

# 10.4. Естественная сушка осадков

Иловые площадки устраивают:

- на естественном основании с дренажем или без дренажа;
- на искусственном дренирующем или асфальтобетонном основании.

По принципу работы они бывают:

- каскадные иловые площадки с отстаиванием и поверхностным удалением иловой воды;
- площадки уплотнители;
- площадки с механическим удалением осадка.

При подсушивании осадка на иловых площадках наблюдаются следующие процессы:

- уплотнение и удаление жидкой фазы с поверхности;
- фильтрование жидкой фазы через слой осадка и ее удаление с помощью дренажа;
- испарение жидкости со свободной поверхности осадка.

Основным недостатком работы иловых площадок является зависимость нагрузки на них от конструкции, климатических условий, гранулометрического состава твердой фазы осадка, его влагосодержания и др.

Осадок на иловых площадках подсыхает медленно. Так для условий России срок подсушки осадка до влажности 75 ÷ 80 % составляет 3 ÷ 6 лет.

Для интенсификации работы иловых площадок и повышения нагрузки на них применяют предварительную промывку труднофильтрующихся осадков очищенной сточной водой, коагуляцию осадков химическими реагентами или замораживание с последующим оттаиванием осадков. Предварительная промывка осадка позволяет увеличить нагрузку на иловые площадки на 70 %, а использование химических реагентов способствует увеличению нагрузки на иловые площадки в 2 ÷ 3 раза.

Годовое количество осадка подаваемого на иловые площадки, м<sup>3</sup>/год,

$$Q = 365(Q_1 + Q'_2),$$

где,  $Q_1$  – объем осадка из первичных отстойников, м<sup>3</sup>/сут;  $Q'_2$  – уплотненный (до 98,2 % влажности) избыточный активный ил, м<sup>3</sup>/сут:

$$\frac{Q'_2}{Q_2} = \frac{100 - W_2}{100 - W'_2},$$

где,  $Q_2$  - объем избыточного активного ила, м<sup>3</sup>/сут;  $W_2$  - влажность исходного избыточного активного ила,  $W_2 = 99,6$  %;  $W'_2$  - влажность уплотненного избыточного активного ила,  $W'_2 = 98,2$  %.

Полезная площадь площадок, м,

$$F_{пол} = \frac{Q}{q},$$

где,  $q$  - нагрузка на иловые площадки, м<sup>3</sup>/год (принимается в соответствии с рекомендациями СНиП).

## 10.5. Термическая сушка и сжигание осадков

Термическая сушка предназначена для обеззараживания и уменьшения массы осадков сточных вод, предварительно обезвоженных механическим способом. Существует несколько способов термической сушки: конвективный, радиационно-конвективный, кондуктивный, сублимационный в электромагнитном поле.

Конвективный способ основан на влагообмене изделий и сушильным воздухом. Процесс сушки заключается в подводе влаги к поверхности изделия превращения её в пар и удаления пара с поверхности изделий, сушильным воздухом. По такой схеме происходит удаление осмотически связанной влаги. Адсорбционно связанная влага, превращается в пар внутри изделий и в таком виде перемещается к поверхности. Попросту говоря, конвективный способ сушки - это сушка изделий обдувом сушильным воздухом с последующим удалением влаги из сушилки.

Радиационная сушка – это подведение тепла к высушиваемому изделию посредством энергии излучения: инфракрасными лампами, электролампами, электроспиральями, нагретыми поверхностями, излучающими тепло.

В отличие от конвективной сушки при кондуктивном способе испарение влаги происходит за счет передачи тепла высушиваемому продукту через нагретую поверхность.

