

Объём почвы возделываемого 1 га поля при глубине хода сошника  $H = 60\text{мм}$  равен  $W_T = 600\text{ м}^3$ , а при глубине хода плуга  $H = 240\text{мм}$  равен  $W_T = 2400\text{ м}^3$ . Средние объёмы камней и его каменность  $I$  с учётом поправочных коэффициентов 1,32 и 2,21, в зависимости от степени засорённости, представлены в таблице 1, а результаты вычислений формулам (5) — (9) среднего расстояния между камнями по ходу сошника сеялки и корпуса плуга в зависимости от степени засорённости поля представлены в таблице 2.

Полученные результаты дают необходимые сведения о вероятностно-статистических характеристиках распределения камней в зоне хода рабочих органов и движителей сельскохозяйственных машин. Это позволяет более точно определить условия их работы и открывает широкие возможности для компьютерного моделирования взаимодействия рабочих органов и движителей с почвой в процессе всего расчётного срока службы. Таким образом, достигается принципиальная возможность создания оптимальных параметров конструкций рабочих органов с учётом усталостно-прочностных свойств материалов изготовления.

#### Список источников

1. Методические указания по почвенно-геоботаническим и агрохимическим крупномасштабным исследованиям в БССР. — Минск: БНИИПА «Ураджай», 1973.
2. Захаров, В. П. Очистка сельскохозяйственных угодий от камней. / В. П. Захаров. — Гидротехника и мелиорация. — 1970. — № 8. — с.100—105.
3. Винокуров, В. Н. Определение коэффициентов расхода лемехов для зоны каменистых почв. / В.Н.Винокуров. — Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. — 1977 — № 2 — с.35.
4. Труль, О. А. Математическая статистика в лесном хозяйстве. / О. А. Труль. — Минск : Выш.шк., 1967.
5. Рекомендации по организации работ при сборе и переработке валунного камня в щебень. — Минск : Центр НОТ и управления производством Р.О. «Белсельхозтехника», 1967.
6. Румшинский, Л. З. Элементы теории вероятностей. / Л. З. Румшинский — М. : Наука, 1976.
7. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей. / Е. С. Вентцель — М. : Наука, 1973.

## ПЕРЕРАБОТКА ОТВАЛЬНОГО ФОСФОГИПСА НА СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГИПС

*И. А. Богданович, Т. А. Солонец*

Гипсовые вяжущие, материалы и изделия на их основе являются перспективными материалами для широкого использования в строительстве. Это обусловлено рядом объективных факторов, главными из которых являются высокая эффективность переработки гипсового сырья и в гипсовые вяжущие, высокие технические и эколого-экономические показатели свойств материалов и изделий из них.

Производство гипсовых вяжущих изделий на их основе отличается низкой энергоёмкостью. Так, на производство 1 т строительного гипса в среднем расходуется 39 кг условного топлива и 22 кВт·ч электроэнергии, тогда как на производство 1 т цемента соответственно 176 и 108. Изделия из гипсовых вяжущих характеризуются гигиеничностью, экологичностью, относительно небольшой средней плотностью, высокой тепло- и звукоизолирующей способностью, высокой огне- и жаростойкостью, архитектурной выразительностью, декоративностью, высокими технико-экономическими показателями.

Вопросы экологии, ресурсосбережения и энергосбережения в настоящее время выходят на первый план. Необходимо более полное и комплексное использование таких резервов минерального сырья, к которым относятся различные отходы промышленности. Одним из них является фосфогипс дигидрат-многотоннажный и весьма обременительный отход производства концентрированных минеральных удобрений.

В настоящее время в мире по данным ООН используется лишь 3—4% фосфогипса от общего количества на производство из него коммерческих продуктов. Тем не менее, проблема фосфогипса с точки зрения использования его в качестве сырья для получения гипсовых вяжущих заслуживает внимания из-за практически неограниченного его количества (на данный момент в отвалах Гомельского химического завода находится около 17 млн. тонн фосфогипса). Поэтому в настоящее время продолжаются поиски путей переработки и утилизации фосфогипса.

По мере развития промышленности фосфосодержащих удобрений вопросы утилизации фосфогипса становятся все более актуальными. Основной причиной, сдерживающей применение фосфогипса, является наличие в его составе примесей, в частности, водорастворимых соединений фосфора. Для устранения влияния последних на свойства получаемого вяжущего можно либо удалять их путем многократной промывки фосфогипса водой, либо связывать в нерастворимые соединения при нейтрализации.

В настоящее время реальной представляется возможность использовать для получения гипсовых вяжущих отвальный фосфогипс, пролежавший под открытым небом десятки лет в отвалах химических предприятий, что, несомненно, способствовало снижению содержания вредных примесей в нем.

