



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»

**Сборник задач**  
по дисциплине

**«Технологии  
водоподготовки и очистки  
сточных вод на  
промышленных  
предприятиях»**

Автор  
Вильсон Е.В.

Ростов-на-Дону, 2016

## Аннотация

Сборник задач предназначен для студентов очной, заочной форм обучения направления 08.03.01 «Строительство».

## Автор



канд.техн.наук,  
доцент  
Вильсон  
Елена Владимировна



## Оглавление

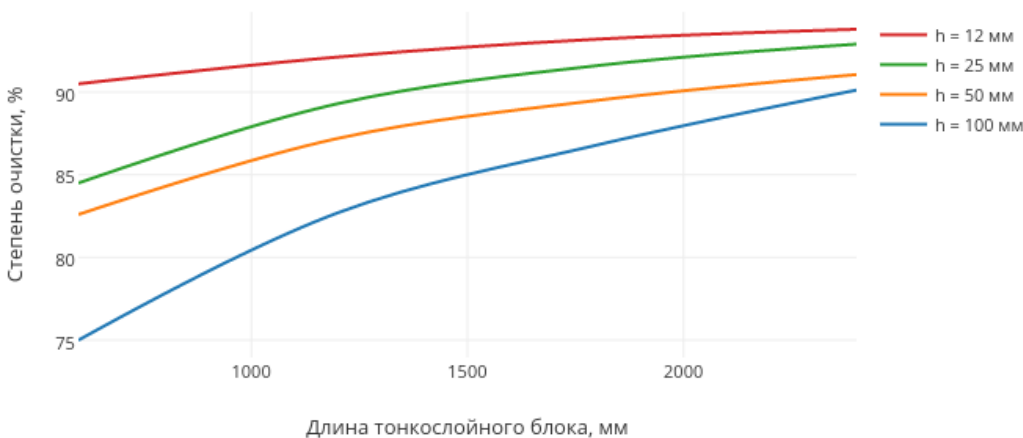
<b>Лабораторная №1 «Определение оптимального угла наклона полок в тонкослойных отстойниках» .....</b>	<b>4</b>
Краткая теория .....	4
Цель работы .....	10
Приборы и материалы .....	10
Ход выполнения работы .....	10
<b>Лабораторная №2 Коагуляция и флотация сточных вод автомоечных предприятий. Определение оптимальной схемы.....</b>	<b>11</b>
Краткая теория .....	11
Оборудование и материалы .....	13
Ход работы .....	13
Выводы .....	14
<b>Лабораторная работа №3 Комплексная очистка сточных вод в электрофлотокоагуляторе.....</b>	<b>15</b>
Краткая теория .....	15
Цель работы .....	16
Приборы и материалы .....	16
Ход выполнения работы .....	16
<b>Задачи .....</b>	<b>17</b>

## ЛАБОРАТОРНАЯ №1 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА ПОЛОК В ТОНКОСЛОЙНЫХ ОТСТОЙНИКАХ»

### Краткая теория

Тонкослойные отстойники применяют для средней и глубокой очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов. Процесс осаждения примесей происходит в малом по толщине слое воды внутри тонкослойного модуля с наклонными элементами. Такая конструкция позволяет быстрее осажать взвесь, а собранные примеси самотеком сползают по уклону в зону хлопьеобразования и уплотнения осадка.

Зависимость эффекта очистки от длины блока и толщины слоев



Чем меньше толщина слоя сточной воды, тем ниже удельная нагрузка на площадь отстаивания. В этом случае сокращается эффект, когда движущиеся частицы увлекают за собой поток жидкости, и гидродинамические характеристики потока жидкости стабилизируются.

Для стабильного потока жидкости необходимо, чтобы энергия движения частиц воды была выражена сильнее, чем влияние силы тяжести. Вихревые явления (турбулентность) увеличивают нежелательную транспортирующую способность потока.

Для тонкослойного отстаивания необходимо добиться ламинарного тока сточной воды. **Число Рейнольдса** для отстойника прямоугольной формы должно быть  $Re < 700$ , для круглого отстойника:  $Re < 500$ .