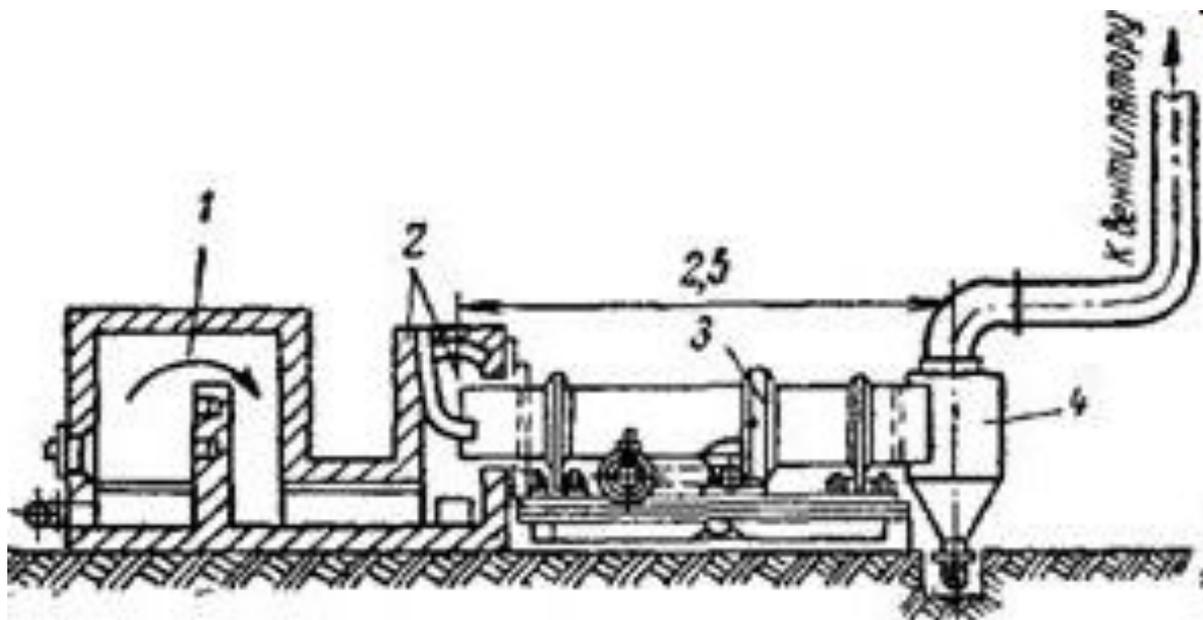
Сублимационная сушка основана на удалении влаги из замороженного состояния. При этом влага в виде льда переходит в газообразную фазу, минуя жидкую.

Наиболее распространенным является конвективный способ сушки. Он основан на непосредственной передаче тепловой энергии высушиваемому материалу теплоносителем - сушильным агентом. В качестве сушильного агента могут использоваться топочные газы, перегретый пар и горячий воздух.

Сушилки конвективного типа подразделяют на две группы:

