

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОСФОГИПСА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

© 2019 г. С.И. Солдаткин, А.Е. Хохлов

Саратовский госуниверситет

Аннотация: рассмотрены результаты эксперимента по оценке степени растворимости фосфогипса.

Ключевые слова: отходы, фосфогипс, дорожное строительство, загрязнение, Саратовская область.

Солдаткин Степан e-mail: soldatkin_stepan@mail.ru

PROBLEMS OF USING PHOSPHOGYPSUM IN ROAD CONSTRUCTION

S. I. Soldatkin, A. E. Hohlov

Saratov State University

Abstract: the results of an experiment to assess the degree of solubility of phosphogypsum are considered.

Key words: waste, phosphogypsum, road construction, pollution, Saratov region.

Проблема образования, накопления, хранения и утилизации отходов является для России крайне острой и затрагивает практически все ее регионы. К настоящему времени количество неутилизированных отходов по стране оценивается приблизительно в 82 млрд т. Из огромного количества минерального сырья, извлекаемого из природной среды для целей производства, в конечный продукт превращается лишь 1,5–2,0%. Основная же его масса переходит в промышленные отходы. Так, во многих регионах страны накоплены огромные запасы отходов различных отраслей.

Для Саратовской области в ряду проблем переработки различных отходов особняком

стоит вопрос использования отходов Балаковского филиала АО «Апатит». Огромный отвал фосфогипса высотой более 50 метров, расположенный на берегу р. Б. Иргиз, в непосредственной близости от г. Балаково, является серьезной экономической и экологической проблемой. Попытки использовать фосфогипс в экономике всякий раз разбивались о сложности при его технологической подготовке к различным вариантам применения.

В последние годы на фоне значительного увеличения дорожного строительства активно предлагаются варианты использования фосфогипса для строительства дорог 1–5 класса. Различными организация-

ми разрабатываются новые стандарты и технические условия, регламентирующие использование фосфогипса в дорожном строительстве.

Необходимо отметить, что еще в 1987 году были подготовлены и утверждены «Методические рекомендации по устройству оснований дорожных одежд с использованием свежего фосфополугидрата сульфата кальция», где приведены ограничения на использование фосфогипса [1].

По химическому составу фосфогипс дигидрат представляет собой двухводный гипс с примесями веществ, как растворимых (фосфорная и серная кислоты, моно- и дикальций фосфат, фторсиликаты, соли натрия и калия), так и нерастворимых (кремнезем, сокристаллизованные фосфаты, нерастворимые фосфаты и фториды и др.). Содержание примесей колеблется от 0,2 до 0,5% массы фосфогипса дигидрата в зависимости от применяемого сырья и особенностей технологического процесса.

Согласно «Методическим рекомендациям» утверждается, что «по санитарно-химическим показателям фосфогипс характеризуется незначительными уровнями миграции химических соединений (SO_3 , P_2O_5 , F), не превышающими предельно допустимые концентрации для атмосферного воздуха над проезжей частью дорог. Ввиду малой растворимости в воде отдельных химических соединений, входящих в состав фосфогипса, и незначительного содержания других компонентов основания дорог, отличающихся большей водорастворимостью, считается, что его использование практически не будет являться источником загрязнения окружающей среды».

«Методическими рекомендациями» [1] предлагается руководствоваться при использовании фосфодигидрата сульфата кальция (текущего производства, частично обезвоженного, а также из отвалов) в качестве укрепляемого материала или ком-

понента смесей для устройства оснований дорожных одежд и производства бортовых камней. Вяжущие, получаемые путем переработки фосфодигидрата сульфата кальция или содержащие его в своем составе, применяются для обработки грунтов и каменных материалов в основаниях дорожных одежд.

В то же время рекомендуется при строительстве оснований из материалов на основе фосфогипса (за исключением карбамидоформальдегидных смол, применяемых в качестве вяжущих) принимать меры по защите от грунтовых и длительно стоящих поверхностных вод.

