

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Механическая очистка применяется для выделения из сточной воды грубодисперсных нерастворенных минеральных и органических примесей (загрязнений).

Назначение механической очистки заключается в подготовке производственных сточных вод к использованию

их для производственного водоснабжения или при необходимости к биологическому, физико-химическому или другому методу более глубокой очистки. Механические методы очистки на современных очистных станциях состоят из процеживания через решетки, пескоулавливания, отстаивания, центрифугирования, гидроциклонирования и фильтрации. Типы и размеры очистных сооружений зависят в основном от состава, свойств и расхода производственных сточных вод, а также от требований к качеству очищенной воды.

Как правило, механическая очистка является предварительным, реже - окончательным этапом для очистки производственных сточных вод. При механической очистке обеспечивается выделение взвешенных веществ из этих вод на 90—95 % и снижение органических загрязнений (по показателю БПК_{полн}) на 20-25 %. Более высокий эффект механической очистки сточных вод достигался интенсификацией гравитационного отстаивания - преаэрацией, биокоагуляцией, осветлением во взвешенном слое (отстойники-осветлители) или в тонком слое (тонкослойные отстойники), а также с помощью гидроциклонов и центрифуг.

Процесс более полного осветления сточных вод осуществляется фильтрованием — пропуском воды через слой различного зернистого материала (кварцевого песка, гранитного щебня, дробленого антрацита и керамзита, горелых пород, чугунолитейного шлака и других материалов) или через сетчатые барабанные фильтры и микрофильтры, через высокопроизводительные напорные фильтры и фильтры с плавающей загрузкой - пенополиуретановой или пенополистирольной. Преимущество указанных процессов заключается в возможности применения их без добавления химических реагентов и с использованием местных фильтрующих материалов. Метод очистки сточных вод от взвешенных частиц выбирается с учетом кинетики процесса. Размеры взвешенных частиц, содержащихся в производственных сточных водах, могут колебаться в очень широких пределах (возможные диаметры частиц составляют от 5×10^{-9} до 5×10^{-4} м); для частиц размером до 10 мкм конечная скорость осаждения составляет менее 10^{-2} см/с. Если частицы достаточно велики (диаметром более 30 мкм), то в соответствии с законом Стокса они могут легко выделяться отстаиванием (при большой концентрации) или процеживанием,

например, через микрофильтры (при малой концентрации). Коллоидные частицы (диаметром 0,1-1 мкм) могут быть удалены фильтрованием, однако из-за ограниченной вместимости фильтрующего слоя наиболее подходящим методом при концентрациях взвешенных частиц больше 50 мг/л является ортокинетическая коагуляция с последующим осаждением или осветлением во взвешенном слое.

Повышение технологической эффективности сооружений механической очистки очень важно при создании замкнутых систем водного хозяйства промышленных предприятий. Этому требованию удовлетворяют различные новые конструкции тонкослойных отстойников, сетчатых фильтров и скорых фильтров с новыми видами зернистых и синтетических загрузок, гидроциклонов (напорных, безнапорных, многоярусных). Применение этих сооружений позволит сократить в 3-5 раз капитальные затраты и на 20—40 % эксплуатационные расходы, а также уменьшить в 3-7 раз необходимые площади для строительства по сравнению с применением обычных отстойников.

С целью обеспечения надежной работы сооружений механической очистки производственных сточных вод, как правило, рекомендуется применять не менее двух рабочих единиц основного технологического назначения решеток, песколовок, усреднителей, отстойников или фильтров. При выборе максимального числа сооружения предусматривается их секционирование по унифицированным группам, состоящим из единиц с наиболее крупными габаритами.

Повышение эффекта механической очистки сточных вод, в особенности работы сооружений по первичному отстаиванию, позволяет сократить объемы сооружений для последующих процессов очистки и тем самым снизить расходы на строительство и затраты на эксплуатацию более дорогих и сложных сооружений физико-химической и биологической очистки, а также обработки осадка.

Для проектирования очистных сооружений и аппаратов механической очистки должны быть определены следующие данные: максимальный расход сточных вод м³/ч; температура сточных вод, °С; периодичность образования сточных вод; исходная концентрация тяжелых механических примесей, нефтепродуктов и масел, мг/л; плотность тяжелых и легких загрязнений, г/см³; кинетика осаждения механических примесей тяжелее и легче воды при их расчетной концентрации в исходной воде требуемая степень очистки, %, или допустимое содержание загрязнений легче и тяжелее воды, мг/л; гидравлическая крупность частиц тяжелее и легче воды, которые необходимо выделить для обеспечения требуемой степени очистки, мм/с.

В связи с этим целесообразно в самом начале разработки проекта определить расчетные расходы производственных сточных вод. Ориентировочно расходы сточным вод промышленных предприятий могут быть определены по данным, приведенным в справочнике СЭВ ВНИИ ВОДГЕО «Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности».

В схему механической очистки производственных сточных вод входят следующие основные сооружения:

- решетки для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения
- песколовки для выделения тяжелых минеральных примесей (главным образом песка);- водоизмерительное устройство;
- усреднители расхода сточных вод и концентрации их загрязнений;
- отстойники или отстойники-осветлители для выделения нерастворимых примесей;
- фильтры для более полного осветления воды

В ряде случаев механическая очистка является единственным и достаточным способом для извлечения из производственных сточных вод механических загрязнений и для подготовки их к повторному использованию в системах оборотного водоснабжения.

РЕШЕТКИ

Решетки являются первым элементом всех технологических схем очистки сточных вод. Они устанавливаются в уширенных каналах перед песколовками.