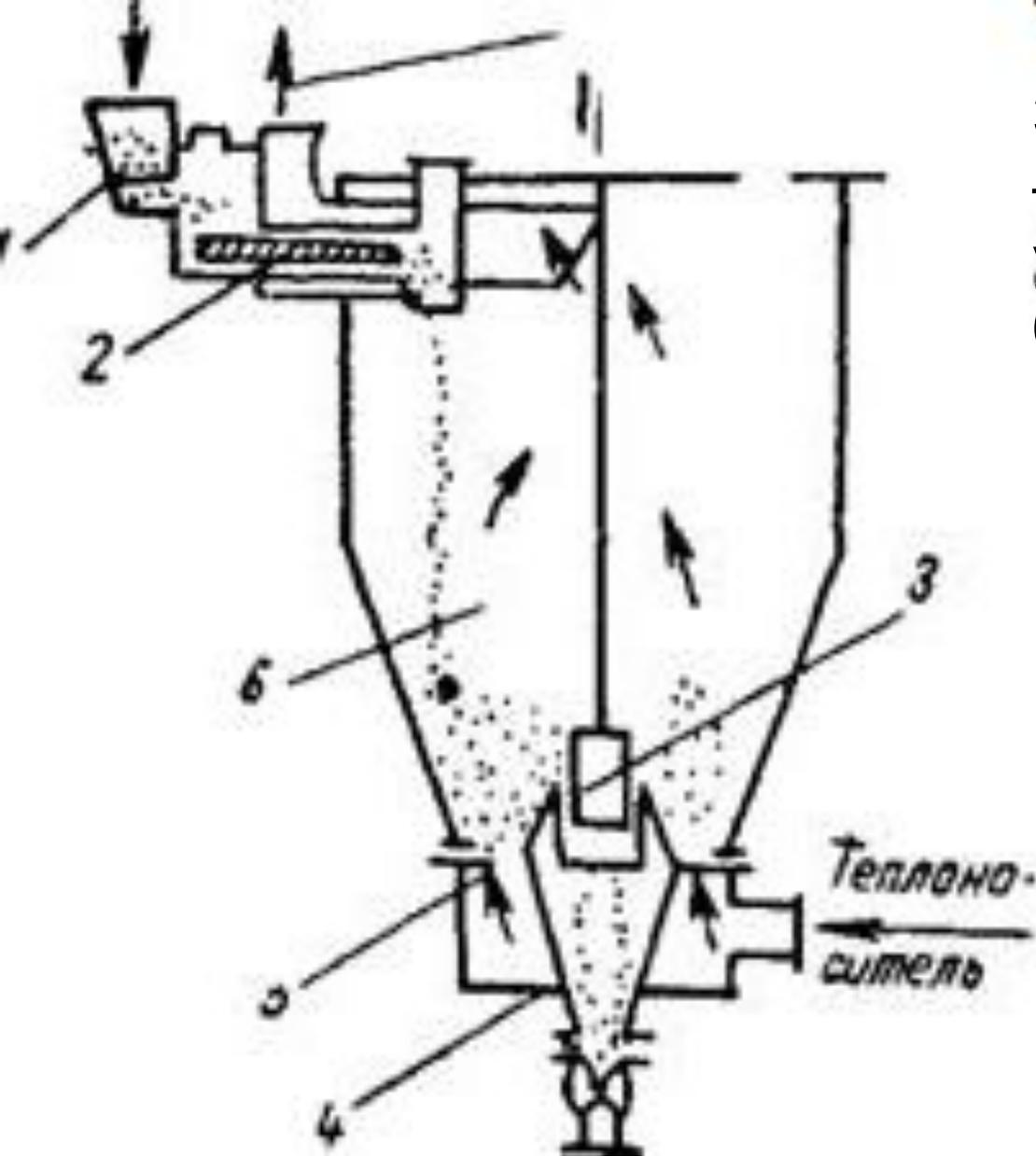
- в которых при продувке сушильного агента через слой материала частицы его остаются неподвижными (барабанные, ленточные, щелевые и др.);
- в которых частицы материала перемещаются и перемешиваются потоком сушильного агента (сушилки со взвешенным (псевдооживленным) слоем (кипящим, фонтанирующим, вихревым) и пневмосушилки).

Термическая сушка может применяться в качестве заключительного этапа обработки осадка или в качестве этапа подготовки осадка к ликвидации его путем сжигания.



