

#### Список использованных источников

1. Кашеев И. Д. Химическая технология огнеупоров / И. Д. Кашеев, К. К. Стрелов, П. С. Мамыкин. М.: Интермет Инжиниринг, 2007. 752 с.
2. Хорошавин Л. Б. Состояние и перспективы развития огнеупорной промышленности России [Электронный ресурс]. URL: <http://pandia.ru/text/77/320/43443.php> (дата обращения 23.11.2016).
3. Энтин В. И. Состояние и перспективы развития производства на огнеупорных предприятиях России // Новые огнеупоры. 2005. № 7. С. 73-77.
4. Технология огнеупоров / К. К. Стрелов, П. С. Мамыкин М.: Металлургия, 1978. 376 с.
5. Производство огнеупорных материалов [Электронный ресурс]. URL: <http://ogneupor.ru/ogneupornye-materialy> (дата обращения 23.11.2016).
6. Каолинитовая глина и каолин [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ecosystema.ru/08nature/min/2\\_5\\_2\\_6\\_1.htm](http://www.ecosystema.ru/08nature/min/2_5_2_6_1.htm) (дата обращения 23.11.2016).
7. Шамотная огнеупорная глина [Электронный ресурс]. URL: <http://stroyres.net/kamennye-materialy/glina/shamotnaya-orisanie-primenenie.html> (дата обращения 23.11.2016).

УДК 666.972.125

### **ГРАНУЛЯЦИЯ КАК СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ПЫЛЕВИДНЫХ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА**

### **GRANULATION AS ONE OF THE MEANS OF FINE DUST WASTE DISPOSAL**

Сумарокова Л. С., Капустин Ф. Л., Фомина И. В.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, [sumarokova-94@mail.ru](mailto:sumarokova-94@mail.ru)

Sumarokova L. S., Kapustin F. L., Fomina I. V.

Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** Одним из перспективных способов экологически чистого складирования золошлаков является складирование их в виде гранул, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве заполнителя для бетона.

**Abstract:** One of the most perspective ways of environmentally friendly fly ashes storage is their storing in the form of granules that can later be used as aggregate for concrete production.

**Ключевые слова:** отходы золы-уноса; утилизация; грануляция; искусственный заполнитель.

**Keywords:** fly ash waste; recycling; granulation; artificial aggregate; concrete production.

Россия – страна добывающих отраслей. Выпуск основной продукции сопровождается образованием огромного количества отходов. Это вскрышные породы, отходы добычи и обработки природного камня, шлаки цветной и черной металлургии, топливные шлаки, золошлаковые смеси ТЭС и т. д.

Серьезные экологические проблемы связаны с твердыми отходами ТЭС – золой и шлаками. В процессе сжигания угля для производства тепло- и электроэнергии на пылеугольных станциях образуется значительное количество золошлаков. Хранятся они в золошлакоотвалах (ЗШО), которые стали символом неблагополучной экологической обстановки. Большую проблему представляет складирование вблизи ТЭС золы и шлаков, для чего требуются значительные территории, которые впоследствии долгое время не используются [1].

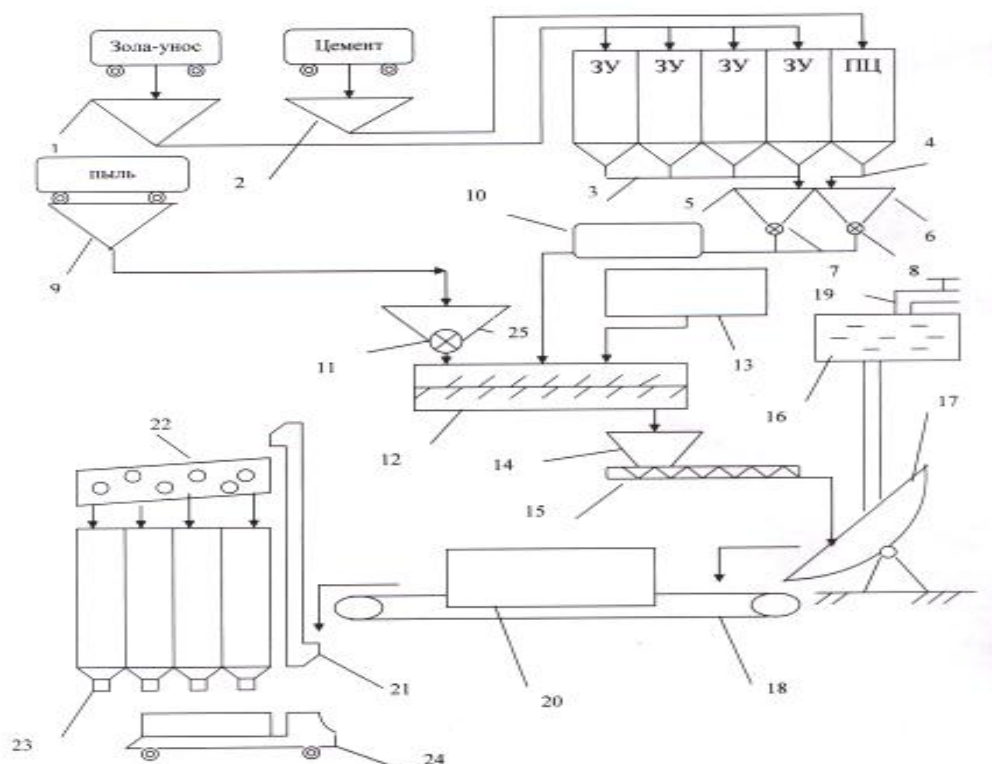
Дисперсные отходы в отвалах сильно пылят, разносятся ветром на значительные расстояния, попадают в грунтовые воды, загрязняют воздух.

