

Получение окускованного сырья из золы от сжигания осадка сточных вод***А.Ю.Колясников¹, А.Д.Анисимов², И.С.Берснев¹****(1 – ООО «Научно-производственное внедренческое предприятие ТОРЭКС», г. Екатеринбург,**Свердловская область, Россия, i.bersnev@torex-nvpr.ru;**2 – ЗАО «Лидесм», г.Санкт-Петербург, Ленинградская область, Россия)*

Функционирование городских канализационных очистных сооружений не ограничивается очисткой сточных вод. Важной частью их работы является обработка и утилизация образующихся осадков сточных вод, содержание сухого вещества в которых достигает 22...25%, минеральная часть – примерно 33–35% [1]. Объем формирования этого вида отходов для крупного города может достигать 300 тыс.м³/год и более. На современном этапе утилизация этих осадков реализуется либо складированием на специальных полигонах, что ухудшает экологическую обстановку, либо путем сжигания, что позволяет существенно сократить объемы отходов [2]. Например, на очистных сооружениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» реализована технология сжигания осадков в «кипящем» слое [3]. Процесс происходит за счет теплотворной способности обезвоженных осадков сточных вод. Тепло, образующееся в процессе горения, является вторичным энергетическим ресурсом и используется в технологическом процессе для подогрева дутьевого воздуха, отопления производственных помещений и выработки электроэнергии на очистных сооружениях канализации. Сжигание осадка стоков способствует сокращению объема отходов, однако полностью проблему не решает. Однако, минеральные отходы (зола) от сжигания осадка может быть использована в качестве сырья для получения волокнистых строительных материалов (плита, маты, и др.). Получение расплава из золы без предварительного окускования (как в шахтных, так и в пламенных печах) неэффективно. Поэтому задача определения возможности получения гранулированного сырья из золы от сжигания осадка сточных вод является актуальной. Ее решение составляет цель настоящей работы.

В качестве объекта исследования был использован образец золы, представленный мелкодисперсным порошком фракции 1,2...0,045 мм с насыпной плотностью 0,60...0,65 м³/т. Химический состав золы представлен в таблице 1.

Химический состав золы

MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃
4,14	20,8	46,7	12,9	0,49	1,63	4,44	0,49	0,022
MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	PbO	RbO	SrO	ZrO
0,13	7,88	0,039	0,026	0,19	0,011	0,012	0,024	0,03

Для окускования была выбрана технология получения безобжиговых окатышей с использованием в качестве связующего вещества цемента [4]. Был выбран именно цемент, так как нужно исключить обжиг и удорожание продукции за счет термообработки гранул, а также потому, что его использование не ухудшает химический состав расплава (несущественно снижает модуль кислотности, в отличие, например, от извести). Кроме золы и цемента в некоторые пробы окатышей был добавлен железорудный концентрат с целью коррекции плотности окатышей и их химического состава. Дозировка компонентов в шихте представлена в таблице 2.

Таблица 2

Дозировка компонентов в шихте

Проба А	Проба Б
Цемент – 15 %	Цемент – 15 %
Зола - 77,5 %	Зола - 67,5 %
Вода - 7,5 %	Концентрат – 10 %
	Вода - 7,5 %

Грануляция полученных шихт производилось на лабораторном барабанном окомкователе (рис.1), со следующими параметрами: диаметр – 0,4 м; высота борта 0,1 м; частота вращения 20...25 об/мин. Методика получения проб заключалась в следующем. Перед окомкованием исходная шихта увлажнялась. Для получения зародышей класса 5...8 мм часть шихты окомковывалась с добавлением воды. Полученные гранулы классифицировались и далее окомковывались с оставшейся частью шихты, до получения годных окатышей класса 10...16 мм. В процессе формирования окатышей, также подавалось необходимое количество воды. Сформированные окатыши в течение одной минуты доупрочнялись в окомкователе. Полученные пробы сырых окатышей классифицировали на лабораторных ситах для получения требуемой годной фракции 10÷15 мм. У окатышей годного класса определялась влажность,

прочность на сбрасывание (с высоты 500 мм), прочность на сжатие в сыром состоянии и сухом (после вылеживания 3 суток). Такой срок вылеживания окатышей был выбран на основании предварительных предпроектных проработок (с учетом ожидаемой производительности плавильного агрегата, ритмичностью поставок сырья, емкости склада и др.). Очевидно, что при вылеживании более этого срока, прочность окатышей вырастет по мере завершения формирования структуры цементного камня. Значение каждого из параметров определялось как среднее арифметическое из 10 замеров. Для повышения надежности результатов, окомкование каждой пробы дублировалось. Результаты исследования приведены в таблице 3.

