ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

КОМПЛЕКТ ПРЕЗЕНТАЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ГИДРОСФЕРЫ»

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Разработчик: доцент, к.т.н. Манвелова Н.Е.

Санкт-Петербург
2018

Введение

- Вода – важнейший природный ресурс, используемый в промышленном производстве. Можно выделить четыре наиболее значимые направления использования воды в технологических процессах: **вода 1 категории** используется для охлаждения жидких и конденсации газообразных продуктов в теплообменных аппаратах без соприкосновения с продуктом. **вода 2 категории** служит в качестве среды, поглощающей различные нерастворимые (механические) и растворимые примеси (вода не нагревается, но загрязняется соответствующими примесями) **вода 3 категории** используется так же, как вода 2-ой категории, но с нагревом (например, очистка газов в скрубберах, гашение кокса и т.д.); **вода 4 категории** используется в качестве экстрагента и растворителя реагентов. При прямоточном водообеспечении промышленных предприятий вода, забираемая из природного источника, после участия в технологическом процессе возвращается в водоем в виде сточной (отработанной) воды за исключением того количества, которое безвозвратно расходуется в производстве.

Введение (продолжение)

- **Сточные воды – отработанные воды, дальнейшее использование которых невозможно по техническим условиям, либо нецелесообразно по технико-экономическим показателям.** При оборотном водообеспечении промышленных предприятий, часть сточных вод повторно используется в производстве после их очистки и охлаждения (при необходимости). Производственные сточные воды в течение смены могут поступать равномерно и неравномерно. Возможны залповые поступления высококонцентрированных токсичных сточных вод. Режим спуска производственных сточных вод определяется регламентом технологического процесса (цехов и предприятия в целом). В течение суток могут также изменяться отдельные показатели свойств сточных вод. *Сточные воды, отводимые с территории промышленных предприятий, разделяются на три вида: производственные, бытовые, атмосферные.*

Введение (продолжение)

- **Производственные сточные воды** - это воды, использованные в технологическом процессе. Они включают две основные категории: **загрязненные и незагрязненные (условно чистые).** *Загрязненные сточные воды могут содержать примеси: а) минеральные, б) органические, в) бактериальные, г) биологические.* **Бытовые сточные воды –** это воды от санитарных узлов производственных и непроизводственных корпусов и зданий, душевых установок и т.п.
  Атмосферные сточные воды - дождевые и талые воды. Атмосферные осадки содержат до *100 мг/л* примесей. Состав сточных вод зависит от характера использования чистой воды в промышленности, условий сбора всех видов вод на территории предприятия или более крупной промышленной зоны. Академик Л.А.Кульский предложил класссификацию сточных вод, основанную на характеристике их как дисперсных систем, содержащих частицы примесей определенных размеров.

Введение (продолжение)

Введение (продолжение)

- **Группа 1.**Сточные воды представляют собой один из видов грубодисперсных систем с размерами частиц 10^{-1}- 10^{-3} см (взвеси, суспензии, эмульсии, патогенные микроорганизмы и планктон). Наличие такого вида загрязнений обусловливает мутность воды. **Группа 2**.Сточные воды представляют собой коллоидные растворы загрязнений в воде, а также растворы высокомолекулярных соединений. Размеры частиц загрязнений порядка 10^{-5} - 10^{-6} см. Наличие такого вида загрязнений обусловливает окисляемость и цветность сточной воды. **Группа 3.**Сточные воды представляют собой молекулярные водные растворы газов и некоторых органических веществ, размеры частиц загрязнений $\approx 10^{-7}$ см. Наличие такого вида загрязнений обусловливает запахи и привкусы воды. **Группа 4.** Загрязнения в сточной воде образуют ионные растворы с размерами частиц порядка 10^{-8} см. Наличие такого вида загрязнений обусловливает минерализацию воды.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Рис.1 Механизированная решетка

