

## Проблема очистных сооружений – избыточные иловые осадки

К.В. Ладыгин, к.т.н., С.И.Стомпель, Ph.D.

Ни для кого не секрет, что на сегодняшний день почти треть населения Земли испытывает нехватку такого жизненно важного ресурса, как вода. Бережливое рациональное водопользование, включающее в себя и эффективные технологии водоочистки, – настоятельная необходимость.

Однако, выполненные согласно современным технологиям очистные сооружения, возвращая в природу чистую воду, генерируют отходы, самыми неприятными из которых являются активные илы, отработанные или избыточные, вместе образующие т.н. ОСВ – осадки сточных вод.

На каждый килограмм суммарных органических загрязнителей в аэротенке, где происходит отстаивание стоков, образуется 350 грамм активного ила. Поддержание баланса активного ила – один из важнейших факторов работы очистных сооружений, потому что как недостаток, так и избыток его негативно влияют на процесс водоочистки. Таким образом, образующийся избыточный ил все время приходится отводить из аэротенков, депонируя в картах хранения.

Ил очистных сооружений – сложноорганизованный конгломерат живых организмов на неживой основе, связанных метаболическими и трофическими процессами. Он генерируется в значительных количествах, измеряемых миллионами тонн в год, и относится к отходам IV класса опасности. Не обладая ярко выраженной патогенностью, в отличие от ила первичных отстойников, он, тем не менее, может содержать болезнетворные микроорганизмы и яйца гельминтов. Сухой остаток активного ила на 70–90% состоит из органических веществ и на 10–30% из неорганических веществ. Содержание органического углерода – более 60%. Все это делает активный ил достаточно ценным вторичным ресурсом. Утилизация иловых осадков возможна различными способами, от выбора которого зависит рентабельность производства.

### Утилизация ила очистных сооружений: преимущества и недостатки существующих методов

Существует несколько способов утилизации избыточного активного ила (ИАИ):

- депонирование на иловых картах;
- биологическая переработка илов очистных сооружений анаэробными микроорганизмами в метантенках;
- термические методы (технологическое сжигание или пиролиз илов).

Общепризнано, что депонирование активного ила уже не является опцией, заслуживающей внимания, так как иловые карты очистных, особенно крупных городов, переполнены. Попытки перемешивать ил с опилками с последующим получением (через нескольких лет хранения) на картах некоего «продукта» (документально весьма выгодно, когда отход превращается в продукт с непонятными свойствами) тоже не отвечает современным экологическим тенденциям. Сельское хозяйство такой компост использовать не может, в отличие от удобрений, изготовленных из активного ила после обезвоживания, очистки и осушки.

Наиболее перспективными в отношении переработки ИАИ представляются термические методы. В силу высокого содержания летучих твердых веществ (VS) и коллоидных веществ, образующихся в ходе ферментации, избыточный активный ил с трудом поддается механическим типам обезвоживания. Для облегчения этого процесса его смешивают с первичным илом, но это привносит патогенные характеристики в смесь. Кроме того, если в Европе существует успешная практика использования компостов на основе иловых осадков очистных сооружений в сельском хозяйстве, то в России, согласно законодательству, в аграрном секторе такие компосты использовать нельзя – в силу недостаточной очистки на локальных очистных сооружениях и накопления в иловых осадках тяжелых металлов и других неорганических загрязнителей. Ресурс депонирования иловых осадков на картах полигонов в значительной степени в России исчерпан. Таким образом, на первый план логически выходят методы утилизации, кардинально сокращающие первоначальные объемы иловых осадков и среди них, конечно, термические, которые подразделяются на две большие группы –



Рис. 1. Ил очистных сооружений.



Рис. 2. Установка термической деструкции УТД-2.

инсинерацию и термическую деструкцию (осушку методом пиролиза).

Интересно, что химический состав активных илов, участвующих в процессе очистки стоков с разным составом, достаточно сходен между собой. Так, у очистных сооружений завода по производству азотных удобрений ил соответствует формуле  $C_{90}H_{167}O_{52}N_{24}S_8$ , у очистных коксохимзаводов -  $C_{97}H_{199}O_{53}N_{28}S_2$ , а в отстойниках муниципальных очистных сооружений –  $C_{54}H_{212}O_{82}N_{8}S_7$ . Это облегчает поиск универсальных решений, какими традиционно являются термические технологии.



Рис. 3. Загрузка сырья на переработку.

