

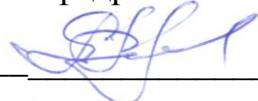
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры  
«Санитарно-технические системы»  
«20» января 2022 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



Р.А. Ковалев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по проведению практических (семинарских) занятий  
по дисциплине (модулю)  
«Водоотводящие системы промышленных предприятий»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**08.03.01 – "Строительство"**

с профилем  
**"Водоснабжение и водоотведение"**

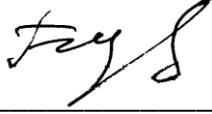
Форма(ы) обучения: очная, очно-заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-02-22

Тула 2022 год

**Разработчик(и) методических указаний**

Бурдова М.Г., доцент, к.т.н., доцент  
*(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)*

  
\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

## **Занятие №1 «Санитарно-химический анализ сточных вод».**

### **1. Теоретические основы**

Для сточных вод выполняются полный и сокращенный санитарно-химические анализы.. Под полным анализом подразумевается такой анализ, который дает возможность проектировать очистные сооружения, контролировать процессы очистки, управлять ими, судить о санитарно-эпидемиологическом состоянии воды. На очистной станции полный анализ выполняется один раз в декаду для воды, поступившей на очистку и по стациям очистки:механической,физико-химической, биологической, глубокой доочистки, дезинфекции. По результатам декадных определений подсчитываются средние данные за месяц, а по двенадцати последним - средние за год.

Сокращенный анализ, дающий частичную характеристику воды, выполняют в промежутки между полными анализами. Необходимость в них возникает в период пуска-наладки очистных сооружений и при поступлении необычных загрязнений, К основным показателям санитарно-химического анализа относятся; взвешенные вещества, содержание оседающих веществ, температура сточной воды, ХПК, БПК, ПО, N>, P, pH, окраска запах, сухой остаток, солесодержание и т. д. Отобранные пробы для анализа подвергаются консервации и хранятся в холодильнике.

**Задача 1.**

Определить концентрацию загрязнений в бытовых сточных водах при норме водоотведения на одного человека в сутки 250 л

**Задача 2.**

Смешиваются сточные воды с расходом 2, 3 и 100 тыс. .ад<sup>3</sup>/ч и концентрация по БПКполн. соответственно 500, 300 и 200 мг/л Определить БПКп лн. К отметить условия, при которых задача может быть решена

**Задача 3.**

Анализом найдено, что сточные воды различных коллекторов имеют показатели загрязнений.

Коллектор	Концентрация мг/л		
	В, В	БПКполн	ХПК
1	180	110	350
2	200	250	200
3	50	0	850

Оценить результаты анализа и определить, для каких видов сточных вод характерные приведенные показатели.

**Задача 4.**

Подсчитать БПКполн. и константу скорости окисления, если БПК? = = 100 мг/л а БПКб=Т50 мг/л

**Задача 5.**

(Определить ХПК для сточной воды, содержащей уксусную кислоту, концентрацией 200 мг/л.

## Занятие №2. «Напорные гидроциклоны».

### 2.1. Теоретические основы

Напорные гидроциклоны- сооружения механической очистки сточных вод от взвешенных частиц с помощью центробежных сил Разделение взвешенных частиц происходит по граничной крупности  $\delta$ , мкм. Значение  $\delta$  гидроциклоне зависит от его геометрических параметров, что отражено в [1] табл №35. Расчет напорного гидроциклона базируется на определении производительности одного гидроциклона по формуле [1],  $m^3/ч$  ;

$$Q_{hc} = 9,58 \cdot den \cdot dx \cdot 10^{-3} \sqrt{q \Delta p},$$

где  $q$ - ускорение силы тяжести,  $m/c^2$

$\Delta p$ -потери давления в гидроциклоне, мПа

$den, dx$ - диаметры питающего и сливного патрубков, мм

Задача: подобрать и рассчитать установку" для сточных вод огнеупорного завода, если известно, что расход сточных вод составляет  $150 m^3/час$ , граничная крупность разделения не должна превышать 4(3 мкм.

## Занятия №3-4, «Открытые гидроциклоны».

### Основы теории

Открытые гидроциклоны- сооружение механической очистки сточных вод от взвешенных часщ с помощью гравитационных центробежных сил. Характеристикой разделения взвешенных частиц является гидравлическая крупность. На основании этой величины определяется удельная гидравлическая нагрузка  $q_{hc}$ ,  $m^3/(m^2 \cdot ч)$  по формуле [1]

$$q_{hc} = 3,6K_{hc} \cdot U_0,$$

Где  $U_0$  -гадравлическая крупность частиц которые необходимо выделить для обеспечения требуемого эффекта,  $мм/с$ .