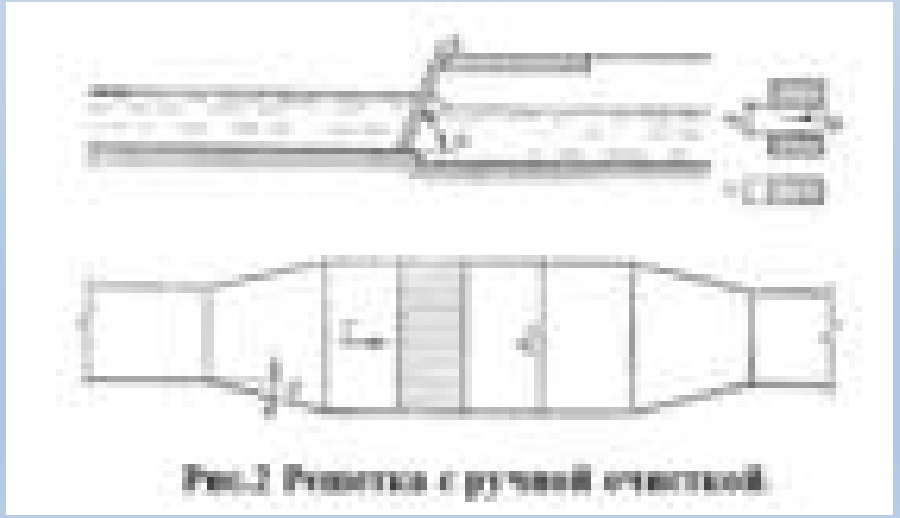


Рис.2 Решетка с ручной очисткой

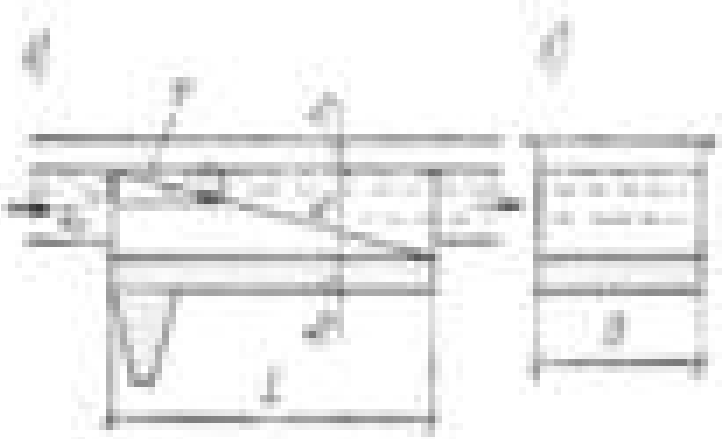
СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- В составе очистных сооружений используют решетки с прозорами не более 16 мм, со стержнями прямоугольной формы или решетки-дробилки.
- *Примечание. Решетки допускается не предусматривать в случае подачи сточных вод на очистные сооружения насосами при установке перед ними решеток с прозорами не более 16 мм или решеток-дробилок, при этом: длина напорного трубопровода не должна превышать 500 м; в насосных станциях предусматривается вывоз задержанных на решетках отбросов.* Механизированную очистку решеток от отбросов и транспортирование их к дробилкам предусматривают при количестве отбросов 0,1м^3/сут и более. При меньшем количестве отбросов устанавливают решетки с ручной очисткой. Отбросы с решеток собирают в контейнеры с герметически закрывающимися крышками и вывозят в места обработки твердых бытовых и промышленных отходов. Дробленые отбросы направляют для совместной переработки с осадками очистных сооружений. Пол здания решеток располагают выше расчетного уровня сточной воды в канале не менее чем на 0,5 м. Потери напора в решетках следует принимать в 3 раза большими, чем для чистых решеток. Для монтажа и ремонта решеток, дробилок и другого оборудования предусматривают установку подъемно-транспортного оборудования согласно СНиП 2.04.02-84.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- При расчете решеток в начале определяют общее число промежутков по формуле: $\mathbf{n=K\cdot g_{max}/(b\cdot h_p\cdot \nu_p)}$,
- где *K* - коэффициент, учитывающий стеснение прозоров граблями и задержанными загрязнениями и равный 1,05,
- g_{max} - максимально возможный расход,
- b- ширина прозора (0,016м) ,
- h_p - глубина воды перед решёткой;
- v_p - средняя скорость воды в прозорах (0,7÷1м/с); принимается обычно 0,8 м/с.
- Общая ширина решётки B_p рассчитывается по формуле:
- $\mathbf{B_p = S(n - 1) + nb}$
- , где *S* - толщина стержней.
- Затем принимается число решёток *N* и ширина каждой из них по формуле: $\mathbf{B_1=B_p/N.}$
- Потери напора в решётках определяется по формуле:
- $\mathbf{h_p=\zeta_p\cdot \nu^2\cdot K/2g=\beta(S/b)^{4/3}\sin\phi\cdot v^2\cdot K/2g,}$
- где ζ_p - коэффициент местного сопротивления решётки;
- *v* - скорость движения воды в камере перед решёткой;
- К- коэффициент учитывающий увеличение потери напора вслед-ствие засорения;
- β зависит от формы стержней и принимаемый для стержней с прямоугольным сечением – 2,42 и с круглым сечением – 1,79;
- ϕ – угол наклона решетки к горизонту.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)



СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

- *1 - гидроэлеватор, 2 - трубопровод для отвода всплывающих примесей, 3 - желоб, 4 - затворы с ручным приводом, 5 - подводящий лоток, 6 - пульпопровод, 7 - трубопровод для рабочей жидкости, 8 - камера переключения, 9 - устройство для сбора всплывающих примесей, 10 - полупогружные щиты, 11 - отводящий лоток.*

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

- Тип песколовки (**горизонтальная, тангенциальная, аэрируемая**) выбирают с учетом производительности очистных сооружений, схемы очистки сточных вод и обработки их осадков, характеристики взвешенных веществ, компоновочных решений и т. п. При расчете горизонтальных и аэрируемых песколовок определяют длину L_s, м, по формуле:
- $\mathbf{L_s = 1000 \cdot K_S \cdot H \cdot \nu_S / U_0}$,
- где K_S- коэффициент, принимаемый по табл. 2;
- H-расчетная глубина песколовки, м принимаемая для аэрируемых песколовок равной половине общей глубины;
- ν_S -скорость движения сточных вод, м/с, принимаемая по табл.2,3; U_0 – гидравлическая крупность песка, мм/с, принимаемая в зависимости от требуемого диаметра задерживаемых частиц песка.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