В большинстве конструкций решетки выполняются из расположенных параллельно друг другу стальных стержней, закрепленных в раме для обеспечения жесткости. Стержни могут иметь различное сечение (прямоугольное, круглое, многогранное, клиновое). Решетки выпускаются с шириной прозоров от 1 до 50 мм.

Размер решеток определяется скоростью движения сточной жидкости в прозорах. Скорость менее 0,8 м/с приводит к выпадению в уширенной части канала крупных фракций песка, при скорости более 1,0 м/с происходит продавливание удержанных загрязнений через решетку.

Отбросы с решеток, при их количестве более 0,1 м³/сут, удаляются механизированными граблями. Для измельчения снятых с решеток отбросов применяются дробилки, в некоторых конструкциях совмещенные с решетками.

ПЕСКОЛОВКИ

Песколовки служат для задержания из сточных вод песка и других минеральных примесей с размером частиц свыше 0,15-0,25 мм при расходах сточных вод более 100 м³/сут. Число отделений песколовков принимается не менее двух, при этом оба являются рабочими. На очистных сооружениях НПЗ песколовки оборудуют нефтесборными устройствами и устанавливают перед нефтеловушками.

В зависимости от направления основного потока сточной воды песколовки подразделяют на горизонтальные, вертикальные и тангенциальные.

Осадок из песколовков удаляют гидроэлеваторами.

Песколовки могут применяться после нейтрализации сернокислотных сточных вод в том случае, если выпадение нерастворимых примесей известкового молока (или молотого известняка) и крупных кристаллических частиц гипса приводит к появлению тяжелых взвешенных частиц, отсутствовавших в водах до нейтрализации.

Для нефтесодержащих сточных вод в песколовках устанавливаются щелевые нефтесборные трубы, а в отводящих лотках нефтеудерживающие полупогруженные щиты. В песколовках выделяется 20-40 % всех нефтепродуктов, поступающих со сточными водами.

Аэрируемые песколовки применяются для выделения содержащихся в сточной воде минеральных частиц гидравлической крупностью 15-20 мм/с. Скорость движения сточных вод составляет 0,05-0,12 м/с при максимальном притоке. Интенсивность аэрации 3-5 м³/(м²хч).

УСРЕДНИТЕЛИ

Объем и химический состав сточных вод многих промышленных предприятий с течением времени изменяется.

Для обеспечения бесперебойной работы очистных сооружений сточные воды направляются в усреднители, где происходит выравнивание концентраций и расходов.

Поступление на очистные сооружения производственных сточных вод с постоянным расходом и усредненной концентрацией загрязнений создает ряд преимуществ -повышение эффективности как механической, так и последующих физико-химической и биологической очистки сточных вод. В результате этого достигаются более высокие качественные показатели очищенной воды. Введение в комплекс очистных сооружений резервуаров-усреднителей позволит продлить срок службы очистных сооружений.

Регулирование расхода и концентрации загрязнений производственных сточных вод можно обеспечить несколькими путями. Резервуары могут располагаться на основном канале сточных вод перед отстойниками; в этом случае все сточные воды проходят через усреднитель. Иногда усреднители устанавливают на обводных линиях параллельно основному технологическому каналу и отводят в них лишь избыточный (сверхрасчетный) расход сточных вод. В обоих случаях применением системы регулирования достигается снижение расчетных расходов сточных вод до среднесуточного уровня.

Применяют в основном усреднители, действующие по принципу дифференцирования потока (рис. 1.). Сточная вода при подходе к сооружению разветвляется на две части и подается в равных количествах к правой и левой половинам усреднителя, а затем поступает в распределительные подающие желоба, равномерно распределяющие сточную воду по всему сечению усреднителя. Из желобов вода стекает в продольные коридоры, имеющие различную длину, но одно и то же сечение, благодаря чему вода движется с одинаковой скоростью. Часть сточной воды, поступившая в первый, наиболее короткий коридор, сразу же начинает сливаться в сборный желоб, где смешивается с водой, поступающей из других коридоров. Часть же стока из длинного коридора начнет сливаться в сборный желоб значительно позже и будет смешиваться с водой, поступившей в усреднитель позднее из более коротких коридоров. Таким образом, автоматически происходит усреднение концентрации сточных вод.

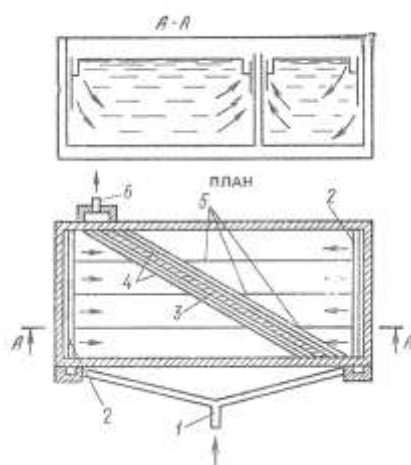


Рис 1. Усреднитель концентрации сточных вод с дифференцированием потока

1- водоподающий канал, 2- распределительный лоток, 3- глухая диагональная перегородка, 4- сборные лотки, 5- продольные вертикальные перегородки, 6- водоотводящий канал

Применяются и усреднители с перемешиванием поступающей сточной воды (рис. 2.). Для усреднения сточных вод по концентрации загрязнений вода перемешивается в усреднителях с помощью мешалок, насосов и др. Наиболее удобными в эксплуатации являются перфорированные трубчатые барботеры, особенно из некорродирующих материалов (например, из полиэтилена).