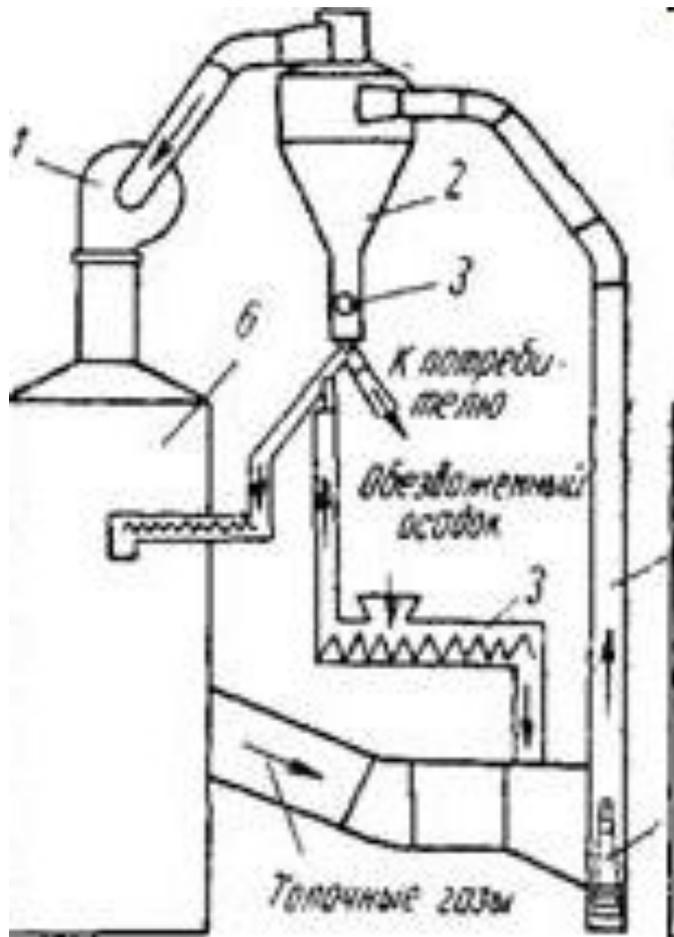
Сушилка барабанного типа

1 — топка; 2 — загрузочная камера; 3—барабан;  
4—выгрузочная камера



1 — бункер; 2 — питатель;  
 3 — переливной порог; 4  
 — разгрузочное  
 устройство; 5 — решетка;  
 6 — сушильная камера

Схема сушилки с  
 фонтанирующим слоем



1 — вентилятор  
отсасывающий:  
2 — циклон; 3 — раздаточный  
узел; 4 — вертикальная труба;  
5 — мельница; 6 — печь

Схема пневмосушилки фирмы  
«Раймонд»

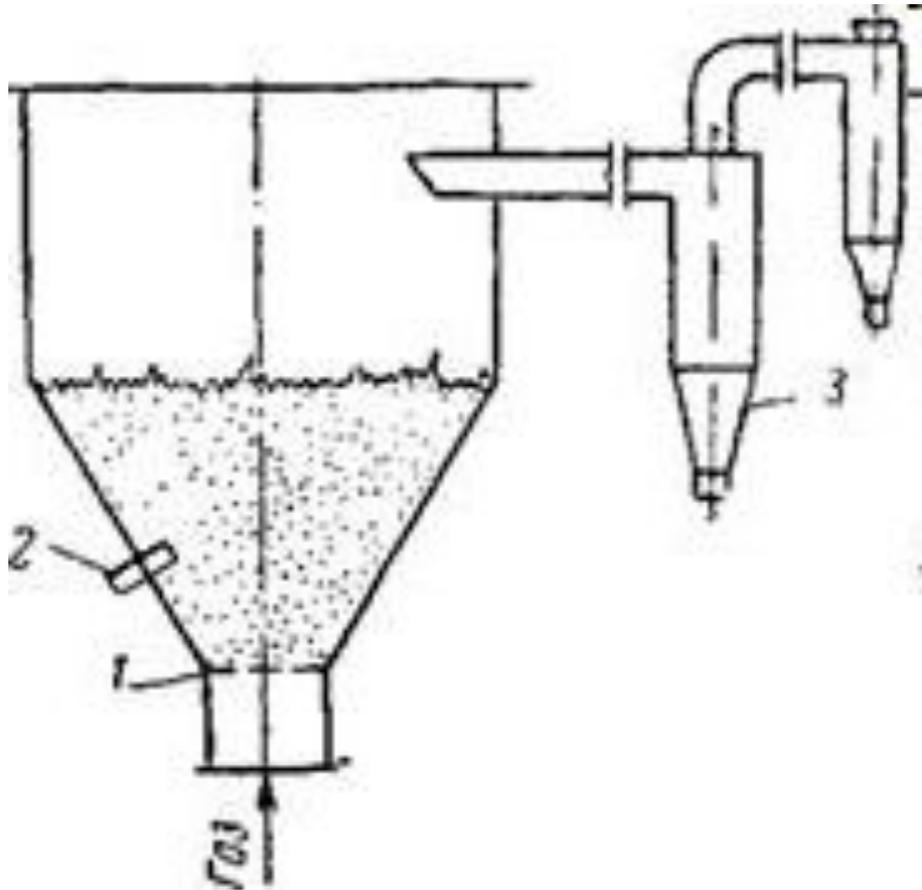


Схема сушилки с кипящим слоем инертного носителя

1 — газораспределительная опорная решетка; 2 — форсунка; 3 - циклон

*Расчет сооружений для  
термической сушки осадков*

Расчет оборудования производят по количеству испаряемой влаги.

Количество влаги в кеке, подаваемом на сушку, т/сут:

$$B_1 = \frac{Q_{\text{сух}} W_{\text{к}}}{100 - W_{\text{к}}},$$

где,  $Q_{\text{сух}}$  - количество кека по сухому веществу, т/сут;  $W_{\text{к}}$  - влажность кека, %.

