

## Оборудование для обезвоживания осадков

**Уважаемые клиенты! Подобрать оборудование, рассчитать стоимость и комплектацию оборудования для обезвоживания осадка можно после заполнения опросного листа. Узнать дополнительную информацию вы можете, связавшись с технологами НПО "Центр обезвоживания осадков" по телефонам +7 (495) 969-19-59, +7 (499) 737-89-39.**

### Сооружения для обезвоживания осадков

#### Илоуплотнители

Илоуплотнители гравитационного типа эксплуатируются в целом как отстойники соответствующей конструкции, но с параметрами уплотнения ила, отличающимися количественно. Гидравлическая нагрузка на гравитационные илоуплотнители должна быть равномерной и не превышать предельных значений: для вертикальных уплотнителей с высотой не менее 3,5—4 м — 1 м/м<sup>2</sup> в ч, для радиальных уплотнителей — 0,3—0,5 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> в ч (при концентрации активного ила в аэротенке соответственно 5 и 3 г/л).

Концентрация избыточного ила также может повлиять на работу илоуплотнителей. Эта величина учитывается рабочей массовой нагрузкой, которая не должна превышать 25—30 кг/м<sup>2</sup> в сутки по сухой массе для илов городских очистных станций. Концентрация при этом лимитируется до 25—30 г/л.

Данные предельные значения рабочих параметров гравитационных илоуплотнителей являются контрольными для нормальной эксплуатации сооружений. Они определяют режимы удаления избыточного ила из вторичных отстойников или комбинированных сооружений и сырого осадка из первичных, если предусмотрено совместное их уплотнение. Эти режимы должны быть изложены в технологическом регламенте, но могут корректироваться в зависимости от регулирования работы комплексов биохимической очистки в пределах значений указанных параметров.

Гравитационные илоуплотнители подвергают профилактической очистке чаще, чем обычные отстойники, в среднем один раз в три месяца, причем обязательно промывают сильной струей воды все илопроводы, илососы, скребковое оборудование и задвижки.

Метод флотационного уплотнения дает более концентрированный ил, чем гравитационный, но в этом случае большие требования предъявляются к равномерной подаче ила. Массовая нагрузка на флотационные уплотнители меньше зависит от концентрации ила и составляет максимально 120—200 кг/м<sup>2</sup> в сутки, причем концентрация уплотненного ила может быть 30—50 г/л

Гидравлическая нагрузка должна быть не более 1 мг/м<sup>2</sup> в час, расход воздуха при давлении 3,5—4 ати в среднем составляет 10—20% от расхода ила или смеси с осадком. При эксплуатации флотационных илоуплотнителей надо, чтобы время насыщения иловой смесью и воздухом составляло 1—2 мин при двухчасовом времени обработки.

### Иловые площадки и пруды

На иловых площадках влажность осадка должна снижаться до 80%. Слой единовременного напуска осадка на иловую площадку для летнего периода допускается до 30 см, для зимнего — до уровня на 10 см ниже верха ограждений.

Периодичность напуска осадка увеличивается или уменьшается в зависимости от времени года. Обычно в летнее время в южных районах она колеблется в пределах 15—20 суток (на площадках с асфальтовым покрытием) и в остальных районах — 20—30 суток. В периоды дождей и высокой влажности воздуха (весна и осень) время между напуском увеличивается до 60 суток. Периодичность устанавливается с учетом местных климатических условий, влажности, характеристики осадка и состояния дренажа. Необходимо следить за равномерностью розлива осадка по всей площадке иловой карты и своевременно переключать подачу осадка на другую карту. Разгрузку иловых площадок производят по мере обезвоживания осадка и желательно в летнее время; вывозят осадок непосредственно на

сельскохозяйственные поля или в места складирования удобрений. После удаления осадка дренажную загрузку на площадке взрыхляют и при надобности подсыпают просеянным песком.

Ограждающие валики должны содержаться в исправности и чистоте, для чего их периодически осматривают (не реже одного раза в 5 дней).

Если валики задернены, требуется частое скашивание травы, чтобы не допустить созревания семян растительности, засоряющих осадок и уменьшающих его агрономическую ценность. Всю систему лотков, задвижек и труб на иловых площадках во избежание их засорения периодически, но не реже одного раза в 5 дней осматривают, прочищают и после прекращения напуска осадка промывают.

Все работы по обслуживанию иловых площадок должны производиться в дневные часы. Открытые распределительные лотки иловых площадок в зимнее время нужно перекрывать съемными щитами.

В аварийных случаях, когда возможна подача на иловые площадки сырого или не полностью сброженного осадка, могут быть засорены напорные илопроводы. Во избежание этого один раз в 5—6 суток илопровод промывают чистой водой, а воду после промывания выпускают в дренажный колодец после иловых площадок для перекачки в голову канализационных или производственных очистных сооружений.

В ходе эксплуатации иловых площадок могут возникать разные неполадки. Так, из-за засоренности в некоторых местах дренажной системы на поверхности образуются блюдца влажного осадка. Рекомендуется снять в этих местах часть дренажной засыпки и заменить ее новой. Дренажные трубы промывают так, как обычные аэрационные канализационные системы. Если в зимнее время осадок не промерзает, а лишь покрывается коркой льда, значит, налит слишком большой слой. Нужно разрушить ледяную корку, дать промерзнуть всему слою осадка и затем налить осадок вновь, следя за слоем напуска.

Следует регулярно скашивать траву и другие растения, растущие на откосах ограждающих валиков, так как они затрудняют процесс удаления воды от подсушиваемого осадка.

Налив сброженным осадком иловых прудов осуществляется в верхнюю карту каскада и производится ежедневно. Осадок разливается по карте и заполняет ее. При этом наиболее тяжелые взвешенные вещества оседают на дно, а жидкость, переливаясь через специальные перепуски, попадает на вторую карту (ступень) каскада, где происходит тот же процесс, но в условиях расслоения более мелких фракций.

После заполнения всех карт первого яруса (ступени) каскада нужно дать время отстояться налитому осадку, затем перепустить верхние слои жидкости на следующий ярус и т. д.