**Конструкция** тонкослойного отстойника — круглое или прямоугольное сооружение, разделенное внутри на отдельные слои (ярусы) при помощи наклонных параллельных пластин. Отстаивание воды происходит в каждой секции тонкослойного модуля, а наклонные пластины служат для удаления собранного осадка.

По способу установки наклонных пластин выделяют несколько типов конструкций тонкослойных отстойников. Возможные варианты: объединение пластин каркасом в модули; либо крепление пластин на общей раме, установленной в объеме отстойника. Последний вариант монтажа позволяет более надежно состыковать пластины на одном ярусе.

**Угол наклона пластин** тонкослойного модуля во многом влияет на эффективность очистки стоков в отстойнике. Оптимальная величина в пределах  $45\text{—}60^\circ$ . При меньшем угле наклона ярусы зашламливаются, и возникает необходимость их часто промывать. При большом угле наклона пластин осадок слишком быстро сползает, что может вызвать нежелательные эффекты.

На границе осадка и движущегося потока воды могут образоваться возмущающие токи воды, и частицы сползающего шлама могут вторично загрязнять осветленную воду.

**Материал** для тонкослойных модулей отстаивания — мягкие или полужесткие полимерные пленки, объединенные в сотовую конструкцию. Тонкослойные отстойники в виде полок изготавливаются из жестких листовых материалов.

**Размеры** тонкослойного модуля принимаются от  $1 \times 1$  м до  $1,5 \times 1,5$  м. Такие размеры оптимальны с точки зрения удобства монтажа и эксплуатации. Высоту каждого ячеистого элемента в поперечнике принимают от 3 до 5 см.

#### **Схемы движения воды в отстойнике**

1. Перекрестный ток воды. Осаждаемый шлам двигается поперек движению основного потока очищаемой воды.
2. Противоток. Осажденный осадок стекает в направлении, противоположном движению очищаемой сточной воды.
3. Прямоток. Очищаемая вода и выделенные из нее осадки двигаются в одинаковом направлении.

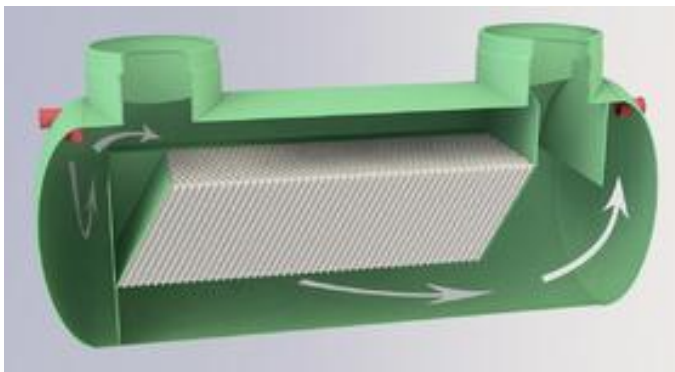


Схема движения потока Argel LN

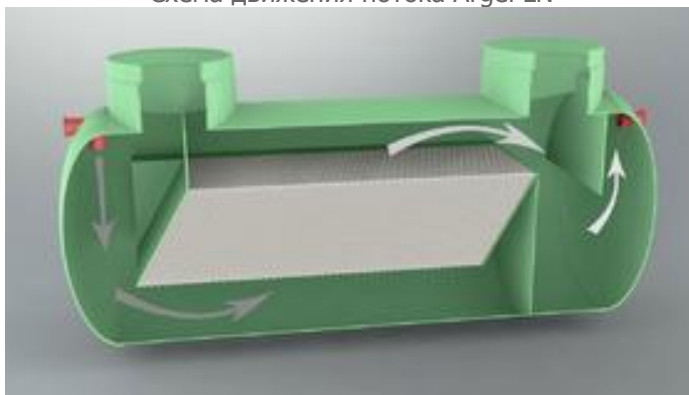


Схема движения потока Argel LS

С точки зрения глубины очистки наиболее предпочтительным является **противоточное** движение потока. В этом случае агломерация взвешенных веществ идет более активно, и условия осаждения улучшаются.

Отстойники на основе противотока используют для очистки вод, содержащих легко оседающие примеси. Внутри наклонных секций вода течет снизу вверх, поэтому взвеси выпадают в осадок по укороченной траектории.

Непрерывно сползающий осадок движется против тока воды и осаждается в иловый приямок в виде крупных образований (агломератов). В дальнейшем осажённый шлам удаляется через иловую трубу.