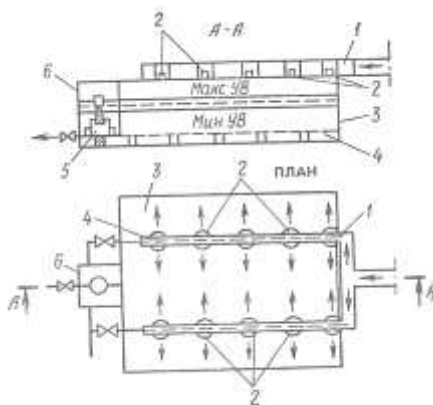


Рис.2. Усреднитель расхода с перемешивающим и сборным устройствами

1- подающие лотки, 2- впускные отверстия, 3- резервуар усреднителя, 4- барботер, 5- выпускное устройство, 6- выпускная камера

Строительный материал для усреднителей выбирают с учетом химического состава сточных вод. При наличии в производственной сточной воде взвешенных веществ барботеры должны препятствовать их осаждению. При перемешивании с помощью сжатого воздуха интенсивность аэрации зависит от концентрации взвешенных веществ и их гидравлической крупности и изменяется в пределах от 5 до 12 м³/ч на 1 м барботера. Усреднитель с барботированием воды воздухом рекомендуется применять для усреднения сточных вод с содержанием взвешенных веществ до 500 мг/л. При большем содержании взвешенных веществ применяются усреднители с механическим перемешиванием и отстойной частью.

Для высококонцентрированных промышленных сточных вод усреднители обычно размещают после отстойников или оборудуют их отстойной частью.

Объем усреднителя определяется с учетом колебаний концентрации загрязняющих веществ в сбросе, который может быть подразделен на три вида: залповый, циклический и произвольный.

Усреднители с дифференцированием потока рекомендуется применять при залповых сбросах высококонцентрированных сточных вод. Объем этих усреднителей рассчитывают по формуле

$$W_y = Q t_3 K / 2 \quad (1)$$

Где Q — расход сточных вод, м³/ч; t₃ — длительность залпового сброса, ч;

K -коэффициент усреднения: $K = (C_{\text{макс}} - C_{\text{ср}}) / (C_{\text{доп}} - C_{\text{ср}})$;

где: $C_{\text{макс}}$ — максимальная концентрация загрязнений в залповом сбросе; $C_{\text{ср}}$ — средняя концентрация загрязнений в стоке; $C_{\text{доп}}$ - концентрация загрязнений в стоке, допустимая по условиям работы последующих сооружений.

При залповом сбросе объем W_y усреднителя с перемешивающим устройством следует определять по формулам:

при $K < 5$

$$W_0 = \frac{1,3Qt_3(K-1)}{\ln K} \quad (2)$$

при $K \geq 5$

$$W_y = 1,3Qt_3K. \quad (3)$$

При циклических колебаниях объем усреднителя с перемешивающим устройством определяется по формулам:

при $K < 5$

$$W_y = 0.21Qt_k \sqrt{K^2 - 1} \quad (4)$$

при $K \geq 5$

$$W_y = 0.21Qt_k \quad (5)$$

Где t_k -период цикла колебания, ч

В зависимости от местных условий и компоновочных решений резервуар-усреднитель может быть как отдельно стоящим, так и расположенным внутри здания очистных сооружений. Резервуар выполняется из металла, сборного или монолитного железобетона. В высотном отношении резервуар-усреднитель должен располагаться таким образом, чтобы сточные воды могли поступать в него самотеком.

ПЕРВИЧНЫЕ ОТСТОЙНИКИ

Сточные воды после песколовок содержат в значительном количестве нерастворенные дисперсные загрязнения, находящиеся во взвешенном и плавающем состоянии. Примеси из воды выделяют гравитационным отстаиванием - процессом простым, достаточно эффективным, требующим малых энергетических затрат, и поэтому широко распространенным в технологии очистки сточных вод. Отстаивание осуществляют в отстойниках, которые отличаются по назначению, режиму работы и направлению основного потока сточных вод.

По назначению отстойники делятся на первичные и вторичные. Первичные устанавливают в начале технологической схемы очистки сточных вод за песколовками, а вторичные — в конце схемы (для удаления биопленки после биофильтров, активного ила после аэротенков).

По режиму работы различают отстойники контактного (периодического) и непрерывного действия. В контактных отстойниках сточные воды обрабатывают в условиях покоя. Их применяют для обработки малых количеств сточных вод, требующих контакта с реагентами.

Широко применяют отстойники непрерывного действия, в которых осуществляется очистка любого количества сточных вод производственных систем водоотведения.

По направлению движения основного потока сточной воды отстойники делятся на горизонтальные, вертикальные и радиальные.

При выборе типа отстойников для производственных сточных вод решающим является такой фактор, как механизированный способ удаления осадка, поэтому при малых и средних расходах производственных сточных вод применяют горизонтальные отстойники.

ОТСТОЙНИКИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Для отстаивания производственных сточных вод, содержащих кроме минеральных примесей другие специфические для данного технологического процесса загрязнения, например масла, смолы, нефтепродукты, ПАВ и ферромагнитную взвесь, разработаны специальные конструкции отстойников. Например, магнитная конструкция в отстойнике имеет место при концентрации взвеси более 600 мг/л, что является характерным для сточных вод газоочисток металлургических производств, поэтому для их осветления применяются отстойники с намагничивающим устройством полиградиентного типа с

удельной нагрузкой $4,8 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \times \text{ч})$, количество взвеси в осветленной воде при этом составляет 150-180 мг/л.

Радиальные отстойники - смолоуловители применяют для очистки производственных сточных вод коксохимических заводов. Сточная вода поступает в смолоотстойник по трубопроводу в центр. Осветленная вода отводится в кольцевой водослив. Осаждающаяся на дне отстойника смола периодически удаляется скребковым устройством в центральный приямок, из которого откачивается насосом в сборник смолы. Накапливающиеся на поверхности масла поступают в радиальные лотки по которым отводятся в кольцевой сборник, расположенный вокруг центральной трубы. Масло из сборника откачивается насосом.

