**Термическая сушка осадков сточных вод**

Термическая сушка предназначена для обеззараживания и уменьшения массы осадков сточных вод, предварительно обезвоженных на вакуум-фильтрах, центрифугах или фильтр-прессах. Этот прием упрощает задачу удаления осадков с территорий очистных станций и их дальнейшей утилизации.  
Осадок после термической сушки представляет собой незагнивающий, свободный от гельминтов и патогенных микроорганизмов, внешне сухой (влажностью 10-50%) сыпучий материал.

Известны различные способы термической сушки: конвективный, радиационно-конвективный, кондуктивный, сублимационный в электромагнитном поле. Наиболее распространен конвективный способ сушки, при котором необходимая для испарения влаги тепловая энергия непосредственно передается высушиваемому материалу теплоносителем — сушильным агентом. В качестве сушильного агента могут использоваться топочные газы, перегретый пар или горячий воздух.

Применение топочных газов предпочтительно, так как процесс сушки осадков производится при относительно высоких температурах (500-800°С) и это позволяет уменьшить габариты сушильных установок и расход энергии на транспортирование отходящих газов.

Сушилки конвективного типа можно разделить на две группы: I – при продувке сушильного агента через слой материала частицы его остаются неподвижными — барабанные, ленточные, щелевые и др.; II – частицы материала перемещаются и перемешиваются потоком сушильного агента — сушилки со взвешенным (псевдоожиженным) слоем (кипящим, фонтанирующим, вихревым) и пневмосушилки.

Любая сушильная установка состоит из сушильного аппарата и вспомогательного оборудования — топки с системой топливоподачи, питателя, циклона, скруббера, тягодутьевых устройств, конвейеров и бункеров, контрольно-измерительных приборов и автоматики.

Барабанные сушилки работают по схеме с прямоточным движением осадка и сушильного агента, в качестве которого применяют топочные газы. На рис. 16.19 показана сушилка барабанного типа. Сушильный агрегат состоит из топки, сушильной камеры и вентиляционного устройства. Со стороны входа находится загрузочная камера 2, а со стороны выхода — разгрузочная камера 4. Топка расположена со стороны входа в сушильную камеру. Для отсоса отработавших газов устанавливают вентилятор. Барабан установлен наклонно к горизонту с углом 3-4°, покоится на катках и имеет привод, от которого осуществляется вращение. Температура топочных газов на входе в сушилку 600-800°С, на выходе из нее — 170-250 °С. Осадок перед его загрузкой в барабан требует некоторой обработки. Влажность поступающего в барабан осадка должна быть не более 50%, иначе он будет прилипать к внутренней поверхности барабана.

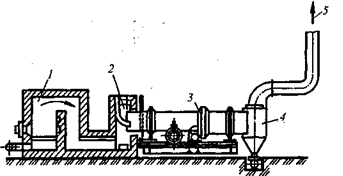


Рис. 16.19. Барабанная сушилка:  
1 – топка; 2 и 4 – загрузочная и выгрузочная камеры; 3 – барабан; 5 – отвод дымовых газов

Осадок перемещается в барабане благодаря движению топочных газов и вращению барабана. Частота вращения барабана 1,5-8 об/мин. Для равномерного распределения осадка по сечению барабана внутри устанавливаются насадки (винтовая, лопастная или секторная). Для измельчения и перемешивания осадка в начале и конце сушилки дополнительно устанавливаются корабельные цепи, свободно подвешиваемые к внутренней поверхности барабана.

После сушки в барабанной сушилке осадок не загнивает, не содержит гельминтов и патогенных микроорганизмов, имеет влажность 20-30%. Серийные барабанные сушилки выпускаются диаметром 1-3,5 м и длиной 4-27 м.

Барабанные сушилки имеют большую единичную производительность, но малое напряжение по влаге, что обусловливает их большие габариты, массу и металлоемкость. Они имеют низкий к.п.д., требуют высоких капитальных затрат и относительно сложны в эксплуатации.