Количество влаги осадка после термосушки, т/сут:

$$B_2 = \frac{Q_{\text{сух}} W_{\text{с}}}{100 - W_{\text{с}}},$$

где,  $W_{\text{с}}$  - влажность осадка после термосушки, %.

Количество испаряемой влаги; т/сут:

$$\Delta B = B_1 - B_2.$$

Продолжительность работы сушилки, ч/сут:

$$t = \frac{\Delta B}{q_c},$$

где,  $q_c$  - производительность сушилки, т/ч.

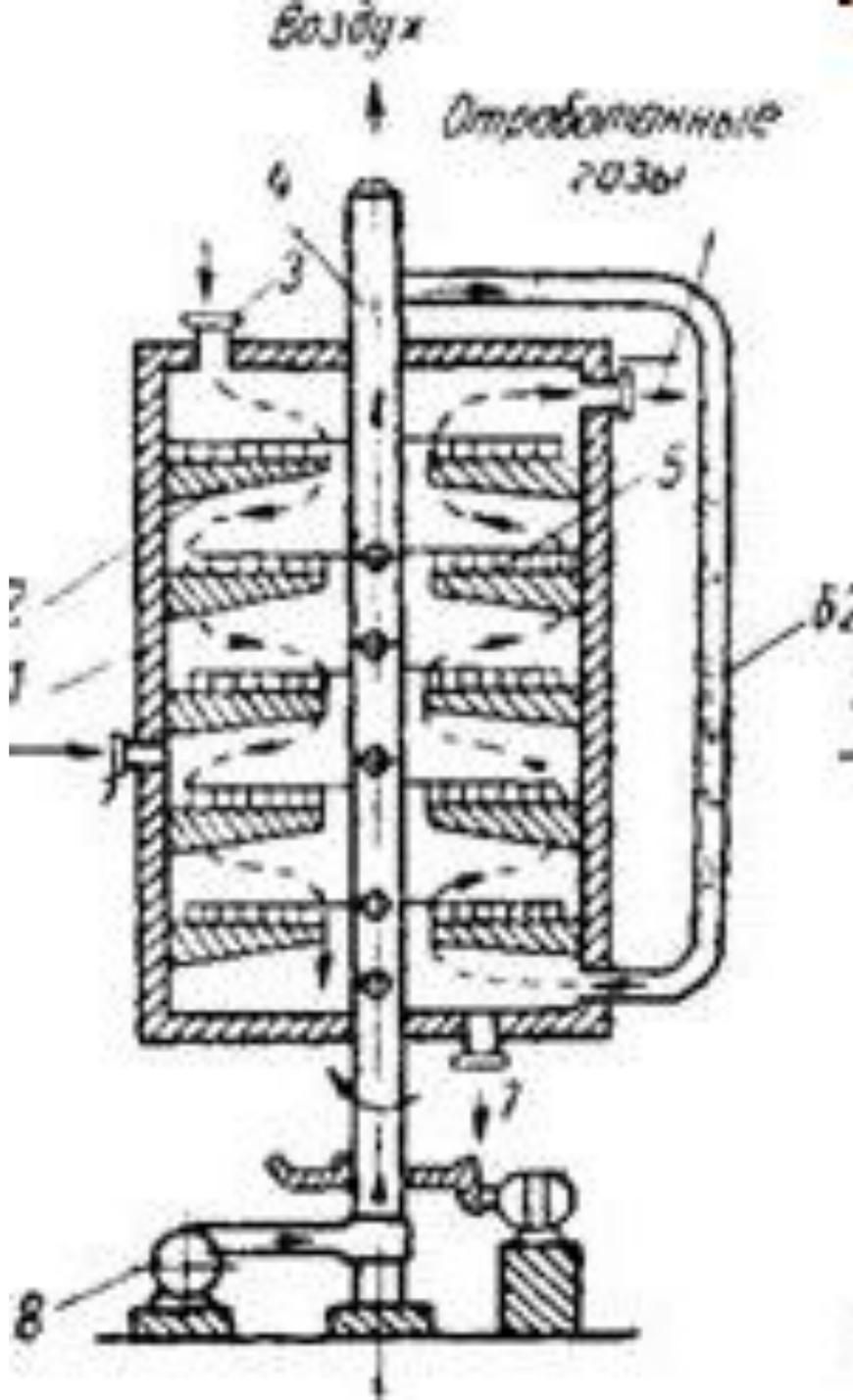
Сжигание осадков производится в тех случаях, когда их полезные свойства невозможно или экономически нецелесообразно использовать.