При расчете смолоотстойников принимают среднюю глубину рабочего слоя воды 1,5 м; скорость движения воды 1-2 мм/с; продолжительность отстаивания 3-4 ч; плотность осадка $1,1 \text{ г/см}^3$; частоту вращения скребкового устройства 1 мин^{-1} . Эффект осветления в таких смолоотстойниках составляет 80-90%

Смолоотстойники квадратные в плане предназначены для очистки фенольных вод от тяжелых смол.

Многополочная тонкослойная нефтеловушка рис. 3 является усовершенствованной горизонтальной нефтеловушкой основной конструкции которой служит горизонтальный отстойник.

Нефтедержащая вода по трубам поступает в секции нефтеловушки и через поперечную трубу с вертикальными патрубками и диффузорами распределяется по ширине и глубине зоны грубой очистки. Здесь выделяется основное количество всплывающих примесей нефти и нефтепродуктов и осаждаются механические твердые примеси. Продолжительность пребывания воды в этой зоне составляет 2—4 мин. Далее вода через пропорциональное водораспределительное устройство поступает в отстойную зону с полочными блоками. При движении потока в ярусах блока частицы нефти и нефтепродуктов всплывают. Осветленная вода после полочных блоков проходит под полупогруженной перегородкой и выводится из сооружения через водослив и водосборный лоток.

Всплывшие в зоне грубой очистки нефть и нефтепродукты отводятся постоянно через щелевую поверхностную трубу, над полочными блоками сгоняются скребком к концу отстойной зоны и через вторую щелевую поворотную трубу периодически отводятся из сооружения. У кромки нефтесборных труб предусматривается подогрев слоя нефти и нефтепродуктов. Осадок сползает к центральной части и в промежутках между блоками собирается в лоток, откуда скребками сдвигается в приямок зоны грубой

очистки, оборудованный гидроэлеватором для выгрузки осадка. Остаточное содержание нефтепродуктов в сточной воде после нефтеловушки составляет 100 мг/л.

При расчете принимается: гидравлическая крупность частиц нефти 0,15 мм/с; слой всплывших нефтепродуктов 0,1 м; расстояние между полками 50 мм; угол наклона полок 45°; ширина полочного блока 0,65-0,75 м; высота полочного блока 1,5—1,6 м; ширина нефтеловушки 2-м; потери напора 0,5-0,6 м.

В отечественной и зарубежной практике проектирования тонкослойные нефтеловушки применяются для очистки сточных вод нефтепромыслов, нефтебаз, аэродромов и др.

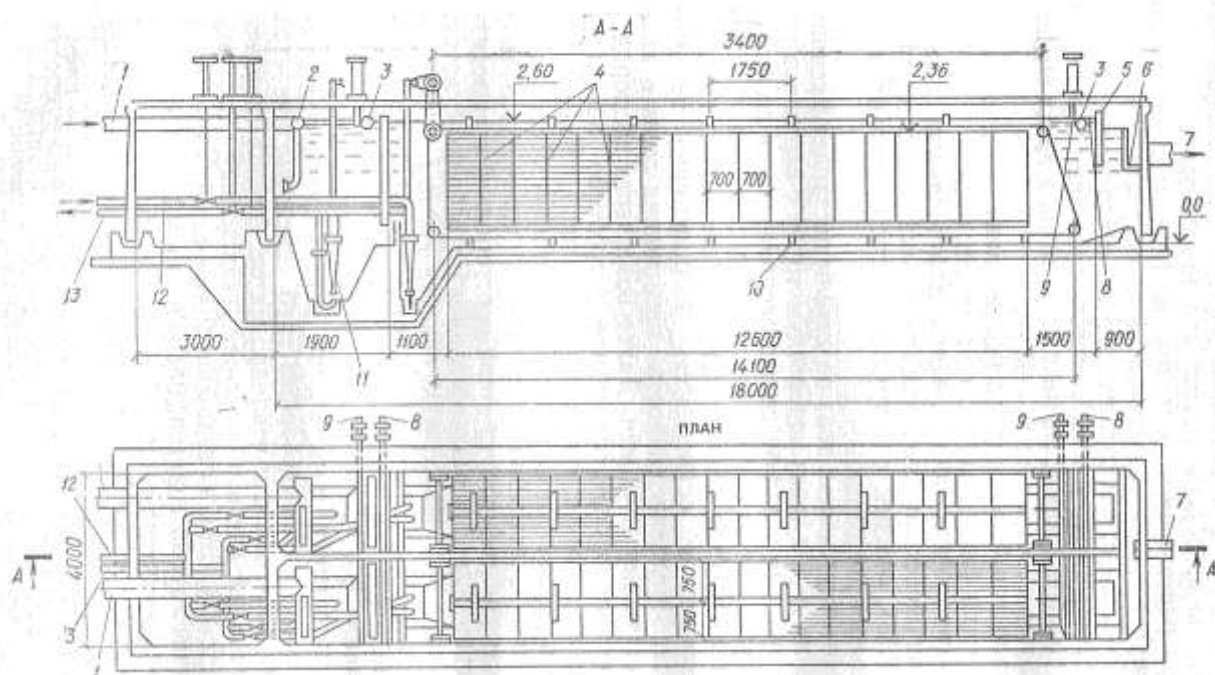


Рис. 3. Многополочная нефтеловушка

1- трубопровод для подачи сточной воды, 2- водораспределительная труба, 3- нефтесборные трубы, 4- полочные блоки, 5- полупогружная перегородка, 6- сборный лоток, 7- трубопровод для отвода осветленной воды, 8- трубопровод для отвода теплоносителя, 9- трубопровод для подачи теплоносителя, 10- скребковый транспортер, 11- гидроэлеватор, 12- трубопровод для подачи воды к гидроэлеватору, 13- трубопровод для отвода осадка

Отстойники-флотаторы рис. 4. предназначены для очистки производственных сточных вод от взвешенных веществ, масел, жиров, и прочих флотируемых веществ и могут применяться в различных производствах, в том числе в машиностроительной, химической, целлюлозно-бумажной, легкой и пищевой промышленности.