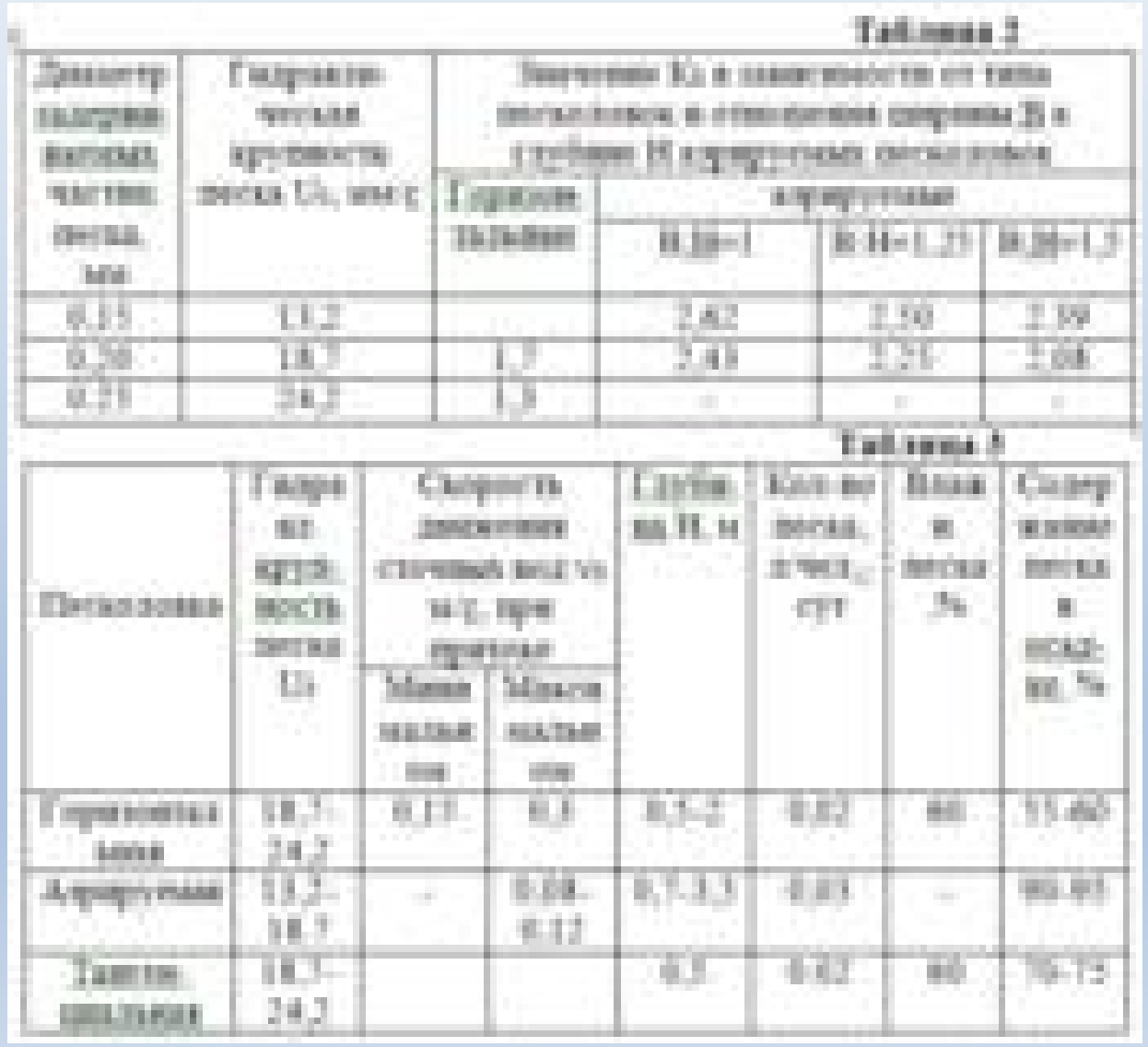


Таблица 2

Диаметр задержи-ваемых частиц песка, мм	Гидравли-ческая крупность песка U_0, мм/с	Значения K_2 в зависимости от типа песколовок и отношения ширины B к глубине H в круглых песколовках			
		Горизон-тальное движение	круглые		
			B/H=1	B/H=1,25	B/H=1,5
0,15	13,2		2,62	2,50	2,39
0,20	18,7	1,7	2,43	2,32	2,22
0,25	24,2	1,3	-	-	-

Таблица 3

Песколовки	Гидравлическая крупность песка U_0	Скорость движения сточных вод v_0 м/с, при притоке		Глубина H, м	Количество песка, л/чел. в сут	Влажность песка %	Содержание песка в осадке, по весу, %
		Максимальном	Минимальном				
Горизонтальные	18,7-24,2	0,15	0,3	0,5-2	0,02	60	55-60
Аэрируемые	13,2-18,7	-	0,08-0,12	0,7-3,5	0,03	-	60-95
Тангенциальные	18,7-24,2			0,5	0,02	60	70-75

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

- *При проектировании песколовок по таблице 3 принимают:*
- *а) для горизонтальных песколовок - продолжительность протее-кания сточных вод при максимальном притоке не менее 30 с;*
- *б) для аэрируемых песколовок: установку аэраторов из дырчатых труб - на глубину 0,7 Н, вдоль одной из продольных стен над лотком для сбора песка;*
- *интенсивность аэрациии-3-5 $м^3$ / ($м^2$.ч) ;*
- *поперечный уклон дна к песковому лотку - 0,2-0,4;*
- *впуск воды - совпадающий с направлением вращения воды в песколовке, выпуск - затопленный;*
- *отношение ширины к глубине отделения- В:Н=1:1,5;*

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

(продолжение)

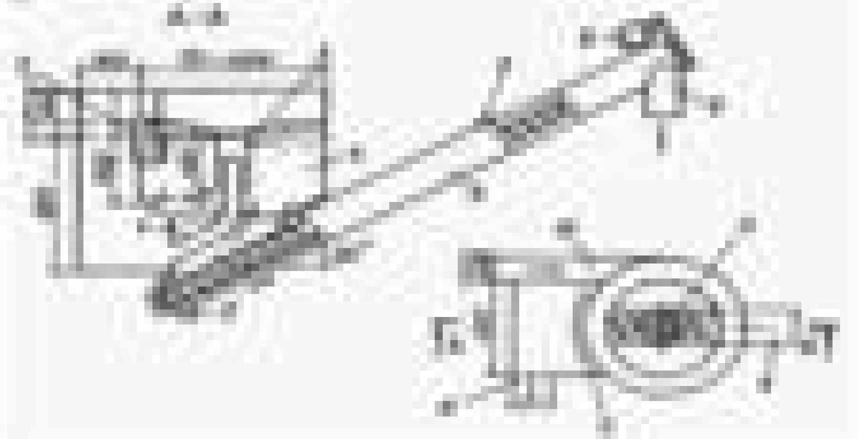


Рис.3 Тангенциальная песколовка с вихревой водяной воронкой

1 - осадочная часть, 2 - подвесной донный водослив, 3 - телескопическая труба, 4 - рабочая часть, 5 - лестница, 6 - шнек, 7 - отверстия для сброса всплывших органических загрязнений, 8 - электродвигатель с редуктором, 9 - штуцер для откачки песка, 10 - подающий лоток, 11 - отводящий лоток

[illegible] для тангенциальных песколовок: нагрузку *110 м³/м²* при максимальном притоке; впуск воды - по касательной на всей расчетной глубине; глубину - равную половине диаметра; диаметр - не более 6 м.

Удаление задержанного песка из песколовок всех типов предусматривают: вручную - при объеме его до 0,1 м³/сут; механическим или гидромеханическим способом с транспортированием песка к приемнику и последующим отводом за пределы песколовок гидроэлеваторами, песковыми насосами и другими способами - при объеме его свыше 0,1 м³/сут.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