### **Сооружения для механического обезвоживания осадков**

Цехи механического обезвоживания осадков на очистных сооружениях представляют собой сложные инженерные химико-технологические сооружения, требующие высокой специальной квалификации обслуживающего персонала. Оборудуются такие цехи различными аппаратами: центрифугами, вакуум-фильтрами или фильтр-прессами, устройствами и системами для термической или химической подготовки осадков, специальными насосными установками, реагентным хозяйством и т. д.

Согласно СНиП П-32-74 осадок перед механическим обезвоживанием подвергают кондиционированию (уплотнению) с целью улучшения его влаготдачи. Перед обезвоживанием на вакуум-фильтрах осадок промывают очищенной сточной водой с воздухом.

Химическое кондиционирование осадков с помощью хлорного железа в присутствии извести осуществляется дозировкой, зависящей от состава веществ, образующих осадок: содержания ЛЖК, щелочности, влажности и степени распада беззольной массы. Известь вводится обычно после хлорного железа. Дозировка реагентов производится в расчете процентной доли от сухого вещества осадка.

В среднем следует принимать дозу хлорного железа и извести для сброженного осадка соответственно 3—4 и 8—10%, для сброженной смеси сырого осадка и избыточного активного ила — 4—6 и 10—15%, для сырого осадка — 2—3,5 и 6—9%, для несброженной смеси сырого осадка и уплотненного активного ила — 3—5 и 9—13% и для уплотненного активного ила — 6—9 и 17—25%. Изменяя дозу хлорного железа, необходимо выдерживать соотношение между ним и известью постоянным, так, чтобы количество извести превышало количество хлорного железа в 1,5—2,5 раза.

При регулировании процесса кондиционирования осадков необходимо соблюдать приведенные общие пределы параметров, но осуществлять их с учетом конкретного состава осадка. На рис. 1 приведена номограмма для определения рабочих доз хлорного железа в процентах от сухого вещества промытого осадка.

На первой левой вертикальной оси номограммы откладывают значение влажности осадка после промывки и уплотнения, а на наклонной оси между первой и второй вертикальными осями — значение щелочности (в мг/л по  $\text{CaCO}_3$ ), определенное анализом в иловой воде. Эти две точки соединяют прямой (линия 1), которую ведут до пересечения со второй вертикальной осью, где находят дозу хлорного железа в зависимости от щелочности. В примере на рис. 23 эта доза составляет 6%. Затем на правой вертикальной оси откладывают значение процентного содержания беззольного вещества в осадке, например 55% (при степени распада в метантенке 40% и потере его при промывке 5%) - Этой точке на правой шкале оси соответствует доза хлорного железа для беззольной массы осадка. Точку соединяют прямой (линия 2) с точкой на второй левой вертикальной оси, отвечающей найденной дозе хлорного железа для щелочности. Пересечение прямой 2 со второй справа вертикальной осью даст искомое значение общей дозы хлорного железа, в частности 8%.

Время флокуляции осадка при хорошем перемешивании с реагентами составляет 1—2 мин, однако проводить обработку смеси нужно 10—15 мин, чтобы произошло укрупнение хлопьев до максимально возможной величины.

Хлорное железо является ядовитым реагентом, и при обращении с ним следует соблюдать правила техники безопасности, как с хлором. Известь рекомендуется применять по ГОСТ 9179-70, так как этот продукт содержит наибольшее количество  $\text{CaO}$ . Лучше всего пользоваться порошковой известью, привозимой цистернами, или известковым тестом, так как при работе с ком-ковой известью требуются

дополнительное оборудование, сложная вентиляция и создается большое неудобство в работе по дроблению известии.. Номограмма для определения доз хлорного железа при химической подготовке осадка к механическому обезвоживанию

Сухую известь сначала пропускают через сетку для задержания инородных предметов (комков, камней), затем подают на смешивание с водой и в резервуар раствора известии, после чего перекачивают через дозатор раствора и направляют в бак для коагуляции. При остановке насоса, перекачивающего известковый раствор, могут быстро осаждаться частицы песка и другие тяжелые примеси, находящиеся в известии. В результате этого при пуске насоса происходит трение рабочего колеса об осевший песок и насос может выйти из строя. Поэтому после каждой остановки насоса нужно по возможности прочищать и промывать его.

Из опыта эксплуатации комплексов механического обезвоживания осадков установлено, что хлорная известь, хранившаяся продолжительное время в сухом виде, теряет свою активность до 20%. Рекомендуется мокрое хранение известкового молока и перемешивание его не воздухом, а тем же раствором.

Тепловая подготовка осадка перед механическим обезвоживанием, позволяющая не только увеличить влагоотдачу осадков, но и продезинфицировать его, распространена пока мало, но является перспективной. Кратковременный интенсивный прогрев осадка повышает его влагоотдачу за счет перехода коллоидно связанной воды в свободную и обеспечивает полное обеззараживание.

Тепловое кондиционирование осуществляется в течение 20 мин при температуре 165—180 °С. Готовность осадка к дальнейшему механическому обезвоживанию проверяется измерением удельного сопротивления, которое в результате кондиционирования должно понизиться с 800-1010—2500-1010 до 5-1010—30-1010 см/г.

Давление пара, направляемого в реакторы, должно быть не ниже 10 кг/см<sup>2</sup>, температурный напор — не менее 20 °С.

Операции по обслуживанию системы тепловой подготовки перед механическим обезвоживанием заключаются в следующем

Сырой осадок пропускают через решетку-дробилку, а при перекачке — через насос-дробилку, которые измельчают грубодисперсные примеси. Затем осадок, смешиваясь с уплотненным избыточным активным илом, поступает в промежуточный резервуар, рассчитанный на пребывание в нем осадка в течение 1 ч.

Насос высокого давления нагнетает осадок в систему теплообменников, где он нагревается до расчетной температуры.

В теплообменнике осадок нагревается с помощью промежуточного теплоносителя — умягченной воды, нагреваемой обработанным в теплообменнике осадком (температура 180 °С). В теплообменнике осадок нагревается до расчетной температуры паром. Конденсат возвращается в котельную. Нагретый осадок поступает в реактор, где обрабатывается в течение 20 мин при температуре 180 °С.