Инсинерация илов очистных сооружений применяется достаточно давно. В Санкт-Петербурге действуют три завода по сжиганию иловых осадков очистных сооружений, первый из которых, на острове Белый был запущен еще в 1997 г. Илы, содержащие большой процент органического углерода в сухом остатке, легко поддаются инсинерации со значительным уменьшением первоначального объема. Однако, в силу способности удерживать влагу, после механического обезвоживания ил сохраняет 2/3 воды и тем затрудняет инсинерацию.

Традиционно иловые осадки сжигают в печах с псевдокипящим слоем, которые хотя и являются эффективным экологическим оборудованием, достаточно капризны к условиям ведения процесса и требуют дорогостоящих запасных частей и расходных материалов (песка). Кроме того, в силу высокого содержания в илах солей тяжелых металлов, образования при горении смол, а также в силу общего недостатка технологии – образования диоксинов – инсинерация ила не может рассматриваться как оптимальное решение, так как требует мощного и дорогостоящего узла газоочистки. Поиски альтернативных решений в области термических технологий ведут в сторону термической деструкции или сушки осадков.

Технологии пиролиза также давно известны и применяются в разных сферах промышленности. Суть их заключается в нагреве исходного сырья в бескислородной атмосфере, препятствующей

горению. Подводный камень технологии, успешно обойденный немногими производителями – в объемах перерабатываемого сырья. Если изготовить пиролизное оборудование утилизации иловых осадков периодического типа (тигельную вертикальную печь) с парой рабочих циклов в сутки относительно легко, установка непрерывного пиролиза, удовлетворяющая потребностям промышленного производства, является достаточно технологически емким оборудованием.

### Переработка (сушка) ила методом непрерывного пиролиза по технологии IPES

Компания IPES предлагает наиболее эффективный и экологически безопасный способ утилизации ИАИ – сушка иловых осадков в установке пиролиза непрерывного действия УТД-2 с дополнительным ректором. Данный процесс не сопровождается образованием пиролизного топлива. Его продуктом является карбонизированный гидрофобный сухой остаток V класса опасности (не опасный), что подтверждается результатами ряда испытаний, проведенных на производственной площадке компании.

Установка УТД-2 имеет блочно-модульную конструкцию и состоит из двух реакторных аппаратов, в одном из которых осуществляется подготовительная сушка илов, а в другом – карбонизация. Возможно проведение процесса в одном реакторном модуле, разделенном на зону сушки и зону карбонизации.

#### Основные этапы технологического процесса:

- 1** Перемещение исходного сырья (активного избыточного ила) по реактору осуществляется системой герметизированных шнеков.
- 2** Отходы поступают из шламонакопителя по системе шнеков в реактор, где высушиваются теплом горелок топки, пламя которых не соприкасается с перерабатываемыми материалами.
- 3** При продвижении отходов по камере реактора происходит их сушка и расщепление длинных молекул углеводородных соединений на более короткие.
- 4** Пиролизный газ и пары отводятся из камеры реактора через конденсатор и сепаратор, где происходит отделение и конденсация жидкой фракции.
- 5** Сухой остаток продвигается далее по камере реактора и после выхода из реактора также герметичным шнеком направляется в золоприемник.

### Преимущества сушки ила на УТД-2

- Значительное уменьшение объемов исходного отхода и полное необратимое обезвоживание (продукт имеет гидрофобные свойства). Это важно, так как необработанные термически обезвоженные иловые осадки при депонировании на картах полигонов имеют свойство впитывать атмосферную воду и стойко ее удерживать, увеличивая свой объем.
- Полностью обеззараживает ил сушка, удаляя патогенные микроорганизмы.
- Сушка в пиролизной установке без прямого контакта отхода с пламенем не генерирует опасных выбросов, свойственных инсинерации, таких как диоксины.
- Благодаря гибко настраиваемому автоматическому режиму работы установки можно регулировать необходимую степень сушки в зависимости от требуемых свойств получаемого продукта.

Установки термической деструкции (УТД) производства IPES имеют высокую степень заводской готовности. Монтаж на объекте включает в себя только подготовку площадки и подведение инженерных сетей.

Санитарно-защитная зона Установки мала, так как ее выбросы – продукты горения природного газа или дизельного топлива, используемых для разогрева отходов. Они не зависят от состава сырья, подаваемого на переработку.

Установка утилизации ила УТД-2 отличается низким энергопотреблением, суммарно 35 кВт. Для ее обслуживания в автоматическом режиме достаточно смены из двух операторов с невысокой степенью квалификации.



Рис. 4. Сухой остаток переработки на УТД-2.