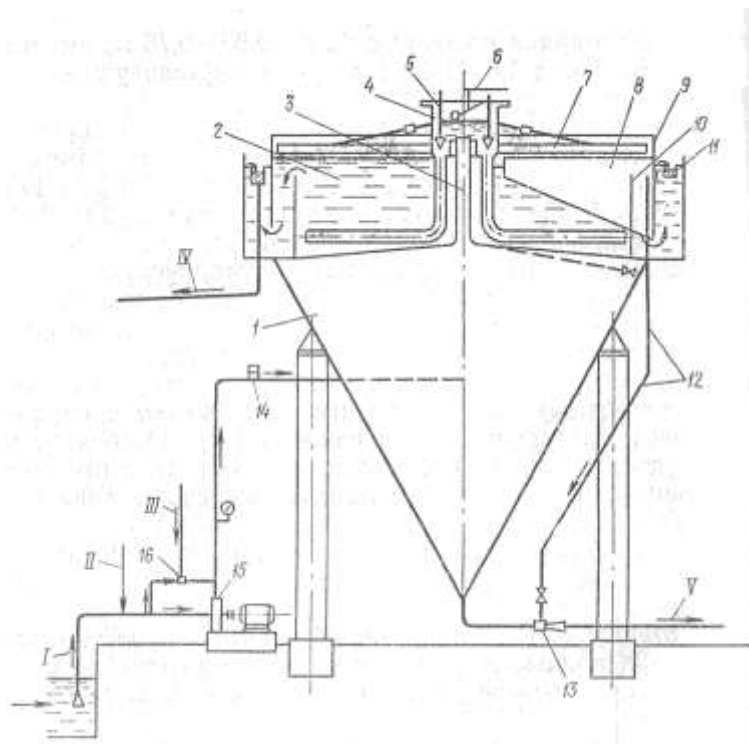


Рис. 4. Отстойник- флотатор

I- трубопровод для подачи сточной воды, II – то же коагулянта, III – то же воздуха, IV – трубопровод для отвода очищенной воды, V – то же шлама, 1- отстойная часть, 2- флотационная часть, 3- центральная труба, 4- вращающийся водораспределитель, 5- запорно-регулирующее устройство 6- впускной клапан, 7- пеногонные лопасти, 8- пеноприемная воронка, 9- пенозадерживающая стенка, 10- направляющая стенка, 11- кольцевой лоток, 12- трубопровод для отвода пены, 13- эжектор, 14- предохранительный клапан, 15- центробежный насос, 16- водовоздушный эжектор

Сгустители служат для осветления высококонцентрированных сточных вод обогатительных фабрик цветной металлургии и сгущения продуктов обогащения. Существует несколько модификаций сгустителей, но в конструктивном отношении они представляют собой вертикальные тонкослойные отстойники. Содержание взвешенных веществ в осветленной воде составляет 500 мг/л.

Одним из таких сооружений является многополочный сгуститель, который используется для осветления производственных сточных вод, содержащих 20—60 г/л взвешенных веществ. Сгуститель состоит из цилиндрического корпуса с коническим днищем, периферийного лотка для отвода осветленной сточной жидкости, центральной трубы с рассекателем потока для исходной сточной воды, скребкового механизма с валом, многополочного блока для отвода сгущенного концентрата.

Исходная вода по центральной трубе, имеющей раструб и рассекатель потока, подается снизу в зону гравитационного осаждения, а затем поступает в зону тонкослойного отстаивания. Осветленная в тонком слое сточная вода переливается в периферийный лоток, а осадок помощью скребкового механизма сгребается к центру и

отводится трубопроводом сгущенного концентрата на вторую стадию обезвоживания (центрифуги, пресс - фильтры, вакуум-фильтры и др.).

ГИДРОЦИКЛОНЫ

Гидроциклоны - аппараты для разделения в водной среде с помощью центробежных сил взвешенных частиц, отличающихся по плотности. Скорость разделения частиц в центробежном поле гидроциклона может превышать скорость осаждения эквивалентных частиц в поле гравитации в сотни раз.

По гидравлическим условиям различают два основных вида гидроциклонов: закрытые (высоконапорные) рис. 5 и открытые (низконапорные) рис. 6, 7; последние могут быть одно- и многоярусные.

Для очистки производственных и ливневых сточных вод от механических взвешенных частиц, нефте- и маслопродуктов при расходах сточных вод 20—50 м³/сут успешно применяют одноярусные открытые гидроциклоны, а при расходах до 1000 м³/сут — многоярусные гидроциклоны.

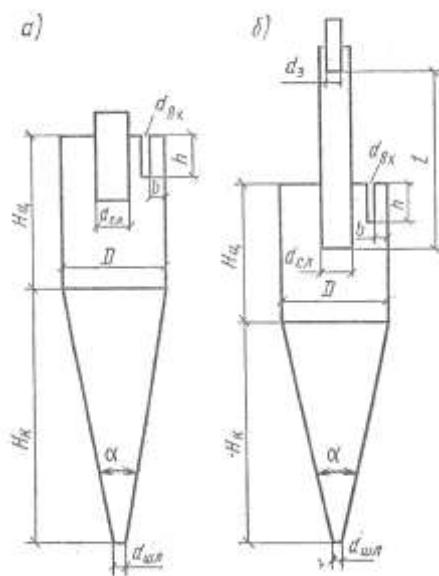


Рис. 5. Напорные гидроциклоны: а – двухпродуктовый, б- трехпродуктовый

Основные обозначения: D- внутренний диаметр цилиндрической части; d_{сл} – диаметр сливного насадка; d_{шл} - диаметр шламового патрубка; H_ц – высота цилиндрической части; H_к- высота конической части; α – угол конусности конической части.