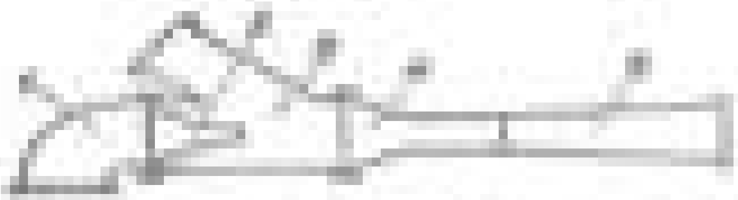


Рис.4 Гидроэлеватор

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- Расход производственной воды q_h,л/с, при гидромеханическом удалении песка (гидросмывом с помощью трубопровода со спрысками, укладываемого в песковый лоток) необходимо определять по формуле:
- $\mathbf{q_h = v_h \cdot L_{sc} \cdot b_{sc}}$,
- где v_h - восходящая скорость смывной воды в лотке, принимаемая равной 0,0065 м/с;
- L_{sc} -длина пескового лотка, равная длине песколовки за вычетом длины пескового приямка, м;
- b_{sc} - ширина пескового лотка, равная 0,5 м.
- *Количество песка, задерживаемого в песколовках, для бытовых сточных вод принимают - 0,02 л/(чел·сут), влажность песка 60%, объемный вес 1,5 т/м^3.* Объем пескового приямка следует принимать не более двухсуточного объема выпадающего песка, угол наклона стенок приямка к горизонту - не менее 60°. Для подсушивания песка, поступающего из песколовок, предусматривают площадки с ограждающими валиками высотой 1-2 м. Допускается применять накопители со слоем напуска песка до 3 м в год. Удаляемую с песковых площадок воду направляют в начало очистных сооружений. Для съезда автотранспорта на песковые площадки устраивают пандус уклоном 0,12-0,2. Для отмывки и обезвоживания песка предусматривают устройство бункеров, приспособленных для последующей погрузки песка в мобильный транспорт.
- Для поддержания в горизонтальных песколовках постоянной скорости движения сточных вод на выходе из песколовки предусматривают водослив с широким порогом.

Аэрируемые песколовки

- Аэрируемые песколовки применяют в тех случаях, когда требуется наиболее полное разделение примесей по крупности. Воздух способствует вращению воды и тем самым, повышается эффективность осаждения. В горизонтальных аэрируемых песколовках вдоль одной из стен на расстоянии 45÷60мм от дна устанавливают аэраторы в виде перфорированных труб с отверстиями 3-5мм. Эти сооружения рассчитаны на скорость движения воды от 0,08 - 0,12 *м/с*. Отношение В/Н=1÷1,5. Общую глубину задают в пределах 0,7÷2,5 м. Интенсивность аэрации принимают
- 3 ÷ 5 $м^3/м^2 \cdot час$. При расчётах используют те же формулы, что и для горизонтальных песколовок: определяют длину $\mathbf{L=H \cdot v \cdot K_s / U_o}$ и объем воздуха для аэрации: $\mathbf{q = 4 \cdot B \cdot L}$.

Усреднители

Усреднители

- Распределение сточных вод по площади усреднителя **барботажного** типа должно быть максимально равномерным с использованием системы каналов и подающих лотков с придонными отверстиями или треугольными водосливами при скорости течения в лотке не менее 0,4 м/с.
- Барботирование осуществляют через перфорированные трубы, укладываемые строго горизонтально вдоль резервуара. *Усреднитель с* **механическим** *перемешиванием применяют для усреднения состава сточных вод с содержанием взвешенных веществ свыше* **500** *мг/л при любом режиме поступления.*
- Подача осуществляется периферийным желобом равномерно по периметру усреднителя.
- Объем усреднителя с **механическим перемешиванием** рассчитывается аналогично объему усреднителя барботажного типа. **Многоканальные** *усреднители с заданным распределением сточных вод по каналам применяют для выравнивания залповых сбросов сточных вод с содержанием взвешенных веществ гидравлической крупностью до* **5** *мм/с при концентрации до* **500** *мг/л*.
- Объем W_{av}, $м^3$, **многоканальных усреднителей** при залповых сбросах высококонцентрированных сточных вод расчитывают по формуле:
- $\mathbf{W_{av} = q_w t_z K_{av} /2}$,
- где q_w - расход сточных вод, $м^3/ч$; t_z - длительность залпового сброса, ч; K_{av} – коэффициент усреднения.

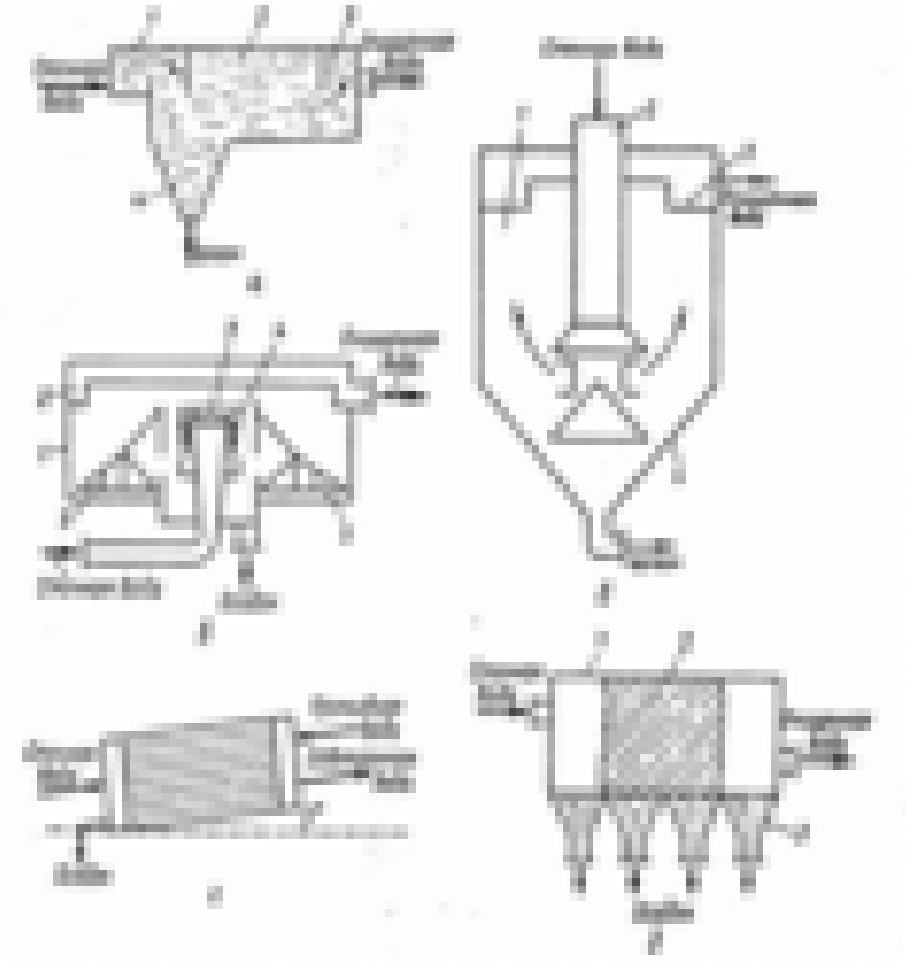
Регулирующие резервуары

- Конструкцию регулирующих резервуаров принимают аналогичной первичным отстойникам с соответствующими устройствами для удаления осадка и перекачкой осветленной воды на последующие сооружения для ее очистки в часы минимального притока.
- Оптимальную величину зарегулированного расчетного расхода определяют технико-экономическим расчетом, подбирая последо-вательно ряд значений коэффициентов неравномерности после регулирования K_{reg}, объемов регулирующего резервуара и объемов сооружений для очистки сточных вод и вспомогательных сооружений (воздуходувной и насосных станций и т. д.).
- Подбор значений коэффициентов неравномерности после регулирования K_{reg}, объемов регулирующего резервуара W_{reg} выполняют по соотношениям:
- $\gamma_{reg}=K_{reg}/K_{gen}$ **и**
- $\tau_{reg}=W_{reg}/ q_{mid}$,
- где K_{gen} - общий коэффициент неравномерности поступления сточных вод;
- q_{mid} - среднечасовой расход сточных вод.
- Зависимость между γ_{reg} и τ_{reg} принимают по данным табл.4

