исходный материал для дальнейших исследований получали обжигом в муфеле или сушильном шкафу в диапазоне температур от 25 °С до 1000 °С.

Дополнительному измельчению полученный материал не подвергался.

Для определения механической прочности на сжатие готовили образцы в форме балочек размером 4×4×16 см согласно ГОСТ 23789-79 «Вяжущие гипсовые. Методы испытания». Укладку массы проводили методом литья. Образцы испытывались через 2 ч воздушного твердения, кроме образцов, изготовленных из фосфогипса, обожженных при 1000 °С. Эти образцы испытывались через 28 сут воздушного твердения, что вызвано замедленной кинетикой процессов.

Данные исследования гранулометрического состава гипсовых вяжущих материалов в зависимости от температуры термообработки и прочностных характеристик представлены в таблице.

Было выявлено, что гранулометрический состав обожженных образцов зависит не только от температуры обжига, но и нейтрализующего агента.

На рис. 1 отображены зависимости предела прочности при сжатии исследуемых образцов, нейтрализованных известью и кальцитом, от температуры отжига в диапазоне от 25 °С до 700 °С. Зависимости экстремальны в области 180 °С.

На рис. 2 изображены зависимости гранулометрического состава по содержанию фракций (см. таблицу) при температуре 180 °С. Максимум процентного содержания фракций находится в пределах 10–54 мкм.

Образцы, нейтрализованные кальцитом, при всех температурах обжига показали более низкие



Результаты исследований зависимостей предела прочности при сжатии от температуры термообработки и гранулометрического состава

| Температура обжига, °С | Содержание фракций, % | | | | | | Прочность на сжатие, МПа |
|---|-----------------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------------|
| | Менее 1,04 мкм | (1,04–4,45) мкм | (4,45–10,23) мкм | (10,23–54,15) мкм | (54,15–101,15) мкм | Свыше 101,15 мкм | |
| Нейтрализующий агент известь (CaO) | | | | | | | |
| 25 | – | 8,03 | 13,39 | 60,88 | 17,69 | – | 0,0 |
| 60 | 0,69 | 7,92 | 11,99 | 38,83 | 34,98 | 5,62 | 0,0 |
| 110 | – | 0,002 | 1,97 | 93,33 | 4,71 | – | 0,9 |
| 180 | 0,61 | 7,61 | 11,51 | 51,41 | 28,46 | 0,39 | 4,0 |
| 230 | 0,36 | 7,25 | 14,35 | 52,74 | 24,99 | 0,31 | 2,5 |
| 340 | 0,07 | 3,09 | 8,20 | 45,63 | 27,29 | 15,72 | 2,1 |
| 700 | – | – | – | 13,42 | 65,42 | 21,16 | 0,0* |
| 1000 | 0,52 | 4,81 | 14,62 | 73,75 | 6,22 | 0,07 | 40** |
| Нейтрализующий агент кальцит (CaCO ₃) | | | | | | | |
| 25 | 0,03 | 8,002 | 13,39 | 71,52 | 7,06 | – | 0,0 |
| 60 | – | 0,65 | 5,09 | 43,93 | 40,89 | 9,44 | 0,0 |
| 110 | – | 0,61 | 5,03 | 29,40 | 51,87 | 13,10 | 1,0 |
| 180 | 0,59 | 11,33 | 20,10 | 56,97 | 10,95 | – | 2,5 |
| 230 | – | 0,45 | 6,44 | 42,33 | 50,78 | – | 2,2 |
| 340 | – | 1,84 | 6,31 | 77,32 | 14,54 | – | 1,7 |
| 700 | – | – | 0,04 | 91,91 | 8,052 | – | 0,0* |
| 1000 | 0,11 | 7,890 | 20,20 | 56,080 | 15,73 | – | – |

Примечание. * Твердение не происходит в отсутствие активаторов (например CaO, Na₂SO₄) [4]; **испытания проводились через 28 сут после затворения образца.

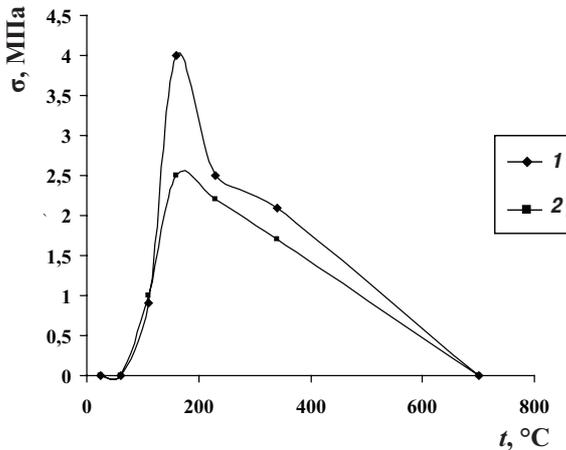


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии отвержденных образцов от температуры термообработки, нейтрализованных: 1 – известью; 2 – кальцитом