Легкие всплывающие примеси скапливаются в межсекционных пазухах и убираются погружным лотком. Чтобы плавающие по поверхности воды примеси легче собирались и не увлекали за собой воду, их подгоняют струями воздуха из перфорированных

трубок, установленных по периферии конструкции.

Главный недостаток конструкции отстойника с противотоком воды — работа узла распределения потоков воды между ярусами.

Чтобы распределение воды между противоточными ярусами было равномерным, очищенная вода должна равномерно удаляться с поверхности водосборными лотками или погружными дырчатыми трубами. Отдельные дырчатые трубки сливаются в общий трубопровод или лоток, смежный с водоприемной камерой. Заданный уровень воды в отстойнике поддерживается регулируемым по высоте водосливом.

Как показал опыт, достичь по-настоящему равномерного распределения воды удается лишь в отстойниках с **перекрестной** схемой движения. Такой отстойник обычно прямоугольной формы. Пластины в нем расположены таким образом, что выделяющийся в процессе очистки осадок скапливается по оси конструкции отстойника. Вода на очистку подается через распределительный трубопровод, на конце которого есть стояки и раструбы, ориентированные к торцевой стенке.

Недостаток тонкослойных отстойников с перекрестным током — необходимость изготавливать параллельные пластины из листов толстого металла, что повышает общую стоимость очистного сооружения. Толстые металлические листы берутся для предотвращения прогибов элементов конструкции.

**Прямоточная** схема в тонкослойных отстойниках позволяет немного сократить расходы строительных материалов, поскольку использует энергию движения самого потока.

Прямоточные тонкослойные отстойники используются, например, для доочистки стоков после биологической очистки активным илом.

Опыт эксплуатации подобных очистных сооружений показывает, что максимальный эффект тонкослойного отстаивания происходит при концентрации взвешенных веществ до 125 мг/л. Отделение активного ила с учетом его малой плотности — довольно сложно протекающий процесс. Необходимо также обеспечить равномерный приток воды в межпластинчатое пространство и отвод осветленной воды из отстойника.

Расчет тонкослойного отстойника ведется на основании действующего **СП 32.13330.2012** «Канализация. Наружные сети и сооружения». Основные расчетные параметры отстойников принимаются по таблице в зависимости от типа сооружаемого отстойника.

Схема отстойника	Кэ	Нб, м	Вб, м	Ур, мм/с
Прямоточная	0,5-0,7	0,025-0,2	2-6	5-10
Перекрестная	0,8	0,025-0,2	1,5	5-10

### Основные расчетные параметры отстойников

Кэ - коэффициент использования объема;

Нб - высота тонкослойного блока (м);

Вб - ширина тонкослойного блока (м);

Ур - принимается скорость рабочего потока жидкости (мм/с);

Коэффициент Кб зависит от конструкций водораспределительных и водозаборных устройств и в целом характеризует степень использования объема очистного сооружения.

От принятых геометрических размеров сооружения рассчитывается величина производительности одного тонкослойного отстойника — Qт, м<sup>3</sup>/ч.

Для отстойников горизонтального типа:

$$Q_t = (7,2 \cdot K_э \cdot H_б \cdot L_б \cdot u_0) / (K_с \cdot H_я)$$

Кэ - коэффициент использования объема;

Нб - высота тонкослойного блока ( м);

Lб - длина секции, отделения, ( м);

u<sub>0</sub> - гидравлическая крупность задерживаемых частиц (мм/с);

Кс - коэффициент сноса выделенных частиц, принимаемый при плоских пластинах —1,2; при рифленых пластинах - 1;

Ня - высота яруса тонкослойного модуля, (м).

Для отстойников с противоточной схемой работы:

$$Q_t = 3,6 \cdot K_э \cdot H_б \cdot В_б \cdot V_t$$

Кэ - коэффициент использования объема;

Нб - тонкослойного блока (м);

Вб - ширина тонкослойного блока (м);

V<sub>t</sub> - турбулентная составляющая, мм/с, принимаемая по таблице в зависимости от скорости потока в отстойнике Ур, мм/с.