$K_{hc}$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от типа гидроциклонаа и равный для гидроциклонов; без внутренних устройств- 0,6-0,61; с конической диафрагмой и внутренним цилиндром - 1,98.

Производительность одного гидроциклона  $Q_{hc}$ ,  $яг^3/час$ , следует определять по формуле:

$$Q_{hc} = 0,785 \cdot q_{hc} \cdot D_{hc}^2,$$

Где:

$D_{hc}$  -диаметр гидроциклона, м.

Задача.

Подобрать и рассчитать установку для очистки маслосодержащих сточных вод расходом  $500 m^3/час$  и гидравлической крупностью' загрязнений - 0,3мм/сек.

## Занятия №5-6. «Усреднители».

### Теоретические основы

Поступление производственных сточных вод очень неравномерно как по количеству, так и по концентрации загрязнений. Для устранения такого явления предусматривается установка усреднителей, которые по конструкции подразделяются на барботажные, механические и многоканальные. Расчет усреднителей зависит от концентрации и режима поступления сточных вод. Многоканальные усреднители применяются для залпового сброса сточных вод и рассчитываются по формуле:

$$W_{av} = \frac{q_w \cdot t_z \cdot K_{av}}{2}$$

Где  $W_{av}$  - объем,  $m^3$

$q_w$ -расход сточных вод  $m^3/\text{час}$

$K_{av}$  - коэффициент усреднения

$$K_{av} = \frac{C_{max} - C_{mid}}{C_{adm} - C_{mid}},$$

где  $C_{max}$ - концентрация загрязнений в залповом сбросе  $\text{мг}/\text{л}$ ;

$C_{mid}$ - средняя концентрация в сточных водах  $\text{мг}/\text{л}$ ;

$C_{adm}$ - концентрация допустимая условиям , работы последних сооружений  $\text{мг}/\text{л}$ .

Расчет барботажных и механических усреднителей зависит только от режима поступления сточных вод и производится по формулам:

-при залповом поступлении сточных вод

$$W_z = \frac{1,3 \cdot q_w \cdot t_z}{\ln \frac{Ka\vartheta}{Ka\vartheta - 1}} \quad \text{при } Ka\vartheta \text{ до } 5$$

$$W_z = 1,3 q W t_z K v \quad \text{при } Kav > 5 \text{ и более}$$

при циклическом поступлении сточных вод

$$W_{cir} = 0.21 q_w t_{cir} \sqrt{Ka \vartheta^2 - 1} \quad \text{при } Ka \vartheta \text{ до } 5$$

$$W_{cir} = 1,3 q_w t_{cir} Ka \vartheta \quad \text{при } Ka \vartheta = 5 \text{ и более}$$

где  $t_{cir}$  - период цикла колебаний, ч

- при произвольных колебаниях

$$W_{ex} = \frac{q_w (C_{en} - C_{ex}) \cdot \Delta t_{st}}{\Delta C_{ex}}$$

где  $\Delta t_{st}$  - временной шаг расчета принимаемый не более одного часа  $\square$

$\Delta C_{ex}$  -

приращение концентрации на выходе усреднителя за текущий шаг расчет

Задача

Подобрать и рассчитать установку" для очистки сточных вод при залповом сбросе в течение 0,5 часов. Расход сточных вод постоянен.  $q_w = 80 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Концентрация взвешенных веществ  $r_{max}$  равна 450 мг/л  $C_{mid}=80$  мг/л,  $C_{adm}=12$  (мг/л Очищенные воды сбрасываются в водоем 2 категории.

## ЗАНЯТИЯ №7-8 . «Нефтевушки, смоло- и маслоуловители»

Производственные сточные воды, содержащие всплывающие примеси (нефть, смолы, масла и др.), очищают путем отстаивания в сооружениях, называемых нефтевушками, смоло- и маслоуловителями. Нефтевушки проектируются трех видов: горизонтальные, радиальные и тонкослойные. Расчет нефтевушек производится аналогично расчету отстойников с учетом кинетики всплыивания нефтяных частиц. При отсутствии данных по кинетике всплыивания нефтяных частиц допускается принимать гидравлическую крупность нефтяных частиц в пределах от 0,4мм (с количеством уловленной нефти 70%) до 0,6мм.(с количеством уловленной нефти 60%). При расчете тонкослойных нефтевушек следует принимать:  $U_0=0.15$  мм/сек.  $h = 50$  мм,  $a - 45^\circ$

Задача,

Подобрать и рассчитать установку- для очистки нефтесодржащих сточных вод в количестве  $30 \text{ м}^3 / \text{сум}$ , с содржанием взвешенных веществ 280 мг/л и содржанием нефти 220 мг/л Установка должна обеспечить очистку воды, до требований подачи воды на биохимическую очистку.

