

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 66.046.591

И.Ю. КЛЮЧАРЕВА

Архангельский государственный технический университет



Ключарева Ирина Юрьевна родилась в 1973 г., окончила в 1995 г. Архангельский государственный технический университет, аспирант кафедры химии древесины, целлюлозы и гидролизных производств Архангельского государственного технического университета.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗОЛЫ
НОВОДВИНСКОЙ ТЭС**

Приведены результаты лабораторных исследований физико-механических свойств золы. Сделаны выводы о применении ее как грунтового материала.

The laboratory research data on physico-mechanical properties of the ash have been presented, and there has been made the conclusion of utilizing it as soil material.

Зола и шлак относятся к твердым отходам металлургических предприятий и тепловых электростанций. Ежегодно в нашей стране на ТЭС накапливается около 70 млн т золошлаковых материалов. Около 90 % из них направляются в отвалы, которые занимают большие площади отчуждаемых земель и негативно воздействуют на окружающую среду. Проблема использования этих отходов в народном хозяйстве

весьма актуальна. Их применяют при производстве бетона, силикатного кирпича, в дорожном строительстве, для известкования почв и т. д. [5]. Одним из важных направлений является использование золошлаковых материалов в основаниях сооружений [6].

Для деформационно-прочностных расчетов оснований необходимо знать физико-механические показатели золошлаковых материалов. Объектом наших исследований служила зола Новодвинской ТЭС. Физические свойства определяли в соответствии с действующими ГОСТ [2,4]. Плотность частиц золы составляла $2,44 \text{ г/см}^3$, коэффициент пористости при отсыпке без уплотнения достигал 2,35. Влажность варьирует от 0,1 до 0,7 в зависимости от глубины залегания в золоотвале.

Гранулометрический состав золы представлен на рис.1, где по оси абсцисс отложены размеры частиц (d) в логарифмическом масштабе, а по оси ординат – содержание частиц меньше определенного размера (L). По этому составу зола соответствует мелкому однородному песку [3].

Прочностные свойства материала определяли на приборе прямого плоскостного среза: угол внутреннего трения равен 30° , сцепление 25 кПа. Угол естественного откоса золы в сухом состоянии 33° , под водой 28° .

Уплотняемость золы определяли по стандартной методике с помощью свободно падающего груза [1]. Результаты испытаний приведены на рис. 2, где ρ_d – плотность золы в сухом состоянии, W – влажность в долях единицы. Максимальная плотность $\rho_d^{\text{max}} = 0,92 \text{ г/см}^3$ достигается при влажности 0,56...0,62, называемой оптимальной.

Методика [1] для золошлаковых материалов требует корректировки. При наращивании по ГОСТ влажности с шагом 0,02 приходится выполнять несколько десятков испытаний. Кроме большой трудоемкости это приводит к изменению гранулометрического состава материала (см. рис.1) и потерям его влажности за счет испарения. Практика возведения грунтовых сооружений показала, что часто не удается приблизиться к значениям плотности, полученным на приборе

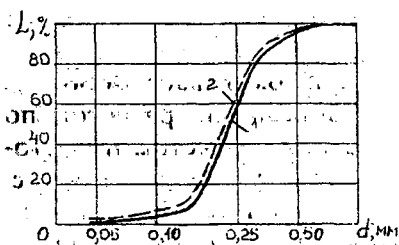


Рис. 1. Кривая гранулометрического состава золы: 1 – до уплотнения; 2 – после уплотнения

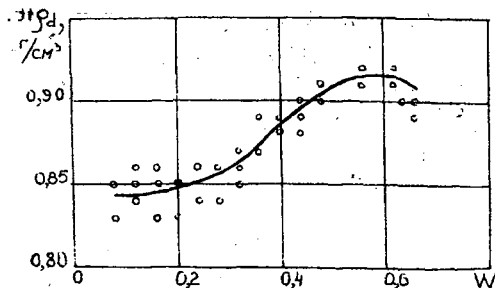


Рис. 2. Результаты испытания золы в приборе Союздорнии

Союздорнии. Это происходит из-за несоответствия энергии и способа уплотнения грунта падающим грузом в приборе и в реально применяемых строительных механизмах.

На наш взгляд, более приемлема методика лабораторного уплотнения, разработанная ВНИИГ им. Веденеева [10]. Она моделирует уплотнение грунта пневмокатками и автосамосвалами. По этой методике производится циклическое нагружение образцов различной влажности в компрессионных приборах. Продолжительность цикла нагружения – разгрузки – 0,5...1,0 с, число циклов – 10.