Сушилки со встречными струями газовзвеси получили распространение в последние годы. Сущность метода сушки во встречных струях заключается в том, что частицы материалов, находясь во взвешенном состоянии в горячем газовом потоке, т.е. образуя вместе с ним так называемую газовзвесь, движутся по соосным горизонтальным трубам навстречу друг другу и в результате ударной встречи струй вступают в колебательное движение, проникая из одной струи в другую. Это приводит к увеличению истинной концентрации материалов в зоне сушки. При достаточно высоких скоростях сушильного агента происходит измельчение материала. При этом также увеличивается суммарная площадь поверхности тепло- и массообмена.

Основными элементами сушильной установки (рис. 16.20) являются аппарат со встречными струями, который выполнен в виде двух горизонтальных разгонных труб, врезанных в вертикальную пневмотрубу, и воздушно-проходной сепаратор.

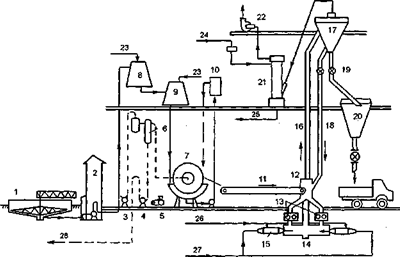


Рис. 16.20. Схема установки для термической сушки механически обезвоженных осадков в сушилке со встречными струями:  
1 – осадкоуплотнитель; 2 – насосная станция; 3 – вакуум-насос; 4 – насос для откачки фильтрата; 5 – компрессор; 6 – ресивер; 7 – вакуум фильтр; 8, 9 – смесители; 10 – емкость для ингибированной кислоты; 11 – ленточный конвейер для подачи осадка; 12 – приемная камера; 13 – двухвалковые шнековые питатели; 14 – сушильная камера с разгонными трубами; 15 – камеры сгорания; 16 – вертикальный стояк; 17 – сепаратор воздушно-проходного типа; 18 – трубопровод ретура; 19 – шлюзовые затворы; 20 – подача сухого осадка в бункер готового продукта; 21 – водяной скруббер; 22 – вентилятор; 23 – подача реагентов; 24 – подача воды; 25 – отвод шлама; 26 – подача газа; 27 – подача воздуха; 28 – отвод фильтрата

Обезвоженный осадок подается ленточным конвейером и шне-ковыми питателями в сушильный элемент со встречными струями, выполненный в виде двух труб, врезанных в вертикальный стояк. Сушка производится по ретурной схеме, т.е. с добавкой высушенного осадка к осадку, подаваемому на сушку. Высушенный гранулированный осадок выгружают из аэрофонтанного аппарата. Кек с ретуром смешивают в шнековом питателе, обеспечивающем подачу однородной по составу и влажности смеси.

Вторая ступень сушки проходит в сепараторе воздушно-проходного типа (аэрофонтане). В нем увеличивается время контакта сушильного агента с осадком и происходит классификация частиц. Крупные частицы осадка через шлюзовый затвор поступают в бункер готового продукта, а мелкие частицы потоком сушильного агента увлекаются в водяной скруббер.

Сушилки со встречными струями имеют производительность 0,7-3 т/ч по испаряемой влаге. Эти сушилки по сравнению с барабанными сушилками позволяют сократить капитальные затраты в 3-4 раза, а эксплуатационные – на 15%.

Пневматические сушилки (трубы-сушилки) применяют за рубежом. Обезвоженный осадок предварительно смешивают с термически высушенным и измельчают в сушильной мельнице. Осадок сушат в вертикальной трубе длиной до 20 м, по которой происходит движение снизу вверх топочных газов и взвешенных в их потоке частиц осадка. Высушенный осадок с влажностью 10-15% отделяют от отходящих газов в циклоне и с помощью раздаточного узла либо расфасовывают, либо подают в печь, где его сжигают. Туда же отсасывающим вентилятором подают запыленные отходящие газы. Часть обезвоженного осадка шнековым питателем подают в сушильную мельницу.