## ЗАНЯТИЯ №9-11 . Нейтрализация производственных сточных вод путем смешения кислых и щелочных стоков.

### Теоретические основы

Производственные сточные воды от технологических процессов многих отраслей промышленности содержит щелочи и кислоты, а так же соли тяжелых металлов. Для предупреждения коррозии материалов очистных сооружений, нарушения процессов, а так же для осаждения из сточных вод солей тяжелых металлов кислые и щелочные стоки подвергают нейтрализации по схеме:

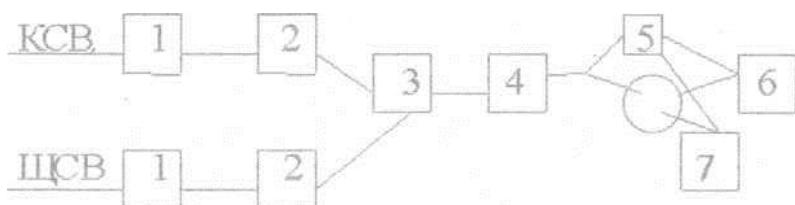


Рис. Схема нейтрализации кислых и щелочных стоков путем их смешения.

КСВ - кислые сточные воды

ЩСВ - щелочные сточные воды

1- приемный резервуар

2- песколовка

3- смеситель

4- нейтрализатор

5- отстойник

6- резервуар очищенной воды

7- шламонакопитель.

При смешении кислых и щелочных стоков протекает реакция, приводящая к потере характерных свойств обоих соединений. В

результате концентрация каждого из этих ионов  $H^+$  и  $OH^-$  становится равной той, которая свойственна самой воде (около  $10^{-7}$ ), т.е. активная реакция водной среды приближается к РН=7.

### ***Нейтрализация сточных вод с помощью фильтрации через нейтрализующие загрузки.***

В качестве нейтрализующей загрузки используются известь, известняк  $CaCO_3$ , доломит  $CaCO_3MgCO_3$ , магнезит  $MgCO_3$ , мел  $CaCO_3$ .

Нейтрализация соляно и азотнокислых, а также сернокислых сточных вод при концентрации серной кислоты не более 1,5 г/л происходит на непрерывно действующих фильтрах, Крупность фракций материала загрузки 3-8 см.; расчетная скорость фильтрования зависит от вида загрузочного материала, но не более 5м/ч.; продолжительность контакта не менее 10мин.

Конструктивно фильтры выполняются с вертикальным движением нейтрализуемых кислых сточных вод. Высота слоя загрузочного материала, см., определяется по формуле:

$$H = Kd^n(3 + lqb)\sqrt{V}$$

где F1 и п- эмпирические константы;

d- диаметр загрузочного материала.;

b- концентрация кислоты. г-экв./л;

V- скорость фильтрования, м/ч.;

Задача.

Рассчитать установку с нейтрализующим фильтром для сточных вод в количестве 3000 $m^3/сут.$  с концентрацией серной кислоты 1,2 г/л

Задача

Рассчитать установку нейтрализации, если известно, что в производстве образуется 200  $m^3/сут.$  кислых -сточных вод с концентрацией  $H_2SO_4$  5,0 кг/  $m^3$  и 100  $m^3/сут.$  щелочных с точных вод с концентрацией  $Ca(OH)_2$  - 10кг/  $l^3$

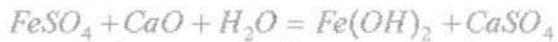
## **ЗАНЯТИЯ №12-13 .Нейтрализация сточных вод с применением реагентов**

Теоретические основы

В практике кислые сточные воды образуются постоянно., а щелочные - периодически, поэтому последних не хватает для полной нейтрализации кислых сточных вод. Нейтрализацию кислых стоков, содержащих стоки тяжелых металлов, производят известью или отходами щелочей [1] п.6.252. Реакция нейтрализации, в зависимости от применяемого реагента, протекает по уравнениям:



В кислых производственных сточных водах практически всегда присутствуют ионы металлов, которые под действием реагента выделяют в осадок гидрооксид металла



Количество реагента G, кг. для нейтрализации определяется по формуле:

$$G = kQ_w(A_1 + A_2) \frac{100}{A}$$

где k-коэффициент запаса расхода реагента по сравнению с теоретическим; k=1, Г.

