

---

УДК 622.276.245.5

А.Л.ОСИПОВ, доцент кафедры ЭОС (КГЭУ)  
И. К ЯППАРОВ, студент гр. ЭОм-1-21 (КГЭУ)  
Д.П. ИОВЛЕВ, генеральный директор ООО «Инжетех»  
А.В.СИНЯВИН, инженер кафедры ЭОС (КГЭУ)  
А.Р. ХАЙРУЛЛИН, инженер кафедры ЭОС (КГЭУ)  
А.В. АХМЕРОВ, доцент кафедры ЭОС (КГЭУ)  
г. Казань

### РАЗРАБОТКА ПУЛЬСАЦИОННОГО САМООЧИЩАЮЩЕГОСЯ ФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В Казанском государственном энергетическом университете разработан эффективный динамически сбалансированный пульсирующий фильтр с асимметричным периодом действия для его регенерации.

В данной работе рассматриваются процессы пульсирующей фильтрации вторичного активного ила для его использования в качестве вторичного источника энергии. Эффективность данного подхода была экспериментально подтверждена разработанной лабораторной моделью пульсирующей фильтрации ила с непрерывной регенерацией фильтра.

Существующие фильтры, используемые для очистки сточных вод, имеют ряд существенных недостатков: их ограниченная производительность, что приводит к необходимости установки до десятка устройств на сточные воды крупных городов, что значительно усложняет обслуживание этого участка, что приводит к затруднениям в организации последующих этапов очистки сточных вод, химической, биологической и др.

Современные водоочистные сооружения имеют многоступенчатую технологию очистки воды, в том числе новейшие биотехнологии, в процессе работы которых образуется большое количество вторичного ила. Вторичный шлам целесообразно рассматривать как ценный вторичный энергетический ресурс, который может быть использован для производства пиролизного газа для последующей выработки тепловой энергии. Однако для сжигания в печах пиролиза необходимо удалить из активного ила лишнюю влагу.

Активный ил представляет собой нестабильную гетерогенную биологическую систему, поэтому вопрос удаления избыточной влаги с использованием традиционных технологий, таких как центрифугирование, и различные методы фильтрации, флотации не дают удовлетворительных

результатов. Наиболее распространенным традиционным методом удаления влаги является осаждение отработанного ила в резервуарах большого диаметра, но осаждение - очень медленный процесс, и его трудно ускорить. Этот метод позволяет добиться лишь незначительного обезвоживания до 98,5% содержания влаги. Такая высокая влажность обусловлена тем, что процесс происходит в практически стационарной среде, а большое количество «связанной» воды в самом иле препятствует дальнейшему обезвоживанию.

Исследовался возвратный ил (избыточный) из вторичных отстойников очистных сооружений, образующийся в процессе очистки воды (рис 1).



Рис.1 Отработанный активный ил на очистных сооружениях

Фильтрация ила через сетчатую фильтрующую поверхность дала неудовлетворительные результаты из-за ее мгновенного засорения.

По результатам предварительного исследования фильтративной способности модельной среды - возвратного ила можно сделать следующие выводы:

1. Шлам плохо оседает и практически не фильтруется через сетчатую фильтрующую поверхность в стационарных условиях;
2. Хорошо фильтруется при наложении динамических возмущений (вибрации);
3. Для повышения эффективности фильтрации таких сред в промышленных условиях необходимо обеспечить регенерацию фильтрующей поверхности от засорения коллоидной фазой раствора.

Эту проблему с активным илом можно решить следующими способами:

- Уменьшение проницаемости фильтра, что приводит к повышению

качества очистки;

-Более продуманная организация процесса осаждения твердой дисперсии и использование современных пульсационных методов откачки дисперсии;

-Использование конструкций для облегчения регенерации фильтров и широкий спектр пневматических и механических средств.

Таким образом, процессы осаждения, фильтрации и откачки твердой дисперсии являются основными, обеспечивающими энерго- и ресурсоэффективность установки. На существующих очистных сооружениях размеры канала подачи сточных вод к фильтрам не позволяют организовать эффективное осаждение твердой полидисперсии и обеспечить эффективный осадок и высокую производительность. Предлагаемая функциональная структура установки состоит из известных вышеуказанных типовых процессов, но разнесенных во времени за счет применения гидроимпульсов с заданными характеристиками (рис.2).