Умягченная вода циркулирует по замкнутому контуру: теплообменники 10, 4 — промежуточная емкость — насос. Для компенсации потерь воды в емкости следует осуществлять подпитку.

Термообработанный осадок поступает в теплообменник 10, где остывает до температуры 60° С, и через сепаратор поступает в илоуплотнитель. Теплообменник 8 может использоваться в качестве резервного. После остывания осадок иловым насосом перекачивают на вакуум-фильтры.

Повышению надежности работы установки тепловой подготовки осадков способствует устройство обводных линий, обеспечивающих возможность, не нарушая технологический цикл, отключить основные аппараты на время их промывания и ремонта.

Кек влажностью 70—75% удаляется от вакуум-фильтров по транспортеру на складирование.

Для предотвращения засорения и заиливания трубопроводов и оборудования в технологической схеме процесса один раз в месяц предусмотрено промывание, которое может быть локальным и общим. Наличие обводных линий дает возможность проводить локальное профилактическое промывание отдельных видов оборудования, отключаемого на время его проведения. Для промывания используют воду из технического водопровода или водовоздушную смесь. Промывание теплообменников обычно сочетают с предварительной механической чисткой внутренней поверхности теплообменных труб.

После водовоздушного промывания теплообменники промывают 10%-ным раствором соляной кислоты. Расход раствора соляной кислоты равен объему трубкового пространства теплообменников, потери составляют 20%. Время пребывания раствора в теплообменниках — одни сутки.

Механическое обезвоживание кондиционированных осадков и илов осуществляется на центрифугах, вакуум-фильтрах или фильтр-прессах.

На центрифугах отдельно обезвоживается избыточный активный или сырой осадок. Осадок или ил направляют сначала в резервуар-регулятор расхода, откуда он самотеком поступает в центрифугу. Обезвоженный осадок удаляют из центрифуги непрерывно.

Если перед центрифугированием подготовка осадка производилась химическим методом, то обезвоженный осадок нужно подвергнуть дегельминтизации кратковременным прогревом лампами мощностью 300 Вт на транспортере или другим термическим методом, после чего он может храниться на воздухе под навесом.

На вакуум-фильтрах и фильтр-прессах сырой осадок и избыточный активный ил можно обезвоживать как отдельно, так и в смеси друг с другом.

Перед фильтрованием сырой осадок или его смесь с избыточным илом также направляют в резервуар-регулятор расхода. Кондиционированный осадок подают на обезвоживание непрерывно.



Контроль за эффективностью работы вакуум-фильтров осуществляется по влажности исходного осадка или смеси и конечного продукта, а условием нормальной работы вакуум-фильтров является удельное сопротивление исходного осадка после кондиционирования. Обезводить можно сырой осадок с удельным сопротивлением не выше (5—40) 10<sup>10</sup> см/г, а избыточный ил — не выше (10—50) 10<sup>10</sup> см/г.

Рабочая величина вакуума должна поддерживаться не ниже 400—500 мм рт. ст. для осадков и 300—400 мм рт. ст. — для уплотненного активного ила. Давление сжатого воздуха на отдувке обезвоженного кека должно быть в пределах 0,1—0,25 атм. При этих условиях вакуум-насосы должны обладать производительностью, соответствующей удельному расходу воздуха 0,5 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> площади фильтра в 1 мин, а подачу воздуха на отдувку следует брать из расчета 0,05—0,1 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> в 1 мин.

После снятия обезвоженного кека фильтровальную ткань с двух сторон промывают водой из специальных форсунок (насадок). Расход промывной воды должен быть обеспечен в пределах 0,1—0,3 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> в ч под давлением 1—2 атм.

Фильтровальная ткань периодически регенерируется. Регенерацию ткани выполняют ингибированной соляной кислотой через 40—60 ч после работы вакуум-фильтра.

Эти показатели следует рассчитывать как по отдельным технологическим линиям, так и в денежном выражении в целом по очистной станции.

Документы, отражающие эксплуатационные характеристики очистной станции, имеют форму стандартных журналов. Обработанные материалы систематизируют в виде месячных сводок и годовых отчетов.

В годовых отчетах нужно приводить графические материалы, свидетельствующие об изменениях всех технологических показателей и параметров по месяцам и в зависимости от сезонных колебаний температуры сточной жидкости и наружного воздуха.

В годовых отчетах рекомендуется отдельно излагать мероприятия, проведенные при компенсации залповых сбросов, повышенных расходов и концентраций загрязнений сточных вод, подробно описать мероприятия, проводимые при ликвидации нарушений работы сооружений, ремонтные работы и т. д.

Особенное внимание следует уделять освоению новой техники и технологии очистки сточных вод и обработки осадков, применению новых видов оборудования, методов анализов, приборов, систем управления и технологии ремонтных работ. В отчетах можно излагать соображения по интенсификации работы очистных комплексов и отдельных сооружений, снижению себестоимости очистки сточных вод.

### **Иловые площадки и иловые пруды.**

Иловые площадки в большей степени, чем другие сооружения и системы очистки сточных вод и обработки осадка, зависят от климатических, природных факторов.

Иловые площадки являются одними из первых сооружений обработки осадка сточных вод локальных канализационных очистных сооружений сточных вод. Иловые площадки предназначены для естественного обезвоживания осадков, образующихся на станциях биологической очистки сточной воды. Однако даже в эпоху интенсивного внедрения сооружений механического обезвоживания осадка, иловые площадки являются самым распространенным в России методом обезвоживания осадка. Обезвоживаются эти осадки как правило физико-химические методы процессами коагуляции и флокуляции. В настоящее время на иловых площадках обрабатывается 90% всего осадка, образующегося в России. Привлекательность этих сооружений объясняется простотой инженерного обеспечения и легкостью эксплуатации по сравнению с фильтр-прессами, вакуум-фильтрами, сушильными установками и дегидраторами КШОО.

## **Уплотнение и сгущение осадков (Уплотнители и сгустители осадков)**

Уплотнение – это предварительная стадия снижения объема осадков (в 2 – 10 раз) и значения влажности (в среднем, с 99,5-98 % до 93-97 %).