$Q_w$  - количество сточных вод, подлежащих нейтрализации,  $m^3$ .

A - содержание активной CaO в используемой извести; %.

$A_1$ - количество активной CaO, необходимой для осаждения металлов, кг/ $m^3$ .

$A_2$  - количество активной CaO, необходимой для нейтрализации свободной серной кислоты, кг/ $m^3$ .

Количество сухого вещества осадка M, кг/л<sup>3</sup>, образующегося при нейтрализации 1  $m^3$  сточной воды, содержащей серную кислоту и соли тяжелых металлов, определяется по формуле:

$$M = \frac{100 - A}{A} (A_1 + A_2) + A_3 + (E_1 + E_2 - Z),$$

где  $A_3$  - количество образующихся гидроксидов металлов, кг/л<sup>3</sup>;

$E_1$  - количество сульфата кальция, образующегося при осаждении металлов, кг/  $m^3$ ;

$E_2$  - количество сульфата кальция, образующегося при нейтрализации свободной кислоты, кг/  $m^3$ .

### Задача

Подобрать и рассчитать установку нейтрализации сточных вод при исходных данных: расход сточных вод 250  $m^3$ /сут., концентрация серной кислоты- 9 кг/  $m^3$ , концентрация сульфата железа - 7 кг/  $m^3$ .

## ЗАНЯТИЯ №14-15. Окисление.

### Теоретические основы

Окислительные методы очистки применяют для обезвреживания производственных сточных вод, содержащих токсичные примеси (цианиды, комплексные цианиды меди и цинка) или соединения которые, нецелесообразно извлекать из сточных вод а также очищать другими методами.

Сущность окисления сводится к проведению реакции отнятия электронов от атомов или ионов. Для поддержания реакции окисления используют хлор, гипохлорит кальция и натрия, хлорную известь, озон, технический кислород и кислород воздуха

Обезвреживание сточных вод активным хлором один из самых распространенных способов их очистки от ядовитых цианидов, а также от таких органических и неорганических соединений, как сероводород, гидросульфит; сульфид и метил меркаптан.

Окисление ядовитых цианид-ионов  $CN^-$ , осуществляется путем перевода их в нетоксичные цианиды  $CNO^-$ , которые затем гидролизуются с образованием ионов аммония и карбонатов.

### Задача

Рассчитать установку обезвреживания цианидосодержащих сточных вод в количестве  $250\text{м}^3/\text{сут.}$  с концентрацией простых цианидов  $60\text{ мг/л}$

### Задача

Рассчитать установку для сточных вод в количестве  $3000\text{ м}^3/\text{сут.}$  с органическими веществами для окисления которых требуется доза озона  $12\text{г/м}^3$ .

## ЗАНЯТИЯ № 16-17 .Флотация.

### Теоретические основы

Флотация - это процесс; молекулярного прилипания частиц флотируемого материала к поверхности раздела двух фаз(воздуха и воды), Обусловленный избытком свободной энергии поверхностных пограничных слоев, а также поверхностными явлениями смачивания.

Процесс очистки сточных вод, содержащих поверхностно- активные вещества : нефть , нефтепродукты , масла , волокнистые материалы методом флотации заключается в образовании комплексов “частица-пузырек” , всплыvании этих комплексов и удалении образующегося пенного слоя с поверхности обрабатываемой воды Процесс флотации осуществляется во флотационных машинах, которые по способу получения пузырьков воздуха конструктивно подразделяются на;

- выделение воздуха из раствора;
- механические;
- подача воздуха через пористые материалы;

- электрические;
- биологические;
- химические.

Расчет флотационных машин сводятся к определению требуемого объема флотационной камеры и вычислению необходимого числа их. Расчетный объем флотационных камер определяется по формуле:

$$W_k = \frac{Q_w \cdot t_{\phi\pi}}{24 \cdot (1 - Ka)}$$

где  $t_{\phi\pi}$  -продолжительность флотации(20-30мин);

$Q_w$  -суточный расход сточных вод;

$Ka$  -коэффициент аэрации = 0.3.