Геометрические размеры тонкослойных отстойников прямооточного, противоточного и перекрестноточного типа принимаются по данным таблиц СНиП 2.04.03-85 в разделе «Тонкослойные отстойники».

При помощи указанных формул и справочных данных получают нужные для проектирования величины:

Lб - длина тонкослойного блока,



$H_6$  - высота блока,  
 $B_c$  - строительная ширина отстойника,  
 $H_c$  - строительная высота отстойника,  
 $L_c$  - строительная длина отстойника.

Дополнительные расчеты

Из условия обеспечения ламинарного тока воды в секциях вычисляют скорость  $V_p$ , м/ч:

$$V_p = 3600 \cdot Re \cdot \chi \cdot \nu / \omega_1$$

$Re$  - число Рейнольдса, из условий расчета должно быть менее 500;

$\chi$  - смоченный периметр секции (м);

$\omega_1$  - площадь поперечного сечения секции (м<sup>2</sup>);

$\nu$  - кинематическая вязкость (м<sup>2</sup>/с).

Практическая скорость движения воды принимается в пределах 5-10 мм/с.

Кроме того, скорость потока воды можно вычислить по формуле:

$$V_p = Q_T / (B_6 \cdot L_6 \cdot \cos \alpha + B_6 \cdot L_p)$$

$V_p$  - скорость рабочего потока (м/ч);

$Q_T$  - объем потока (м<sup>3</sup>/ч);

$B_6$  - ширина тонкослойного блока (м);

$L_6$  - длина тонкослойного блока (м);

$L_p$  - расстояние между пластинами (м);

$\alpha$  - угол наклона пластин.

Практический опыт эксплуатации тонкослойных отстойников показал, что при числе Рейнольдса, превышающем 280-360, качество очищаемой воды становится нестабильным, а показатели работы отстойника попадают в зону риска.

Дополнительный негативный фактор — существенные отличия реальных размеров отстойников от расчетных величин. Все это создает дополнительные и плохо управляемые нагрузки на смежные пространства тонкослойных отстойников.

Расчет времени отстаивания  $t$  (ч) производят по формуле:

$$t = H_6 / (3600 \cdot u_0)$$

$u_0$  - гидравлическая крупность частиц, мм/с, осаждение которых обеспечивает требуемый эффект осветления сточной воды;

$H_6$  - высота секции тонкослойного блока.

Величина  $u_0$  зависит от параметров осветления стоков в покое при высоте секции  $H_6$ . Минимальная величина  $H_6$  выбирается в зависимости от способа удаления осадка при условии незасоряемости тонкослойной секции.

## Цель работы

Определить оптимальный угол наклона полок в тонкослойных блоках в зависимости от состава сточных вод.

## Приборы и материалы

1. Стенд с набором закрепленных цилиндров под углом 90°, 60°, 45°, 30°
2. Цилиндр Снеллена.
  - 2.1. Глиносодержащая суспензия (М).
  - 2.2. Имитат сточных вод молзавода.
3. Перемешивающее устройство
4. Раствор алюминий содержащего коагулянта и флокулянта (катионный)

## Ход выполнения работы

- Модельные жидкости помещают в цилиндры вводят аликвотные дозы коагулянта.

- Аккуратно вводят полученный коагулят в цилиндры имитирующие тонкослойное отстаивание визуально наблюдаем полученные эффекты. Через 20 мин определяем прозрачность воды.

- Определяют высоту слоя осадка, записывают выводы.

- Рассчитывают блок тонкослойного отстаивания.

Так как сточные воды содержат молочный белок, в виде коллоидов, неосаждающегося белесого цвета. В соответствии с литературными данными (Шифрин и Феоанов) сточные воды молзаводов целесообразно коагулировать сульфатом алюминия, из расчета 150 мг безводного  $Al_2(SO_4)_3$  по активной части это соответствует 48 мг/л. Для коагуляции воспользовались реагентом алюминийхлоридрат, в 1 мл которого содержится 9 мг  $Al_2O_3$ . В пробной коагуляции использовали:

- 5 проб исходной воды по 300 мл

По результатам работы написать вывод

## ЛАБОРАТОРНАЯ №2 КОАГУЛЯЦИЯ И ФЛОТАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД АВТОМОЕЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ

### Краткая теория

Коагуляция и флотация относятся к физико-химическим методам очистки.