Продолжительность процесса: от 1 до 12 часов (при реагентной обработке осадка продолжительность процесса может снижаться в 3-4 раза).

Уплотнители осадков бывают:

- горизонтальные;

- вертикальные;

- радиальные;

- механические.

Сгущение осадков – это стадия уменьшения объема (в 4 – 10 раз) и концентрирования (по сухому веществу).

Основные области применения сгущения - перед подачей осадков на установки механического обезвоживания, в метантенки, аэробные стабилизаторы и на иловые площадки.

Предлагаемое оборудование: сетчатые гравитационные сгустители ленточного и барабанного типов.

Гравитационное уплотнение и сгущение осадков применяется для избыточного активного ила и сброженных осадков и отличается от других методов уплотнения простотой и экономичностью. Продолжительность уплотнения зависит от свойств осадка и принимается равной 4...24 ч. Уплотненные осадки имеют влажность 85...97%.

Для уплотнения избыточного активного ила применяются илоуплотнители вертикального и радиального типов. Последние могут быть оборудованы илососами или медленно вращающимися (2...4 об/ч) илоскребами .

Такое перемешивание в течение длительного времени {9...14 ч) способствует образованию каналов в уплотняющемся осадке для вывода воды и газов, а также коагуляции частиц осадка. Исследования показали, что в илоуплотнителях, оборудованных илоскребами, уплотнение происходит лучше. Это объясняется перемешиванием активного ила в процессе уплотнения и меньшей высотой радиальных илоуплотнителей по сравнению с вертикальными. Перемешивание способствует лучшему хлопьеобразованию и осаждению ила.

Пример: Рассчитать илоуплотнитель радиального типа для станции с аэротенками на полную биологическую очистку производительностью  $Q = 80000$  м<sup>3</sup>/сут. БПКполн очищенных стоков  $L_t = 15$  мг/л; прирост активного ила в аэротенке  $P = 180$  мг/л; концентрация избыточного ила после вторичных отстойников  $C = 4$  г/л.

Радиальные илоуплотнители конструируются или по типу первичных радиальных отстойников, оборудованных илоскребами, или по типу вторичных радиальных отстойников, оборудованных илососами.

Обезвоживание осадков природных и сточных вод - процесс снижения влажности и объема осадка и перевода его из текучего состояния в твердое (неразжижающееся) для погрузки и транспортировки к месту складирования или для дальнейшей обработки и утилизации. Исходные осадки природных вод, как правило, имеют высокую влажность и содержат в своем составе гидроксиды металлов, которые ухудшают водоотдающую способность осадков.

Первой стадией обезвоживания является уплотнение осадка — наиболее простой и дешевый способ частичного обезвоживания осадка, позволяющий сократить первоначальный объем в 4—15 раз и снизить затраты на последующую обработку. Для уплотнения осадка используют емкостные уплотнители или сгустители барабанного типа. Для интенсификации процесса уплотнения и сгущения осадка применяют органические флокулянты.

Последующая обработка на механических аппаратах позволяет добиться более глубокого обезвоживания гидроксидных осадков. Наибольшее распространение для обезвоживания получили декантеры, центрифуги, ленточные пресс-фильтры и дегидраторы.

Для успешного обезвоживания осадков — улучшения их водоотдающих свойств — применяют обработку их химическими реагентами и добавку вспомогательных присадочных веществ или термическую обработку (замораживание — оттаивание или нагрев). Эти меры снижают сжимаемость осадков и удельное сопротивление осадка фильтрации до уровня, обеспечивающего достижение требуемой влажности при обезвоживании фильтр-прессованием.

В качестве химических реагентов в основном используют известь и флокулянты (катионные, анионные и неионогенные). При обработке гидроксидных осадков известь выполняет также функции вспомогательного вещества. Вспомогательными веществами наиболее часто являются диатомит, перлит, уголь, зола, древесная мука, обладающие химической инертностью по отношению к воде, высокой пористостью, малой площадью активной удельной поверхности, а также не содержащие растворимых в воде составляющих. Использование сочетания флокулянтов и вспомогательных веществ, флокулянтов, извести и вспомогательных веществ, а также термической обработки позволяет получить приемлемый объем гидроксидного осадка с влажностью 75 %, пригодного для погрузки и транспортирования к месту складирования или утилизации.

## **Физико-химические методы очистки сточных вод и процессов обезвоживания коагуляции и флокуляции:**

Коагуляция (от лат. Coagulatio - свёртывание, сгущение), слипание частиц коллоидной системы при их столкновениях в процессе теплового (броуновского) движения, перемешивания или направленного перемещения во внешнем силовом поле. В результате коагуляции образуются агрегаты - более крупные (вторичные) частицы, состоящие из скопления более мелких (первичных). Первичные частицы в таких скоплениях соединены силами межмолекулярного взаимодействия непосредственно или через прослойку окружающей (дисперсионной) среды. Коагуляция сопровождается прогрессирующим укрупнением частиц (увеличением размера и массы агрегатов) и уменьшением их числа в объёме дисперсионной среды - жидкости или газа.

Различают быструю и медленную коагуляцию. При быстрой коагуляции почти каждое соударение частиц эффективно, т. е. приводит к их соединению; при медленной К. соединяется часть сталкивающихся частиц. В жидкой среде, например при коагуляции зелей, укрупнение частиц до известного предела (приблизительно до размера 10-4 см) не сопровождается их оседанием или всплыванием. Дальнейший рост частиц приводит к образованию сгустков или хлопьев (флокул), выпадающих в осадок (коагулят, коагель) или скапливающихся в виде сливок у поверхности.

Коагуляция - самопроизвольный процесс, который, в соответствии с законами термодинамики, является следствием стремления системы перейти в состояние с более низкой свободной энергией. Однако такой переход затруднен, а иногда практически невозможен, если система агрегативно устойчива, т. е. способна противостоять укрупнению (агрегированию) частиц. Защитой от К. при этом может быть электрический заряд и (или) адсорбционно-сольватный слой на поверхности частиц, препятствующий их сближению (подробнее см. Коллоидные системы). Нарушить агрегативную устойчивость можно, например, повышением температуры (термокоагуляция), перемешиванием или встряхиванием, введением коагулирующих веществ (коагулянтов) и др. видами внешнего воздействия на систему. Минимальная концентрация введенного вещества, электролита или неэлектролита, вызывающая К. в системе с жидкой дисперсионной средой, называется порогом коагуляции. Иногда коагуляция обратима; в благоприятных условиях, особенно при введении

поверхностно-активных веществ, понижающих поверхностную межфазную энергию и облегчающих диспергирование, возможен распад агрегатов на первичные частицы (пептизация) и переход коагеля в золь.

