

Лекция 3

Процессы и аппараты для обработки осадков сточных вод.

В процессе очистки сточных вод образуются осадки, объем которых составляет от 0,5 до 1 % объема сточных вод для станций совместной очистки бытовых и производственных сточных вод и от 10 до 30 % для локальных очистных сооружений. Условно осадки можно разделить на три основные категории - минеральные осадки, органические осадки и избыточные активные илы. Основные задачи современной технологии обработки состоят в уменьшении их объема и в последующем превращении в безвредный продукт, не вызывающий загрязнения окружающей среды. Прежде чем направить осадки сточных вод на ликвидацию или утилизацию, их подвергают предварительной обработке для получения шлама, свойства которого обеспечивают возможность его утилизации или ликвидации с наименьшими затратами энергии и загрязнениями окружающей среды.

Состав и свойства осадков.

Химическая и санитарная характеристика осадков зависит от вида производственных сточных вод и от применяемого метода очистки. В осадках содержатся соединения кремния, алюминия, железа, оксида кальция, магния, калия, натрия, никеля, хрома и др. Химический состав осадков оказывает большое влияние на их водоотдачу. Соединения железа, алюминия, хрома, меди, а также кислоты, щелочи и некоторые другие вещества, содержащиеся в производственных сточных водах, способствуют интенсификации процесса обезвоживания осадков и снижают расход химических реагентов на их коагуляцию перед обезвоживанием. Масла, жиры, азотные соединения, волокнистые вещества, наоборот являются неблагоприятными компонентами. Окружая частицы осадка, они нарушают процессы уплотнения и коагуляции, а также увеличивают содержание органических веществ в осадке, что сказывается на ухудшении его водоотдачи.

По химическому составу осадки подразделяются на три группы:

- 1) преимущественно минерального состава;
- 2) преимущественно органического состава, имеющие зольность менее 10 %;
- 3) имеющие в своем составе вещества органического и минерального происхождения; зольность таких осадков может изменяться от 10 до 60 %.

Все осадки производственных сточных вод можно разделить на два класса: *инертные и токсичные*.

Кроме того, осадки производственных сточных вод бывают двух видов: *стабильные и нестабильные* (загнивающие).

Отдельные виды осадков требуют обязательной дезинфекции. Обработка инертных стабильных осадков первой группы, как правило, не встречает особых затруднений. Эти осадки обычно направляются в шламонакопители и по возможности утилизируются. Так, осадки сточных вод предприятий металлургической и угольной промышленности могут быть использованы вновь в производстве. Многие осадки минерального состава находят применение в промышленности строительных материалов. Осадки второй и

третьей группы отличаются чрезвычайным разнообразием по составу и свойствам, и поэтому для каждого конкретного вида осадков должны изыскиваться свои приемы обработки и утилизации.

Химический состав осадков производственных сточных вод существенным образом влияет на выбор метода их обработки. Если осадки содержат соединения железа, алюминия, хрома, меди, то процесс обезвоживания таких осадков интенсифицируется и уменьшается расход реагентов на коагуляцию перед обезвоживанием. Такие вещества, как жиры, масла, нефть, волокна, нарушают процессы уплотнения и коагуляции осадков, уменьшают их водоотдачу.

Важнейшим показателем способности осадков сточных вод к влагоотдаче является *удельное сопротивление*. Величина удельного сопротивления является обобщающим параметром. Этот параметр учитывает изменение состава и свойств осадка и позволяет выбирать методы его обработки, а также осуществлять соответствующие технологические расчеты.

Формы связи воды с твердыми частицами влияют на выбор процессов, используемых для обработки осадков. В соответствии с классификацией влага в осадках по степени увеличения энергии связи с твердыми частицами суспензий подразделяется на *избыточную, осмотическую, макро- и микропор*. При обезвоживании и сушке осадков на каждый вид влаги затрачивается определенная удельная энергия. Химически связанная вода входит в состав вещества и не отделяется даже при термической сушке осадков.

Механическими методами обезвоживания осадков, а также естественной их сушкой на иловых площадках из осадков удаляется значительная часть избыточной и осмотической воды. Вода микро- и макропор удаляется выпариванием или под действием давления. Метод тепловой сушки, наиболее надежный для изучения форм связи влаги с частицами твердой фазы, заключается в выявлении форм связи влаги путем снятия кривых кинетики изотермической сушки осадков.

В осадках содержится поверхностная и внутренняя влага, поэтому при глубоком высушивании (до влажности 0 %) необходимо, чтобы осадки прошли два периода сушки. Первый период для большинства осадков третьей группы ограничивается влажностью 25...30 %. Если по технологическим условиям требуется обеспечить более глубокую сушку осадков, то процесс целесообразно вести в двух различных аппаратах.

Теплотехнические расчеты процесса сжигания в зависимости от влажности осадка осуществляются в соответствии с его теплотехническими характеристиками.

Сжигание термически высушенного осадка облегчает подачу его в топку и позволяет получить избыточную теплоту, которую можно регенерировать.