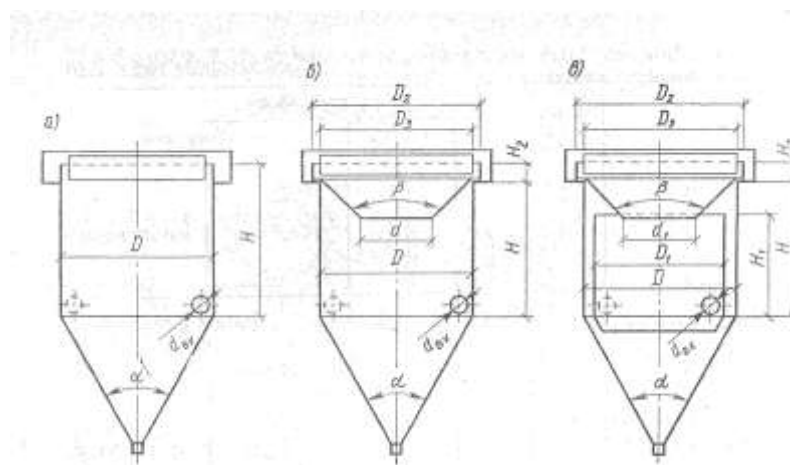


Рис. 6. Схема открытых гидроциклонов: а – без внутренних вставок; б – с конической диафрагмой; в- с конической диафрагмой и внутренним цилиндром;

Основные обозначения: D - внутренний диаметр цилиндрической части; H - высота цилиндрической части; H_1 - высота внутреннего цилиндра; H_2 - высота водосливной стенки над диафрагмой; D_1 – диаметр внутреннего цилиндра; D_2 – диаметр водосливной стенки; D_3 – диаметр полупогружной кольцевой перегородки α – угол конусности конической части.

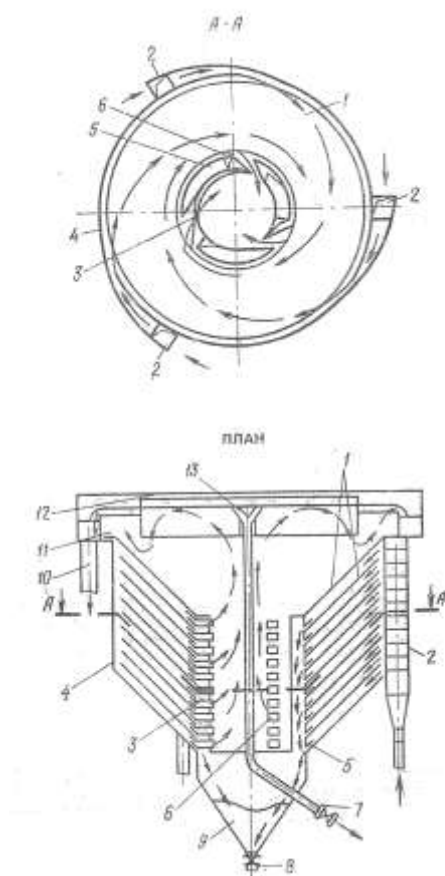


Рис. 7. Многоярусный низконапорный гидроциклон

1- конические диафрагмы, 2- впускные камеры, 3- насадки для отвода воды, 4- корпус, 5- шламоприемные щели, 6- окна для отвода масел, 7- трубопровод для отвода масел, 8- трубопровод для отвода шлама, 9-

бункер для шлама, 10- трубопровод для отвода осветленной воды, 11- водосливная стенка, 12- маслоудерживающий щит, 13- воронка для отвода масел

К основным преимуществам гидроциклонов следует отнести: высокую удельную производительность по обрабатываемой суспензии, сравнительно низкие затраты на строительство и эксплуатацию установок, высокое качество целевых продуктов процессов разделения, возможность создания компактных автоматизированных установок. Основными недостатками напорных гидроциклонов являются значительный расход энергии и быстрый износ стенок аппарата. Для предотвращения износа производится футеровка гидроциклонов износостойкими материалами.

Открытые гидроциклоны применяются для выделения всплывающих и оседающих грубодисперсных примесей гидравлической крупностью более 0,2 мм/с и скоагулированных взвешенных частиц.

Для расчета и проектирования установок с открытыми гидроциклонами должны быть заданы те же параметры по воде и по загрязнениям, что и для отстойников. гидравлическая крупность частиц, которые необходимо выделить для обеспечения требуемого эффекта очистки, определяется при высоте слоя воды, равной 200 мм. Для многоярусных гидроциклонов слой отстаивания должен быть равен высоте яруса.

Основной расчетной величиной открытых гидроциклонов является удельная гидравлическая нагрузка, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \times \text{ч})$, которая определяется по формуле

$$q = 3,6 K u_0 \quad (6)$$

где K — коэффициент пропорциональности, зависящий от конструкции гидроциклона.

