

# Барабанные печи: эффективная альтернатива

Дмитрий Кофман,  
профессор, главный  
конструктор ЗАО «Турмалин»

Михаил Востриков,  
генеральный директор  
ЗАО «Турмалин»,  
доктор технических наук

Алексей Антоненко,  
заместитель  
главного конструктора  
ЗАО «Турмалин»

■  
Для сжигания иловых осадков очистных сооружений обычно используются печи с кипящим слоем. Однако есть альтернативный метод – применение барабанных печей, которые имеют преимущество по ряду показателей.

В настоящее время сжигание иловых осадков очистных сооружений в печах с кипящим слоем практически является единственным методом их термического уничтожения, нашедшим широкое применение в мире. Однако такие печи, помимо хороших теплотехнических характеристик, имеют и ряд существенных недостатков:

- сжигание осадков осуществляется в кипящем слое инертного материала – термостойкого песка строго определенного гранулометрического состава;
- технические устройства для выгрузки зольного остатка отсутствуют, и частицы осадка измельчаются в зоне горения до размеров, при которых их выносит с дымовыми газами в систему газоочистки. Вследствие этого весь зольный остаток удаляется из зоны горения исключительно в виде летучей пыли. Это влечет необходимость устанавливать газоочистное оборудование большой производительности, увеличивает габариты и материалоемкость всей установки, а также потребление электроэнергии. В результате многократно возрастает стоимость самой установки и затраты на ее обслуживание;
- изначально высокая стоимость установок с кипящим слоем дополнительно увеличивается из-за использования при их строительстве, как правило, зарубежных технологий и импортного оборудования;
- существуют высокие требования к инертному теплоносителю – песку, а также к качеству сжигаемого осадка – его влажности, калорийности и содержанию в нем крупных негорючих частиц. Печи с кипящим слоем хорошо работают на свежих осадках, полученных непосредственно после отжима в центрифугах. Однако для сжигания осадков, хранящихся в иловых картах, имеющих различную влажность и загрязненных посторонним мусором, необходимо проводить специальную подготовку;
- технология кипящего слоя не соответствует Директиве 2000/76 ЕС от 04.12.2000 г. «О сжигании отхо-

дов» из-за отсутствия дожигания дымовых газов в совокупности с большим содержанием в них летучей золы, что увеличивает риск образования диоксинов. В связи с этим Greenpeace систематически устраивает акции с призывами закрыть данные объекты.

## «Всеядные» установки

Серьезной альтернативой печам с кипящим слоем могут служить барабанные печи. Последние являются практически «всеядными». Мы неоднократно убеждались в их эффективности при сжигании загущенных иловых осадков с влажностью до 80 %. При этом отмечена следующая особенность процесса горения осадков в барабанных противоточных печах: дымовые газы в них идут навстречу горящему осадку. В случае использования таких печей весь технологический процесс может быть условно разделен на 4 этапа:

- 1 этап – загрузка влажного илового осадка. Способ загрузки зависит от чистоты и однородности осадка. Как правило, после центрифуг и прессов используются поршневые насосы. При загрузке из старых иловых карт применяются транспортеры любого типа. При габаритных отходах, задерживающихся на решетках, используются дробилки;
- 2 этап – сушка влажного илового осадка. Этот процесс происходит на 1/3 длины барабана при температуре газа 220-300 °С и коэффициенте избытка воздуха < 1. Следует отметить, что этот влажный иловый поток является эффективным пылеулавливающим фильтром, на котором задерживаются частицы золы, уносимые с дымовыми газами из зоны горения. При этом концентрация веществ составляет примерно 400 мг/м<sup>3</sup>, что в разы меньше данного показателя для выносов пыли из печей инсинераторов и в тысячи раз меньше – для выносов из печей с кипящим слоем. Это позволяет существенно упростить очистку паровых котлов и значительно уменьшить габариты пылеочистных устройств и их систем;

- 3 этап – горение. Данный процесс происходит на участке, равном 2/3 длины барабана, при температуре от 400 °С до 900 °С. Скорость выгорания высушенного илового осадка регулируется за счет температуры, развиваемой горелками при входе на барабан, и за счет частоты вращения барабанной печи;
- 4 этап – выгрузка сгоревшего илового осадка, представляющего собой окатыши диаметром 3–5 мм. Эта операция происходит при температуре 700–750 °С.