### Задача

Рассчитать установку для очистки нефтесодержащих сточных вод. в количестве  $3000 \text{ м}^3/\text{сут.}$  с содержанием :

- взвешенные вещества  $180 \text{ м}^3/\text{ч}$
- нефтепродукты  $90 \text{ мг/л}$  Установка должна обеспечить очистку воды до выпуска в водоем второй категории.

## ЗАНЯТИЯ : 18-20 Ионный обмен.

Теоретические основы Ионный обмен-процесс обмена между ионами, находящимися в растворе, ионами, присутствующими на поверхности твердой фазы-ионита Ионный обмен позволяет из производственных сточных вод извлекать ценные примеси(хром, цинк, свинец, медь, ртуть и др. металлы), поверхностно активные вещества и использовать очищенную воду в технологических процессах или в системах оборотного водоснабжения. По знаку заряда обменивающихся ионов иониты делятся на катионы и анионы, проявляющие соответственно кислотные и основные свойства Важнейшим свойством ионитов является обменная емкость, представляющая собой количество грамм- эквивалентов ионов, находящихся в воде, которая может поглотить 1  $m^3$  ионита до полного насыщения.

Катиониты находятся в Н-форме или Na-форме, аниониты могут быть слабоосновными в том случае, когда, обменивают анионы сильных кислот и сильноосновными в том случае когда обменивают анионы слабых кислот .

Процессы ионообменной очистки сточных вод осуществляются в аппаратах периодического(фильтра)или непрерывного действия ,

При полном насыщении ионитов проводят их регенерацию. Регенерацию катионов проводят промывкой кислотой(при П-катионите) или раствором хлористого натрия(при Na-катионите) регенерация анионов достигается

фильтрованием анионита водным раствором  $NaOH$ ,  $Na_2CO_3$  или  $NH_4OH$ ,

Расчет ионообменных фильтров сводится к определению объема и высоты загрузки площади фильтра, а также определению продолжительности фильтроцикла в соответствии с рекомендациями [1] п.п. 6.297-6.308.

### Задача

Подобрать и рассчитать установку для обезвреживания сточных вод гальваники, если известно, что расход сточных вод составляет 1000 м<sup>3</sup>/сут., суммарное содержание катионов  $\sum[K] = 15$  г-экв/л,  $\sum[A] = 15$  г-экв/л

## ЗАНЯТИЯ №21-23. Сорбция.

### Теоретические основы

Сорбция-это процесс поглощения твердым телом или жидкостью вещества из окружающей среды , Поглощающее тело называется сорбентом, а поглощаемое им вещество-сорбатом , Сорбция весьма эффективна для извлечения из сточных вод ценных растворимых веществ с их последующей утилизацией и для использования очищенных стоков в системе оборотного водоснабжения.

Процесс сорбции может осуществляться в статических условиям, при которых сорбент и сорбат находятся относительно друг друга в неподвижном состоянии , и в динамических условиях, при которых сорбат перемещается относительно

сорбента (фильтры, аппараты с псевдоожиженным слоем). В качестве сорбента наиболее широко нашел применение активированный уголь крупностью зерен от 1.5 до 5мм. Основным показателем сорбента является его поглощающая способность на единицу объема или массы сорбента (кг/  $m^3$ , кг/кг).

В настоящее время для очистки в основном применяются цилиндрические одноярусные адсорбера, в которых скорость фильтрации зависит от концентрации растворенных в сточных водах солей и не превышает 12м/ч [1]п.6.288. Сорбционная установка представляет собой несколько параллельно работающих секций состоящих из 3-5 последовательно расположенных фильтров. По достижении предельного насыщения головной фильтр отключается на регенерацию, а обрабатываемая вода подается на следующий

фильтр. Площадь загрузки адсорбционной установки  $F_{ads}, m^2$  определяется по формуле:

$$F_{ads} = \frac{q_w}{V},$$

где  $q_w$  - среднечасовой расход сточных вод .«Уч.

$V$ -скорость потока, м/ч.

Число последовательно работающих адсорберов  $N_{ads}$  -рассчитывается в соответствии с рекомендациями [ 1]п. б.286.

Задачи.

Подобрать и рассчитать установку для очистки фенол содержащих сточных вод расходом 520м3/ч и концентрацией фенола 46мг/д Очистку произвести до выпуска в водоем второй категории.

