

Также полученные данные позволяют предположить возможность использования вторичного полиэтилена как вяжущего нетрадиционных композитов ямочного ремонта дорог, что в свою очередь может помочь решению проблемы утилизации полимерных отходов.

УДК 628.5:621.311.22

### Рациональные способы водоподготовки и утилизации шламов ВПУ

Студенты гр. 10405316 Болотова П. А., гр. 10405315 Качина В. Ю.  
Научный руководитель – Бурак Г. А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Проблема утилизации и переработки шламов стоит сегодня особенно остро. На ТЭЦ при производстве электрической и тепловой энергии в результате подготовки больших объемов воды образуется от 6,5 до 7 тысяч тонн шлама. Шламы образуются в процессе снижения жесткости воды на стадии предварительной очистки на тепловых электроцентралях и в котельных. Водоподготовительные установки (ВПУ) электрических станций включают две стадии обработки воды: предварительную обработку воды (предочистку) и ионитную обработку воды (умягчение или обессоливание).

Предочистка проводится методами осаждения. К процессам осаждения относятся: коагуляция, известкование и магниезиальное обескремнивание.

Для умягчения в воду добавляют известковое молоко, которое переводит растворимые бикарбонаты кальция и магния в нерастворимые карбонаты. Затем воду обрабатывают  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (или  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , или  $\text{FeSO}_4$ ), который, являясь коагулянтом, осаждает все взвеси и примеси в виде коллоидной массы. В процессе коагуляции двухвалентное железо окисляется и образует гидроксид железа (III) на поверхности которого адсорбируются коллоидные примеси воды. В результате сорбции гидроксидом железа (III) коллоидных частиц примесей воды формируются хлопья. Укрупнившиеся хлопья оседают под действием силы тяжести, увлекая за собой взвешенные частицы. Шлам, содержащий 97–99 % влаги, обезвоживают.

Химический состав шлама (%):  $\text{SiO}_2$  – 0–4,9;  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – 5,8–7,1;  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 3–9,5;  $\text{CaCO}_3$  – 62,8–68,2;  $\text{CaSO}_4$  – 3,9–6,6; органические вещества – 5,2–8,9.

Фазовый состав шлама: органика – 10 %,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – 10 %,  $\text{CaCO}_3$  – 70 %,  $\text{SiO}_2$  – 2 %,  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Fe}(\text{OH})_2$  – 3 %,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 3 %.

Так как шлам содержит в своем составе большое количество карбоната кальция, то на основе такого сырья производят воздушную известь путем обжига при 1000–1200 °С.

Другим вяжущим, при производстве которого используется большое количество карбонатного компонента (до 25 %), является портландцемент (температура обжига достигает 1450 °С). В основе технологии производства вяжущих веществ, таких как цемент, строительная известь, лежит высокотемпературный обжиг сырья от 1000 °С и более, который сопровождается выделением большого количества  $\text{CO}_2$ .

Вяжущим веществом, содержащим  $\text{Ca}^{2+}$ , является также гипсовое вяжущее. Производство гипсовых вяжущих веществ осуществляется при более низких температурах, что значительно снижает выделение  $\text{CO}_2$  за счет сжигания топлива. Однако, при данном фазовом составе не получается гипс из-за незначительного содержания сульфата кальция. Было предложено имеющийся в составе шлама  $\text{CaO}$  и  $\text{CaCO}_3$  перевести в сульфатную фазу ( $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) нейтрализацией шлама раствором серной кислоты. Раствор серной кислоты с концентрацией до 30 % является общедоступным отходом большинства химических производств.

Установлено, что получение гипса на основе шлама ХВО должно проводиться в автоклавных условиях: температура – 139 °С, давление – 0,25 МПа, время обработки –

2,0–2,5 часа. По предлагаемой технологии шлам ХВО после нейтрализации серной кислотой подвергается автоклавной обработке по установленным выше режимам, после чего обезвоживается механическим способом и досушивается в сушилке.

Способ утилизации шлама определяется экономикой технологического процесса, т. е. наличием необходимого сырья вблизи электростанции. Утилизацию, по нашему мнению, лучше проводить непосредственно на ТЭЦ, что снижает транспортные расходы и повышает экономику технологического процесса.

УДК 628.5:621.311.22

### **Известь на основе шлама водоочистки ТЭС**

Студент гр. 10401116 Моисеева А. Ю.

Научный руководитель – Глушонок Г. К.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Проблема защиты окружающей среды – одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра на современном этапе развития науки и техники достигли таких размеров, что в ряде районов, особенно в крупных промышленных центрах, уровни загрязнений в несколько раз превышают допустимые санитарные нормы.

В современном мире энергетика является основой для развития базовых отраслей промышленности, определяющих прогресс общественного развития. По мере развития экономики прирост масштабов энергопотребления происходит все быстрее. Каждое из направлений развития энергетике своеобразно отражается на экологической обстановке региона.

Десятки тысяч тонн шламов образуются в процессе снижения жесткости воды на стадии предварительной очистки на тепловых электростанциях (ТЭС). Основным компонентом шламов является карбонат кальция. Колебания состава шламов водоочистки находятся в узком диапазоне и позволяют сделать вывод о достаточной стабильности соотношений слагающих его компонентов. Проблема утилизации и переработки этих отходов стоит сегодня особенно остро.

В настоящее время не существует универсального метода обработки и утилизации шлама химводоочистки (ХВО). Шлам ХВО – это продукт известкования и коагуляции природной воды, сырые и устойчивые смеси следующего химического состава (в расчете на оксиды): CaO (84 %), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (8 %), MgO (4 %), SiO<sub>2</sub> (3 %), – это отход 5 класса (практически не опасен).

Одним из способов последующей утилизации шлама является традиционный способ получения вяжущих веществ в строительных материалах. Наиболее близким по технической сущности является способ производства вяжущих на базе карбонатного сырья, в основном карбоната кальция CaCO<sub>3</sub>, основанный на технологии обжига при 1000–1200 °С. По данной технологии получают строительную известку. В задачу настоящего исследования входит изучение возможности получения известки из шламов водоочистки ТЭС.

Были изучены кинетики образования свободного CaO при прокаливании образцов сухого высокодисперсного шлама при температурах 800 °С, 900 °С, 1000 °С, а также образцов известки при температурах 800 °С и 900 °С. Из этих данных следует, что разложение низко дисперсных образцов шлама ХВО при температурах 800 °С и 900 °С протекает незначительно и за 3 часа достигает соответственно около 16 и 22 % свободного CaO. При температуре 1000 °С уже через 1 час наблюдается 71 % образовавшегося CaO, а к 3 часам прогрева количество CaO достигает 83 %, что практически, по-видимому соответствует полному переходу CaCO<sub>3</sub> шлама в CaO.

Были проведены рентгеноструктурные исследования образцов исходного шлама и шлама, прогретого при 1000 °С 3 часа, а также образца известки, прогретой при 900 °С 3 часа.