

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭЦ-3 Г. БАРНАУЛА НА МОРОЗНОЕ ПУЧЕНИЕ С ЦЕЛЬЮ ИХ РЕКУПЕРАЦИИ

М. Н. Казанцева, Б. М. Черепанов

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Данная статья посвящена актуальной в современном мире проблеме утилизации золошлаковых отходов, их исследованию на степень пучинистости с целью использования в строительстве. Целью исследования является изучение методологии определения степени пучинистости грунта, проведение необходимых испытаний для определения степени пучинистости и выявление возможных вариантов применения золошлаковых отходов с ТЭЦ-3 г. Барнаула.

Ключевые слова: угли, золошлаковые отходы, морозное пучение, степень пучинистости.

Серьезного внимания требует работа топливно-энергетических комплексов, негативно воздействующих на окружающую среду. В настоящее время в мире объем золошлаковых отходов превосходит объем производимого угля. В нашей стране ежегодно вырабатывается порядка 28 млн. тонн золы, использование которой в экономике составляет лишь 15%. На долю Сибирского федерального округа приходится 44% угольной генерации и 8,8 млн. тонн золошлаковых отходов в год. Накопление такого количества отходов представляет не только ощутимую экологическую угрозу, но так же негативное влияние на здоровье человека из-за наличия в их составе высокотоксичных компонентов [4].

Именно поэтому сокращение и переработка золошлаковых отходов особенно актуальна в наше время.

Барнаульский филиал ОАО «Кузбасс-Энерго» ТЭЦ-3 введен в эксплуатацию в 1973 году и располагается в Индустриальном районе нашего города. Предприятие было построено для обеспечения электроэнергией и теплом Завода синтетического волокна и покрытия пиковых тепловых нагрузок города. С 1997 года котлы пиковой котельной переведены на природный газ. В скором будущем предполагается перейти на кузнецкий уголь, ввести дополнительный блок и выйти на общую мощность в 610 МВт [5].

Территория Барнаульской ТЭЦ-3 располагается с наветренной стороны по отношению к городу, что еще больше усугубляет негативное воздействие на жителей краевой столицы.

Несмотря на то, что на ТЭЦ-3 используется Канско-Ачинский уголь, отличающийся своей малой зольностью, количество шлака и золы огромно и составляет порядка 120 тыс. тонн в год. Удаление золошлаковых отходов производится на золоотвал, расположенный в районе реки Оби. Проектная площадь золошлакоотвала составляет более 100 га, а емкость более 3 млн. м³. Именно поэтому становится необходимым найти рациональное и наиболее выгодное применение данных отходов.

Во многих регионах золошлаковые отходы находят свое применение в строительстве: в качестве подстилающих слоев оснований и фундаментов для малоэтажных зданий и сооружений, а также в дорожном строительстве (сооружение земляного полотна, для устройства укрепленных оснований, для возведения насыпей, для устройства дорожных одежд).

Для того чтобы ответить на вопрос: «Будет ли годен для вышеуказанных областей строительства золошлак с ТЭЦ-3 г. Барнаула?» - нами были проведены необходимые испытания для определения степени его пучинистости.

Лабораторные испытания по исследованию золошлака включали в себя:

1. отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов (согласно ГОСТ 12071-2000);
2. определение природной влажности золошлака методом высушивания до постоянной массы (согласно ГОСТ 5180-84);

3. определение максимальной плотности методом стандартного уплотнения (согласно ГОСТ 22733 - 2002);

4. лабораторное определение степени пучинистости золошлака (согласно ГОСТ 28622 - 2012);

5. определение коэффициента фильтрации (согласно ГОСТ 25100 - 2011).

Перед тем, как начать испытания по определению степени пучинистости золошлака, согласно приведенной выше последовательности был определен ряд физических характеристик исследуемого золошлака: природная влажность, оптимальная влажность, а также коэффициент фильтрации.

При определении природной влажности золошлака нами был использован метод высушивания до постоянной массы. Максимальную плотность определяли на приборе стандартного уплотнения грунта (рисунок 1).

Методом стандартного уплотнения устанавливали зависимость плотности сухого грунта от его влажности при уплотнении образцов грунта с постоянной работой уплотнения и последовательным увеличением влажности грунта. Перед испытанием образец грунта нарушенного сложения высушивали в сушильном шкафу, изображенном на рисунке 2, до воздушно-сухого состояния.



Рисунок 1 – Прибор стандартного уплотнения грунта

Степень пучинистости золошлака определяли по значению относительной деформации морозного пучения ε_{fn} , полученному по результатам испытаний образцов золошлака в специальной установке, обеспечивающей промораживание образца исследуемого золошлака в заданном температурном и влажностном режимах, и измерение перемещений его поверхности [1]. Установка по определению степени пучинистости грунтов ОСПГ-1 представляет собой автоматизированный комплекс, состоящий из морозильной установки, четырёхканального термодата (рисунок 3), приборов морозного пучения (рисунок 4), других регулирующих и сопутствующих элементов [3].

