

**КОМПЛЕКСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ТЭЦ  
г. ВИТЕБСКА**

А. П. Платонов, С. Г. Ковчур  
(ВГТУ, г. Витебск)

В настоящее время на теплоэлектроцентрали г. Витебска накопилось большое количество отходов, не нашедших применения и ухудшающих экологическую обстановку. Цель настоящей работы заключается в создании и внедрении технологии комплексной утилизации отходов, образующихся на ТЭЦ г. Витебска. Вопрос утилизации отходов ТЭЦ до сих пор в Республике Беларусь не решен. По состоянию на начало 1998 года в отстойниках накопилось 1370 тонн шлама обмывочной воды и 7000 тонн шлама продувочной воды.

В лабораторных условиях проведен анализ отходов. Шлам обмывочной воды, образующийся после сжигания мазута, имеет следующий состав:  $V_2O_5$  - 5.4 %;  $Fe_2O_3$  - 26.9 %;  $NiO$  - 0.8 %;  $CuO$  - 1.0 %;  $CaSO_4$  - 25.8 %;  $SiO_2$  - 40.1 %. Шлам продувочной воды, образующийся после осветления воды, имеет следующий состав:  $Fe_2O_3$  - 17 %;  $Al_2O_3$  - 12 %;  $SiO_2$  - 27 %; органические вещества - 44 %.

Исследования, проведенные на кафедрах химии, охраны труда и промэкологии ВГТУ показали, что шлам продувочной воды после соответствующей физико-химической обработки можно использовать для получения строительных материалов.

Исходные водосодержащие отходы можно добавлять в штукатурные растворы в качестве пластификатора, заменив до 20 % извести и песка. При этом улучшается пластичность составов, повышается качество отделочных работ, улучшается удобоукладываемость растворов, уменьшаются трудозатраты. Установлено, что замена части извести в строительных растворах на шлам повышает прочность образцов на сжатие. Для цементно-шламового раствора характерна низкая расслаиваемость, что позволяет транспортировать его на значительные расстояния. Как показали исследования, по дисперсности и пластичности шлам близок к известковому тесту, среда слабощелочная. Выполнены сопоставительные испытания по определению предела прочности при сжатии цементно-известкового и цементно-шламового растворов. Прочность второго оказалась

выше. В результате сделан вывод о возможности применения шлама в смешанных растворах.

Разработан температурный режим прокаливания шлама продувочной воды. Отходы прокаливались при 700 °С в течение 1 часа. По составу прокаленный шлам близок к цементу. Прокаленные отходы обладают вяжущими свойствами. Поэтому отходы могут найти применение в качестве добавок к бетонам, что приведет к экономии цемента на 5-7 %.

Прокаленные отходы ТЭЦ можно отнести к минеральным добавкам-наполнителям, которые применяются для разбавления цемента и других вяжущих с целью их экономии в случае, когда марка вяжущего в 2 и более раза превышает марку бетона или раствора. При добавлении в цемент добавки-наполнителя в количестве 1 % активность цемента и прочность бетона также снижается на 1 %. Прочность бетона можно снижать не более, чем на 5-7 %, поэтому можно экономить 5-7 % цемента, заменив их в бетоне прокаленными отходами. Применение прокаленных тонкодисперсных отходов в смеси с вяжущим высокой марки в бетонах и растворах низких марок позволяет экономить значительное количество цемента.

В производственной лаборатории определялась прочность образцов на сжатие. В состав бетона входят следующие компоненты:

а) песок кварцевый, объемная масса 1422 кг/м<sup>3</sup>; плотность 2.7 кг/л; влажность 2.3 %; загрязненность пылевидными и илистыми частицами 3 %; модуль крупности 2.63; содержание гравия диаметром 10 мм - 8.25 %, диаметром 5 мм - 7.20 %.

б) щебень гранитный, фракция 5-20 мм, объемная масса 1420 кг/м<sup>3</sup>; плотность 2.7 кг/л; влажность 0.4 %.

в) цемент ПЦ 400; нормальная густота цементного теста НГЦТ-24.75 %; тонкость помола (остаток на сите 008) - 8.4 %; начало схватывания - 2 часа 5 минут; конец схватывания - 3 часа 55 минут; прочность на сжатие 25.6 МПа; прочность на изгиб 4.2 МПа; осадка конуса 4-5 см.