Для гидроциклона без внутренних устройств $K=0,61$, для гидроциклона с конической диафрагмой $K=1,96$, для гидроциклона с конической диафрагмой и внутренним цилиндром $K=1,98$; для многоярусного гидроциклона с наклонными впусками

$$K = \frac{n\eta \left[D^2 - (d_1 + 0,7)^2 \right]}{D^2} \quad (7)$$

где n — число ярусов, D — диаметр гидроциклона; d_1 — диаметр центрального отверстия в диафрагме; η — коэффициент использования объема;

для многоярусного гидроциклона с периферийным отбором осветленной воды

$$K = \frac{2n'\eta \left[D^2 - (d_2 + 2b)^2 \right]}{D^2} \quad (8)$$

где n' — число пар ярусов; d_2 — диаметр отверстия средней диафрагмы пары ярусов; b — ширина шламоотводящей щели.

Производительность одного аппарата рассчитывается по формуле

$$Q' = 0,785qD^2 \quad (9)$$

Исходя из общего количества сточных вод Q , определяется число рабочих единиц гидроциклона:

$$N = Q/Q'.$$

После назначения диаметра аппарата D и вычисления числа N определяются основные размеры гидроциклонов.

СЕТЧАТЫЕ БАРАБАННЫЕ ФИЛЬТРЫ

Сетчатые барабанные фильтры применяются для механической очистки производственных сточных вод перед фильтрами глубокой очистки (барабанные сетки) и в качестве самостоятельных сооружений глубокой очистки (микрофильтры). Степень очистки сточных вод, достигаемая на сетчатых барабанных фильтрах, по взвешенным веществам составляет 20 - 25%, а по БПК_{полн} - 5-10 %. Пропускная способность этих фильтров зависит от состава загрязнений исходной воды, размера ячеек фильтрующей сетки, частоты вращения барабана, интенсивности промывки и других условий эксплуатации установок

При применении барабанных сеток (БС) для механической очистки сточных вод содержание взвешенных веществ где в исходной воде не должно превышать 250 мг/л и должны отсутствовать вещества, затрудняющие промывку сетки. (смолы, битум, масла, нефтепродукты и пр.). Принцип действия сетчатых барабанных фильтров состоит в следующем: обрабатываемая вода поступает непрерывно через входную трубу внутрь барабана, фильтруется через сетчатые фильтрующие элементы (рабочую и поддерживающую сетку) и поступает в камеру установки, откуда через водослив попадает в канал, отводящий воду на последующие сооружения.

Барабан сетчатого фильтра погружен в воду не полностью- верхняя его часть находится над водой (примерно на 0,15 своего диаметра). Когда фильтрующий элемент находится в верхнем положении, загрязнения смываются струями воды с помощью промывного устройства. Смытые загрязнения поступают через бункера в сточную трубу и сбрасываются в канализацию.

Выбор материала и размеров ячейки рабочей сетки обуславливается назначением установок, требованием к качеству очистки воды и характером задерживаемых загрязнений. При этом должны применяться следующие сочетания материалов рабочих и поддерживающих сеток: при применении рабочих сеток из нержавеющей стали

поддерживающие сетки также должны выполняться из нержавеющей стали; при рабочих сетках из фосфористой бронзы поддерживающие сетки должны быть латунными; при применении капроновых сеток поддерживающие сетки могут быть выполнены из нержавеющей стали или из латуни, что исключает возможность образования гальванической пары.

К процеживающим устройствам относятся и БС с бактерицидными лампами БСБ. Основные элементы БСБ выполняются из двух сеток: рабочей и поддерживающей с размерами ячеек не более 8х8 мм и не менее 2х2 мм. Режим работы БСБ в схеме доочистки сточных вод предусматривает непрерывную промывку, а суммарные потери напора на установке не должны превышать 0,5- 0,6 м. Расход воды на промывку БСБ составляет 1—1,5 % расчетной пропускной способности установок. Для предотвращения биологического обрастания сеток предусматривается облучение поверхности барабана бактерицидными лампами. Частота вращения барабана 1,7-2,6 мин⁻¹. Скорость фильтрования 30—50 м/ч.

БСБ и микрофильтры в схеме механической очистки сточных вод, как правило, должны вращаться непрерывно, а барабанные сетки типа БСМ и БСБ в схеме доочистки вод - периодически в зависимости от степени загрязнения фильтрующей сетки.

Пропускную способность сетчатых барабанных фильтров надлежит определять по паспортным данным завода- изготовителя или по техническим указаниям на применение модернизированных сетчатых барабанных фильтров для очистки воды поверхностных источников и городских сточных вод. В настоящее время выпускаются сетчатые фильтры с пластмассовыми фильтровальными рамами, что значительно повышает надежность работы установки).

Микрофильтрование как метод очистки воды от грубодисперсных примесей (ГДП) состоит в том, что в качестве фильтрующей среды используется тонкий слой из частиц ГДП, который удерживается на сетке с мельчайшими отверстиями (40—90 мкм). Процесс микрофильтрования происходит при непрерывном движении сетки и непрерывной ее регенерации. Эффект микрофильтрования по взвешенным веществам достигает 50-60 %, а по БПКполн - 25-30%. Образовавшийся фильтрующий слой уплотняется весьма незначительно и легко смывается промывной водой. Поэтому для создания оптимальных условий образования слоя осадка на микросетке и обеспечения высокого эффекта очистки воды большое значение имеет регулирование интенсивности промывки.

Расход промывной воды должен регулироваться так, чтобы на микросетке после ее промывки сохранялся скелет слоя осадка, а потеря напора при этом оставалась в определенных пределах. Разрушающее влияние на фильтрующий подслоя оказывает и перепад давления в барабане микрофильтра и в камере, а также скорость вращения

барабана. Оптимальные параметры микрофильтрации не поддаются теоретическому расчету и обычно определяются экспериментально.