**Коагуляция** - это слипание частиц при их столкновении в процессе теплого движения, перемешивания или направленного перемещения во внешнем силовом поле. В результате коагуляции образуются агрегаты - более крупные (вторичные) частицы, состоящие из скопления мелких (первичных). Первичные частицы в таких агрегатах соединены силами межмолекулярного взаимодействия непосредственно или через прослойку окружающей (дисперсионной) среды. Коагуляция сопровождается прогрессирующим укрупнением частиц и уменьшением их общего числа в объеме дисперсионной среды. Мицеллы гидролизированных коагулянтов коагулируют спонтанно во всем объеме дисперсной системы с образованием агрегатов преимущественно за счет межмолекулярных сил Ван-дер-Ваальса. Взаимодействие мицелл протекает в области быстрой коагуляции, когда все частицы, находящиеся в броуновском движении, при сближении слипаются. В настоящее время наиболее распространенными коагулянтами являются соли алюминия и железа. Перспективным коагулянтом является высокоосновный 5/6-гидрооксохлорид алюминия  $Al_2(OH)_5Cl$ , обладающий высоким содержанием водорастворимого алюминия; при его полном гидролизе на один атом алюминия выделяется в 6 раз меньше ионов гидроксония, чем при гидролизе  $Al_2(SO_4)_3$ , поэтому щелочность исходной воды снижается меньше и коагулянт работает в более широком диапазоне pH. Он незначительно повышает содержание очищаемой воды. Расход этого коагулянта на 15 ÷ 30% ниже, чем сернокислого алюминия, скорость образования хлопьев больше, чем у  $Al_2(SO_4)_3$ , и он даёт незначительное количество остаточного алюминия в обработанной воде. В практике очистки сточных вод довольно часто используют смешанный коагулянт, представляющий собой смесь сернокислого алюминия и хлорного железа. В этом случае достигаются лучшие результаты, чем при раздельном использовании солей алюминия и железа. При этом наблюдается расширение зоны оптимальных значений pH, которое можно объяснить большим разнообразием про-

дуктов гидролиза со своими индивидуальными свойствами, а ускоренное осаждение хлопьев - изменением структуры коагулянта за счет более плотной упаковки частиц. Для ускорения процесса коагуляции и повышения эффективности этого процесса применяют высокомолекулярные вещества, называемые флокулянтами. В настоящее время известно более 2000 флокулянтов. Все флокулянты по их природе делят на природные и синтетические. В большинстве случаев эти вещества принадлежат к классу линейных полимеров. Для удобства рассмотрения синтетические флокулянты подразделяют на неионные, анионные и катионные соединения. Наиболее распространенным и эффективным анионным флокулянтом является полиакриламид (ПАА), который представляет собой сополимер акриламида с акрилатом аммония, натрия или кальция с содержанием акрилатов до 10%. У нас в стране применяют два вида ПАА. Сфера применения коагулянта определяется составом сточной воды, его свойствами, стоимостью, способностью удалять те или иные группы загрязнений, а также требованиями, предъявляемыми к устройствам для приготовления и дозирования растворов реагентов.

**Флотация** - процесс молекулярного прилипания частиц флотируемого материала к поверхности раздела двух фаз, обычно газа (чаще всего воздуха) и жидкости, обусловленный избытком свободной энергии поверхностных пограничных слоев, а также поверхностными явлениями смачивания.

Процесс очистки методом флотации сточных вод, содержащих ПАВ, нефть, нефтепродукты, волокнистые материалы и др., заключается в образовании комплексов "частицы-пузырьки", всплывании этих комплексов и удалении образовавшегося пенного слоя с поверхности обрабатываемой жидкости. Прилипание частицы, находящейся в жидкости, возможно только в случае, когда наблюдается несмачивание или плохое смачивание этой частицы жидкостью.