Разновидности грунтов по степени пучинистости по ГОСТ 25100-2011 приведены в таблице 1.



Рисунок 2 – Сушильный шкаф



Рисунок 3 – Четырёхканальный термодат 19Е2

The diagram shows a mechanical testing apparatus. A central sample, labeled 1, is held between two grips, 2 and 3. The grips are part of a larger frame, 4, which is supported by a base, 6. A load cell, 5, is positioned between the grips. A force F is applied to the sample. The sample is surrounded by a protective layer, 7, and a cooling or heating medium, 8, which is contained within a chamber, 9. The chamber is filled with a fluid, 10, and has a heating element, 11, at the bottom. The entire assembly is mounted on a base, 12, with a support structure, 13, and a control unit, 14.

Рисунок 4 – Принципиальная схема установки прибора для определения степени пучинистости грунтов

Разновидность грунтов	Степень пучинистости, ε_{fn}
Непучинистый	$\varepsilon_{fn} < 0,01$
Слабопучинистый	$0,01 \leq \varepsilon_{fn} \leq 0,035$
Среднепучинистый	$0,035 < \varepsilon_{fn} \leq 0,07$
Сильнопучинистый	$0,07 < \varepsilon_{fn} \leq 0,10$
Чрезмернопучинистый	$\varepsilon_{fn} > 0,10$

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ № 3 2016

75

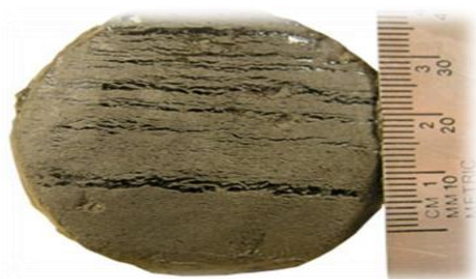


Рисунок 5 – Измерение толщины промерзшего слоя образца

Далее определяем влажности верхнего, среднего и нижнего слоя, пользуясь при этом методом высушивания до постоянной массы.

Испытания проводились при температуре $t = -4^{\circ}\text{C}$, без пригруза, но с контролем температуры на нижнем торце обоймы ($t = 0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), при которой холодильная камера выключалась, а затем снова срабатывала, чтобы поддерживать необходимую для опыта температуру.

Для каждого из четырех исследуемых образцов были построены графики изменений вертикальных деформаций с течением времени.

Графики проиллюстрированы на рисунках 6-9. Из графиков видно, что образцы золошлаков по степени пучинистости относятся к сильнопучинистым (образцы № 3 и 4) и чрезмернопучинистым (образцы № 1 и 2).

На основании проведенных в лабораторных условиях испытаний можно сделать следующие **выводы**:

1. Оптимальная влажность золошлака $W = 13\%$, при которой достигается максимальная плотность $\rho = 2,17 \text{ г/см}^3$.

2. Исследуемый золошлак относится к сильно- и чрезмернопучинистым грунтам, о чём свидетельствуют испытания на морозное пучение при оптимальной влажности в морозильной камере с контролем температуры.

3. Золошлак легко высушивается и достаточно хорошо впитывает влагу. Даже небольшой подток воды увеличивает влажность от 0,5 до 4%, как было обнаружено при циклическом замораживании и оттаивании.

4. Испытываемый грунт относится к слабоводопроницаемым грунтам (коэффициент фильтрации $k_f = 0,041 \text{ м/сутки}$).

В связи с вышеперечисленным становится понятным, что строительство на данном строительном материале невозможно [2]. Следует искать другие варианты использования отходов золошлака с ТЭЦ-3 г. Барнаула.

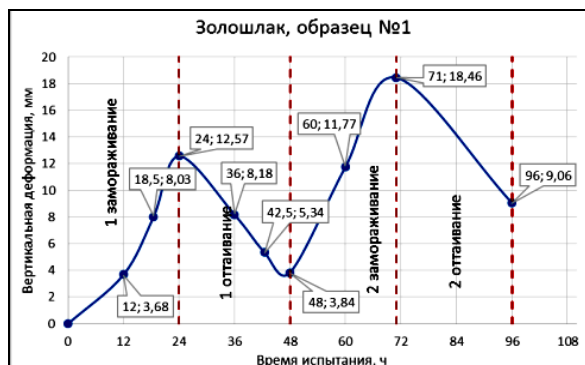


Рисунок 6 – График изменения вертикальной деформации с течением времени (образец № 1, $\varepsilon_{\text{фн}} = 0,123$)