Классификация методов обработки осадков.

Уплотнение осадков сточных вод является первичной стадией их обработки. Распространены гравитационный и флотационный методы

уплотнения, осуществляющиеся в отстойниках-уплотнителях в установках напорной флотации. Применяется также центробежное уплотнение осадков в циклонах и центрифугах. Перспективно вибрационное уплотнение путем фильтрования осадка сточных вод через фильтрующие перегородки или с помощью погруженных в осадок вибраторов.

Стабилизация осадков используется для разрушения биологически разлагаемой части органического вещества, что предотвращает загнивание осадков при длительном хранении на открытом воздухе (сушка на иловых площадках, использование в качестве сельскохозяйственных удобрений и т. п.).

Для стабилизации осадков промышленных сточных вод применяют в основном *аэробную стабилизацию* — длительное аэрирование осадков в сооружениях типа аэротенков, в результате чего происходит распад основной части биологически разлагаемых веществ, подверженных гниению. Период аэробной стабилизации при температуре 20°C составляет 8...11 сут, расход кислорода для стабилизации 1 кг органического вещества активного ила — 0,7 кг. Используется данный метод для обработки осадков с расходом до 4200 м³/ч.

Кондиционирование осадков проводят для разрушения коллоидной структуры осадка органического происхождения и увеличения их водоотдачи при обезвоживании. В промышленности применяют в основном реагентный метод кондиционирования с помощью хлорного железа и извести. Стоимость такой обработки составляет до 40% стоимости всех затрат при обработке осадка, поэтому ведется разработка и внедрение более экономичных методов кондиционирования: тепловой обработки, замораживания и электрокоагуляции.

Обезвоживание осадков сточных вод предназначено для получения шлама с объемной концентрацией полидисперсной твердой фазы до 80%. До недавнего времени обезвоживание осуществлялось в основном сушкой осадков на иловых площадках. Однако низкая эффективность такого процесса, дефицит земельных участков в промышленных районах и загрязнение воздушной среды обусловили разработку и применение более эффективных методов обезвоживания. Так, осадки промышленных сточных вод обезвоживаются вакуум-фильтрованием на фильтр-прессах, центрифугированием и вибрационным фильтрованием. Обезвоживание термической сушкой применяется для осадков, содержащих сильно токсичные вещества, которые перед ликвидацией и утилизацией необходимо обеззараживать. Широкое внедрение процессов термической сушки ограничивается высокой стоимостью процесса очистки.

Ликвидация осадков сточных вод применяется в тех случаях, когда утилизация оказывается невозможной или экономически нерентабельной. Выбор метода ликвидации осадков определяется их составом, а также размещением и планировкой промышленного предприятия. Сжигание — один из наиболее распространенных методов ликвидации осадков сточных вод.

Предварительно обезвоженные осадки органического происхождения имеют теплотворную способность 16800...21000 кДж/кг, что позволяет поддерживать процесс горения без использования дополнительных источников теплоты. Осадки сжигаются на станциях очистки сточных вод в многоподовых, циклонных печах, а также печах кипящего слоя.

Машины и аппараты для отстаивания активного ила.

Гравитационное разделение смеси воды и активного ила из сооружений биохимической обработки обычно проводят во *вторичных отстойниках* радиального, горизонтального или вертикального типов. Характеристики отстаивания в первичных и вторичных отстойниках различаются прежде всего концентрацией взвеси в разделяемой суспензии (~0,5...5 г/л в случае иловой смеси), химическим и биологическим составом взвешенных веществ, степенью дисперсности и разной способностью частиц этих веществ к флокуляции и седиментации.

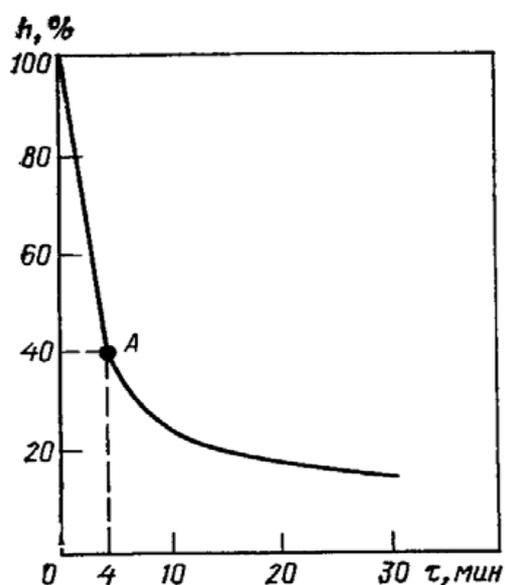


Рис. 1. Кривая осаждения и уплотнения типичного активного ила (начальная доза ила 2 г/л; h — положение верхней границы слоя ила, % от общей высоты отстойника; τ — время осаждения активного ила)