## дополнительные задачи к занятиям

**Подобрать технологическую схему и рассчитать установку по очистке сточных вод.**

**Составить планы аппаратурного оформления.**

1. Концентрация азота аммонийных солей в бытовых сточных водах 35 мг/л. Чему равна норма водоотведения?
2. Рассчитать установку для нефтесодержащих сточных вод с гидравлической крупностью 0,15 мг/л. Расход сточных вод 850 л/ч.
3. Рассчитать установку:  $Q=400 \text{ м}^3/\text{сут.}$ , С нефти=180мг/л. Очистить до спуска в горколлектор.
4. Рассчитать установку для стоков:  $Q=700 \text{ м}^3/\text{сут.}$ , С<sub>w</sub> г =2 г/л
5. Рассчитать установку обезвреживания цианосодержащих сточных вод хлорной известью. Концентрация простых цианидов Шт/м3. Расход сточных вод 500 м3/сут.
6. Рассчитать установку для сточных вод в количестве 3000 л/сут. с органическими веществами, для окисления которых требуется доза озона 10г/ л.
7. Определить концентрацию биогенных элементов в бытовых сточных водах при норме водоотведения 280л/чел.сут.
8. Подобрать и рассчитать установку для сточьес вод шамотного завода  $Q=80\text{м}^3/\text{ч.}$ , при 3 = 25 мкм.
9. Рассчитать установку для кислых стоков  $Q_k = 80\text{м}^3 / \text{сут.}$ , С<sub>h2so4</sub> — 7кг/м3, для щелочных  $Q_{щ} = 100 \text{ м}^3/\text{сут.}$  С<sub>(OH)2</sub>=6 кт/м3
10. Рассчитать установку с тонкослойными отстойниками для сточных вод с расходом 100 м3/ч.
11. Рассчитать установку с нейтрализующими фильтрами для сточных вод  $Q = 50 \text{ м}^3 / \text{ч.}$  С<sub>hcl</sub>=5кг/ м3.
12. Рассчитать установку для очистки стоков при циклическом режиме поступления стоков.  $Q=700\text{м}^3/\text{ч.}$ , С<sub>max.</sub> =100 мг/л., t<sub>cir</sub> =5ч., С=30мг/л., С=50мг/л.
13. Концентрация СПАВ в бытовых сточных водах 8мг/л. Чему равна норма водоотведения?
14. Рассчитать установку для стоков:  $Q=1300 \text{ м}^3/\text{сут.}$  С<sub>h2so4</sub> = 3г/л.
15. Определить концентрацию ПАВ в бытовых сточных водах при норме водоотведения 300л/чел.сут.
16. Рассчитать установки с тонкослойными отстойниками для сточных вод с расходом 70 м3/час.
17. Рассчитать установку с нейтрализующими фильтрами для сточных вод  $Q=40 \text{ м}^3/\text{ч.}$ , С<sub>hno3</sub> =3кг/м3;
18. Рассчитать установку для очистки сточных вод в количестве 2300 м3/сут. с органическими веществами, для окисления которых требуется доза озона. 17г/л

19. Рассчитать установку обезвреживания циансодержащих сточных вод хлорной известью. Концентрация простых цианидов  $40\text{г}/\text{м}^3$ . Расход сточных вод  $400\text{ м}^3/\text{сут}$ .
20. Рассчитать установку: кислые стоки  $Q=50\text{ м}^3/\text{сут.}$ ,  $C_{\text{H}_2\text{SO}_4}=8\text{кг.}/\text{м}^3$ , щелочные стоки  $Q=70\text{ м}^3/\text{сут.}$ ,  $C_{\text{Ca(OH)}_2}=6\text{кг}/\text{м}^3$ .
21. Определить ВПК воды, если известны:  $\text{БПК}_3=120\text{мг}/\text{л.}$ ?  $\text{БПК}_{20}=200\text{мг}/\text{л.}$
22. Рассчитать установку при залповом поступлении сточных вод  $tr = 1 \text{ ч.}$ , расход  $240\text{ м}^3$ . Гидравлическая крупность  $25\text{ мм/с.}$   $Ko\vartheta=7$ .
23. Рассчитать установку:  $Q=2000\text{ м}^3/\text{сут.}$  Снефти= $120\text{ мг}/\text{л.}$  Очистить до спуска в городской коллектор.
24. Рассчитать установку для предприятия строительных материалов.  $Q=160\text{м}^3/\text{ч}; \delta=60\text{ мкм.}$
25. Рассчитать установку для маслосодержащих сточных вод с гидравлической крупностью  $0,4\text{ мм/с.}$  Расход сточных вод  $1200\text{ м}^3/\text{ч.}$