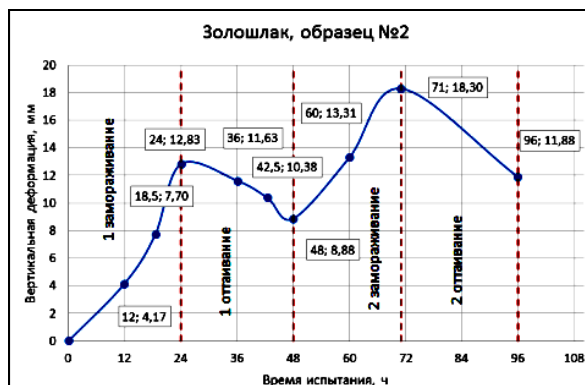


Рисунок 7 – График изменения вертикальной деформации с течением времени (образец № 2, $\varepsilon_{\text{фн}} = 0,122$)

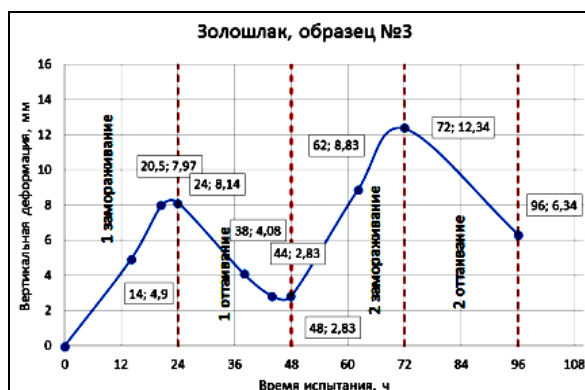


Рисунок 8 – График изменения вертикальной деформации с течением времени (образец № 3, $\varepsilon_{\text{фн}} = 0,084$)

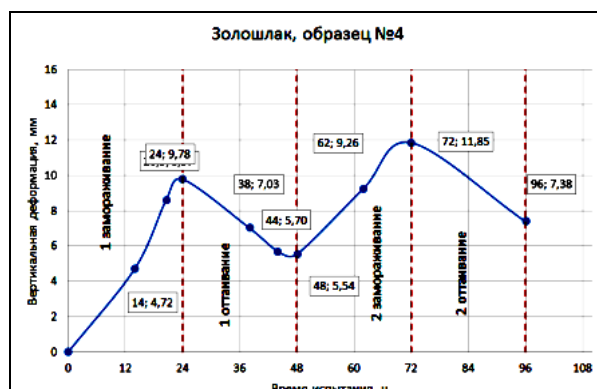


Рисунок 9 – График изменения вертикальной деформации с течением времени (образец № 4, $\varepsilon_{\text{fn}} = 0,079$)

В качестве таких вариантов можно предложить реализовать золу и сократить ее накопление в золоотвалах, например, применяя ее при изготовлении строительных материалов: сухих строительных смесей, рубероида, неавтоклавного газобетона.

Цементная промышленность использует гранулированный шлак как активную минеральную добавку при производстве шлакопортландцемента – вяжущего вещества, твердеющего в воде и на воздухе. Активные вещества, содержащиеся в шлаке, улучшают технические свойства цемента, повышают его качество и прочность изготовленных из него строительных конструкций.

Также золошлаковые отходы можно использовать в производстве различных изделий из керамики, теплогидроизоляционных материалов.

В заключении хотелось бы отметить, что в связи с низким уровнем утилизации золошлаковых отходов и, как следствие, их накопления, острой проблемой становится рост экологических, социальных и экономических издержек. Вовлечение золошлаковых отходов в хозяйственный оборот позволит снизить себестоимость изготавливаемых изделий и

нагрузку на окружающую среду. Кроме того, расширит сырьевую базу промышленности строительных материалов.

Несмотря на то, что испытуемый золошлак с ТЭЦ-3 г. Барнаула по своим характеристикам не подходит для строительства автодорог и оснований фундаментов, возможно найти другие альтернативные варианты использования этого материала. Ведь, по сути, золошлак есть уникальный ресурс, использование которого позволит получить значительный социальный и эколого-экономический эффект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25100 – 2011. Грунты. Классификация. – М.: Стандартинформ, – 2013. – 38 с.
2. Свицерских, А. В., Исследование различных типов грунта на морозное пучение при оптимальной влажности и его анализ / А. В. Свицерских. – Педагогический университетский вестник Алтая. – № 2. – Ч. 1, 2014 (по материалам XV городской научно-практ. конф. Молодых ученых «Молодежь-Барнаулу» 11-20 ноября 2013 г.). – Барнаул, 2013.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://prostroyamat.ru/content/kuda-devat-zolu-problema-pererabotki-zolo-shlakovyh-othodov>.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edu.secna.ry/media/f/figig.pdf>.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sibgenco.ru/companies/barnaulskaya-tets-3/>.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2011_01/pdf/228cherepanov.pdf.

Казанцева М.Н. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: kaza1913@mail.ru.

Черепанов Б.М. – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: bmcher@mail.ru.