

## ВЛИЯНИЕ СВЯЗУЮЩИХ НА ПРОЧНОСТЬ ГРАНУЛ ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ЗОЛЫ УГЛЕЙ МЕТОДОМ ВИБРОБРИКЕТИРОВАНИЯ

Д. А. Горлушко<sup>1</sup>, М. А. Балмашнов<sup>1</sup>, А. М. Ларионов<sup>2</sup>  
Научный руководитель – к.т.н., доцент НОЦ Н. М. Кижнера М. А. Балмашнов

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, [tpu@tpu.ru](mailto:tpu@tpu.ru)

<sup>2</sup>Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение вечерняя (сменная)  
общеобразовательная школа № 8  
634031, г. Томск, ул. Демьяна Бедного, 18/2, [vsch8@mail.ru](mailto:vsch8@mail.ru)

Задача утилизации и переработки золошлаковых материалов актуальна для 172 российских теплоэлектростанций, использующих в качестве топлива уголь. На многочисленных золоотвалах скопилось более 1,5 млрд. т отходов, количество которых растет год от года, так как утилизация золы в РФ не достигает 10 %. В работе И. С. Кожуховского [1] утверждается, что площадь земель, отведенных под золоотвалы в России составляет около 30 тыс. га. Негативное воздействие на окружающую среду свойственно хранилищам отходов тепловых электростанций. Золоотвалы способствуют перемещению растворенных ингредиентов в поверхностные и грунтовые воды. Они неблагоприятно влияют на здоровье людей и природу, могут стать причиной экологического загрязнения. Земли, выделенные на размещение золоотвалов, практически навсегда выводятся из использования. Вовлечение золы в переработку позволит сэкономить невозобновляемые природные ресурсы, положительно отразится на экологическом состоянии в зонах расположения предприятий угольной энергетики, а также позволит расширить минерально-сырьевую базу строительной индустрии. Применение рассматриваемых материалов в промышленности сопровождается определенными сложностями, как техническим, так и организационными. Одним из вариантов преодоления упомянутых сложностей является компактирование, оно позволит повысить производительность и улучшить условия труда, механизировать и автоматизировать процессы последующего использования, улучшит условия хранения и транспортировки золошлаковых материалов, снизит потери сырья и готовой продукции.

Целью работы является исследование влияния природы и концентрации связующего в процессе вибробрикетирования на прочностные характеристики гранул золошлаковых материалов Северской тепловой электростанции.

В данной работе изучалось влияние связующих на механические характеристики гранул.

Объектом исследования является образец золошлаковой смеси, отобранной на золоотвале Северской ТЭЦ. Исследуемый материал образуется при сжигании Кузбасского угля в дисперсном состоянии и методом гидроудаления транспортируется на золоотвал по системе пульпопровода. Материал был отобран у самой трубы гидроудаления золоотвала, затем был высушен.

Технология компактирования включала в себя следующие этапы:

- отбор пробы золошлаковой смеси;
- увлажнение водой золы (до содержания жидкой фазы в свежеприготовленных гранулах 20 % масс.) и добавление связующего материала (жидкого натриевого стекла/поливинилового спирта/глиоксаля);
- гранулирование, полученной шихты, методом вибробрикетирования и твердение гранул в сушильном шкафу при температуре 110 °С в течение 1,5 часов.

Полученные гранулы представляют собой цилиндры с диаметром 10 мм. Работа проводилась на вибрационном столе. Уплотняемый материал укладывался в форму. После чего форма устанавливалась и закреплялась на поверхности вибростола с помощью прижимов. Часть свежеприготовленных гранул помещали в сушильный шкаф, где они твердели, в течение 1,5 часов, при температуре 110 °С. Прочность на сжатие свежеприготовленных и высушенных образцов определялось на установке для определения статической прочности гранул.

Исследование влияния концентрации связующего на статическую прочность гранул, полученных методом вибробрикетирования, показало, что без добавки связующего гранулы имеют очень низкий предел прочности: 0,0115 МПа у свежеприготовленных гранул и 0,0018 МПа у

высушенных гранул, на прочность свежеприготовленных гранул концентрация связующего не влияет и не превышает 0,017 МПа, а для высушенных гранул характерно увеличение прочности с ростом концентрации связующего и до-

стигает максимальных значений при 10 % мас. 0,63 МПа для глиоксаля и 0,40 МПа для жидкого стекла, при 1 % мас. 0,28 МПа для поливинилового спирта.

### Список литературы

1. Кожуховский И. С., Целыковский Ю. К. Угольные ТЭС без золошлакоотвала: реальность и перспективы // *Энергетик*, 2011. – № 6. – С. 20–23.

## ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАГНИТОВОСПРИИМЧИВЫХ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ ПЕРОКСО-МЕТОДОМ

А. А. Горшков

Научный руководитель – д.х.н., профессор, зав. кафедрой  
«Экология и химическая технология» В. В. Авдин

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)  
454080, Россия, Челябинск, проспект Ленина, 76, [agorshkov@susu.ru](mailto:agorshkov@susu.ru)

Гидротермальный пероксо-метод позволяет в контролируемых условиях получать наночастицы анатаза высокой чистоты и кристалличности без использования дорогостоящих и токсичных титанорганических прекурсоров [1]. В то же время, в настоящее время в литературе отсутствуют сведения об использовании данной методики для получения композитных наноматериалов.

Нами разработана методика получения нанокompозитов на основе ядер магнетита, покрытых оболочкой смешанного оксида титана/кремния. Частицы магнетита получали осаждением гидроксидом аммония из эквимольной смеси водных растворов сульфата железа(II) и хлорида железа(III) при непрерывном воздействии ультразвука. С целью предотвращения агрегации частиц и защиты их от окисления пероксидом водорода отмытые ядра магнетита стабилизировали поливиниловым спиртом путём ультразвукового диспергирования в горячем водном растворе ПВС ( $M_w$  85,000–124,000) до получения стабильной суспензии [2]. В качестве прекурсора диоксида титана использовали свежеполученный водный раствор пероксотитановой кислоты (получен растворением гидратированного геля диоксида титана в перекиси водорода, значение pH раствора доводили до 9 гидроксидом аммония). При выдерживании на водяной бане и интенсивном перемешивании к

раствору приливали заданный объём суспензии частиц магнетит/ПВС – чтобы, в зависимости от образца, расчётное мольное отношение железа и титана составляло соответственно 1:10, 2:10 либо 3:10. Сразу же после этого вводили в смесь заданный объём свежеполученного золя кремниевой кислоты (pH 2, получен пропусканием раствора силиката натрия через колонку с катионитом) – чтобы, в зависимости от образца, расчётное мольное отношение кремния и титана составляло соответственно 0:1, 1:2 либо 1:1. Смесь, объём которой доводили дистиллированной водой до 80 мл, переносили в автоклав объёмом 140 мл и проводили гидротермальную обработку в течение 24 часов при температуре 180 °C и саморегулирующемся давлении. После извлечения из автоклава частицы отмывали дистиллированной водой и сушили под вакуумом при 100 °C. Каждый полученный образец разделяли на три равные части, одну из которых не подвергали дальнейшей обработке, вторую и третью прокачивали в муфельной печи соответственно при 350 °C и 700 °C в течении часа. Таким образом была получена серия из 27 образцов композитов.

Данные о размере частиц в водной суспензии были получены методом динамического светорассеяния с использованием анализатора NANOTRAC Flex. Установлено, что средневзвешенные размеры частиц композитов варьируют