

## ТЕРМОВИБРАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

В.С. Северянин, Н.И. Комар, Э.Н. Комар

Факультет водоснабжения и гидромелиорации, БПИ  
Брест, Республика Беларусь

*Приведенная экспериментальная установка может использоваться для обработки осадков и суспензий, эффект достигается за счет сбережения энергоресурсов, в экологическом плане - при улучшенной обработке осадков и суспензий.*

ОБРАБОТКА, ОСАДКИ, СУСПЕНЗИИ, ПУЛЬСИРУЮЩЕЕ, ГОРЕНИЕ, ВИБРОТЕРМООБРАБОТКА

В принятой Конференцией ООН "Повестке дня на XXI век" намечена стратегия мирового сообщества на будущее, предусматривающая гармоничное достижение основных целей - сохранения окружающей среды и здоровья, укрепление экономики для всех народов мира [1].

Экологический аспект устойчивого развития предполагает охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, сохранение биологического разнообразия, экологически безопасное применение высоких технологий, химических веществ, с учетом решения социально-экономических проблем.

Целесообразность утилизации осадков, в качестве удобрения, определяется комплексным содержанием в них биогенных элементов, о количестве которых дают представление данные, полученные на основании обобщения показателей станции аэрации и опубликованных в открытой печати материалов (таблица 1).

Таблица 1 Содержание основных питательных веществ в осадках сточных вод, % массы сухого вещества

Питательные вещества	Осадок сырой	Сброженный	Активный ил	Смесь осадка первичных отстойников и активного ила
Азот общий	1,6...6	1,7...7,5	2,4...10	2...8
Фосфор общий в пересчете на $P_2O_5$	0,6...5,2	0,9...6,6	2,3...8	1...7
Калий общий в пересчете на $K_2O$	0,1...0,0	0,2...0,5	0,3...0,4	0,2...0,5

Из данных таблицы 1 видно, что наиболее ценным органическим удобрением, особенно богатым азотом и фосфорным ангидридом, является активный ил, а также, что содержание удобрительных веществ в осадках колеблется в широких пределах. Это объясняется различием состава очищаемых сточных вод. Отношение углерода к азоту в среднем составляет 14...15.

Из [2] видно, что поступление на очистные станции разнообразных производственных стоков обуславливает присутствие в осадках ряда микроэлементов. Содержание микроэлементов (мг на 1 кг сухого вещества осадков) приведено ниже: бор - до 15, кобальт - 2...114, марганец - 60...715, медь - 55-3200, молибден - 0,5...11, цинк - 40...5000.

Исследования, проведенные под руководством акад. Я.В. Пейве, показали, что микроэлементы повышают скорость многих биохимических реакций, протекающих в растениях, а их недостаток - вызывает нарушение обмена веществ. Так, микроудобрения, содержащие медь, повышают урожайность зерновых культур на болотных и песчаных почвах. Марганец способствует повышению урожайности сахарной свеклы, кукурузы и других культур. Недостаток железа и цинка приводит к серьезным нарушениям жизнедеятельности растений, особенно это относится к плодовым растениям, винограду и хлопчатнику. Бор играет важную роль в повышении урожайности льна, сахарной свеклы, хлопчатника, кормовых бобов, гороха, клевера, люцерны, ряда овощных, плодовых и ягодных культур. Микроэлементы также способствуют усвоению растениями органических веществ из осадков.

К. Коннелл и М. Гарретт установили, что число спорообразующих бактерий в осадках снижается лишь в результате их термической сушки. В процессе термической сушки в 189 образцах число спорообразующих бактерий снизилось в среднем с 19,8 млн. до 14...240 тыс. в 1 г, т.е. на 99,9%. Термическая сушка обеспечивает наиболее устойчивую эффективность обеззараживания и обезвреживания осадков [3].

Исследования термически высушенного осадка станки аэрации города Орехово-Зуево показали полное отсутствие жизнеспособных яиц гельминтов. Кишечные палочки и сальмонеллы в пробах осадка также не обнаружены.

В опытах, выполненных В.И. Дмитриевой, термически высушенный осадок оказался эффективнее осадка с иловых площадок при использовании его не только под капусту, но также под яровую пшеницу, клевер и другие культуры. Опыты показали, что при осеннем внесении осадков в почвы урожай получается значительно выше, чем при весеннем.