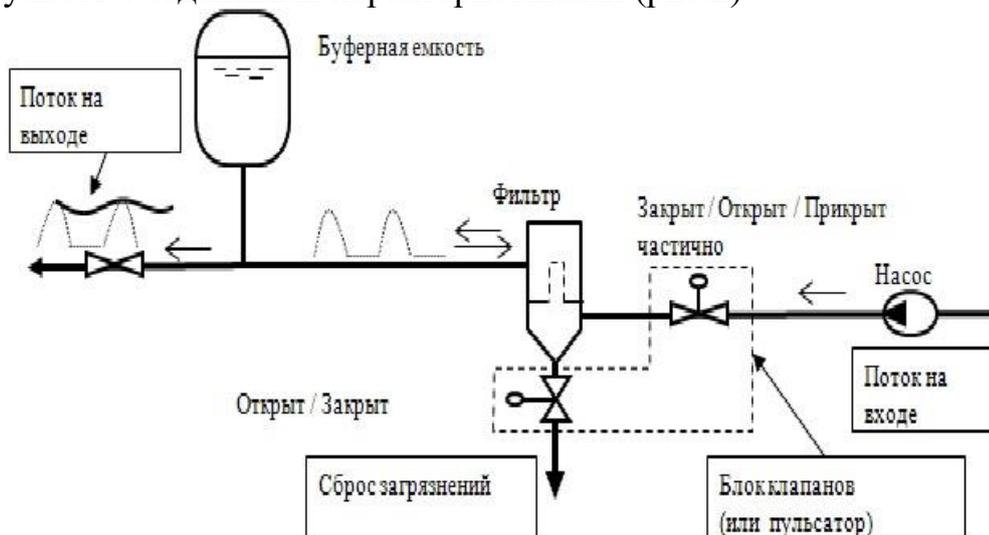


Рис. 2. Принципиальная схема испытательного стенда

Разработаны математические модели этих процессов, что позволяет проектировать установки для любой заданной производительности. Конструктивная схема такой установки определяется по результатам математического моделирования. Предлагаемая конструкция установки позволяет создать условия для фильтрации и упрощает регенерацию фильтра (рис 3).



Рис. 3. Внешний вид испытательного стенда

Эксперимент показал перспективность и необходимость применения пульсационной регенерации фильтров для активного ила. Также было показано, что подбор амплитудно-частотного воздействия позволяет существенно влиять на качество отфильтрованной воды и значительно повысить производительность установки.

#### Список литературы:

1. Akhmerov A.V., Osipov A.L., Dolgova A.N., Faizullina G.F., Sabitov L.S. Study of process of intensification of dehydration of secondary activated sludge for its utilization as a secondary energy source // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 570, 2019. P.1-4
2. Гурьянов А.И., Сигал П.А., Тайсина Э.А., Марченко Г.Н. Конструирование техногенной инфраструктуры современного социума Управление устойчивым развитием. 2016. № 1 (02). С. 65-70.
3. Энерго- и ресурсоэффективность диффузионного аппарата Гурьянов А.И., Синявин А.А., Иовлев Д.П., Файзуллин И.К., Фассахов Р.Х.Сахар. 2008. № 2. С. 44-47.
4. Гурьянов А.И. Моделирование и конструирование колонных интенсифицированных экстракторов на основе структурного подхода. Дис. докт. техн. наук. Казнь: Каз. хим.-технол. ин-т, 1996.
5. Карпачева С.М., Захаров Е.И., Рагинский Л.С., Муратов В.М. Пульсирующие экстракторы. М.: Атомиздат, 1964. 299 с.
6. Карпачева С.М. Интенсификация химико-технологических процессов применения пульсационной аппаратуры // Журн. прикл. химии. – М.: 1990. № 8. С.1649-1658.

Информация об авторах

Ахмеров Артем Владимирович, доцент кафедры ЭОС (КГЭУ), Казанский государственный энергетический университет, Россия, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, [akhm@mail.ru](mailto:akhm@mail.ru)

Иовлев Дмитрий Петрович, генеральный директор ООО «Инжетех», г. Казань, ул. Петербургская, д. 50 корп. 26,27 офис 304/1, [ee-kgeu@mail.ru](mailto:ee-kgeu@mail.ru)

Осипов Айрат Ленарович, доцент кафедры ЭОС (КГЭУ), доцент кафедры ЭОС (КГЭУ), Казанский государственный энергетический университет, Россия, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, [ee-kgeu@mail.ru](mailto:ee-kgeu@mail.ru)

Синявин Алексей Александрович, инженер кафедры ЭОС (КГЭУ), Казанский государственный энергетический университет, Россия, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, [ee-kgeu@mail.ru](mailto:ee-kgeu@mail.ru)

Хайруллин Айдар Рафаэлевич, инженер кафедры ЭОС (КГЭУ), Казанский государственный энергетический университет, Россия, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, [ee-kgeu@mail.ru](mailto:ee-kgeu@mail.ru)

Яппаров Ильдар Камилевич, студент гр. ЭОм-1-21 (КГЭУ), Казанский государственный энергетический университет, Россия, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51, [ee-kgeu@mail.ru](mailto:ee-kgeu@mail.ru)