В 2010 году разработан документ «Фосфогипс для строительства автомобильных дорог ТУ 5744–144–05015182–2010» [2]. В документе декларируются преимущества использования фосфогипса:

- сокращение сроков запуска дорог в эксплуатацию, поскольку фосфогипс быстро твердеет на открытом воздухе после механического утрамбовывания, что позволяет быстро открыть движение по новой дороге;
- возможность укладки основания из фосфогипса на любую почву, будь то лес, поле или заболоченная местность;
- монолитная каменная плита из фосфогипса продолжает увеличивать твердость с каждым годом;
- плита обладает прочностью бетона, но не требует тепловых швов и не размывается водой;
- срок службы фосфогипсовой плиты более 50 лет;
- стоимость основания дороги из фосфогипса более чем в 2 раза ниже песчано-гравийного;
- строительство возможно в любое время года, поскольку связывающие свойства не зависят от температуры и влажности.

В 2016 году Федеральным дорожным агентством зарегистрирован стандарт «Рекомендации по устройству расчетных слоев

дорожных одежд из фосфогипса дорожного» [3]. В стандарте указывается, что «материал является экологически чистым и безопасным во время производства, строительства и при нахождении в грунте. Устроенное с соблюдением технологии дорожное покрытие не пылит. Фосфогипс дорожный в окружающей среде не трансформируется. Материал не выделяет газы, вредные для озонового слоя Земли. У материала не происходит химических изменений или реакций в земле, самовозгорания или образования токсичных веществ».

Для решения вопроса о степени растворимости фосфогипса был поставлен эксперимент, моделирующий процесс периодического увлажнения-водонасыщения и высушивания, характерного для любой дорожной насыпи, на образцах подготовленного фосфогипса. Результаты эксперимента показали, что испытанные образцы подготовленного фосфогипса обладают высокой растворимостью, при растворении образцов фосфогипса в раствор поступает большое количество фосфатов и сульфатов, после потери 30–40% веса образца происходит их разрушение даже без внешних нагрузок [4]. Учитывая, что строительство опытных участков дорог с использованием фосфогипса осуществлялось отсыпкой непосредственно из отвалов, т. е. без его подготовки, был поставлен эксперимент, моделирующий процесс периодического увлажнения-водонасыщения новыми объемами воды, без высушивания, что, по нашему мнению, в большей степени соответствует гидрогеологическим условиям в основаниях дорог.

Методика эксперимента

Проба была взята из отвала фосфогипса в насыпном виде. Из общего объема выделен и высушен при температуре 105 °С образец, навеска (300 грамм) из которого поме-

щена в пластиковую посуду объемом 1,5 дм³ с закрывающейся крышкой. Емкость до полного заполнялась дистиллированной водой. Эксперимент начат 6 июля 2018 года. Замена воды производилась ежедневно, причем слив воды производился через сифон, отбирающий воду на 2 см выше границы повышенной мутности, для отбора только растворенных продуктов.

Изменение минерализации сливаемых порций воды контролировалось кондуктометром «Наппа». Всего было выполнено 140 циклов замены воды. Эксперимент остановлен 15 октября 2018 года.

Результаты эксперимента

В каждом цикле в первые 2 часа происходил резкий рост минерализации раствора с последующей постепенной стабилизацией на уровне 2,0–2,2 мг. 15 октября 2018 года вся твердая фракция из емкости была высушена при температуре 105 °С и взвешена. Вес твердой фракции, оставшейся в емкости, составил 37,91 граммов.

Выводы:

1. Испытанный образец фосфогипса из отвалов Балаковского филиала АО «Апатит» обладает высокой растворимостью. Потери массы образца через 140 суток при периодическом водонасыщении составили 87,4%.

2. При растворении образца фосфогипса в раствор поступают в основном сульфаты.

3. Результаты эксперимента показывают, что применение фосфогипса для дорожного строительства без учета инструкций и ограничений, предложенных в «Методических рекомендациях» [1], может привести к разрушению дорог на участках с высокой интенсивностью водообмена и к загрязнению грунтов и грунтовых вод сульфатами.

Л и т е р а т у р а

1. Методические рекомендации по устройству оснований дорожных одежд с использованием свежего фосфополугидрата сульфата кальция. – Москва: СОЮЗДОРНИИ, 1987. – 20 с.
2. Фосфогипс для строительства автомобильных дорог ТУ 5744–144–05015182–2010 от 26.07.10. – ООО «Жилвест», 2010.
3. СТО 24406528–01–2016 Рекомендации по устройству расчетных слоев дорожных одежд из фосфогипса дорожного. – ООО ЦСА (А) «МСК», 2016.
4. Солдаткин С. И., Хохлов А. Е. К вопросу о возможности использования фосфогипса в дорожном строительстве // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2018. – Вып. 93. – С. 73–76.