Коагуляция играет важную роль во многих технологических, биологических, атмосферных и геологических процессах. Так, при нагревании биополимеров (белков, нуклеиновых кислот) и при некоторых др. воздействиях на них, например изменении pH, наблюдается их К. Явления К. во многих биологических дисперсных системах (например, крови, лимфе) важны в связи с вопросами их агрегативной устойчивости. Очистка природных и сточных вод от высокодисперсных механических примесей, борьба с загрязнением воздушного пространства аэрозолями, выделение каучука из латекса, получение сливочного масла и др. пищевых продуктов - характерные примеры использования коагуляции в практических целях.

**Флокуляция** (от лат. floculi = клочья, хлопья), вид коагуляции, при которой мелкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в жидкой или газовой среде, образуют рыхлые хлопьевидные скопления, т. н. флокулы. Флокуляция в жидких дисперсных системах (золях, суспензиях, эмульсиях, латексах) происходит под влиянием специально добавляемых веществ = флокулянтов, а также при тепловых, механических, электрических и пр. воздействиях. Эффективные флокулянты это растворимые полимеры, особенно полиэлектролиты. Действие полимерных флокулянтов обычно объясняют адсорбцией нитевидных макромолекул одновременно на различных частицах. Возникающие при этом агрегаты образуют хлопья, которые могут быть легко удалены отстаиванием или фильтрованием. Флокулянты (поликремниевая кислота, полиакриламид и др.) широко используются при подготовке воды для технических и бытовых нужд, обогащении полезных ископаемых, в бумажном производстве, в сельском хозяйстве (для улучшения структуры почв), в процессах выделения ценных продуктов из производственных отходов, обезвреживания промышленных сточных вод. При водоочистке полимерные флокулянты применяют обычно в концентрации 0,1-5 мг/л. Флокуляция под действием органических веществ в природных водоёмах = важный фактор их самоочищения.

**Песковая площадка на очистных сооружениях:**

В зависимости от степени использования природных процессов площадки можно разделить на две основные категории: естественного обезвоживания и сушки и интенсивного обезвоживания и сушки.

К первой категории относятся площадки, в которых используются природные процессы испарения и декантации без существенного изменения по сравнению с теми же процессами, происходящими в естественной среде. Как правило, это площадки на естественном основании с поверхностным отводом воды и площадки-уплотнители.

Ко второй категории относятся площадки, в которых определенные факторы природного цикла видоизменены и интенсифицированы. Как правило, это площадки с искусственным дренажом, подогревом, созданием вакуума в дренажной системе, искусственным водонепроницаемым покрытием. Применение того или иного вида площадок зависит от местных условий: специфики климата, наличия дополнительных источников энергии, свободных площадей.

Иловые площадки для ЛОС состоят из карт, окруженных со всех сторон валиками. Размеры карт и число выпусков определяют, исходя из влажности осадка, дальности его разлива и способа уборки после подсыхания.

Площадки естественного обезвоживания и сушки. На площадках естественного природного цикла осадок обезвоживается в процессе уплотнения и последующего отвода иловой воды, а также сушки.

### **Иловые площадки на естественном основании с дренажом:**

Иловые площадки на естественном основании проектируются на хорошо фильтрующих грунтах при залегании грунтовых вод на глубине не менее 1,5 м от поверхности карт и только тогда, когда допускается фильтрация иловой воды в грунт. Если глубина залегания грунтовых вод меньше 1,5 м, то необходимо понижение их уровня.

Подсушенный осадок сгребается бульдозерами или скреперами и отвозится



автомашинами. Влажность подсушенного осадка 75%.

Дальность разлива осадка с влажностью около 97% может составлять 75-100 м. При этом целесообразно строить площадки размером 100 100 м. Дальность разлива осадка с влажностью 93-95% может составлять 20-25 м, в этом случае ширина карт будет ограничена 40-50 м при двустороннем напуске. Узкие площадки предпочтительнее при планировке на территории, имеющей хорошо выраженный уклон.

При плотных и водонепроницаемых грунтах устраиваются иловые площадки на естественном основании с трубчатым дренажом, укладываемом в дренажные канавы. Искусственное дренирующее основание иловых площадок должно составлять не менее 10% их площади.

На канализационных иловых площадках устраиваются дороги с пандусами для съезда на карты автотранспорта и средств механизации.

Наибольшее распространение получили иловые площадки на естественном основании каскадного типа с отстаиванием и поверхностным удалением иловой воды. После заполнения карт иловой площадки осадком и слива отделившейся иловой водой дальнейшее обезвоживание осадка осуществляется путем испарения с поверхности оставшейся влаги.

Следует принимать: рабочую глубину карт — 0,7-1 м; высоту оградительных валиков — на 0,3 м выше рабочего уровня осадка на карте; уклон разводящих труб или лотков — не менее 0,01; число карт — не менее четырех.

Одним из возможных методов, ускоряющих естественную сушку осадка на иловых площ

адках, является процесс ворошения. При этом удаляется растительный покров и разрушается поверхностная корка, что способствует ускоренному подсушиванию осадка в теплое сухое время и более глубокому промораживанию в зимнее.

Усовершенствованным вариантом площадок каскадного типа являются площадки-уплотнители для очистных сооружений. Иловые площадки-уплотнители представляют собой прямоугольные железобетонные резервуары (карты) с отверстиями, расположенными в продольной стенке на разных глубинах и перекрытыми шиберами. Для выпуска илов ой воды, выделяющейся при отстаивании осадка, по высоте продольных стен карт-резервуаров устраивают отверстия, перекрываемые шиберами. Иловую воду направляют для очистки в голову сооружений по аналогии с иловыми площадками с отстаиванием и поверхностным удалением воды. Расстояние между выпусками иловой воды устанавливается не более 18 м. Для механизированной уборки высушенного осадка устраивают пандусы с уклоном до 12%.