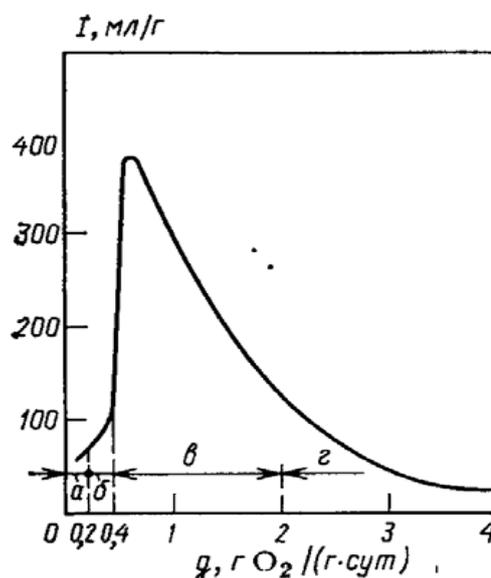


Рис. 2. Зависимость илового индекса от нагрузки на ил.

На рис. 1 представлена типичная кривая осаждения активного ила. В первом периоде при практически постоянной скорости осаждения происходит коллективное осаждение с получением светлой жидкости над довольно резко выраженной границей слоя оседающего ила. Точка А характеризует переход к режиму падающей скорости осаждения: начинается уплотнение осадка выдавливанием вверх его флокулами содержащейся в осадке жидкости.

Во вторичных отстойниках обычно полностью реализуется лишь первый режим осаждения, уплотнение ила (например, избыточного) осуществляют в

специальных илоуплотнителях. Естественно, что время, в течение которого скорость осаждения постоянная (по существу — время пребывания иловой смеси во вторичном отстойнике), зависит в первую очередь от биологического состава и функционирования активного ила, т. е. определяется нагрузкой на ил и другими параметрами режима работы основного сооружения биохимической обработки воды (например, аэротенка).

На рис. 2 показана зависимость основной характеристики седиментационных свойств активного ила — илового индекса I от нагрузки g загрязнений (по БПК₅) на ил [$\text{гO}_2/(\text{г}\cdot\text{сут})$] в основном аэрационном сооружении (иловый индекс — это объем, занимаемый отстоенной в течение 30 мин иловой смесью, содержащей единицу сухой масса ила при заданной исходной концентрации иловой смеси (в мл/г).

Интервал **а** нагрузок на ил в аэротенке характеризует низконагружаемый процесс полного окисления; интервал **б** — область средних нагрузок (окисление с регенерацией ила), интервал **в** — нагрузки, при которых в активном иле преобладают нитчатые бактерии («вспухший» ил). Высоконагружаемые процессы (хлопья ила имеют запас сорбированной непереработанной массы загрязнений) определяются интервалом нагрузок **г**. При значениях илового индекса, соответствующих интервалу **в** нагрузок на ил, обычно не применяют отстаивания, а выделяют активный ил фильтрацией его суспензии через взвешенный слой того же ила (например, в аэротенках-осветлителях). В этом случае взвешенный слой выполняет функции реактора-окислителя, поскольку нитчатые бактерии являются хорошими окислителями.

Естественно, что для каждого вида загрязнений производственных сточных вод, обрабатываемых в аэрационном сооружении, зависимость $I = f(g)$ должна быть задана.

Максимально допустимая величина «охватывающей» гидравлической нагрузки вторичного отстойника [q_F , м^3 иловой смеси, из аэрационного сооружения/ $(\text{м}^2$ поверхности отстаивания $\cdot\text{ч})$] зависит от илового индекса и определяется по опытным данным. Примерная кривая такого рода функции показана на рис. 2.4, где q_F определяется величиной $I\cdot a$ (a — концентрация ила по его сухому веществу в иловой смеси). Величина $I\cdot a$ — часть первоначального объема этой смеси, занимаемая илом после 30-минутного отстаивания. Очевидно, что чем больше эта часть, тем хуже отстаивание и тем меньше возможная величина q_F , которая при заданной суточной производительности $Q_{\text{сут}}$ иловой смеси определяет необходимую поверхность отстаивания F :

$$F = Q_{\text{сут}} / (24 \cdot q_F).$$

Согласно СНиП 2.04.03-85 вторичные отстойники для станций биологической очистки сточных вод следует рассчитывать, исходя из заданной продолжительности отстаивания (0,75...2 ч) по рекомендуемой

максимальной скорости протекания воды (5...7 мм/с для радиальных и горизонтальных отстойников).