Отстойники

- Отстойники – устройства, в которых под действием гравитации происходит отделение от сточных вод грубодисперсных примесей.
- Отстойники бывают следующих видов: **вертикальный, радиальный, с вращающимся сборно-распределительным устройством, горизонтальный, горизонтальный оборудованный тонкослойными блоками, двухъярусный, осветлитель - перегниватель** и др.

Виды отстойников



СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

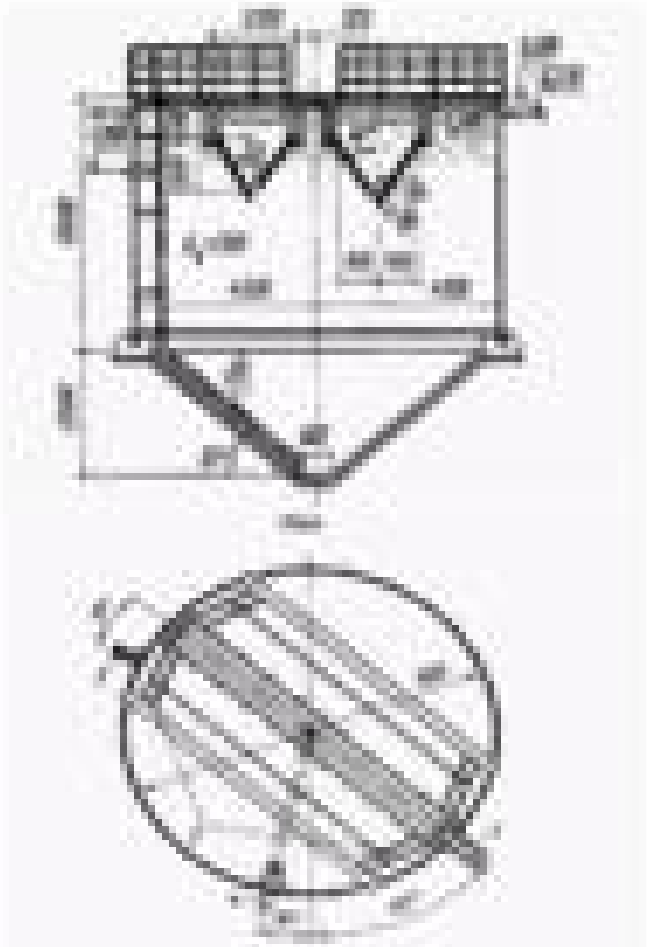
Рис.10 Горизонтальный отстойник, оборудованный тонкослойными блоками

1 – подача исходной воды; 2 – камера гасительная; 3 – тонкослойные блоки; 4 – сборные желоба; 5 – карман сбора осветленной воды; 6 – линия осветленной воды; 7 – зона распределительная воды; 8 – зона накопления осадка; 9 – удаление осадка

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

- **На малых очистных сооружениях используют преимущественно вертикальные отстойники, двухъярусные отстойники и осветлители-перегниватели.**
- Два последних типа отстойников предназначены для осветления сточной воды и сбраживания образующегося осадка.
- **Вертикальный отстойник** *рис.9(б) применяют обычно при низком уровне грунтовых вод и пропускной способности очистных сооружений до 1000 м³/сут.* Он представляет собой круглый в плане резервуар с коническим днищем. Сточная вода по центральной трубе спускается вниз и при выходе меняет направление движения на противоположное. При медленном движении вверх из стоков выпадает основная масса грубодисперсных примесей. Осадок удаляется под гидростатическим давлением через иловую трубу. Эффект осветления в вертикальном отстойнике не превышает 50%. Скорость движения сточных вод в центральной трубе должна быть не более **30 мм/с.** Рабочая глубина отстойника **2,7…3,8 м.** К *преимуществам* вертикальных отстойников относят удобство удаления осадка, *к недостаткам* - ограниченную пропускную способность и большую глубину.