Иловые площадки интенсивного обезвоживания и сушки можно подразделить на традиционные и усовершенствованные. К первой категории относятся иловые площадки с вертикальным и горизонтальным дренажом, ко второй площадки с созданием вакуума в дренажной системе, искусственным водонепроницаемым покрытием с продувкой воздухом, нагревом.

Характерной особенностью площадок естественного природного цикла является их полная зависимость от климатических факторов. При проектировании и эксплуатации таких площадок особенно необходимо учитывать эти факторы для получения желаемого результата обезвоженного осадка определенной влажности.

Иловые площадки с искусственным дренажом проектируются с целью получения чистого фильтрата и повышения скорости обезвоживания .

Иловые площадки каскадного типа с естественным основанием и поверхностным отводом воды через колодцы-монахи, установленные в торцах карт, являются иловыми

площадками переходного типа. Стенки колодцев-монахов со стороны карт представляют собой дренажные стенки из двойной арматурной сетки с гравийной загрузкой крупностью 15-20 мм.

Фильтрующая площадка с горизонтальным дренажом (16.3) представляет собой мелкий прямоугольный резервуар с водонепроницаемыми стенками и ложным днищем из специальных панелей. Эти панели имеют клиновидные отверстия размером 1-4 мм. Границу ложного днища делают водонепроницаемой, а стыки между панелями и стенками заделывают.

Фильтрация через горизонтальную дренажную систему может осуществляться фильтрующими панелями со специальными отверстиями или дренажными трубами.

На одной из стенок площадки предусмотрен выпускной клапан, связанный с пространством под ложным днищем. Контролируемая скорость дренажа обеспечивается введением слоя воды в систему до определенного уровня над ложным днищем. Затем медленно вводится осадок и при соответствующих условиях поддерживается на слое воды. После подачи требуемого количества осадка, первоначально введенная вода и иловая

вода из осадка просачиваются через ложное дно. Скорость фильтрации поддерживается постоянной за счет постоянного напора перед выпускной задвижкой. Для успешного процесса обезвоживания необходимо, чтобы осадок и исходный водный слой не смешивались. Техника обезвоживания осадка на таких площадках предусматривает контролируемое образование слоя кека на поверхности раздела осадка и фильтрующей среды, прежде чем сколько-нибудь значительное количество мельчайших частиц попадет на эту поверхность или в отверстия ложного днища и окажется в фильтрате. Производительность фильтрующей площадки по сухому веществу обычно составляет от 2,4 до 4,8 кг/м<sup>2</sup> за одну загрузку.

Дренажная система традиционных фильтрующих иловых площадок с дренажными трубами обычно включает: верхний слой песка высотой 15-25 см, с эффективным диаметром 0,3-1,2 мм и коэффициентом неоднородности менее 5; слой гравия высотой 20-45 см, с размером зерен 0,3-2,3 см; дренажные трубы, часто изготавливаемые из керамики, минимальным диаметром 10 см, с открытыми торцами, расположенные на расстоянии 2-6 см друг от друга.

Для реконструкции существующих площадок может быть использована дренажная система, содержащая вертикальные фильтрующие элементы и трубы для отвода иловой воды. Такая дренажная система выполняется в виде распределенных по поверхности площадки секционных труб и общей, имеющих посадочные места с сетчатыми днищами, в которые устанавливаются вертикальные фильтрующие элементы.

Осадок на фильтрующие карты подается либо в одной, либо в нескольких точках слоем 250-450 мм и остается на картах до высыхания. При благоприятных погодных условиях хорошо сброженный осадок высыхает в течение 2 недель, достигая влажности 60-70%

В качестве фильтрующих элементов дренажных систем могут быть использованы фильтростеклопластиковые трубы. Такие фильтрующие трубы применяются для обустройства скважин. Конструкция горизонтальной дренажной системы состоит из фильтростеклопластиковой трубы. Вертикальный фильтрующий элемент изготавливают из аналогичной трубы, но большего диаметра, покрытой фильтрующим материалом. Он присоединяется к трубопроводам горизонтального дренажа с помощью стальных тройников и фланцевых соединений.

Общая труба соединяется с трубой для отвода иловой воды.

Отмечено, что в начальный период удельные скорости фильтрования через систему вертикального дренажа выше, чем через горизонтальный, затем они выравниваются. На заключительной стадии подсушивания работает только горизонтальный дренаж. При повторном наливе осадка на уже подсохший слой скорость фильтрации значительно снижается.

Визуальные наблюдения за работой дренажной системы при различных типах загрузки показали, что на границе осадок дренажная загрузка образует слой с высоким сопротивлением фильтрации.

Кольматация основания происходит тем быстрее, чем хуже фильтруются осадки, что

связано с большим содержанием в них мелкодисперсных и коллоидных частиц. Слой единовременного напуска осадка на иловые площадки может быть тем больше, чем меньше значение удельного сопротивления осадка. При больших значениях удельного сопротивления осадка основная влага удаляется путем испарения.

Изучение состава и свойств осадков городских сточных вод, проводившееся И.С.Туровским, показало, что нагрузка на иловые площадки в значительной мере зависит от типа и водоотдачи осадка. Анализ данных эксплуатации ряда очистных станций показал, что имеется определенная связь между значениями удельного сопротивления осадка и работой

ИЛОВ  
П  
ых  
площадок.

Иловая площадка содержит водонепроницаемое днище, боковые стенки, дренирующую загрузку, перфорированные трубы, размещенные на днище, воздухопровод и трубопроводы промывной и отфильтрованной воды. Продувку воздухом ведут до необходимой степени обезвоживания. Усовершенствованные площадки интенсивного обезвоживания и сушки осадка. Для интенсификации процесса сушки осадка предлагается продувка его воздухом непосредственно на площадке.

Стенки соседних карт установлены с образованием коридоров, в которых также размещены листы из капиллярно-пористого материала. Иловые площадки оборудованы воздуходувными машинами, соединенными с коридорами воздуховодами.