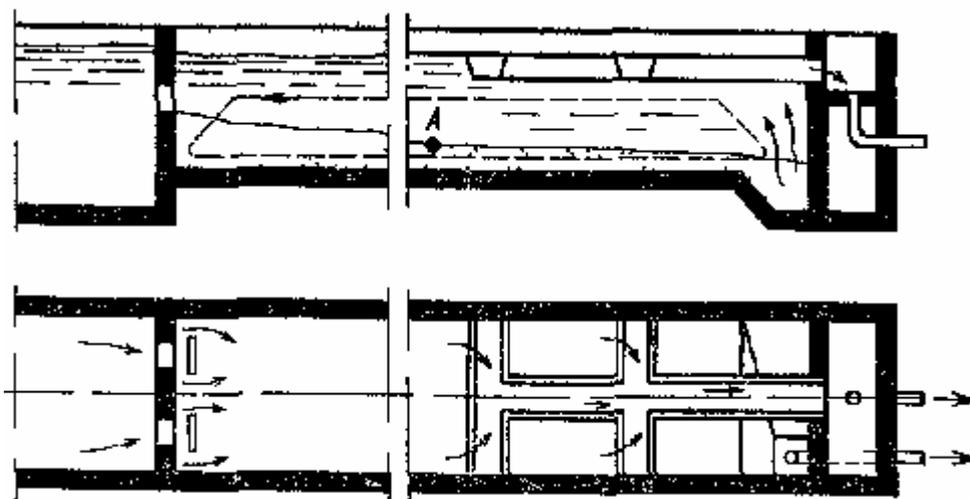


Рис. 3 Горизонтальный отстойник для отстаивания активного ила.

Некоторые конструктивные особенности вторичных, например горизонтальных, отстойников (рис. 3), позволяющие увеличить их эффективность, следующие: прямое соединение (без специальных каналов и труб) отстойника с аэротенком, отвод осветленной воды через водосливы по желобам, размещение последних вблизи зоны начала уплотнения осевшего ила (точка А на рис. 3), создание приямка для осевшего и частично уплотненного ила в конце сооружения. Эти особенности позволяют предотвратить деструкцию флуккул ила и отводить наиболее чистую (по взвешенным веществам) воду. При этом восходящие токи жидкости из уплотняющегося в приямке осадка не влияют на качество осветленного стока. В общем случае выбор сооружений из сборного железобетона для отстаивания активного ила производится в соответствии с рассчитанной величиной F по типовым проектам.

Аэробная стабилизация и анаэробное сбраживание осадков.

В процессах биохимической обработки сточных вод и других отходов органические вещества преобразуются микроорганизмами и концентрируются в форме синтезируемых микробных твердых веществ. Эти вещества вместе с определенным количеством адсорбированных и частично окисленных примесей обрабатываемых вод отделяются от основной массы очищенной воды и составляют суспензии — вторичные продукты (осадки) биохимических процессов. На долю активного ила приходится 60...70% всех осадков обычных станций водоочистки, причем общий их объем не превышает 1% объема обрабатываемых стоков.

Обработка избыточного активного ила и его смесей с сырым осадком из первичных отстойников заключается в стабилизации, обеззараживании и максимальном снижении его влажности и объема. Достаточно сказать, что количество иловой воды в осадке (в m^3 на 1 т сухого осадка) составляет 199, 99, 49 и 19 при влажности осадка 99,5; 99; 98 и 95% соответственно.

Микробиологический процесс уменьшения количества биохимически разложимого вещества осадка (его стабилизацию) осуществляют в аэробных или анаэробных условиях.

Метод аэробной стабилизации осадков, при котором происходит длительная аэрация осадков либо ила в сооружениях типа аэротенков-стабилизаторов находит в последние годы всё более широкое распространение.

Этот процесс, по сравнению с анаэробным сбраживанием осадков в метантенках, отличается простотой, устойчивостью, взрывобезопасностью, меньшими капитальными вложениями. Главным недостатком метода аэробной стабилизации являются высокие энергетические затраты, необходимые для продувки осадка воздухом, и малоэффективная работа в холодное время года.

Процесс аэробной стабилизации ведут в сооружениях типа аэротенков; его протекание обеспечивается преобладающей метаболической реакцией эндогенного дыхания и «самопотребления» культуры микроорганизмов (с дальнейшим биологическим окислением NH_3):



Необходимая продолжительность аэрации уплотненного активного ила в таких стабилизаторах зависит от его возраста (времени пребывания в системе, предшествующей аэробной обработке сточных вод) и состава; продолжительность может изменяться в широких пределах: от 7 до 25 сут.

Распад беззольного вещества ила осуществляется на 20...50% при среднем удельном расходе воздуха $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ на каждый 1 м^3 объема сооружения —стабилизатора.

В практике применяется несколько технологических схем аэробной стабилизации осадков.

Существует метод *продленной аэрации или полного окисления*, суть которого состоит в длительном аэрировании ила и сточной жидкости. По экономическим соображениям этот метод применим при очистке сточных вод в количестве не более $1000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Другим приемом является метод *раздельной стабилизации*, по которому избыточный активный ил, образовавшийся в результате очистки неотстойной сточной жидкости, направляется в стабилизатор. Распространен метод раздельной обработки, по которому сырой осадок из первичных отстойников обрабатывается в метантенках, а избыточный активный ил — в стабилизаторах.