Водоцементное отношение определялось по формуле [1]:

$$\frac{В}{Ц} = \frac{А \cdot Р_{ц}}{Р_{сж} + 0,5 \cdot А \cdot Р_{ц}}$$

где  $A$  - коэффициент, зависящий от качества наполнителей;  $R_c$  - активность цемента;  $R_{сж}$  - прочность бетона,  $кг/см^2$ .

Расход материалов для приготовления  $1 м^3$  бетона марки 100: цемент - 200 кг; вода - 171 кг; щебень - 1205 кг; песок - 839 кг. Ввиду того, что в данном составе согласно СНиП 2.03.01-84 имеется перерасход цемента в количестве 44 кг, избыточное количество цемента заменялось прокаленным шламом. Расход материалов на приготовление  $1 м^3$  бетона марки 100 с добавкой прокаленных отходов: цемент - 156 кг; вода - 171 л; щебень - 1205 кг; песок - 839 кг; отходы - 44 кг (в расчете на сухое вещество).

По данным составам готовились пробные замесы, проверялась осадка конуса, изготовлены бетонные образцы. Образцы выдерживались при температуре  $18-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и влажности 90 % и испытывались через 14 и 28 суток. Результаты испытаний приведены в таблице. На основании данных таблицы можно сделать вывод о том, что применение прокаленного шлама в составе бетона оказывает влияние на его прочностные свойства.

Таблица

## Влияние отходов (шлама) на прочность бетона

Марка бетона		100	100	100	100	100	100
Масса цемента, кг		200	156	160	160	180	180
Масса или объем воды, кг, л		171	171	171	171	171	171
Масса щебня, кг		1205	1205	1205	1205	1205	1205
Масса песка, кг		839	839	839	839	839	839
Масса прокаленных отходов, кг		---	44	---	40	---	20
Водоцементное отношение		0,875	0,875	1,06	1,06	0,95	0,95
Прочность на сжатие через 14 суток, МПа	1	17,4	14,4	8,0	6,8	13,1	10,6
	2	16,0	14,0	12,0	7,4	12,1	10,7
	3	17,0	14,3	10,5	7,8	12,8	10,4
Прочность на сжатие через 28 суток, МПа	1	20,0	16,5	12,4	9,8	14,3	12,4
	2	19,9	16,7	13,2	9,9	15,0	12,7
	3	19,8	16,8	12,8	9,7	14,7	12,3

Установлено, что использование прокаленных отходов позволяет значительно сократить сроки схватывания и твердения цементного теста, что приведет к сокращению продолжительности предварительной выдержки перед тепловой обработкой, позволит применить интенсивный способ тепловой обработки с сокращением продолжительности твердения и, как следствие, с сокращением расхода пара (топлива).

С целью улучшения свойств шлама, добавляемого в бетон, целесообразно применять роторнопульсационные аппараты, позволяющие получать пластифицирующие добавки в виде суспензий, однородные по дисперсности, с размерами частиц от 2 до 10 мкм, с сохранением седиментационной устойчивости не менее 30 суток.

Разработана технология получения высококачественного цветного пигмента из шлама обмывочной воды. При прокаливании высушенного шлама в течение 1 часа при 700 °С можно получить пигмент, аналогичный железному сурику. Укрывистость полученного пигмента не выше 20 г/м<sup>2</sup>, атмосферостойкость не менее 5 лет при эксплуатации в атмосферных условиях умеренного климата. Пигмент можно использовать в составе фасадной краски.

Внедрение разработанных технологий даст возможность утилизировать отходы ТЭЦ и получить высококачественные строительные материалы.

#### Литература.

1. Пащенко А.А. Новые цементы. - Киев: Строитель, 1978.

УДК 642.65

### **НОВАЯ ЭКОЛОГБЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

И.Д. Васильев  
(ВГТУ, г. Витебск)

Наша Республика располагает развитой тяжелой промышленностью, неотъемлемой частью которой является гальваническое производство. Отходы этого производства - отработанные электролиты - содержат большое количест-