Использование эффекта капиллярного всасывания ускоряет процесс обезвоживания осадка на иловых площадках.

Иловая площадка с использованием этого эффекта работает следующим образом. При заполнении карт 1 осадком, благодаря силам капиллярного всасывания, вода из осадка впитывается через края листов 4, размещенных в коридоре 3, испаряясь в окружающую среду.

Степень уменьшения требуемой площади и повышения нагрузки на иловые площадки в результате использования прозрачных или полупрозрачных покрытий зависит от

местных условий, таких, как количество выпадающих осадков, температура, солнечная радиация.

За рубежом иловые площадки довольно часто защищают от атмосферных осадков стеклянным покрытием так как цена и стоимость для реконструкций очистных сооружений выделяются. Такое покрытие может существенно улучшить работу площадок, особенно в условиях холодного и влажного климата. Опыт показал, что в некоторых случаях устройство покрытия позволяет на 33% снизить площадь, необходимую для сушки осадков.

### **Иловая площадка с использованием эффекта капиллярного всасывания:**

В нашей стране закрытые площадки, остекленные по типу оранжерей, рекомендуется применять в курортных районах для экономии площадей и снижения интенсивности запахов. Нагрузка по сброженному осадку из метантенков принимается 10 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>год).

Кондиционирование осадка перед обезвоживанием осадков на иловых площадках существенно сокращает продолжительность процесса обезвоживания и улучшает показатели подсушенного осадка. Метод кондиционирования осадка органическими флокулянтами перед подачей его на иловые площадки в настоящее время широко применяется в ФРГ. Влажность сфлокулированного и необработанного флокулянтами сброженного осадков одной из станций после обезвоживания его на иловых площадках соответственно составляли: через 2 суток 76 и 87%, через 5 суток 73 и 86%, через 10 суток 72 и 83%, через 15 суток 71 и 80%, через 20-25 суток примерно 70-77%). При нормальных атмосферных условиях (ФРГ) кондиционированный осадок подсушивается на иловых площадках через 3-4 недели до влажности примерно 75% и его можно убирать без затруднения механизмами. Благодаря коагуляции коллоидов и мельчайших частиц уменьшается явление заиливания дренажа. Обезвоженный осадок имеет проницаемую гидрофобную структуру и даже при дожде не впитывает воду, влажность его не увеличивается.

Асфальтированные иловые площадки с центральным дренажом и подогревом применяются в Дунедине (США, штат Флорида). Эти площадки представляют интерес, вследствие использования на них системы подогрева. Тепловая энергия, получаемая при сжигании биогаза очистных сооружений, используется для нагрева воды, которая циркулирует в трубах, расположенных в заасфальтированной части площадок.

Иловые

площадки подогреваются, но не закрыты. Для кондиционирования осадков применяются полиэлектролиты. Время подсушки осадка в среднем составляет 5 суток и увеличивается до 12 суток в период дождей. Годовая нагрузка на

иловые

площадки по сухому веществу колеблется от 87,9 до 209,9 кг/(м<sup>2</sup>.год).

Для интенсификации работы иловых площадок кроме обработки флокулянтами можно проводить предварительную промывку труднофильт-рующихся осадков очищенной сточной жидкостью, коагуляцию осадков химическими реагентами, а также замораживание и последующее оттаивание осадков. Все эти виды обработки снижают удельное сопротивление фильтрации осадка. Предварительная промывка осадка позволяет увеличить нагрузку на

иловые площадк и на 70%, а использование химических реагентов или присадочных материалов при подсушивании осадков способствует увеличению нагрузки на иловые

площадки в 2-3 раза. Удельное сопротивление аэробно стабилизированных осадков существенно ниже, чем у сброженных. В

иловых

площадках на искусственном основании с дренажом и поверхностным отводом воды при среднегодовой температуре воздуха 3-6 °С и среднегодовом количестве атмосферных осадков до 500 мм после аэробных стабилизаторов по данным ФГУП НИИ ВОДГЕО нагрузка составляет 3-5 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>год) при влажности поступающего осадка 96,5-97%. В этом случае площадь дренажа составляет 8-10% от площади площадки. Размер карты принимают из расчета заполнения ее на рабочую глубину 1-2 м в течение не более 3 суток. Дополнительного повышения производительности

иловой

площадки можно достигнуть, подвергнув аэробно стабилизированный осадок сточных вод обработке нитратом аммония, в количестве 100-150 мг/л. В аэробно стабилизированный осадок (на выходе из аэробного стабилизатора) вводят нитрат аммония и подают на

иловую

площадку. В заполненной

иловой

площадке происходит биологический процесс де-нитрификации нитратного соединения, т.е. нитрата аммония, введенного в осадок. Процесс самопроизвольно осуществляется денитрифицирующими бактериями, входящими в состав бактериальной флоры осадка, и

сопровождается интенсивным газовыделением азота, обеспечивающим флотирование и сгущение частиц осадка. Объем осадка уменьшается в 5-6 раз, концентрация его составляет примерно 50 г/л. Под уплотненным слоем осадка находится иловая вода, содержащая 6-10 мг/л взвешенных веществ. После завершения процесса уплотнения осадка (4-7 ч) открывают дренаж и выпускают иловую воду. Сгущенный осадок опускается на дно и быстро подсушивается, т.к. имеет хорошую структуру за счет наличия большого числа пор, образуемых пузырьками газа. Один цикл работы площадки от момента загрузки до выгрузки сухого осадка составляет не более 1 месяца. Нагрузка достигает 8-10 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> в год при глубине площадки 1,0-1,5 м.

Исследования применения отечественных флокулянтов для интенсификации работы иловых площадок проводились на сброженной смеси осадков и аэробно-стабилизированном активном иле на лабораторных моделях и в опытно-промышленных условиях на иловой площадке размером 600 м<sup>2</sup>, оборудованной системами вертикального и горизонтального дренажей из стеклопластиковых фильтров. Лучшие результаты были получены при использовании флокулянта марок КНФ и К-10 При этом влажность осадка 78-81% достигнута примерно в два раза быстрее, чем при подсушивании осадка, необработанного флокулянтами. Удельная производительность площадки при обезвоживании осадка, обработанного флокулянтами, составляла 4,5-6 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>-год). Дренажная загрузка состояла из слоя песка 50-150 мм с размерами фракций 1-3 мм и 3 слоев щебня с размерами фракций сверху вниз 5-3 мм, 10-5 мм, 15-10 мм. Исследования показали, что нагрузка на иловые площадки при подсушивании стабилизированного активного ила и сброженного осадка для условий средней полосы России соответственно 4,5 и 5 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>-год).