Внешним проявлением к смачиванию является величина поверхностного натяжения её на границе с газовой фазой, а также разность полярностей на границе "жидкость-частица". Флотация эффективно идет при значениях поверхностного натяжения воды не более 60-65 мН/м. Степень смачиваемости водой взвешенных частиц характеризуется величиной краевого угла смачивания  $\theta$ . Чем больше угол смачивания, тем более гидрофобна поверхность частицы, т.е. увеличивается вероятность прилипания к ней и прочность удержания на её поверхности воздушных пузырьков. Эти частицы обладают малой смачиваемостью и легко

флотируются. Большое значение при флотации имеют следующие величины: размер, количество и равномерность распределения воздушных пузырьков в сточной воде. Оптимальные размеры воздушных пузырьков - 15-30 мкм, а максимальные – 100-200 мкм.

В практике очистки сточных вод используют различные конструктивные схемы, приёмы и способы флотации.

Наиболее существенные принципиальные различия способов флотации связаны с насыщением жидкости пузырьками воздуха определённой крупности. По этому принципу можно выделить следующие виды флотации:

1. с выделением воздуха из раствора (вакуумная, напорная и эрлифтная);
2. с механическим диспергированием воздуха (импеллерная, безнапорная и пневматическая);
3. с подачей воздуха через пористые материалы;
4. электрофлотация (этот вид относят к безреагентным методам очистки сточных вод).

### **Оборудование и материалы**

1. Цилиндр Снеллена;
2. Компрессорный аэратор;
3. Химические стаканы, пипетки, цилиндры;
4. модельная вода - имитат сточных вод автомоечных предприятий;
5. Коагулянт Полиоксихлорид алюминия в 1 мл -8,5мг  $Al_2O_3$

### **Ход работы**

#### **Вариант 1**

1. Определить прозрачность модельной воды;
2. Поместить модельную воду в цилиндр, отметить объем воды;
3. Произвести флотацию;
4. Определить объем флотационной пены;
5. Определить время флотации;
6. Определить объем воды перешедшей в пену и рассчитать кратность пены;
7. Измерить прозрачность отстоянной воды после флотации;
8. Определить объем воды после флотации ввести в нее аликвотную дозу коагулянта, выполнить процесс коагуляции и определить прозрачность;

9. Данные занести в таблицу. Сделать выводы

### **Вариант 2**

1. Определить объем модельной воды;
  2. Внести аликвотную дозу коагулянта провести коагуляцию;
  3. Определить объем и характер осадка;
  4. Определить прозрачность надосадочной жидкости;
  5. Определить объем осветленной пробы;
  6. Выполнить флотацию и определить время флотации;
  7. Определить объем пены и объем воды перешедшей в пену;
8. Измерить прозрачность, полученные результаты поместить в таблицу;
9. Данные занести в таблицу. Сделать выводы

### **Вариант 3**

1. Определить объем модельной воды;
2. Внести аликвотную дозу коагулянта провести коагуляцию и одновременно флотацию (Смешивание коагулянта с водой производится с помощью компрессорного аэратора);
3. Определить объем пены и объем воды перешедшей в пену;
4. Измерить прозрачность отстаиванной пробы полученные результаты поместить в таблицу;
5. Данные занести в таблицу. Сделать выводы

### **Выводы**

Сделать общие выводы. Определить оптимальный вариант технологической схемы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В ЭЛЕКТРОФЛОТООКАГУЛЯТОРЕ

### Краткая теория

При электрофлотокоагуляции в обрабатываемой воде протекает сразу несколько процессов: электролиз, коагуляция, сорбция и флотация. Сочетание в себе сразу несколько технологических приемов обеспечивают высокую степень очистки воды.

Изменение дисперсного состояния примесей за счет их коагуляции под действием электрического поля продуктов электродных реакций и закрепление пузырьков электролитического газа на поверхности коагулирующих частиц, что обеспечивает их последующую флотацию. Непременным условием протекания процесса электрофлотокоагуляции является закрепление пузырьков газа на поверхности частиц в состоянии «*in statu nascendi*», т. е. в момент их образования. В этом случае эффективность флотационного процесса возрастает в 1,5—2,0 раза.