Микрофильтры размещаются в бетонном (в отдельных случаях в металлическом) резервуаре прямоугольной формы. Исходная вода поступает на фильтр с внутренним или внешним по отношению к сетке подводом. Проходя сквозь сетку, вода очищается от механических примесей. При использовании микрофильтров для глубокой очистки сточных вод содержание взвешенных веществ в поступающей воде не должно быть более 40 мг/л.

При расчете микрофильтров скорость фильтрации следует принимать 20-90 м/ч (при доочистке 20 м/ч).

Микрофильтры могут применяться для осветления производственной сточной воды вместо первичных отстойников. При исходной концентрации взвешенных веществ 150-200 мг/л эффективность осветления 40-46%

ФИЛЬТРЫ

Назначение фильтров при очистке производственных сточных вод определяется местом расположения их в технологических схемах и видом загрязнений, снимаемых при фильтрации. В большинстве случаев фильтры применяются для доочистки сточных вод, но иногда они служат и для подготовки сточных вод к физико-химической или биологической очистке, а также для выделения некоторых специфических загрязнений.

Наибольшее распространение получили фильтры с зернистой загрузкой, подразделяемые по следующим основным признакам:

- по скорости фильтрации - скорые (7-16 м/ч) и сверхскоростные (25-100 м/ч);
- по рабочему давлению — открытые (безнапорные) и напорные;
- по крупности фильтрующего материала — мелкозернистые, среднезернистые, крупнозернистые;
- по числу фильтрующих слоев — однослойные, двух-
слойные и многослойные, например, каркасно-засыпные (КЗФ).

При выборе загрузки и материалов для конструктивных элементов следует учитывать агрессивность сточных вод и их химический состав.

Расчет площади фильтров производится по максимальному часовому притоку за вычетом допустимой неравномерности, равной 15 %. Расчет конструктивных элементов фильтров с зернистой загрузкой следует выполнять согласно рекомендациям СНиП 2.04.02—84.

Для борьбы с замасливанием пористой загрузки фильтров, предназначенных для глубокой очистки нефтесодержащих вод, рекомендуется периодическая обработка их паром с удельным количеством теплоты 2700-2800 кДж/кг с интенсивностью подачи 0,7 кг/(схм²) в течение 10 мин, затем промывка холодной водой (18-20°C) с интенсивностью подачи 10 л/(схм²) в течение 6 мин. При продувке паром происходит прогрев загрузки, и промывная вода нагревается. Температура выходящей промывной воды составляет 90 °С. Промывная вода содержит до 1000 мг/л взвешенных веществ и до 500 мг/л маслонефтепродуктов. В ходе такой обработки загрузка полностью восстанавливает свою фильтрующую способность.

Значительный интерес представляют фильтрующие загрузки, которые не требуют регенерации и могут быть утилизированы после выгрузки их из фильтра, например в качестве топлива (антрацит, бурый уголь, кокс, торф). Конструкция таких фильтров предусматривает непрерывное или периодическое обновление фильтрующего материала, что технически более просто решается в фильтрах с горизонтальным движением воды. Простейший горизонтальный фильтр представляет собой канал, перегороденный дамбой из фильтрующего материала.

применение такого фильтра экономично при малых расходах сточных вод, например на шпалопропиточных заводах.

Фильтры следует эксплуатировать при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С.

Напорные вертикальные фильтры с зернистой загрузкой применяются для механической очистки нефтесодержащих сточных вод после их гравитационного отстаивания. В качестве загрузки может быть использован дробленый антрацит, керамзит, керамическая крошка.

ЦЕНТРИФУГИ И ЖИДКОСТНЫЕ СЕПАРАТОРЫ

Центрифуги. Для очистки производственных сточных вод от мелкодисперсных загрязнений применяют осадительные центрифуги непрерывного и периодического действия типа ОГШ и ОТР, ОМ.

Условия применения центрифуг следующие: локальная очистка производственных сточных вод, когда осадок представляет собой ценный продукт, который может быть утилизирован; мелкодисперсный состав загрязнений, когда для их выделения не могут быть применены реагенты.

Центрифуги непрерывного действия типа ОГШ и др. применяются при очистке сточных вод с расходом до $50-100\text{ м}^3/\text{ч}$, в тех случаях когда требуется выделить частицы гидравлической крупностью $0,2$ (противоточные) и $0,05\text{ мм/с}$ (прямоточные). Центрифуги периодического действия применяются для очистки сточных вод, расход которых не превышает $20\text{ м}^3/\text{ч}$, при необходимости выделения частиц гидравлической крупностью $0,05-0,01\text{ мм/с}$.

Концентрация механических загрязнений не должна превышать $2-3\text{ г/л}$.

Высокий эффект осветления $99,8\%$ достигается в маятниковой центрифуге ОТН с диаметром ротора 800 мм при доочистке ферритсодержащих сточных вод. Сравнительные испытания показали, что при достижении того же эффекта в противоточной центрифуге НОГШ-325 ее пропускная способность в $4-5$ раз меньше даже при факторе разделения, в $2,3$ раза большем.

Высокая эффективность осадительных центрифуг позволила разработать технологический процесс очистки сточных вод от нерастворенных загрязнений с одно- и двухступенчатым их центрифугированием. Необходимый типоразмер осадительной центрифуги) подбирается по каталогу.

Жидкостные сепараторы. Эти устройства применяются в некоторых отраслях промышленности, например для очистки сточных вод в медицинской промышленности, для отделения воды от каныги на мясокомбинатах (до настоящего времени вся эта масса перегружала городские очистные сооружения) и др. Добавление коагулянта в исходную жидкость позволяет значительно повысить эффект очистки на жидкостных сепараторах, а хлорирование, кроме того, обеспечивает обеззараживание очищенной воды.