Каждый последующий цикл производится через 60 с после предыдущего. В наших экспериментах уплотняющее давление изменялось от 100 до 500 кПа, что соответствует нагрузке от наиболее распространенных строительных механизмов. Опыты выполняли в трехкратной повторности. Для каждого давления получены зависимости $\rho_d = f(W)$, которые приведены на рис.3. Данные лабораторных исследований можно использовать при прогнозе уплотняемости золы в насыпях. Отличительной особенностью циклического уплотнения является наличие двух интервалов оптимальной влажности 0...0,2 и 0,5...0,7.

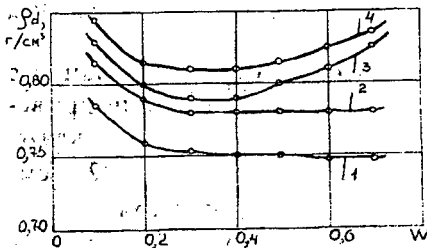


Рис. 3. Результаты уплотнения золы в компрессионном приборе при циклическом приложении давления: 1 – 100; 2 – 200; 3 – 400; 4 – 500 кПа

Фильтрационные свойства золы исследовали на специальном компрессионно-фильтрационном приборе, позволяющем по мере статического уплотнения образца определять его водопроницаемость. Результаты опытов представлены на рис. 4, где по оси абсцисс отложен коэффициент пористости золы (e), а по оси ординат коэффициент фильтрации (K). Как видим, коэффициент фильтрации имеет значения, характерные для мелкого песка [9]. Он может изменяться в несколько раз в зависимости от степени уплотнения.

Существенное воздействие на сооружения оказывает морозное пучение грунта. Его значение для золы мы определяли расчетом по гранулометрическому составу и экспериментально. Расчетом по методике [8] установлено, что зола является непучинистым материалом, т.е. деформации ее морозного пучения не превышают 1%. Экспериментальные исследования, проведенные на специальной лабораторной установке [7], дали результаты, близкие к расчетным значениям. На рис. 5

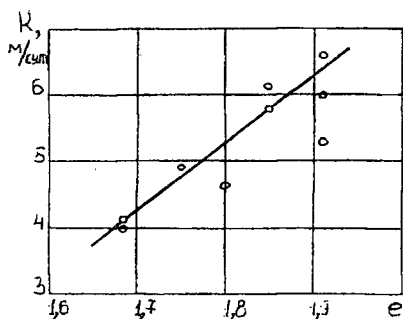


Рис. 4. Зависимость коэффициента фильтрации золы от коэффициента пористости

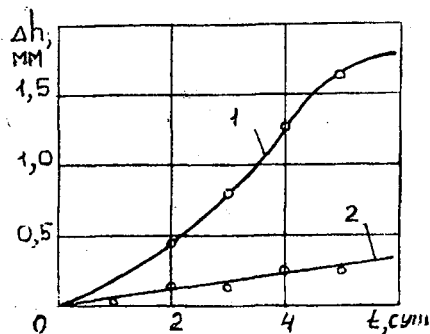


Рис. 5. Развитие деформаций морозного пучения во времени при различной внешней нагрузке: 1 - 1; 2 - 10 кПа

показаны графики развития деформации морозного пучения образцов золы во времени. Относительное пучение определяли по формуле

$$f = \Delta h / d_1,$$

где Δh - значение деформации морозного пучения;
 d_1 - глубина промораживания образца (70 мм).

Относительное пучение под нагрузкой 1 и 10 кПа составило соответственно 2,5 и 0,4 %.

Выводы

1. Исследуемая зола по гранулометрическому составу соответствует мелкому песку и имеет близкие с ним значения коэффициента фильтрации, сопротивления сдвигу, угла внутреннего трения, угла естественного откоса и деформаций морозного пучения. В связи с этим возможно ее использование в основании и теле сооружений вместо песка.

2. При проектировании сооружений следует учитывать, что плотность исследуемой золы в сухом состоянии в несколько раз меньше, чем у песка, что может быть использовано при создании легких насыпей на слабых сильно сжимаемых грунтах.

3. Стандартная методика исследования уплотняемости грунтов требует корректировки для золошлаковых материалов. Следует увеличить шаг изменения влажности в опытах и энергию уплотнения образцов задавать в зависимости от используемых строительных механизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. ГОСТ 22733-77. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. - М.: Госстандарт, 1978. - 14 с. [2]. ГОСТ 12536-79.