Технология электрофлотокоагуляции эффективна для удаления следующих загрязнений:

1. ПАВ
2. Нефтепродукты
3. Взвешенные вещества
4. Фенолы
5. Формальдегиды
6. Тяжелые металлы
7. Гуминовые вещества

Основные преимущества технологии:

1. Эффективность очистки выше, чем у классических отстаивателей и флотаторов;
2. Снижение занимаемых площадей очистными сооружениями
3. Снижение затрат на реагенты
4. Невысокая энергоемкость технологии

Количество металла переходящего в раствор определяется по формуле:

$$M = K \cdot \xi \cdot E, \text{ грамм}$$

M-количество металла переходящего в 1 м<sup>3</sup> раствора в граммах;

K-коэффициент выхода к потоку 0,5-0,95 (принимается 0,7);

$\xi$  – электрохимический эквивалент, г/А·ч, для железа равен 0,695;

$E$  – удельное количество электричества А·ч/м<sup>3</sup>.

Удельный расход электроэнергии на обработку:

$$W = \frac{I \cdot U \cdot 60 \cdot 10^3}{1.748 \cdot \tau \cdot 10^3}; \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{ч}$$

### Цель работы

Определение оптимальных параметров электрохимической очистки от красителя синего цвета.

### Приборы и материалы

1. Электролизёр ёмкостью 1748 см<sup>3</sup> = 1,8 дм<sup>3</sup> с электродами размером 8х5 см;
2. Выпрямитель постоянного тока;
3. Амперметр;
4. Вольтметр;
5. Набор цилиндров для отбора проб;
6. Секундомер;
7. Имитат красителя;
8. 10-% раствора поваренной соли;
9. Коагулянт акваурат;

### Ход выполнения работы

1. Приготовить раствор синего цвета
2. Поместить раствор в электрофлотокоагулятор
3. Установить силу тока 2 А
4. Снять показания с Вольтметра
5. Выполнить процесс в течение 2 мин. (5 мин и 10 мин)
6. Отключить прибор от системы питания
7. Отобрать пробу в химический стакан
8. После 10-15 минут отстаивания определить прозрачность пробы
9. Выполнить позиц. С 1 по 9 при силе тока 5А; 8А;

**Сделать общие выводы**



## ЗАДАЧИ

1. Определить требуется ли добавка биогенных элементов для биологического метода очистки производственных сточных вод при следующих показателях очищаемых сточных вод:

БПК<sub>п</sub> = 750 мгО<sub>2</sub>/л; Азот аммонийных солей = 25 мг/л; Азот органический = 20 мг/л; Фосфаты (Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>) = 13 мг/л., при требуемом соотношении БПК<sub>п</sub>:N:P = 100:5:1 и с учетом того, что в процессе механической очистки происходит понижение фосфатов на 25%, а азота органического на 10%.

2. Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

В воде водоема обнаружены: фенол - 0,0006 мг/л; толуол - 0,03 мг/л; бутиловый спирт - 0,08 мг/л; пиридин - 0,05 мг/л; керосин - 0,003 мг/л\*\*

3. Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.\*\*\*

В воде водоема обнаружены: аммиак - 0,8 мг/л, белково-витаминный концентрат - 0,009 мг/л, кислота бензойная - 0,1 мг/л, кислота олеиновая - 0,3 мг/л, кислота уксусная - 0,2 мг/л, кремний - 2 мг/л, ртуть - 0,0006 мг/л.

4. Сгруппировать указанные вещества по лимитирующим признакам. Сделать заключение о соответствии качества воды водоема гигиеническим требованиям.

В воде водоема обнаружены: этилацетат - 0,04 мг/л, хром (Cr<sup>+3</sup>) - 0,12 мг/л, хлороформ - 0,02 мг/л, нафталин - 0,02 мг/л, мышьяк - 0,01 мг/л, литий - 0,01 мг/л, дифениламин - 0,03 мг/л, бор - 0,06 мг/л.\*\*

5. Определить тип, объем и площадь усреднителя если расход сточных вод постоянен и составляет 150 м<sup>3</sup>/ч., а изменение концентрации органических веществ (по БПК<sub>п</sub>) носит циклический характер, при продолжительности цикла 4 часа и составляет (в мгО<sub>2</sub>/л) 200; 100; 390; 1000. С доп = 700 мг/л.

6. Рассчитать горизонтальные песколовки для очистной станции производительностью 60000 м<sup>3</sup>/сут, при К<sub>н</sub> = 1,38. Определить суточный объем осадка при приведенном количестве жителей N = 250000 чел.

7. Определить производительность песколовки, если ее длина составляет 30 м, продолжительность пребывания сточных вод составляет 3 мин., Живое сечение песколовки составляет 22 м<sup>2</sup>.