Используется также схема, по которой на стабилизацию подается уплотненный активный ил без рециркуляций. Подача на стабилизацию уплотненного ила позволяет уменьшить объем стабилизатора. Стабилизированные осадки либо илы обычно подсушиваются на иловых площадках или подвергаются механическому обезвоживанию. Такие осадки или илы обладают значительно лучшей влагоотдачей по сравнению с сырыми или анаэробно сброженными осадками. Применяется схема

стабилизации с использованием центрифуг. По этой схеме осадок после уплотнителя обезвоживается на центрифуге, а фугат направляется в стабилизатор. Центрифугирование осадков производится без добавления реагентов.

Аэробные процессы стабилизации не требуют герметизации сооружения, дополнительного нагрева, успешно реализуются при сравнительно низких концентрациях осадков, дают твердый продукт и жидкий сток с низкой биологической потребностью в кислороде. Аэробностабилизированный ил характеризуется лучшей водоотдачей при уплотнении и механическом обезвоживании. Преимуществами анаэробных процессов являются: образование метана, отсутствие необходимости в кислороде, низкие интенсивность синтеза и выход новых клеток, а значит, и новых осадков.

Анаэробное сбраживание органических осадков производственных сточных вод применяется для сырых осадков из первичных отстойников, избыточного активного ила или для их смеси. Сброженный осадок направляется на иловые площадки или подвергается механическому обезвоживанию. В процессе метанового анаэробного сбраживания одним из основных продуктов распада органических веществ осадка является метан.

Цель анаэробного окисления - стабилизация органических соединений, содержащихся в необработанных отходах. Практически только жиры, белки и углеводы перерабатываемых органических веществ обеспечивают выход газа при анаэробной переработке. Одно из основных преимуществ анаэробного сбраживания — минимальное образование биологически активных твердых веществ. Другие преимущества заключаются в возможности получения полезных конечных продуктов — горючего газа и сброженного ила. *Недостатки анаэробных систем* — малая скорость роста микробов и очень высокая (по сравнению с системами аэробной обработки) минимально необходимая для стабильного воспроизводства клеток продолжительность пребывания биологически активных веществ в сооружениях (2...6 сут.).

Сбраживание осадков проходит две фазы: кислую и щелочную. В *кислой* фазе сбраживания сложные органические вещества осадка и ила под действием внеклеточных бактериальных ферментов сначала гидролизуются до более простых: белки — до пептидов и аминокислот, жиры — до глицерина и жирных кислот, углеводы — до простых сахаров. В дальнейшем образуются конечные продукты — органические кислоты. Во второй фазе *щелочного*, или метанового сбраживания из органических кислот образуются метан и угольная кислота.

Скорость распада органических веществ осадка зависит от их химического состава, температуры, дозы загрузки, влажности осадков и других факторов.

Для анаэробного сбраживания осадков сточных вод обычно используют **два температурных режима сбраживания**: мезофильный при температуре 30...35 °С и термофильный при температуре 52...55 °С. Разумеется, для

каждого вида осадков производственных сточных вод необходимо экспериментально определять оптимальные условия сбраживания (дозу загрузки, температуру и пр.). При этом следует учитывать то обстоятельство, что в осадках могут содержаться вещества, которые могут мешать процессу: ПАВ, соединения хрома, мышьяка, ионы тяжелых металлов и пр.

Обычно анаэробные системы применяют для сбраживания осадков первичных отстойников и избыточного активного ила аэробных биохимических систем очистки бытовых вод и их смесей с некоторыми производственными стоками. В большинстве случаев удается получить достаточно стабилизированный биологически неразлагаемый после обезвоживания осадок, горючий газ и жидкий сток, обычно требующий доочистки (например, окислением в аэробных условиях). В таких системах используют одно- и двухступенчатые емкостные сооружения с перемешиванием.

В **двухступенчатой системе** первое сооружение представляет собой биологическую установку непрерывного действия с полным перемешиванием, второе сооружение может быть использовано для отделения и концентрирования твердых веществ (эту функцию могут также выполнять отстойники, центрифуги и др.). В таких системах возможен возврат (рециркуляция) части осадка из второй ступени в первую для увеличения в ней дозы биологически активных микроорганизмов и интенсификации процесса.

Двухступенчатые системы в основном используют для частичного разделения двух стадий анаэробной обработки: получения летучих органических кислот и метанового брожения.

Для выращивания метановых бактерий необходимо поддерживать оптимальные для их развития условия во второй ступени (рН 6,0...8,5; температура 37...40 °С для мезофильного брожения и 55 °С — для термофильного).

Сложность увеличения продолжительности удержания клеток при рециркуляции и необходимость интенсификации процесса привели к созданию аппаратов с насадкой), в которых анаэробные организмы растут, закрепляясь на насадке (лучше — на округлых камнях), или в заполненных жидкостью порах. При этом значительно увеличивается время пребывания активных микроорганизмов (их «возраст») и более эффективно (как при фильтрации через зернистый слой) отделяется жидкость от твердой фазы.

Такие аппараты интенсивно изучаются и внедряются для анаэробной очистки сравнительно низкоконтрированных стоков (< 750 мг/л), поскольку в этом случае не требуется интенсификация развития микробной популяции с помощью высоких доз «питания». Следует отметить, что необходимое время пребывания очищаемой жидкости в таких аппаратах нередко измеряется несколькими десятками часов.