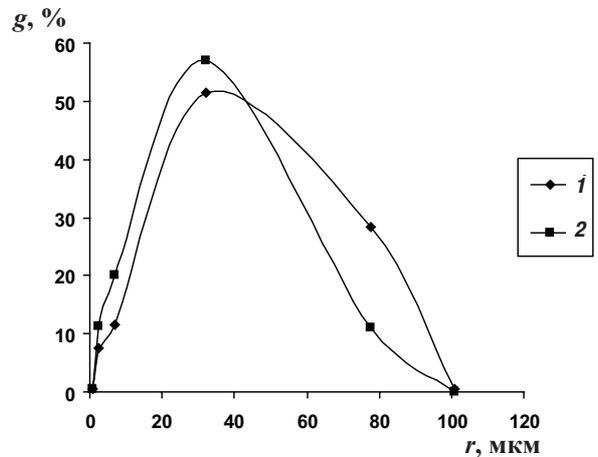


Рис. 2. Зависимость гранулометрического состава (%) от содержания фракций (мкм) при температуре 180 °С, нейтрализованных: 1 – известью; 2 – кальцитом

результаты при испытании на прочность, что может быть объяснено более низким содержанием мелкой фракции вплоть до ее полного отсутствия (см. таблицу). Следовательно, кальцит как нейтрализующий агент работает менее эффективно по сравнению с известью.

Для образцов, нейтрализованных известью, имеет место антибатная зависимость содержания мелкой фракции от температуры (рис. 3) и симбатная зависимость прочностных показателей от содержания мелкой фракции (рис. 4) в диапазоне температур от 180 °С до 340 °С.

Обнаруженная зависимость между содержанием фракции менее 1 мкм и прочностными характеристиками отвержденных образцов (см. рис. 4) показывает, что в производственных условиях целесообразно осуществлять комплексные мероприятия по дезинтеграции агломератов гипсовых вяжущих материалов.

Закономерность влияния температуры при 1000 °С на физико-механические свойства и гранулометрического состава вяжущих продуктов из фосфогипса является предметом дальнейшего исследования.

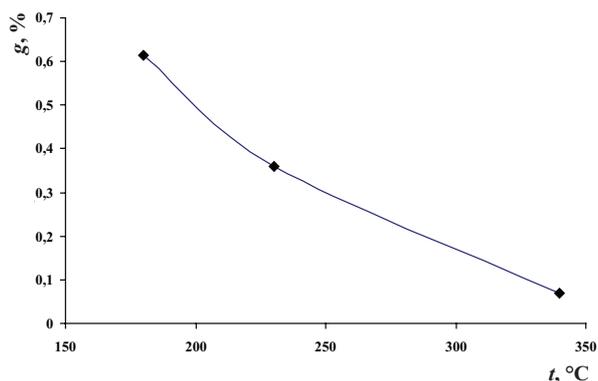


Рис. 3. Зависимость содержания фракции менее 1,04 мкм от температуры термообработки в образцах фосфогипса

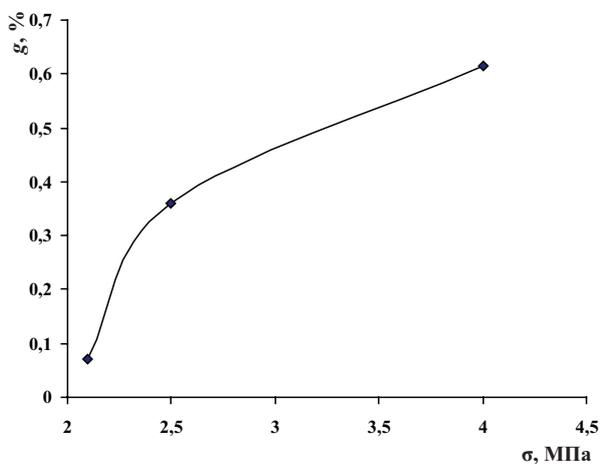


Рис. 4. Зависимость предела прочности при сжатии образцов из фосфогипса, нейтрализованных известью, от содержания фракции менее 1,04 мкм

Выводы

Исследованы зависимости физико-механических параметров от температуры термообработки и гранулометрического состава вяжущих материалов из фосфогипса.

Установлено, что зависимости предела прочности при сжатии образцов, нейтрализованных известью и кальцитом, от температуры термообработки имеют в интервале температур от 25 °С до 700 °С экстремальный характер с максимумом в области 180 °С.

Список литературы

1. Мещеряков Ю. Г., Федоров С. В. Энергосберегающие технологии переработки фосфогипса и фосфополугидрата // Строительные материалы. 2005. № 11. С. 56–57.
2. Эрайзер Л. Н., Горнев В. А., Косс Т. В. Физико-химический анализ процесса конверсии фосфогипса в сульфат аммония и фосфомел // Тр. Одесского политех. ун-та. 2004. № 1(21). С. 1–6.
3. Пат. 2258036 России. Способ комплексной переработки фосфогипса. Оpubл. 09.06.2004.
4. Иваницкий В. В., Классен П. В., Новиков А. А. и др. Фосфогипс и его использование. М., 1990. 224 с.
5. Денев Й. Г., Денев Г. Д., Попов А. Н. Использование фосфогипса в качестве светлого минерального наполнителя для эластомеров // Химическая промышленность сегодня. 2008. № 6. С. 34–38.
6. Терсин В. А., Трошин М. А. Гипс, его исследование и применение // Мир серы, N, P, K. 2005. № 6. С. 10–13.
7. Игленкова М. Г. Применение карбоната кальция для нейтрализации фосфогипса с целью снижения класса опасности // Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии. Саратов, 2010. С. 338–339.