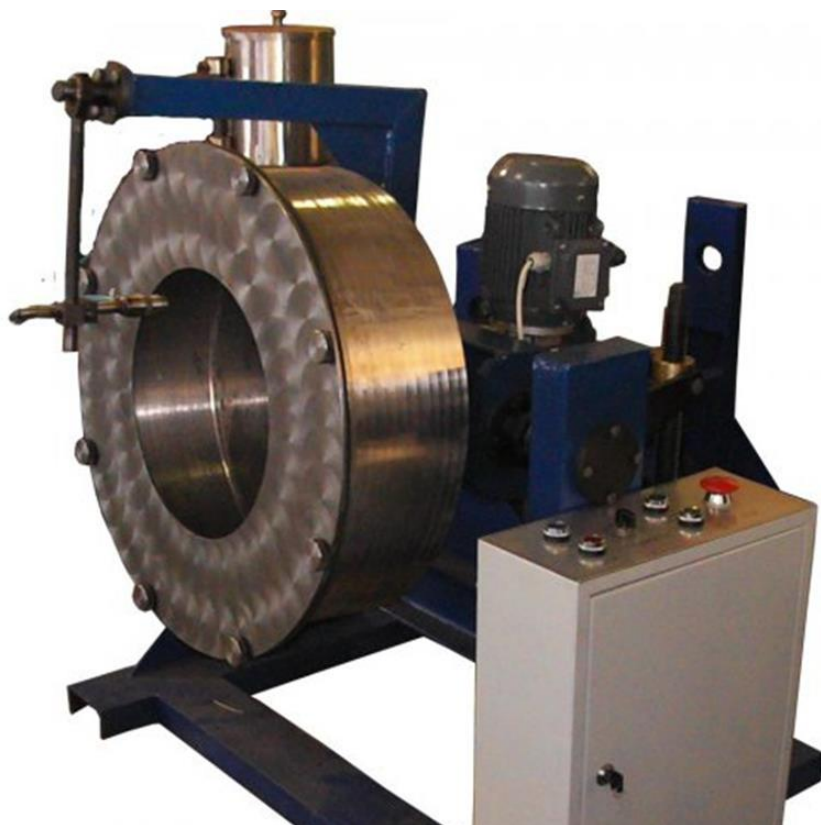


Рис.1 Лабораторный барабанный окомкователь

Пластичность, плотность и прочностные характеристики окатышей характеризуют степень их разупрочнения и разрушения в процессе складирования и транспортировки.

Таблица 3

Результаты тестовых исследований процесса окомкования

№ пробы	Плотность окатышей	Прочность окатышей на сжатие	Насыпная масса сырых окатышей на	Прочность окатышей на

	сырых, т/м ³	сухих, т/м ³	сырых, Н	сухих, Н	окатышей, т/м ³	сбрасывание
Проба А	2,35	2,20	4,16	47,09	0,929	2,4
	2,45	2,35	5,06	64,61	0,951	
Проба Б	2,34	2,21	3,99	49,87	0,919	1,9
	2,54	2,35	4,29	54,59	0,929	

Из полученных данных видно, что пластичность пробы А выше, чем пробы Б, при этом проба А может выдержать 2 перегрузки без разрушения, а проба Б только одну (что необходимо учитывать при проектировании производственных мощностей). Прочность сырых окатышей составила $3,99 \div 5,06$ Н/окатыш. У сухих окатышей прослеживается тенденция увеличения прочности окатышей в среднем в 12 раз (до $47,09 \div 64,61$ Н/окатыш), в связи с тем, что за время вылеживания происходит твердение цементного камня. На процесс плавки существенно влияет плотность окатышей: чем выше плотность, тем прочнее структура окатыша и больше производительность плавильного агрегата (выход расплава с единицы рабочего объема печи).

Плотность окатышей всех проб изменяется незначительно, максимальная плотность наблюдается в пробе Б в связи с добавкой железорудного концентрата в шихту, который увеличивает плотность материала, так как истинная плотность концентрата ($\rho_{\text{конц}} = 4,952 \text{ т/м}^3$) существенно выше истинной плотности золы ($\rho_{\text{золы}} = 1,052 \text{ т/м}^3$). Плотность сухих окатышей уменьшается (в сравнении с сырыми) в среднем на 1,1 раз, что связано с усадкой при твердении цементного камня. Полученные окатыши были проплавлены в лабораторной пламенной печи, при этом была подтверждена возможность получения из них волокна, пригодного для получения минеральной ваты (базальтоподобного волокна). Для объективной технико-экономической оценки планируется проведение опытно-промышленных испытаний по получению и проплавке полученного окускованного сырья.

Выводы. В результате проведенных исследований были получены пробы гранул окускованного сырья (окатышей) из золы от сжигания осадка сточных вод, что подтверждает возможность их окускования. В процессе исследования для шихты, с дозировкой цемента 15%, были получены следующие результаты:

- прочность окатышей после трехдневной выдержки составила 47,09...64,61 Н/окатыш;
- плотность окатышей составила 2,35...2,45 т/м³.

Определено, что изменение физических свойств сырых и подсушенных окатышей при добавке железорудного концентрата в шихту незначительно.

Список литературы

1. Опыт внедрения современных технологий и методов обработки осадка сточных вод / О. Н. Рублевская, А. Л. Краснопеев // Водоснабжение и санитарная техника, 2011, № 4, с.65-69
2. Билитевски Б. Сжигание отходов: опыт Германии // Твердые бытовые отходы. — 2007. — № 1. — С. 47–49.
3. Опыт эксплуатации заводов по сжиганию осадков сточных вод в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» / Панкова Г. А., Петров С. В. // Водоснабжение и санитарная техника, 2015, №07, с.65-69
4. Лотош В.Е. Безобжиговое окускование тонкодисперсных материалов и мелочи полезных ископаемых. - Екатеринбург: ИД «Филантроп», 2009. - 525 с.