Целью исследований являлось получение гипсовых вяжущих из отвального фосфогипса. Для этого необходимо было изучить влияние технологических параметров процесса получения гипсовых вяжущих на их структуру и свойства и провести их оптимизацию, исследовать физико-механические свойства гипсовых вяжущих на основе отвального фосфогипса.

В работе использовали отвалный фосфогипс Гомельского химического завода по СТБ 1229-2000 «Фосфогипс нейтрализованный окускованный. Технические условия». По физико-химическим показателям отвалный фосфогипс характеризовался следующими показателями:

- внешний вид — кристаллический порошок белого цвета;
- массовая доля  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  не менее 90%;
- массовая доля общих фосфатов в пересчете на  $P_2O_5$  — не более 1,5%, в т. ч. водорастворимых фосфатов в пересчете на  $P_2O_5$  — не более 0,15%;
- массовая доля общего фтора — не более 0,3%;
- рН = 7—10.

Процесс перекристаллизации дигидрата сульфата кальция в полугидрат осуществляли на установке, представляющей собой имитацию гипсоварочного котла. Перемешивание материала в нем осуществлялось лопастной мешалкой.

Отвалный фосфогипс предварительно подсушивали в сушильном шкафу при температуре 60—70 °С в течение 2—3-х часов для предотвращения его комкования в процессе термообработки. Подсушенный до влажности 3—7% отвалный фосфогипс подергался кратковременному помолу в вибромельнице и дальнейшей термообработке в интервале температур от 130 до 170 °С в течение 0,1—1,5 ч при постоянном перемешивании. Продукты обжига до проведения испытания хранили в банке с притертой пробкой.

Установлено, что при увеличении продолжительности термообработки фосфогипса до определенного значения возрастают прочностные характеристики получаемого вяжущего. Дальнейшая выдержка приводит уже к сбросу прочности материала.

Так, для температур термообработки, не превышающих 150 °С, рост прочности материалом наблюдается до часовой выдержки его в гипсоварочном котле (максимальная марочность в данном случае — Г5). При увеличении выдержки материала в гипсоварочном котле до 1,5 ч при температуре 130 °С — 150 °С наблюдается снижение прочностных характеристик материала на величину, составляющую 10—20% от максимальной.

В случае проведения процесса при более высоких температурах (170 °С и более) пик прочностных характеристик вяжущего сдвинут в область более низких значений времени варки. При этом удалось получить вяжущее марки Г7.

Чрезмерная выдержка материала в гипсоварочном котле (более 1,5 ч) приводит к снижению прочности вяжущего на 27—38% и удлиняет сроки схватывания. Можно предположить, что это связано с тем, что при увеличении времени варки сверх оптимального значения имеет место образование ангидрита, который является инертным наполнителем при отсутствии активатора твердения в материале.

Недостаточная выдержка материала при термообработке (до 0,5 ч) приводила к получению более низкомарочного вяжущего (Г2 — Г4) по сравнению с оптимальным режимом ввиду неполной дегидратации продукта, о чем свидетельствовали ускоренные сроки схватывания данного вяжущего.

Таким образом, из отвалного фосфогипса Гомельского химического завода без проведения предварительной его очистки получен строительный гипс высокой марки, что дает основание к рекомендации разработки соответствующей технологии.

Использование отвалного фосфогипса может обеспечить снижение затрат при производстве материалов и изделий на 12—20%, в 2—3 раза позволит снизить потребность капитальных вложений на развитие материальной базы строительства, на проведение нейтрализации фосфогипса и одновременно решить задачу охраны окружающей среды [1].

#### Список источников

1. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник / Под общ. ред. А. В. Ферронской. — М. : Изд-во АСВ, 2002. — 488 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ДОБАВОК В ЦЕМЕНТ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМОГО VI – ВАЛЕНТНОГО ХРОМА

*Л. В. Васильева, А. Г. Губская*

Характерной приметой последних десятилетий в мировой практике становится ужесточение требований к качеству строительных материалов, и особенно к их экологической безопасности. Для цемента эта проблема связана со снижением содержания в нем хрома, который относится ко второму классу опасности — высоко опасные соединения. Соединения хрома (III) вызывает дерматиты, а соединения хрома (VI) приводят к различным заболеваниям человека, в том числе и к онкологическим. Длительный контакт с такими соединениями может привести к возникновению повреждений кожного покрова и слизистых оболочек, аллергических реакций, поэтому Cr (VI) занесен в список контактных аллергенов. ПДК хрома (VI) в атмосферном воздухе состав-