Сбраживание осадков (предварительно уплотненных) в анаэробных условиях (в том числе и осадков после аэробной стабилизации) проводят

главным образом в *метантенках*. Рассмотрим устройство, принцип работы, приемы расчета и выбора метантенков.

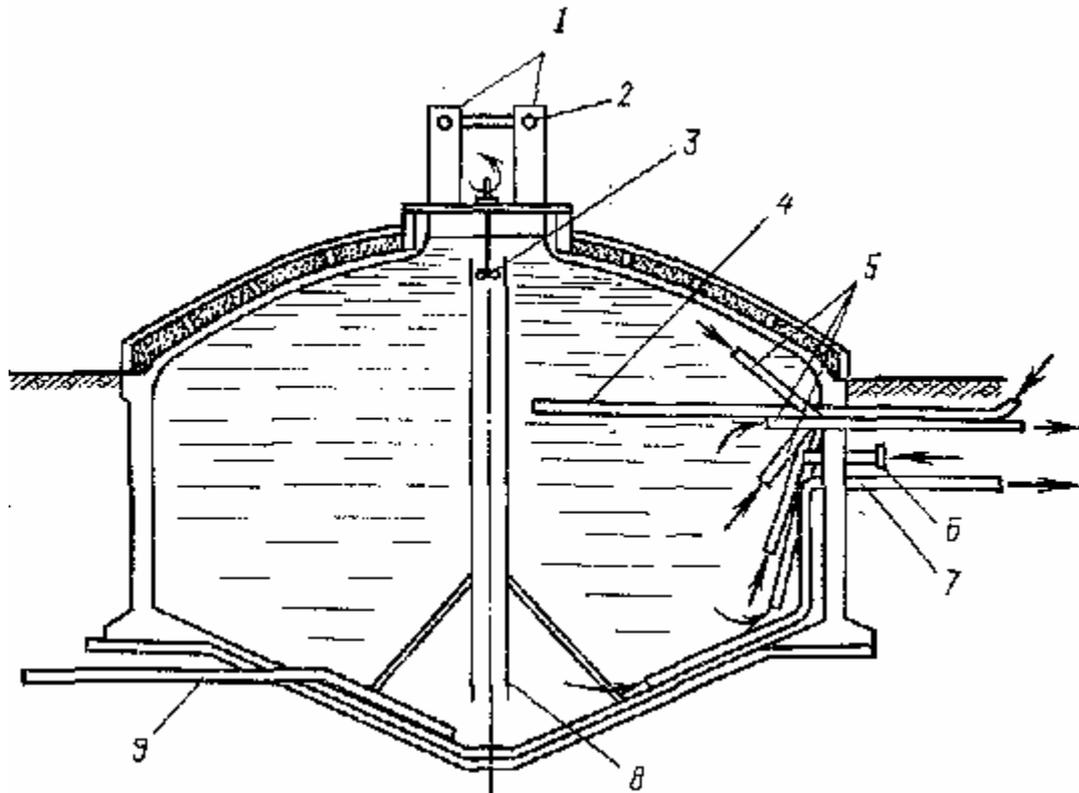


Рис. 4 Метантенк:

1 — газовый колпак для сбора газа; 2 — газопровод от газового колпака; 3 — пропеллерная мешалка; 4 — трубопровод для загрузки (например, сырого осадка и активного ила); 5 — трубопроводы для удаления иловой воды или выгрузки сброженного осадка с разных уровней; 6 — инжектор подачи острого пара для подогрева содержимого метантенка и перемешивания; 7 — трубопровод выгрузки суспензии твердофазных продуктов сбраживания (например, сброженного осадка); 8 — циркуляционная труба; 9 — трубопровод для опорожнения метантенка.

Различают метантенки *открытого и закрытого* типов (последние — с жестким или плавающим перекрытием). В сооружении с неподвижным жестким перекрытием (рис. 4) уровень бродящей массы поддерживается выше основания горловины, так как в этом случае зеркало массы мало, велика интенсивность отвода газов и не образуется корка. Для ускорения процесса массу перемешивают и подогревают до 30...40 °С (при мезофильном сбраживании) острым паром низких параметров (0,2...0,46 МПа). Основная циркуляция в метантенке осуществляется пропеллерной мешалкой.

Объем V_m метантенка определяют по суточному количеству M (в $m^3/сут$) предназначенной для сбраживания массы

$$V_m = M/(D/100),$$

где D — суточная доза загружаемого с целью переработки в метантенк материала, % от объема сооружения; D зависит от термического режима обработки и влажности загружаемого осадка.

Типовые метантенки имеют полезный объем одного резервуара 1000...8000 м³. Условно этот объем можно разделить на четыре выполняющие разные функции части: объем для образования плавающей корки, объем для иловой воды, объем для собственно сбраживания, объем для уплотнения и дополнительной стабилизации осадка при хранении (до 60 сут).