Одиночный двухъярусный отстойник



Осветлитель-перегниватель

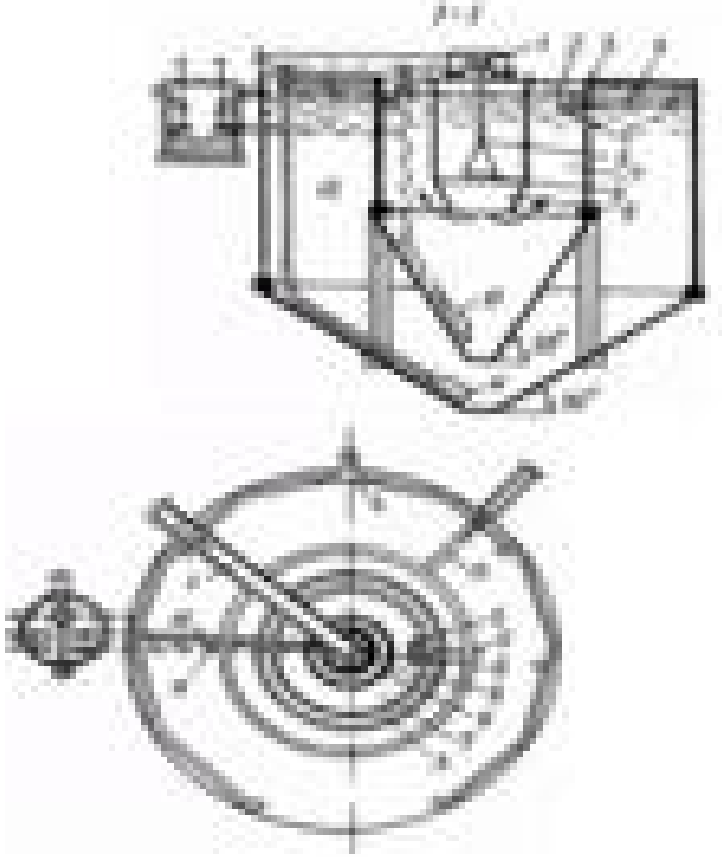


Рис.12 Осветлитель-перегниватель

1 – рабочий затвор, 2 – затвор для удаления осадка, 3 – сборный затвор, 4 – вертикальная труба, 5 – труба для удаления осадка, 6 – рабочая труба, 7 – опускная камера, 8 –отражательный щит, 9 – камера флотации, 10 – камера труба, 11 – труба для удаления сброженного осадка, 12 – камера для сбраживания осадка, 13 – затвор для удаления сжатой воды.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- **Двухъярусные отстойники (эмшерские колодцы)** рис.11 применяют для отстаивания, сбраживания и уплотнения выпавшего осадка на небольших и средних очистных сооружениях.
- Отстойник представляет собой сооружение цилиндрической или конической формы с коническим или пирамидальным днищем, в верхней части отстойника находятся осадочные желоба, а нижняя служит иловой (гнилостной или септической) камерой. Осветление протекающей сточной воды происходит в осадочных желобах, особенностью конструкции которых является перекрытие одной нижней стенки другой не менее чем на **0,15м,** чтобы всплывающие при перегнивании частицы ила и пузырьки газа не попадали в желоб. Сбраживание осадка происходит в две фазы: кислую и щелочную в иловой камере, откуда затем осадок удаляется под гидростатическим давлением. Эффект очистки стоков в одиночных сооружениях составляет только 20...25%, в спаренных он увеличивается до 50...55%. Осадочные желоба проектируют из условия продолжительности отстаивания **1,5 ч.** Вместимость септической камеры определяют в зависимости от среднезимней температуры.
- *Основными недостатками двухъярусного отстойника являются несовершенство конструкции горизонтального желоба, большой объем септической части и частое образование на поверхности воды корки, которая ухудшает качество очистки.*

Осветлители-перегниватели

- В **осветлителях-перегнивателях** рис.12 горизонтальный отстойник заменен осветлителем с естественной аэрацией и камерой флокуляции, обеспечивающим более высокий эффект очистки - до 70% по взвешенным веществам и 15% по $БПК_{ПОЛН}$. Камера брожения отделена от отстойника и расположена вокруг него, что способствует подогреву осадка поступающими сточными водами. В результате стало возможным осуществить механическое перемешивание осадка насосами, что предотвратило образование корки и чрезмерное уплотнение осадка. Разность уровней воды в распределительной чаше и осветлителе должна быть **0,6м.** Вместимость камеры флокуляции рассчитывают на продолжительность пребывания в ней не более 20 минут. Вместительность камеры брожения (перегнивателя) определяют по суточной дозе загрузки, которая зависит от средней температуры и влажности осадка. В спаренных отстойниках следует обеспечивать возможность изменения направления движения сточных вод в осадочных желобах. При проектировании двухъярусных отстойников принимают:
- *- свободную поверхность водного зеркала для всплывания осадка - не менее 20 % площади отстойника в плане;*
- *- расстояние между стенками соседних осадочных желобов - не менее 0,5 м;*
- *- наклон стенок осадочного желоба к горизонту - не менее 50°;*
- *-стенки должны перекрывать одна другую не менее чем на 0,15 м;*
- *- глубину осадочного желоба - 1,2-2,5 м;*
- *- ширину щели осадочного желоба - 0,15 м;*
- *- высоту нейтрального слоя от щели желоба до уровня осадка в септической камере - 0,5 м;*
- *- уклон конического днища септической камеры - не менее 30°;*
- *- влажность удаляемого осадка - 90 %;*
- *- распад беззольного вещества осадка - 40 %;*
- *- эффективность задержания взвешен-ных веществ - 40-50 %.* Вместимость септической камеры двухъярусных отстойников надлежит определять по табл.5.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

Таблица 5

Среднезимняя температура сточных вод, °С	6	7	8.5	10	12	15	20
Вместимость септической камеры, [illegible]	110	95	80	65	50	30	15

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- Примечания:
- *1. Вместимость септической камеры двухъярусных отстойников должна быть увеличена на 70 % при подаче в нее ила из аэротенков на полную очистку и высоконагружаемых биофильтров и на 30 % при подаче ила из отстойников после капельных биофильтров и аэротенков на неполую очистку. Впуск ила должен производиться на глубине 0,5 м ниже щели желобов.*
- *2. Вместимость септической камеры двухъярусных отстойников для осветления сточной воды при подаче ее на поля фильтрации уменьшают не более чем на 20 %.*
- При среднегодовой температуре воздуха до 3,5 °С двухъярусные отстойники с пропускной способностью до 500 м^3/сут размещают в отапливаемых помещениях, при среднегодовой температуре воздуха от 3,5 до 6 °С и пропускной способности до 100 м^3/сут - в неотапливаемых помещениях.
- При проектировании **осветлителей** принимают:
- *-диаметр осветлителя - не более 9 м, разность уровней воды в распределительной чаше и осветлителе - 0,6 м без учета потерь напора в коммуникациях;*
- *- вместимость камеры флокуляции - на пребывание в ней сточных вод не более 20 мин;*
- *- глубину камеры флокуляции -4-5 м;*
- *- скорость движения воды в зоне отстаивания - 0,8-1,5 мм/с;*
- *- в центральной трубе - 0,5-0,7 м/с;*
- *- диаметр нижнего сечения камеры флокуляции - исходя из средней скорости 8-10 мм/с;*
- *- расстояние между нижним краем камеры флокуляции и поверхностью осадка в иловой части - не менее 0,6 м;*
- *- уклон днища осветлителя - не менее 50°;*
- *- снижение концентрации загрязняющих веществ по взвешенным веществам - до 70 % и по БПК$_{полн}$ - до 15%.*
- При проектировании **перегнивателей** принимают:
- *-вместимость перегнивателя по суточной дозе загрузки осадка - в зависимости от влажности осадка и среднезимней температуры сточных вод;*
- *- суточную дозу загрузки осадка по табл. 6;*

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

Таблица 6

Средняя температура сточных вод зимой, °С	6	7	8,5	10	12	15	20
Суточная доза загрузки осадка, %	0,72	0,81	1,02	1,28	1,7	2,57	3