8. Определить объем и диаметр камеры флокуляции для вертикального отстойника при расходе сточных вод 2000 м<sup>3</sup>/сут.

9. Определить параметры тонкослойного блока, при производительности отстойника – 5000 м<sup>3</sup>/сут и гидравлической крупности осаждаемых частиц 0,5 мм/сек.

10. Определить диаметр открытого гидроциклона без внутренних устройств, если расчетный расход сточных вод составляет 4000 м<sup>3</sup>/сут, а гидравлическая крупность взвешенных частиц 6 мм/сек.

11. Определить параметры флотационной камеры при реализации метода напорной флотации с рециркуляцией очищенной сточной воды для очистки производственных сточных вод с концентрацией взвешенных веществ 540 мг/л и расходом сточных вод 1500 м<sup>3</sup>/ч. ( Допустимая нагрузка на флотатор по взвешенным веществам 250 мг/л, концентрация взвешенных веществ в очищенной воде – 25 мг/л, вл флот. пены – 95%).

12. Определить объем емкости с перемешивающим устройством для очистки производственных сточных вод от пропионовой кислоты методом сорбции в статических условиях, если продолжительность перемешивания составляет 10 мин, суточная потребность в ПАУ составляет 2 т, а доза ПАУ составляет 420 мг/л.

13. Определить диаметр фильтровальной колонны адсорбера и высоту слоя угля Н<sub>1</sub> при скорости фильтрования 5м/ч , если минимальная доза загрузки ГАУ составляет 0,2 г/л, при суточном количестве сточных вод 5000 м<sup>3</sup>, продолжительности фильтроцикла 12 часов и насыпном весе ГАУ – 0,45 г/см<sup>3</sup>.

14. Определить схему ионного обмена при необходимости очистки сточных вод от ионов алюминия (при исходной концентрации 3,5 мг/л) и малом содержании щелочных металлов, ионов аммония и гидрокарбонат-ионов. Рассчитать объём ионита при производительности установки 150 м<sup>3</sup>/ч, остаточной концентрации ионов алюминия – 0,5 мг/л и ионообменной рабочей емкости 4,2 мг-экв/г.

15. Разработать и обосновать технологическую схему очистки сточных вод следующего состава:

Св. в-ва = 700 мг/л; Сжир. = 900 мг/л; Схпк = 1700 мгО/л; Сбпк<sub>н</sub> = 1000 мгО<sub>2</sub>/л.

16. Разработать и обосновать технологическую схему очистки сточных вод следующего состава:

Св. в-ва = 50 мг/л; Сжир. = 90 мг/л; Схпк = 1700 мгО/л; Сбпк<sub>н</sub> = 100 мгО<sub>2</sub>/л.

17. Разработать и обосновать технологическую схему очистки

сточных вод следующего состава:

Св. в-ва = 70 мг/л; Снеф. = 900 мг/л; Схпк = 1700 мгО/л; Сбпк<sub>п</sub> = 1000 мгО<sub>2</sub>/л.

18. Разработать и обосновать технологическую схему очистки сточных вод следующего состава:

Св. в-ва = 30 мг/л; С<sub>Al<sup>III</sup></sub> = 20 мг/л; Схпк = 70 мгО/л;

19. Разработать и обосновать технологическую схему очистки сточных вод следующего состава:

Св. в-ва = 1700 мг/л; Сжир. = 900 мг/л; Схпк = 17000 мгО/л; Сбпк<sub>п</sub> = 10000 мгО<sub>2</sub>/л.

20. Разработать и обосновать технологическую схему очистки поверхностного стока следующего состава:

Св. в-ва = 70 мг/л; Снефт. = 350 мг/л; Схпк = 500мгО/л; Сбпк<sub>п</sub> = 400 мгО<sub>2</sub>/л.

21. Определить схему ионного обмена при необходимости очистки сточных вод от ионов никеля (при исходной концентрации 6,5 мг/л) и малом содержании щелочных металлов, ионов аммония и гидрокарбонат-ионов. Рассчитать объём ионита при производительности установки 1200 м<sup>3</sup>/ч, остаточной концентрации ионов никеля – 0,2 мг/л и ионообменной рабочей емкости 4,8 мг-экв/г.