Общепризнано, что строительный комплекс является главным потребителем золошлаков, особенно в области производства бетона – строительного материала современности. Наиболее эффективным направлением применения зол и шлаков является производство искусственных заполнителей, так как доля заполнителей в составе бетона составляет по объему 70-85 %. Применение пористых заполнителей вместо традиционных природных щебня и гравия позволяет снизить массу возводимого объекта, уменьшить затраты на его строительство и эксплуатацию.

Одним из оптимальных способов утилизации золошлаков является применение на ТЭС технологии золоудаления с предварительной грануляцией. Грануляция – процесс, происходящий при вращательном движении смеси, при котором из порошкообразных материалов вследствие добавки жидкой связки образуются гранулы [2]. Использование золы позволяет исключить или уменьшить отвальное складирование золошлаков, что улучшает экологические и экономические показатели производства.

В ходе научно-исследовательской работы нами была разработана технологическая схема (рисунок) грануляции золошлаков ТЭС, преимущественно экибастузской кислой золы-уноса в сочетании с вяжущим и пылью, образованной при дроблении горной породы, на предмет производства пористого заполнителя для конструктивных бетонов. Грануляция золы производилась следующим образом. Зола-унос, вяжущее, пыль из расходных бункеров 5, 6, 25 через весовые дозирующие устройства 7, 8, 11 и питатель поступает в двухвальный лопастной смеситель 12. После увлажнения в смесителе она подается на тарельчатый гранулятор 17. Полученные зольные гранулы транспортируются в пропарочную камеру 20, а с нее – на барабанный

грохот 22 для отсева. Фракционные зольные гранулы поступают на хранение в силосные емкости 23, из которых возможна их отгрузка потребителям 24.



Технологическая схема грануляции золы-уноса:

- 1, 2 – бункера приема золы, цемента; 3, 4 – аэрожелоб;  
 5, 6, 25 – расходные бункера золы-уноса, портландцемента, пыли (ЗУ, ПЦ, П);  
 7, 8, 11 – дозаторы; 9 – бункер приема пыли; 10 – шаровая мельница;  
 12 – смеситель; 13 – бак для добавки; 14 – бункер для смеси;  
 15 – шнековый питатель; 16 – бак с водой; 17 – тарельчатый гранулятор;  
 18 – ковшовый конвейер; 19 – водопровод; 20 – пропарочная камера горизонтального типа; 21 – цепной элеватор; 22 – барабанный грохот;  
 23 – силос; 24 – отправка потребителю

Полученный зольный гранулированный продукт обладает следующими свойствами: прочность при сжатии в цилиндре 12 МПа; насыпная плотность 1010 кг/м<sup>3</sup>. Полученные значения соответствуют легкому заполнителю с плотностью D1000 и маркой по прочности П400 по ГОСТ 32496-2013 [3].

Прочностные характеристики бетона на зольном грануляте соответствуют требованиям, предъявляемые современными нормативными документами к конструкционным легким бетонам на пористых заполнителях и близки к требованиям и характеристикам для тяжелых бетонов на природных заполнителях. Возможно получение легкого бетона классов В15-В20. Расход зольного гравия в бетонной смеси по массе на 43-45 % ниже расхода щебня, что позволяет снизить плотность бетона на 17-21 %. По морозостойкости бетон на

зольном грануляте имеет марку F150 и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к бетонам для несущих конструкций.

Получение гранулированной строительной продукции (легких пористых заполнителей) является наиболее масштабным по объему потребления золы и шлаков. Если рассмотреть производство бетона в объеме 100 тыс. м<sup>3</sup> в год, то при использовании в качестве крупного заполнителя зольного гранулята используется 39 тыс. м<sup>3</sup> техногенного сырья.

Грануляция является эффективным технологическим приемом для повышения потребительских свойств продукции на основе золошлаков теплоэнергетики. Использование золы-уноса в качестве основного компонента зольного гранулята позволяет сохранить запасы природного сырья, сократить площади под золоотвалы, уменьшить затраты на их строительство и снизить загрязнение окружающей среды.

#### Список использованных источников

1. Экологические проблемы теплоэнергетики [Электронный ресурс]. URL: [http://koi.tspu.ru/koi\\_books/bandaevskiy3/schestaja.htm/](http://koi.tspu.ru/koi_books/bandaevskiy3/schestaja.htm/) (дата обращения 20.11.2016).

2. Капустин Ф. Л., Фомина И. В. Получение легкого заполнителя на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС для конструкционных бетонов // Экология и промышленность России. 2014. № 8. С. 32-34 [Электронный ресурс]. URL: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7351](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7351) (дата обращения 20.11.2016).

3. ГОСТ 32496-2013. Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия. Введ. 01.01.15. М. : изд-во стандартов, 2014. 17 с.

УДК 691.3

### **РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ БУРОВОГО ШЛАМА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **DEVELOPMENT OF NEW RECYCLING METHODS AND MEANS OF DRILLING CUTTINGS TO USE AS BUILDING MATERIALS**

Табунова В. П., Гуляев А. Е., Капустин Ф. Л.  
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург  
[valentina\\_tabunova@mail.ru](mailto:valentina_tabunova@mail.ru)

Kapustin F. L., Gulyaev A. E., Tabunova V. P.  
Ural Federal University, Ekaterinburg