## ЗАНЯТИЕ № 24 .Коагуляция.

### Теоретические основы

Коагуляция-это слипание частиц коллоидной системы при их столкновениях в процессе теплового движения ной перемешивания . В результате коагуляции образуется более крупные частицы , состоящие из скопления более мелких Процессу коагуляции способствуют специально вводимые реагенты-коагулянты или флокулянты. В качестве коагулянтов используют соли алюминия или железа. , при введении в воду которых протекает реакция гидролиза , сопровождающаяся образованием малорастворимых в воде гидроксидов железа и алюминия . Гидроксиды сорбируют на развитой хлопьевидной поверхности взвешенные, мелкодисперсные и коллоидные вещества, и оседают на дно отстойника в виде осадка

Для интенсификации процессов коагуляции и осаждения хлопьев применяются высокомолекулярные вещества – флокулянты (ПАА, КМЦ, К-100 ит. д).

Коагуляционная установка включает в себя процессы приготовления водных растворов коагулянтов и' флокулянтов , их дозирование в обрабатываемого сточную воду , смешение со всем объемом воды , хлопьеобразования, выделение хлопьев из воды . Приготовление , дозирование и ввод реагентов в стоящую воду надлежит предусматривать согласно [2]для сточных вод некоторых отраслей промышленности и городских сточных вод дозы реагентов допускается принимать по таблице 55[1]. Отделение скоагулированных примесей от воды осуществляется в соответствии с п.6.288. [1]

### Задача.

Подобрать и рассчитать остановку для коагуляционной очистки сточных вод бумажной фабрики расходом  $1200 \text{ м}^3 /ч$ . Сточные воды обрабатываются сульфатом алюминия и полиакриламидом . Концентрация загрязнений : в сточной воде 200мг/л, в очищенной воде 10мг/л

## ЗАНЯТИЯ 25-30. Биологическая очистка

### Теоретические основы

Целесообразность биологической очистки производственных сточных вод определяется наличием в них загрязняющих веществ, способных к биохимической деструкции . Биологическая очистка производственных сточных вод принципиально не отличается от очистки бытовых, но имеет ряд особенностей, обусловленных составом: и режимом отведения производственных стоков.

На очистных сооружениях промышленных предприятий возможно применение схем с биологической очисткой производственных стоков отдельных цехов, общего стока заводов , смеси сточных вод комплекса предприятии .

На процессы биохимического окисления производственных сточных вод в значительной степени включает структуру их примесей. Биологическая очистка производственных стоков возможна в естественных и искусственных условиях. Широко распространена биологическая очистка производственных стоков нефтеперерабатывающих заводов , заводов искусственного волокна , предприятий азотной промышленности и т. д. В сооруженияхнского типа - аэротенках, расчет которых производится в соответствии с положением, изложенными в п.п.6.143-6.157[1]. Характеристики биологического окисления, такие как: зольность ила, максимальная скорость окисления, константы характеризующие свойства органических загрязняющих веществ, а также характеризующее влияние кислорода, и коэффициент ингибиравания продуктами распада активного ила, принимается по таблице 40[1] в зависимости от отрасли промышленности.

Задача.

Подобрать и расчитать биологическую очистку сточных вод дрожжевого завода, расход сточных вод которого составляет 500м3/сут., содержание загрязнений: в.в.-120мг/л,  $BPK_{nан}$  -210мг/л.

## **ЗАНЯТИЯ №31-36.0работка осадка.**

### **Теоретические основы**

Обработка осадка сводится к проведению операции которые позволяют: снижать объем осадка за счет отделении влаги; минерализовать осадок, т.е. перевести органическую часть осадка, хорошо подвергающуюся к гниению в минеральную часть; обеззаразить осадок, т. е. освободить его от яиц гельминтов и другой патогенной микрофлоры

Отделение влаги производится первоначально для активного ила в илоуплотнителях, а для сброшенного или минерализованного осадка на иловых площадках или на сооружениях механического обезвоживания таких как: центрифуги, фильтр прессы, вакуум-фильтры ,сушильные печи. Минерализация осадка осуществляется микроорганизмами аэробного типа(в аэробных стабилизаторах)или анаэробного типа (в метантенках, осветлителях-перегнивателях).