При сжигании большинство осадков используют в качестве топлива, поскольку по составу горючей массы и теплоте сгорания они близки к бурому углю и торфу.

Зола, образующаяся при сжигании осадков, может использоваться для подщелачивания почв; в промышленности строительных материалов, в качестве присадочного материала в процессе кондиционирования осадков перед их обезвоживанием.

Термический метод обезвреживания осадков в зависимости от условий режима окисления и разложения, технического оформления; процесса и состава отходов подразделяют на ряд способов:

- окисление органических веществ при температуре выше 700 °С и давлении ниже 0,2 МПа кислородом воздуха - сжигание;
- окисление органических веществ в присутствии катализаторов при температуре 100 ÷ 500 °С и атмосферном давлении;
- окисление органических веществ в присутствии катализаторов при температуре 100 ÷ 500 °С и давлении до 35 МПа;
- окисление органических веществ при температуре 100 ÷ 300 °С, давлении выше 0,2 МПа и неполном испарении воды - "мокрое" сжигание или процесс Циммермана (жидкофазное окисление);
- разложение органических веществ при температуре 1500 ÷ 1700 °С в бескислородной или бедной кислородом среде - пиролиз.



## Схема многоподовой печи для сжигания осадка

1 — корпус печи; 2 — огнеупорный под; 3 — загрузочное устройство; 4 — вращающийся вал; 5 — скребковые мешалки; 6 — рециркуляционный трубопровод; 7 — выгрузочное отверстие; 8 — воздуходувка

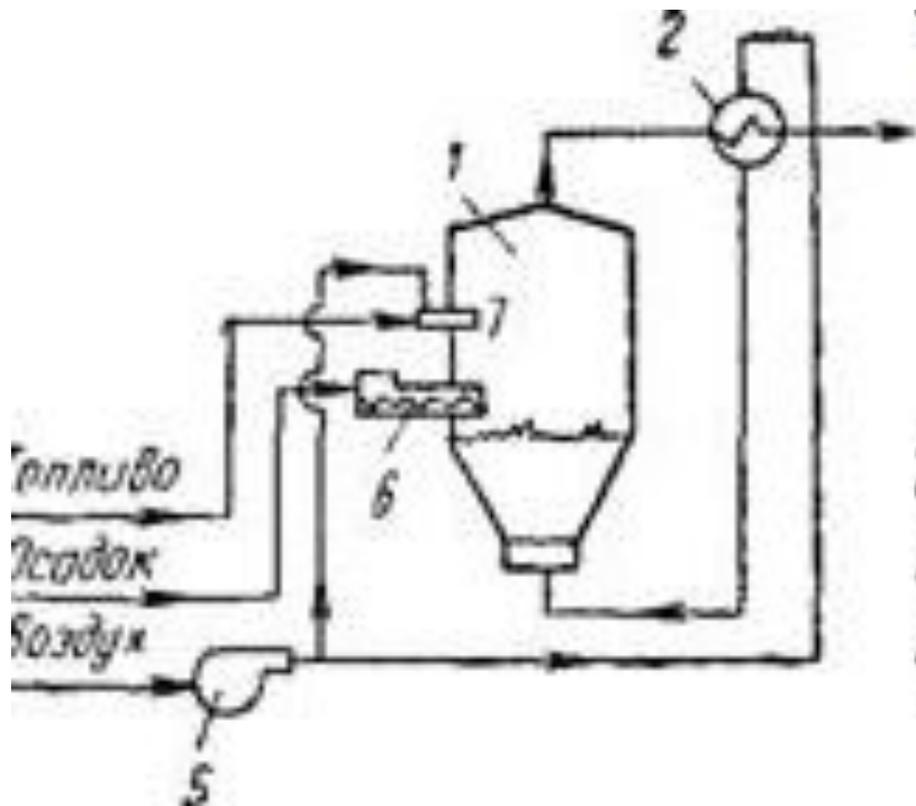


Схема установки для сжигания осадков сточных вод в кипящем слое

1— реактор с кипящим слоем, 2—теплообменник, 3 — мокрый скруббер, 4 — гидроциклон; 5 — дутьевой вентилятор, 6— загрузочное устройство — шнековый питатель; 7 — пусковая форсунка

Количество влаги в осадке (кеке), подаваемом на сжигание, т/сут,

$$B_1 = \frac{M_{\text{сух}} W_{\text{к}}}{100 - W_{\text{к}}}$$

где:  $M_{\text{сух}}$  – количество кека, подаваемого на сжигание по сухому веществу, т/сут;

$W_{\text{к}}$  – влажность кека, подаваемого на сжигание, %.