С агрохимической точки зрения не возникало возражений против ис-

пользования хлорного железа в качестве реагента для коагуляции осадков перед их механическим обезвоживанием. При применении в качестве реагента сернокислого закисного железа, на его окисление расходуется некоторое количество кислорода из почвы. Использование в качестве реагента извести, кроме положительного влияния на развитие растений, способствует подщелачиванию почв, либо нейтрализации кислых почв, что, в свою очередь, повышает эффективность осадка, как удобрения [3].

Для выявления эффективности совместного внесения осадка и минеральных удобрений, был поставлен специальный опыт, который показал, что наибольшую эффективность дает применение осадков в сочетании с калийными удобрениями и комплексным азотно-фосфорно-калийным удобрением, что объясняется низким содержанием калия в осадках.

Опыты В.И. Дмитриевой и Ш.И. Джанелидзе, также показали, что наибольший прирост сельскохозяйственных культур наблюдался при использовании осадков в сочетании с калийными удобрениями [3], но при отсутствии ионов тяжелых металлов.

Такие осадки могут иметь место в коммунальном хозяйстве, где отсутствуют подключения к бытовой канализации промышленных предприятий, а также в осадках животноводческих ферм крупнорогатого скота (КРС) и свиноводческих комплексов (СТК). Осадки должны иметь влажность не более 70%. Обработка осадков проводилась в камерах пульсирующего горения КППГ [4] на экспериментальных установках диаметром диска 600 мм с толщиной 1,2 мм. От КППГ, по подводящей трубе, диаметром 89 мм, подводились горячие газы с температурой 100...180°C к центру диска, на диск подавался приготовленный модельный осадок. При рабочем режиме КППГ и установки, оказалось, что вибрационные колебания мембраны от центра к краям диска были затухающими, при таких колебаниях испарение влаги из осадка происходило медленно, и образовывался слой осадка на диске неравномерный по его периметру. За счет колебаний эффект сушки осадка находился в пределах 40%. Выявлено две причины малоэффективной работы данной установки. Первая - диск являлся частью установки, которая крепилась с помощью электросварных соединений герметически к корпусу, что не позволяло достигать определенной амплитуды колебаний. Вторая - не оптимальная толщина металла (1,2 мм) и диаметр диска (600 мм). При такой толщине и размере диска, при проведении экспериментальных работ не получено оптимальное колебание диска. Специально разработана экспериментальная установка с диском диаметром 800 мм и толщиной 0,8 мм.

При проектировании этой экспериментальной установки учтены сле-

дующие факторы:

- диск должен работать в режиме без отказа;
- диск должен быть выполнен из металлической жести толщиной 0,8 мм, что позволяет создавать определенную амплитуду колебаний в определенном диапазоне времени;
- по периметру диска на расстоянии 100 мм от периферийного контура необходимо устройство гофра в виде компенсатора;
- диск должен выполнять роль самостоятельного вибрационного элемента, независимо от работы экспериментальной установки;
- для обеспечения надежной сушки осадков и суспензий к центру диска подводятся источники тепла от КППГ.

Из [4] для данной экспериментальной установки можно применить правило Рэлея (совпадение положительных фаз давления и тепловыделения), в случае теплообмена, оно дополняется новым условием попадания максимума теплоотода в фазу давления, т.е. к центру диска в данной установке, что удобно реализуется теплотехнически в компактной установке с помощью применения металлического диска толщиной 0,8 мм и диаметром 800 мм. Принципиальная схема термовибрационной обработки осадков и суспензий показана на рисунке 1.

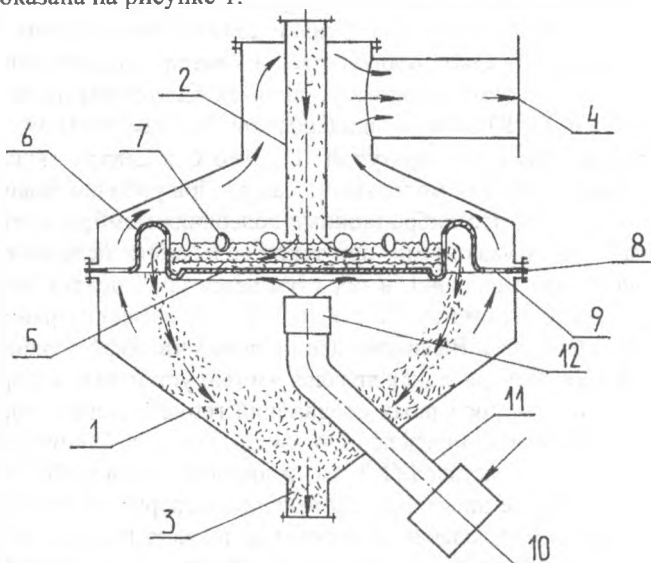


Рисунок 1 Термовибрационная обработка осадков и суспензий.