Обеззараживание и дегельметизацию осадка сырых и мезофильно сброженных и аэробно стабилизованных осадков следует осуществлять путем их прогревания до  $60^{\circ} C$  с выдерживанием не менее 20мин при расчетной температуре.

Для обеззараживания обезвоженных осадков допускается изменять биотермическую обработку (компостирования). Необходимость термической сушки должна определяться условиями дальнейшей утилизации и транспортирования согласно П 6.407[ 1 ].

### **Задача**

Подобрать и рассчитать сооружения по обработке осадка для станции полной биологической очистки производительность  $25000 \text{ м}^3/\text{сут.}$  Концентрация загрязнений в сточной воде: Св-в-240м/т; БПК<sub>полн</sub>=190мг/л Эффект осветления- 45%. Предусмотрено механическое обезвоживание на вакуум-фильтрах

### **Дополнительные задачи к занятиям**

Вариант	Задача
1	Рассчитать установки обезвоживания на центрифугах. $Q_{mud} = 450\text{м}^3/\text{сум}, P_1 = 400\text{м}^3 / \text{сум.}$
2	Рассчитать установку для сточных вод. Расходом $1200\text{м}^3/\text{ч}$ Св.в=1500мг/л. Концентрация в очищенной воде-15 мг/л.
3	Рассчитать установку для очистки сточных вод ПАВ. Расход = $200 \text{ м}^3/\text{сут.}, C_{пав}=50 \text{ мг/л.}$ Очистку произвести до выпуска в водоем первой

4	Рассчитать установку обезвоживания для анаэробно сброшенной смеси $Q_{mix} \sim 200\text{м}^3/\text{сут}$ , $P_{mix}=96,50\%$ . Влажность готового продукта
5	Рассчитать установку для очистки стоков; $Q=45000 \text{ м}^3/\text{сут}$ , БПКполн=220мг/л; БПКочищ=20 мг/л Св.в.=100 мг/л Т= 14°C.
6	Рассчитать установки с высоконагруженными биофильтрами $Q=7000 \text{ м}^3/\text{сут}$ , БПК-400 мг/л, БПКоч=20 мг/л Т-14' С.
7	Рассчитать установку минерализации и обезвоживания осадка до $P=50\%$ $Q_{oc}=2800 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Рисх=95%.
8	Рассчитать установку для сточных вод $Q=33000 \text{ м}^3/\text{ч}$ БПКполн=140мг/л БПКоч=17мг/л, $\rho = 9 \text{ мг}/(\text{гч})$ .
9	Рассчитать установку обезвоживания на центрифугах неминерализованных осадков. $Q_{mud}=65 \text{ м}^3/\text{сут}$ , $Q_i=600 \text{ м}^3/\text{сут}$ ,
10	Рассчитать установку для сточных вод расходом $1500 \text{ м}^3/\text{ч}$ , Св.в.=1800мг/л. Концентрация в очищенной воде 15мг/л.
11	Рассчитать установку для очистки стоков. $Q=37000\text{м}^3/\text{сут}$ , БПКполн=320мг/л, БПКочищ= 15мг/л, Св.в =80мг/л, Т=14°C.
12	Рассчитать установку минерализации и обезвоживания осадка до $P=70\%$ . $Q_{oc}=45 Q_{mud}=4500 \text{ м}^3/\text{сут}$ , Рисх=96%.
13	Рассчитать установку для очистки стоков: $Q=60000.\text{м}^3/\text{сут}$ , БПКполн=450мг/л, БГГКочищ=15мг/л, Св.в.=100мг/л.
14	Рассчитать установку для обезвоживания для аэробно сброшенной смеси $Q_{mix}=3000\text{м}^3/\text{сут}$ $P_{mix}=96\%$ , Влажность готового продукта 30%.
15	Рассчитать установку с дисковыми биофильтрами при $Q=570,\text{м}^3/\text{сут}$ . БПКполн=600мг/л, БПКочищ=20мг/л, Т=15°C.
16	Рассчитать установку обезвоживания аэробно стабилизированного осадка на вакуум-фильтрах. $Q_{mud}=67 \text{ м}^3/\text{сут}$ , $P_{mud}=95\%$ , $Q_i=600 \text{ м}^3/\text{сут}$
17	Рассчитать установку для сточных вод расходом $Q=1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , Св.в.=1200мг/л, Концентрация веществ в очищенной воде 10мг/л