Количество кека по сухому веществу, т/сут,

$$M_{\text{сух}} = M_{\text{к}} \frac{100 - W_{\text{к}}}{100}$$

при чем,  $M_{\text{к}}$  – количество кека, фактической влажности, подаваемого на сжигание, т/сут.

Количество влаги в высушенном осадке, т/сут,

$$B_2 = \frac{M_{\text{сух}} W_c}{100 - W_c}$$

здесь,  $W_c$  – влажность высушенного осадка, %, принимаемая в зависимости от вида осадка по паспортным данным оборудования.

Количество испаряемой влаги, т/сут,

$$B = B_1 - B_2$$

Количество золы, образующейся в результате сжигания осадка, т/сут,

$$M_3 = (M_k - B)\eta$$

где,  $\eta$  - зольность осадка, доли единицы.

# 10.6. Обеззараживание осадка

Методы обеззараживания осадков сточных вод можно подразделить на три основные группы:

- термические методы;
- химические методы;
- радиационные методы.

Термические методы заключаются в нагревании осадка. Так при нагревании жидких осадков до температуры около 100 °С и экспозиции в несколько минут происходит гибель яиц гельминтов и отмирание патогенных микроорганизмов. При термическом режиме 52...56 °С в течении 5 минут погибают многие патогенные бактерии, а при температуре 62...71 °С и времени экспозиции до 30 минут отмирают вирусы. Поэтому термическая обработка опасных в санитарном отношении осадков является обязательной стадией их обработки, особенно в технологических процессах, предусматривающих утилизацию осадка.

Химическое обеззараживание жидких и обезвоженных осадков осуществляется в случаях дальнейшего их использования в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения. В этих случаях используют известь, аммиак и тиазол, формальдегид и мочевины. Остаточное содержание в осадках этих веществ предотвращает реактивацию патогенных микроорганизмов и поддерживает стабильность осадков.

Радиационные методы обеззараживания осадков заключаются в обработки их ускоренными электронами и гамма-лучами. В результате уничтожаются патогенные кишечные бактерии и яйца гельминтов. После такой обработки осадки должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к осадкам, используемым в качестве удобрений.

На ряду с представленными выше методами обеззараживания широко используется биотермическая обработка в полевых условиях, т.е. компостирование. Такой обработке осадки подвергаются в смеси с наполнителями, в качестве которых могут выступать твердые бытовые отходы, торф, опилки, листва, солома, молотая кора, или с готовым компостом. Соотношение компонентов в смеси обезвоженных осадков сточных вод и твердых бытовых отходов составляет 1:2 по массе, а в смеси с другими из указанных наполнителей – 1:1 по объему с получением смеси влажностью не более 60%.

Процесс компостирования осуществляется на обвалованных асфальтобетонных или бетонных площадках. При этом высота штабелей компостируемой смеси устанавливается в зависимости от способа аэрации:

- при естественной аэрации – 2,5...3,0 м;
- при искусственной (принудительной) аэрации – до 5 м.

При проектировании искусственно аэрируемых штабелей следует предусматривать:

- укладку перфорированных труб диаметром 100...200 мм с отверстиями 8...10 мм в основании каждого штабеля;
- удельный расход воздуха на аэрацию 15...25 м<sup>3</sup>/ч на 1 т органического вещества осадка.

Длительность процесса компостирования зависит от способа аэрации, состава осадка, вида наполнителя и климатических условий. Ее следует принимать на основании опыта эксплуатации компостных площадок в аналогичных условиях или по данным научно-исследовательских организаций.

Установки компостирования должны быть оснащены средствами механизации для загрузки и выгрузки осадка, приготовления смеси и ее перемешивания в процессе компостирования.