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

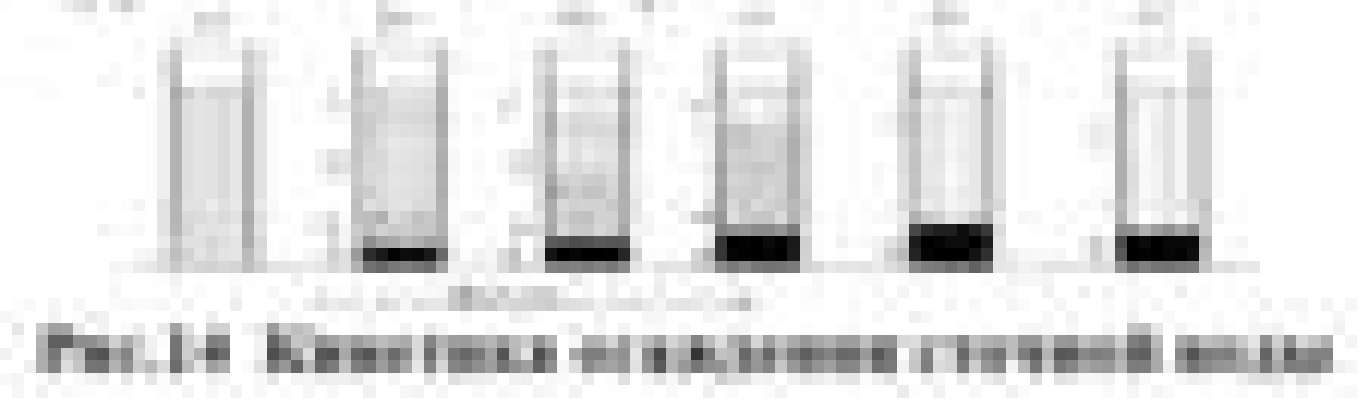
- Примечания: *1.Суточная доза загрузки указана для осадка влажностью 95 %. При влажности ρ_{mud}, отличающейся от 95 %, суточная доза загрузки уточняется умножением табличного значения на отношение: $5/(100-\rho_{mud})$.*
- *2. Суточные дозы загрузки осадка производственных сточных вод устанавливаются экспериментально. Ширину кольцевого пространства между наружной поверхностью стен осветлителя и внутренней поверхностью стен перегнивателя - не менее 0.7 м; уклон днища - не менее 30°; разрушение корки гидромеханическим способом - путем подачи осадка в кольцевой трубопровод под давлением через сопла, наклоненные под углом 45° к поверхности осадка.*

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- По сравнению с горизонтальными радиальные отстойники имеют ряд преимуществ: *простота и надежность эксплуатации, экономичность, возможность строительства сооружений большой производительности.* Недостаток: *наличие фермы со скребками.*
- Все радиальные отстойники оборудованы илоскребками, сдвигающими выпадающий осадок к приемнику, расположенному в центре. Из него осадок удаляют насосами. Частота вращения скребков 0,8÷3 оборота в час. Диаметр отстойника определяют по формуле:
- $\mathbf{D=[4\cdot q_{max}/n\cdot k\cdot\pi\cdot(U_0-\omega)]^{½}}$,
- где *k* - коэффициент использования объема (*0,45 - 0,5*);
- Для радиальных отстойников обязательно соблюдение соотношения D/H = 6 ÷ 12. Скорость движения воды на половине радиуса ν=3,3 мм/с. Так как диаметр отстойника определяется без учета глубины, то при расчете вначале принимают глубину *H*, а затем определяют U_0 и *D*. Если при этом *D/H* будет отличаться от рекомендуемых, то расчет повторяют при другом *H*. Типовые размеры радиальных отстойников:18, 24, 30, 40 *м*.
- **Расчет отстойников**, кроме вторичных после биологической очистки, производят по кинетике выпадения взвешенных веществ с учетом необходимого эффекта осветления (рис.14).

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)



- *При проведении анализа через некоторый промежуток времени образуются области: 1- осветлённой воды; 2 – свободного осаждения; 3 - стесненного осаждения; 4 - осадка.*
- *Отстаивание заканчивается, когда 2-ая и 3-я области исчезают и завершается уплотнение осадка, что соответствует полному разделению исходной жидкости на осадок и осветленную жидкость. В результате получается графическая зависимость эффективности осаждения от продолжительности τ (час) или от гидравлической крупности U_0.*

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- *Основные конструктивные параметры принимают:*
- а) для **горизонтальных и радиальных** отстойников:
- -впуск исходной воды и сбор осветленной - равномерными по ширине (периметру) впускного и сборного устройств отстойника;
- -высоту нейтрального слоя для первичных отстойников - на 0,3 м выше днища (на выходе из отстойника), для вторичных - 0,3 м и глубину слоя ила 0,3-0,5 м;
- -угол наклона стенок илового приямка - 50-55°;
- б) для **вертикальных** отстойников:
- -длину центральной трубы - равной глубине зоны отстаивания; скорость движения рабочего потока в центральной трубе - не более 30 мм/с;
- -диаметр раструба - 1,35 диаметра трубы;
- - диаметр отражательного щита - 1,3 диаметра раструба;
- - угол конусности отражательного щита - 146°;
- -скорость рабочего потока между раструбом и отражательным щитом - не более 20 мм/с - для первичных отстойников и не более 15 мм/с - для вторичных;
- - высоту нейтрального слоя между низом отражательного щита и уровнем осадка - 0,3 м;
- -угол наклона конического днища - 50-60°;
- в) для **отстойников с нисходяще-восходящим** потоком:
- - площадь зоны нисходящего потока равной площади зоны восходящего;
- -высоту перегородки, разделяющей зоны, - равной **$2/3H_{set}$**,
- -уровень верхней кромки перегородки - выше уровня воды на 0,3 м, но не выше стенки отстойника;
- - распределительный лоток переменного сечения - внутри разделительной перегородки.
- Начальное сечение лотка рассчитывают на пропуск сточных вод со скоростью не менее 0,5 м/с, в конечном сечении скорость - не менее 0,1 м/с. Для равномерного распределения воды кромку водослива распределительного лотка выполняют в виде треугольных водосливов через 0,5 м;