Методы кондиционирования осадков сточных вод.

Обезвоживание наиболее эффективно после проведения определенных операций, кондиционирующих осадок: коагуляции и флокуляции с использованием химических реагентов (обычно солей железа, алюминия, а также извести), тепловой обработки, замораживания с последующим оттаиванием, аэрации, добавки примесей, обеспечивающих несжимаемость осадков при фильтровании.

Под *кондиционированием осадков* обычно понимают такой вид обработки, при котором осадок изменяет структуру и формы связи воды, благодаря чему лучше обезвоживается. Иными словами, кондиционирование осадков это процесс подготовки осадков к механическому обезвоживанию.

В качестве метода кондиционирования осадков наибольшее распространение, получила *реагентная обработка*. Тепловая обработка, жидкофазное окисление, замораживание и оттаивание пока широкого распространения не получили.

Реагентная обработка изменяет структуру осадка и улучшает его способность отдавать влагу.

При *коагуляции осадков* обычно используют два или несколько реагентов. Для реагентной обработки обычно применяют коагулянты и флокулянты минерального и органического происхождения. Из минеральных коагулянтов чаще всего применяют соли железа, алюминия и др. Используют также сочетание коагулянтов и реагентов, например хлорного железа с известью. Вместо кристаллического хлорного железа можно применять его раствор, являющийся отходом химических производств; вместо сульфата железа более дешевый сульфат оксида железа, хотя для обработки осадков требуются при прочих равных условиях большие его дозы.

Для обработки некоторых видов осадков применяют только одну известь. Так, для кондиционирования осадков сточных вод предприятий, обрабатывающих цветные металлы, доза извести составляет 2%.

Применяемые в настоящее время *минеральные коагулянты* относительно дефицитны и дороги. Кроме того, их использование вызывает определенные трудности в эксплуатации установок кондиционирования: они коррозионны и относительно сложны при транспортировании, хранении, приготовлении и дозировании.

Достаточно широкое применение находят *синтетические флокулянты*. Они обеспечивают довольно высокую эффективность кондиционирования и снижают расходы на эксплуатацию установок.

Различают катионные, анионные и неионные флокулянты. В отечественной практике довольно широкое применение при обработке осадков находит синтетический флокулянт — полиакриламид (ПАА). Он применяется при обработке осадков сточных вод аккумуляторных заводов, цехов гальванических покрытий машиностроительных заводов, газоочисток конвертерных печей и пр.

Для обработки осадков, содержащих значительное количество органических загрязнений (зольность 25...50 %), обычно применяют катионные флокулянты; при более высокой зольности — смесь катионных и анионных флокулянтов; для сильноминерализованных осадков — анионные соединения.

Наиболее рационально применение синтетических флокулянтов при последующей обработке осадков на центрифугах. В зависимости от вида осадка доза флокулянтов составляет 0,05...0,4 % массы сухого вещества осадка. Обезвоживание осуществляется достаточно глубоко, и влажность обезвоженного осадка может достигать 40...50 %.

С целью улучшения процесса обезвоживания используют *присадочные материалы*, которые способствуют формированию жесткого скелета на фильтровальной поверхности, препятствуют слипанию частиц осадка и их деформации. В результате увеличивается пропускная способность фильтров, лучше снимается обезвоженный осадок, а фильтрат оказывается менее загрязненным. Обычно по массе добавляют три-четыре части присадочного материала на одну часть твердой фазы осадка. Практикуется также совместное применение присадочного материала и химических реагентов.

Тепловая обработка считается перспективным методом, особенно для органических осадков, имеющих зольность 30...40 %.

Сущность этого метода состоит в следующем. Осадок нагревается в герметическом резервуаре типа автоклава до температуры 150...200°C и выдерживается 0,5...2 ч. Температура нагрева и продолжительность выдерживания зависят от свойств осадка и определяются обычно экспериментально. В процессе обработки до 40 % сухого вещества осадка переходит в раствор. Осадок после тепловой обработки за короткий период времени уплотняется до влажности 92...94 %. Объем уплотненного осадка достигает 20...30 % первоначального. Осадок приобретает хорошие водоотдающие свойства, стерилен. Уплотненный осадок хорошо обезвоживается на вакуум-фильтрах (до 65...70 %) и фильтр-прессах.

При тепловой обработке подвергаются частичному разрушению все основные классы органических веществ, входящих в состав осадка; происходит гидролиз макромолекул до простых составляющих. В процессе тепловой обработки существенно улучшаются фильтрационные свойства осадков, поэтому обезвоженные осадки имеют влажность 40...70%.

Метод тепловой обработки имеет ряд достоинств: осадок не загрязняется реагентами; непрерывен процесс; осуществляется кондиционирование и стерилизация осадка; компактна установка. К недостаткам можно отнести сложности конструктивного оформления, а также эксплуатации установки (особенно теплообменников); трудности, возникающие при очистке над иловой воды.