Полная площадь иловых площадок должна быть увеличена на 20-40% для устройства ограждающих валиков и подъездных дорог.

Принципы расчета иловых площадок на канализационных очистных сооружениях. Метод расчета иловых площадок был разработан в двадцатые годы Имгоффом и практически без изменений просуществовал до наших дней. В основу расчета положена нагрузка  $K_f$  м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>год), устанавливающая допустимый объем осадков, размещаемых на единице поверхности иловой площадки в год.



Проведенные в последнее время исследования работы иловых площадок показали, что процесс обезвоживания необходимо рассматривать как сложный, состоящий из нескольких элементарных процессов.

В период отрицательных температур подаваемый осадок намораживается. Для зимнего намораживания отводится 80% площади иловых площадок, а 20% предназначены для размещения осадка в период таяния ранее намороженного.

Стадия фильтрации обусловлена свойствами осадка и особенностями дренажной системы, а скорость декантации способностью осадка к уплотнению.

Скорость удаления влаги в результате сушки, по данным исследований, зависит от скорости ветра и дефицита влажности в воздухе над площадками.

Процесс ворошения существенно ускоряет естественную сушку осадка на иловых площадках. Скорость ветра над поверхностью осадка, заросшего растительностью, практически равна нулю, дефицит упругости водяного пара характеризуется понижением от верхнего яруса листьев к нижнему ярусу фактически до нуля, следовательно, скорость испарения воды из осадка, густо заросшего растительностью, равна нулю. Образование на поверхности осадка корки из пересушенного осадка уменьшает скорость сушки в 4 раза.

Интенсификация работы иловых площадок. Увеличение производительности площадок возможно за счет проведения следующих мероприятий: уплотнения осадка, подаваемого на площадки; обеспечения механического ворошения и удаления высушенного осадка с площадки; кондиционирования осадка перед подачей его на площадку; продувки осадка воздухом непосредственно на площадке; устройства над площадкой полупрозрачного покрытия или общего покрытия тепличного типа с соответствующими системами вентиляции; использования вакуумных систем для ускорения фильтрации; устройства систем подогрева осадка непосредственно на иловых площадках.

Свойства обрабатываемого осадка, особенно способность к уплотнению и удельное сопротивление фильтрации, влияют на выбор конструкции иловой площадки: при  $g$  4000 -1010 см/г с отстаиванием и поверхностным удалением воды.

При ворошении удаляется растительный покров и разрушается поверхностная корка, что способствует ускоренному подсыханию осадка в теплое сухое время и более глубокому промораживанию в зимнее.

Удельное сопротивление фильтрации аэробно стабилизированного активного ила в 20-100 раз меньше удельного сопротивления фильтрации сброженного осадка, поэтому для обезвоживания аэробно стабилизированного активного ила рационально использовать площадки с дренажом.

Обезвоживание сброженного осадка, имеющего удельное сопротивление фильтрации порядка 4000 -1010 см/г, на картах с горизонтальным дренажом имеет низкую эффективность. Скорости фильтрации не превышают 0,48 кг/(м сут), что в 1,5 раза меньше скорости испарения с дефицитом влажности 6 мбар. Дренаж площадки быстро кольматируется и перестает пропускать фильтрат. Количество воды, выделяемой в процессе фильтрации через дренаж, незначительно. Для сброженных осадков наиболее эффективным методом обезвоживания на иловых площадках является технология раздельного уплотнения, сушки и намораживания. С увеличением глубины уплотняемого слоя осадка скорость уплотнения растет и снижается вероятность расслоения осадка. Уплотнение осадка рекомендуется проводить при высоте налива не менее 2,5 м, а сушку и намораживание слоями не более 0,3 м.

Выбор оптимальной технологии обезвоживания осадка может существенно повысить производительность иловых площадок. Режим напуска, прежде всего высота и кратность налива, зависят от вида осадка, его концентрации, особенностей подготовки и времени года. При подаче на площадку стабилизированного активного ила с начальной влажностью до 98%, высота налива должна составлять 0,8-1 м. В этом случае значительный объем дренажной воды отводится через систему вертикального дренажа.

Применяются многоступенчатые иловые пруды, в которых производится перепуск жидкого осадка и воды в последующие карты, а в предыдущих картах осуществляется подсушивание и разгрузка. В Даугавпилсе (Латвия) были построены

иловые  
пруды площадью 12,0 га периодического действия с фильтрацией  
иловой  
воды в грунт.

Иловые пруды. В развивающихся странах широкое распространение получили иловые пруды (лагуны), выполняемые в виде канав или путем обвалования дамбами естественных углублений либо оврагов. Стоимость устройства

иловых

прудов меньше, чем

иловых

площадок, прежде всего за счет использования естественных выемок и простоты конструкции. Необходимым условием во всех случаях является залегание грунтовых вод ниже

иловых

прудов. После заполнения лагуны засыпаются слоем местного грунта толщиной до 40 см. Осадки перегнивают в течение нескольких лет, после чего используются в качестве удобрения.

Лагуны рекомендуется использовать для обработки хорошо сброженного осадка, в противном случае может ухудшиться санитарно-гигиеническое состояние окружающей среды и нанесен значительный ущерб землепользованию.

Разработана конструкция иловых прудов глубиной 6 м с экранированием дна и откосов полимерной пленкой. В таких прудах борозды (канавы) послойно заполняются осадком, а наверху насыпается слой грунта толщиной 0,7 м. Спустя год или два на этом месте высаживаются деревья лесозащитного или лесопаркового назначения.

В блочно-модульных канализационных очистных сооружениях обезвоживание определяется проектом, как правило производители очистных сооружений стараются обезвожить на мешках (мешковых обезвоживателях).