Экспериментальная установка включает следующие элементы: круглый вертикальный корпус - 1, подводящий патрубок для центрального ввода исходного осадка или суспензии - 2, патрубок для отвода обрабатываемого осадка или суспензии - 3, патрубок для отвода образующихся газов - 4, горизонтальный греющий вибрационный диск - 5, П-образный компенсатор - 6, компенсатор с отверстиями - 7, фланец - 8, отверстие во фланце - 9, аппарат пульсирующего горения - 10, резонансная труба - II, патрубок для центрального подвода теплоносителя к диску - 12.

В [4] приводится вывод, что часть энергии газов расходуется на сообщение потоку возвратно-поступательного движения; в нашем случае, при подведении теплоносителя к центру диска, мембрана выполняет вибрационно-колебательные движения. При таком колебательном процессе происходит, как видно из [4], относительное снижение энтальпии газа, и его можно описать зависимостью

$$\varepsilon = (E_{п} - E_{ст}) / E_{ст} = 1.5 (V_{в} / V_{ст})^2,$$

где  $E_{п,ст}$  - кинетическая энергия пульсирующего и стационарного потоков;  $V_{в,ст}$  - амплитудная и средняя скорость.

Для потоков из КПП,  $\varepsilon = 0,05 \dots 0,1$ , т.е. снижение температуры факела может быть порядка 5...10%, или 70...150°C, что наблюдалось при проведении эксперимента на мембране диаметром 800 мм и толщиной 0,8 мм.

При использовании КПП, по сравнению с традиционными стационарными котельными установками, имеется экономия теплоресурсов.

За счет малого коэффициента избытка воздуха  $\alpha = (1,01 \dots 1,05)$ , сниженного температурного режима работы компактной установки по обработке осадков и суспензий, малого пребывания во времени в топочном объеме выхлопных газов из КПП, существенно снижается  $NO_x$ , по сравнению с топочным устройством со стационарным горением. При проведении серии экспериментов на вышеуказанной установке величина  $NO_x$  колебалась от 15 до 40 кг/м<sup>3</sup>, при обработке модельного раствора, против 350...500 кг/м<sup>3</sup> на аналогичных традиционных котельных установках.

За счет пульсирующего горения, диск в компактной установке, производит колебательные движения, при этом, осадок нагревается, испарение влаги интенсивно уже при температуре 70°C, гибель яиц гельминтов до 95%, а при температуре 80°C - яйца гельминтов погибают полностью.

Литература

1 Жевлаков Э.Н. Экологические правонарушения и ответственность. М.: ЗАО «Бизнес-школа», Интел-синтез. 1997.-80 с.

2 Национальная комиссия по устойчивому развитию Республики Беларусь. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь. - Минск, 1997.-217 с.

3 Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. - М.: Стройиздат, 1988.-256 с.

4 Северянин В.С. - Член-корреспондент БИА,  
Федоров В.Г. - академик БИА.

Пульсирующее горение - новая технология топливопользователя.// Известия Белорусской академии. №2, 1996, - Минск, 1996. Ст. [48-52].

**МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
С НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ СЖИГАНИЯ**

**В.С. Северянин**

Факультет водоснабжения и гидромелиорации, БПИ  
Брест, Республика Беларусь

*Предлагается научно - техническое решение обезвреживания и утилизации городских бытовых и промышленных отходов, основанное на использовании явления пульсирующего горения, характеризуются технологическая схема, особенности работы, программа сооружения объекта.*

ОГНЕВОЕ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ, ПУЛЬСИРУЮЩЕЕ, ГОРЕНИЕ, ДОЖИГАНИЕ, УНОС

Захоронение городского мусора и отходов на свалках (пусть это будут даже, так называемые, полигоны, можно их совершенствовать предварительной сортировкой, применением изоляционных мероприятий, уплотнением и т.д.) лишь временно смягчают всеобщую проблему охраны окружающей среды от антропогенного загрязнения. Поэтому, необходима разработка новых технологий обезвреживания и утилизации выбросов.

Известные мусоросжигательные заводы, для наших условий, являются слишком дорогостоящими, хотя огневой метод и считается самым эффективным средством переработки мусора. Лабораторией ПУЛЬСАР БПИ пре-