В последние годы широкое применение получили сушилки с подвижным слоем. В сушилке с фонтанирующим слоем влажный осадок с помощью питателя подается в сушильную камеру. Теплоноситель, поступающий в ее нижнюю часть через газораспределительную решетку, подхватывает частицы влажного осадка, увлекает их за собой и фонтаном отбрасывает к стенкам камеры. Частицы осадка сползают по боковым поверхностям конуса к решетке, где вновь подхватываются потоком теплоносителя. Таким образом происходит циркуляция осадка в сушильной камере. Высушенный осадок выгружается через разгрузочное устройство.

Вакуумные сушилки рекомендуется применять на станциях пропускной способностью до 50 тыс. м3/сут. Можно проводить вакуум-сушку сырого осадка, активного ила или их смеси. Перед вакуум-сушкой надо снижать влажность осадка, например, центрифугированием.

На рис. 16.21 показана технологическая схема вакуум-сушки осадков с предварительным центрифугированием уплотненного активного ила До влажности 70-80%. Сырой осадок поступает в резервуар-смеситель из первичных отстойников. В сушильные аппараты поступает смесь осадков влажностью 90-92% с помощью плунжерных насосов.

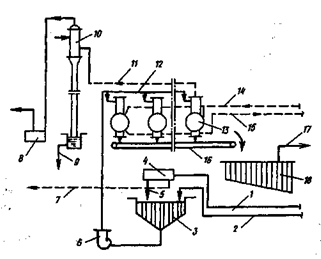


Рис. 16.21. Технологическая схема вакуум-сушки осадков:  
1 – уплотненный избыточный активный ил; 2 – сырой осадок из первичных отстойников; 3 – резервуар-смеситель; 4 – центрифуга; 5 – центрифугированный активный ил; 6 – насос для подачи осадка в сушилку; 7 – фугат в аэротенки; 8 – вакуум-насос; 9 – конденсат вторичного пара; 10 – барометрический конденсатор; 11 – вторичный пар в конденсатор; 12 – исходный осадок в сушилки; 13 – вакуум-сушилки; 14 – пар от котельной; 15 – конденсат в котельную; 16 – конвейер сухого осадка; 17 – сухой осадок; 18 – бункер сухого осадка

Обычно применяются барабанные вакуум-сушилки гребкового типа. После вакуум-сушки осадки имеют гранулированный вид с влажностью 30-40%.

Сушка осадка производится с помощью обогревающих рубашек с водяным паром с температурой насыщения 150 °С.

Сушильные аппараты периодически заполняются осадком не более чем на половину рабочего объема. Затем включаются система обогрева сушилок и вакуум-насосы, создающие разрежение в аппарате. Вторичный пар, образующийся вследствие испарения воды осадка, поступает в барометрический конденсатор и оттуда в виде конденсата направляется на очистные сооружения.

На малых установках для конденсации вторичного пара можно применять теплообменники. Концентрация загрязнений в конденсате вторичного пара определяется уносом загрязняющих веществ с конденсатом и наличием летучих органических веществ.

Температура осадка в процессе сушки изменяется от 50-85°С (кипение) до 30-40°С (в конце сушки). При температуре около 85°С происходит дегельминтизация осадка. После окончания сушки вакуум отключается, и сухой продукт выгружается на конвейер системой гребков реверсивного вращения.  
Цикл вакуум-сушки осадков составляет 5-10 ч и зависит от исходной и конечной влажности осадков.

Термическая сушка жидких осадков требует большого расхода теплоты на испарение влаги. Она может быть экономически целесообразна для сушки относительно небольших объемов осадков, например, для сушки активного ила и использования его в качестве кормовой добавки к рациону сельскохозяйственных животных. Для такой сушки обычно применяют распылительные сушилки и сушилки со взвешенным слоем при температуре теплоносителя не более 250 °С.