Зольный остаток под воздействием гравитационно-вращательных сил поступает в мобильные контейнеры, в которых он постоянно опрыскивается водяным высокодисперсным распылом. Это обеспечивает его охлаждение до 60–70 °С и препятствует образованию пыли при перегрузке в транспорт для доставки на захоронение либо на дальнейшую переработку. Образующийся пар (259 л на 1 т остатка) поступает в барабан печи и далее с дымовыми газами на очистку.

### Дешевле, проще, надежнее, экологичнее

Сравнительный анализ оборудования барабанных печей и установок с кипящим слоем показывает, что при равных условиях технологический процесс уничтожения иловых осадков в барабанных печах позволяет существенно упростить и удешевить (как минимум в два раза) эту операцию, а также повысить надежность и экологические характеристики самой установки. Выполненные натурные исследования дымовых газов выявили следующие характеристики:

- запыленность дымовых газов при выходе из барабана составляет около 400 мг/м<sup>3</sup>;
- максимальная токсичность по HCl равна 14 мг/м<sup>3</sup>;
- диоксиновый эквивалент не превышает 17 мг/м<sup>3</sup>.

При этих условиях система газоочистки, состоящая из конденсатора, камеры дожигания, теплообменника, циклона и скруббера, обеспечивает уровень выбросов в дымовых газах не более 30 мг/м<sup>3</sup>, HCl – не более 5 мг/м<sup>3</sup>, CO – не более 30 мг/м<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> – не более 50 мг/м<sup>3</sup>.

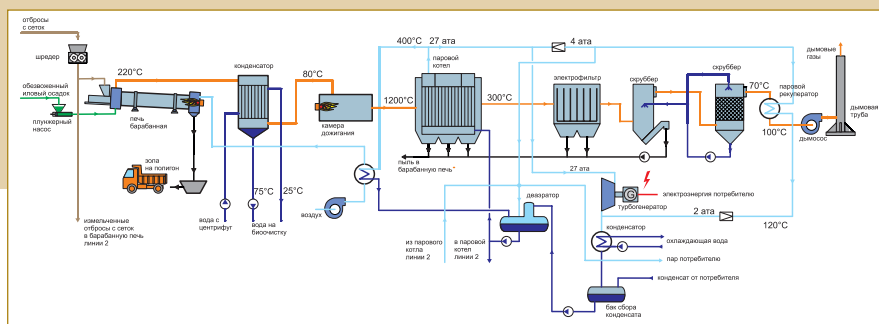


Рис. 1. Принципиальная схема установки по сжиганию иловых осадков водоочистных сооружений с барабанной печью

Анализ зольного остатка показал следующее:

- зольность составляет менее 10 %;
- недожог – менее 2 %;
- суммарное содержание тяжелых металлов – менее 3000 мг/кг;
- содержание ПХБ находится на уровне фоновых концентраций почв;
- содержание ПАУ уменьшилось более чем в 1000 раз;
- зольный остаток относится к IV классу опасности, что дает возможность его захоронения на любых полигонах.

На рис. 1 представлена принципиальная схема установки по сжиганию иловых осадков водоочистных сооружений производительностью 16 т в сутки. Основной установкой является барабанная печь. На рис. 2 показана схема установки по сжиганию иловых осадков, основной которой является печь с кипящим слоем (аналогичная по производительности, а также влажности и физико-химическому составу перерабатываемых осадков).

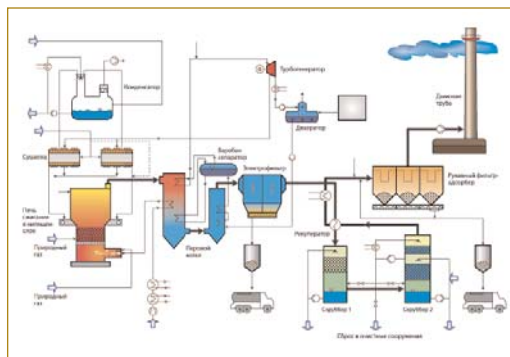


Рис. 2. Схема установки по сжиганию иловых осадков, основной которой является печь с кипящим слоем

Сравнительный анализ характеристик этих установок показывает следующее. Равенство выявлено только в области теплотехники и энергетики. Остальные характеристики (касающиеся экологичности, металлоемкости, стоимости данных устройств и возможности сжигания в них отходов с решеткой) показывают преимущество установок с барабанными печами. Существенным плюсом последних является также то, что 80 % комплектующих составляет оборудование отечественного производства. □

**ЗАО «Турмалин»,**  
197110, г. Санкт-Петербург,  
ул. Большая Зеленина, д.24,  
тел./факс:  
(812) 230-3231/1934/0875  
www.turmalin.ru