# 10.7. Кондиционирование осадков

Кондиционирование осадков – это вид обработки, при котором осадок изменяет структуру и формы связи воды, благодаря чему он лучше обезвоживается. Кондиционирование является подготовительным этапом перед уплотнением (сгущением) или механическим обезвоживанием осадков.

Кондиционирование может осуществляться различными способами:

- реагентной обработкой;
- тепловой обработкой;
- жидкофазным окислением;
- криогенной обработкой.

Наибольшее распространение на сегодняшний день получила реагентная обработка. В большинстве случаев под ней подразумеваются химическая коагуляция и флокуляция осадков. В качестве коагулянтов и флокулянтов используются в основном те же реагенты, что при реагентной обработке сточных вод.

В процессе коагулирования возможны три варианта взаимодействия электролитов:

- нейтрализм электролитов, когда они как бы независимы друг от друга;
- антагонизм электролитов, когда они как бы противодействуют друг другу и их требуется добавлять в большем количестве, чем это требуется по правилу аддитивности;
- синергизм электролитов, когда они как бы помогают друг другу, и их требуется меньшее количество, чем нужно по правилу аддитивности.

Для улучшения процесса обезвоживания осадков кроме коагулянтов и флокулянтов используют различные присадочные материалы, которые способствуют формированию жесткого скелета на фильтровальной поверхности, препятствуют слипанию частиц осадка и их деформации. В результате добавления этих материалов увеличивается производительность фильтров, лучше снимается обезвоженный осадок, а фильтрат имеет меньшую загрязненность. Обычно по массе добавляют 3...4 части присадочного материала на одну часть твердой фазы осадка. Практикуется также совместное использование коагулянтов, флокулянтов и присадочного материала.

Тепловая обработка считается перспективным методом, особенно для органических осадков с зольностью 30...40 %. Сущность этого метода заключается в нагревании осадка в герметическом резервуаре типа автоклав до температуры 150...200 °С и выдерживании его в течение 0,5...2,0 часов. Температура нагрева и продолжительность экспозиции зависят от свойств осадка и определяются экспериментально. В процессе такой обработки до 40 % сухого вещества осадка переходит в раствор. При этом осадок за короткий промежуток времени уплотняется до влажности 92...94 %, а его объем снижается до 20...30 % от первоначального. Осадок приобретает хорошие водоотдающие свойства и становится стерильным. Уплотненный осадок хорошо обезвоживается на вакуум-фильтрах и фильтр-прессах.

Так как в процессе тепловой обработки значительная часть органического вещества осадка переходит в раствор, вода, образующаяся при его уплотнении и обезвоживании, имеет повышенную загрязненность (ХПК до 10 г/л). Эту воду обычно направляют на обработку в аэрационные сооружения, что требует увеличения их производительности на 10...15 %. Жидкофазное окисление или процесс Циммермана представляет собой процесс окисления органических веществ при температуре 100...300 °С и давлении выше 0,2 МПа.

Криогенная обработка не получила широкого распространения. Она подразумевает замораживание и последующее оттаивание осадка. В результате такой обработки часть связанной воды переходит в свободную, происходит коагуляция твердых частиц осадка и снижается его удельное сопротивление. При оттаивании осадки приобретают зернистую структуру, а их влагоотдача увеличивается. Замораживание производят при температуре от  $-5$  до  $-10$  °C в течение 50...120 минут. После оттаивания осадки уплотняют до влажности 80...85 %, а затем подсушивают.

## 10.8. Хранение и складирование осадка

Механически обезвоженный осадок следует хранить на открытых площадках с твердым нефилтующим покрытием. При этом высота его слоя должна составлять 1,5...3,0 м. Для хранения термически высушенного осадка с учетом климатических условий могут быть предусмотрены площадки аналогичные площадкам для хранения механически обезвоженного осадка, а также, при соответствующем обосновании, - закрытые склады.

Размеры указанных складов следует определять исходя из 3-4-месячного производства с учетом механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Неутилизируемые осадки должны складироваться или захораниваться в сооружениях, обеспечивающих предотвращение загрязнения окружающей среды их компонентами. Места складирования и захоронения необходимо согласовывать с местными органами власти и органами экологического и санитарно-эпидемиологического надзора.