Жидкофазное окисление используется для подготовки осадков к механическому обезвоживанию.

Сущность метода состоит в окислении органической части осадка кислородом воздуха при поддержании в аппарате высоких температуры и давления. О глубине процесса жидкофазного окисления органической части осадка судят по снижению величины ХПК. В свою очередь глубина процесса окисления зависит от температуры. Так, при температуре 200 °С ХПК снижается на 50%; для снижения ХПК на 70 % и более необходимо поддерживать температуру 250...300 °С. При окислении органического вещества выделяется теплота. При обработке осадка влажностью 96 % выделяемой теплоты достаточно для поддержания заданного температурного режима.

На рис. 5 приведена технологическая схема установки жидкофазного окисления осадков. По трубопроводу 1 в приемный резервуар подается смесь сырого осадка и избыточного активного ила, которая нагревается до температуры 45...50 °С. Осадок насосами 3, 4 перекачивается через теплообменники 5, 6 в реактор 7. На входе в реактор температура паровоздушной смеси составляет 240°С. Из реактора смесь продуктов окисления, воздуха и золы направляется в сепаратор 8 через теплообменник 6. Эта смесь теряет часть теплоты, отдавая его поступающему на обработку осадку. Выделяющиеся в сепараторе газы выбрасываются в атмосферу или используются в турбогенераторе 9. Сжатый воздух от компрессора 10 подается, в напорный трубопровод. Осадок из сепаратора проходит теплообменник 5 и отдает также часть теплоты осадку, находящемуся в резервуаре. Охлажденный осадок направляется в уплотнитель и после уплотнения до влажности 95 % подается на иловые площадки или на механическое обезвоживание. После вакуум-фильтров влажность обезвоженного осадка достигает 60 %. Сливная вода из уплотнителя имеет ХПК, равную 5...6 г/л, и направляется на обработку в аэротенки.

Замораживание и оттаивание сточных вод не находит широкого применения. Сущность метода заключается в том, что при замораживании часть связанной влаги переходит в свободную, происходит коагуляция твердых частиц осадка и снижается его удельное сопротивление. При оттаивании осадки образуют зернистую структуру, их влагоотдача повышается. Замораживание производится при температуре от —5 до —10 °С в течение 50...120 мин.

Выбор способа кондиционирования определяется величиной «водоотдачи» осадка, которая характеризуется удельным сопротивлением при фильтровании.

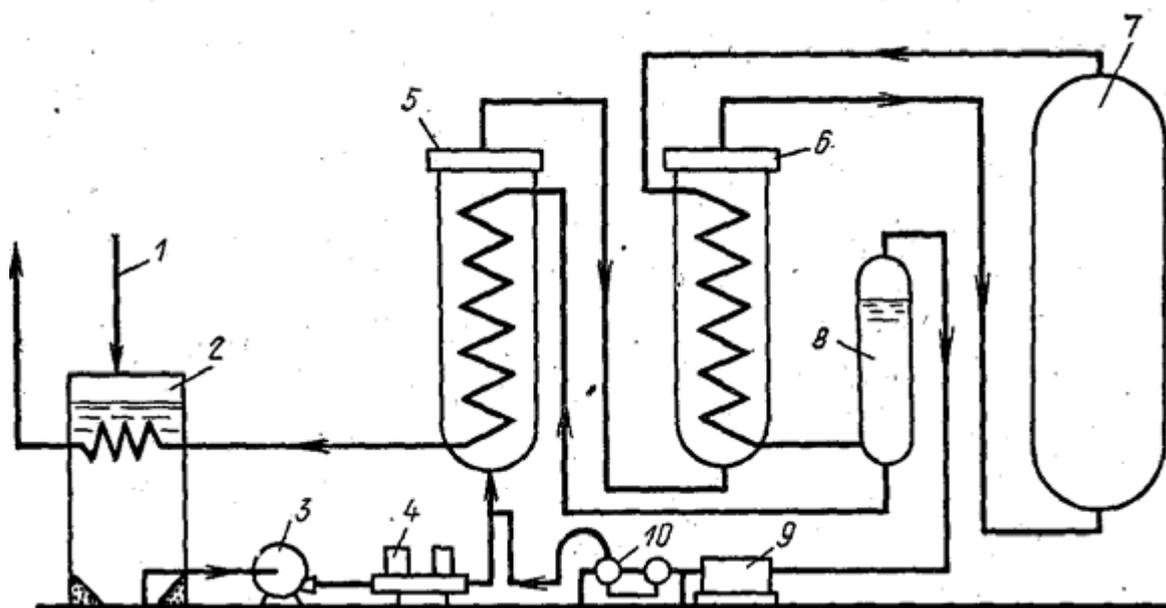


Рис. 5. Технологическая схема установки жидкофазного окисления осадков:

1 — подача исходного осадка; 2 — приемный резервуар; 3 — питательный насос; 4 — насос высокого давления; 5, 6 — теплообменники; 7 — реактор; 8 — сепаратор; 9 — турбогенератор; 10 — компрессор.