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- г) для **отстойников с тонкослойными** блоками - угол наклона пластин от 45 до 60°.
- Для повышения степени очистки или для обеспечения возможности увеличения производительности эксплуатируемых станций существующие отстойники (горизонтальные, радиальные, вертикальные) дополняются блоками из тонкослойных элементов рис.10. В этом случае блоки необходимо располагать на выходе воды из отстойника перед водосборным лотком. Количество осадка Q_{mud}, $м^3/ч$, выделяемого при отстаивании, определяют исходя из концентрации взвешенных веществ в поступающей воде C_{en} и концентрации взвешенных веществ в осветленной воде C_{ex}:
- $\mathbf{Q_{mud}=q_w(C_{en}-C_{ex})/(100-\rho_{mud})\gamma_{mud}10^4}$,
- где q_w-расход сточных вод, $м^3/ч$;
- ρ_{mud} - влажность осадка, %;
- γ_{mud} - плотность осадка, $г/см^3$.
- Исходя из объема образующегося осадка и вместимости зоны накопления его в отстойнике, определяют интервал времени между выгрузками осадка. При удалении осадка под **гидрастатическим давлением** вместимость приямка первичных и вторичных отстойников после биофильтров предусматривают равным объему осадка, выделенного за период не более 2 сут, вместимость приямка вторичных отстойников после аэротенков - не более двухчасового пребывания осадка. При **механизированном** удалении осадка вместимость зоны накопления его в первичных отстойниках принимают по количеству выпавшего осадка за период не более 8 ч. Перемещение выпавшего осадка к приямкам осуществляют механическим способом или созданием соответствующего наклона стенок (не менее 50°). Удаление осадка из приямка отстойника предусматривают самотеком, под гидрастатическим давлением, насосами, предназначенными для перекачки жидкости с большим содержанием взвешенных веществ, гидроэлеваторами, эрлифтами, ковшовыми элеваторами, грейфером и т.д. *Гидростатическое давление при удалении осадка из отстойников бытовых сточных вод принимается, не менее, кПа:*
- *первичных*-**15** *),*
- *вторичных* **-12***,*
- *после биофильтров и аэротенков*- **9.**

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

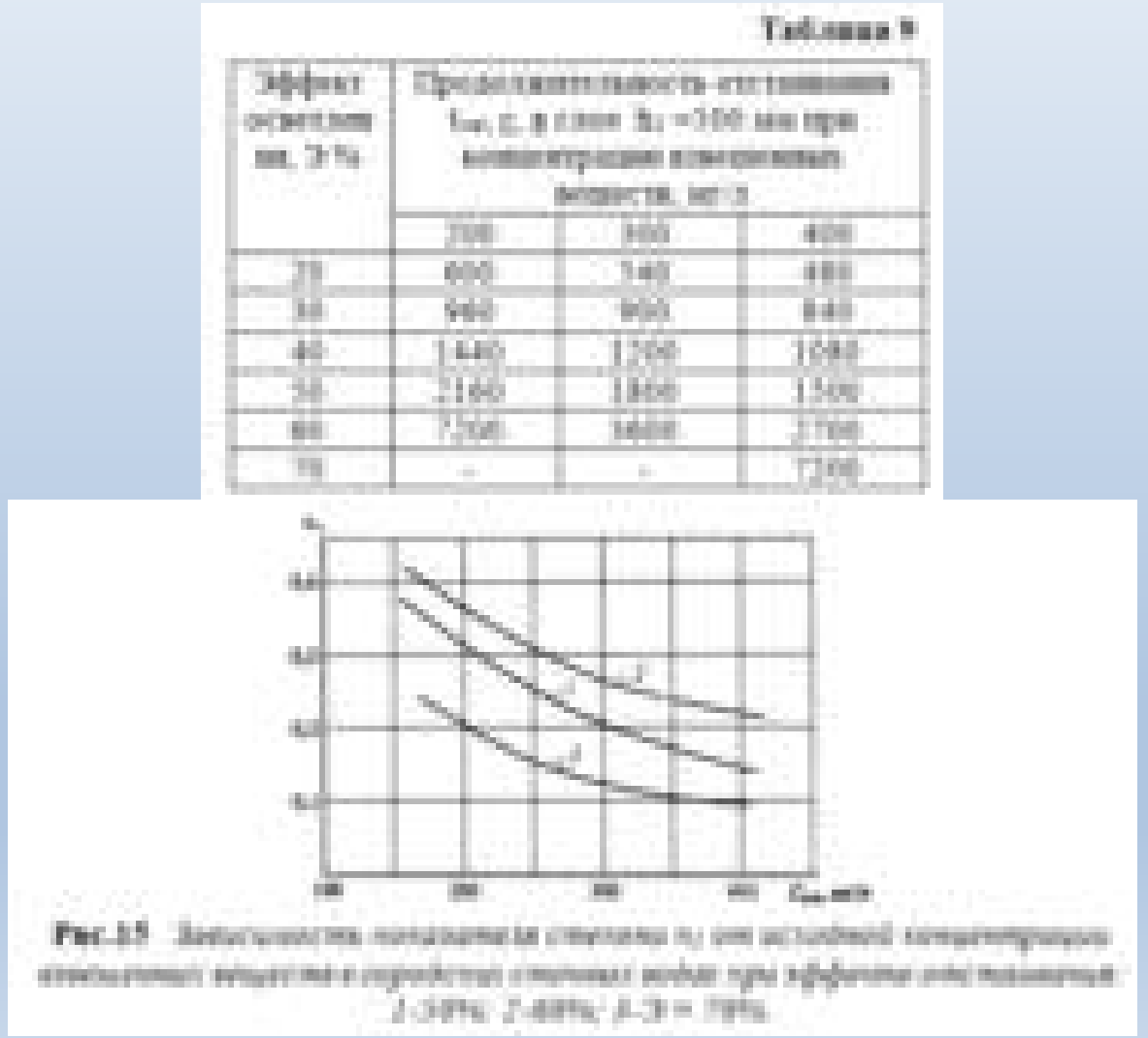
- Для вторичных отстойников предусматривают возможность изменения высоты гидростатического напора. Для удержания всплывших загрязняющих веществ перед водосборным устройством предусматривают полупогруженные перегородки и удаление накопленных на поверхности воды веществ. Глубина погружения перегородки под уровень воды должна быть не менее 0,3 м и высота борта отстойника над поверхностью воды - 0,3 м. Водо-приемные лотки оборудуются водосливами с тонкой стенкой с треугольными вырезами. Нагрузка на 1 м водослива не должна превышать 10 л/с.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

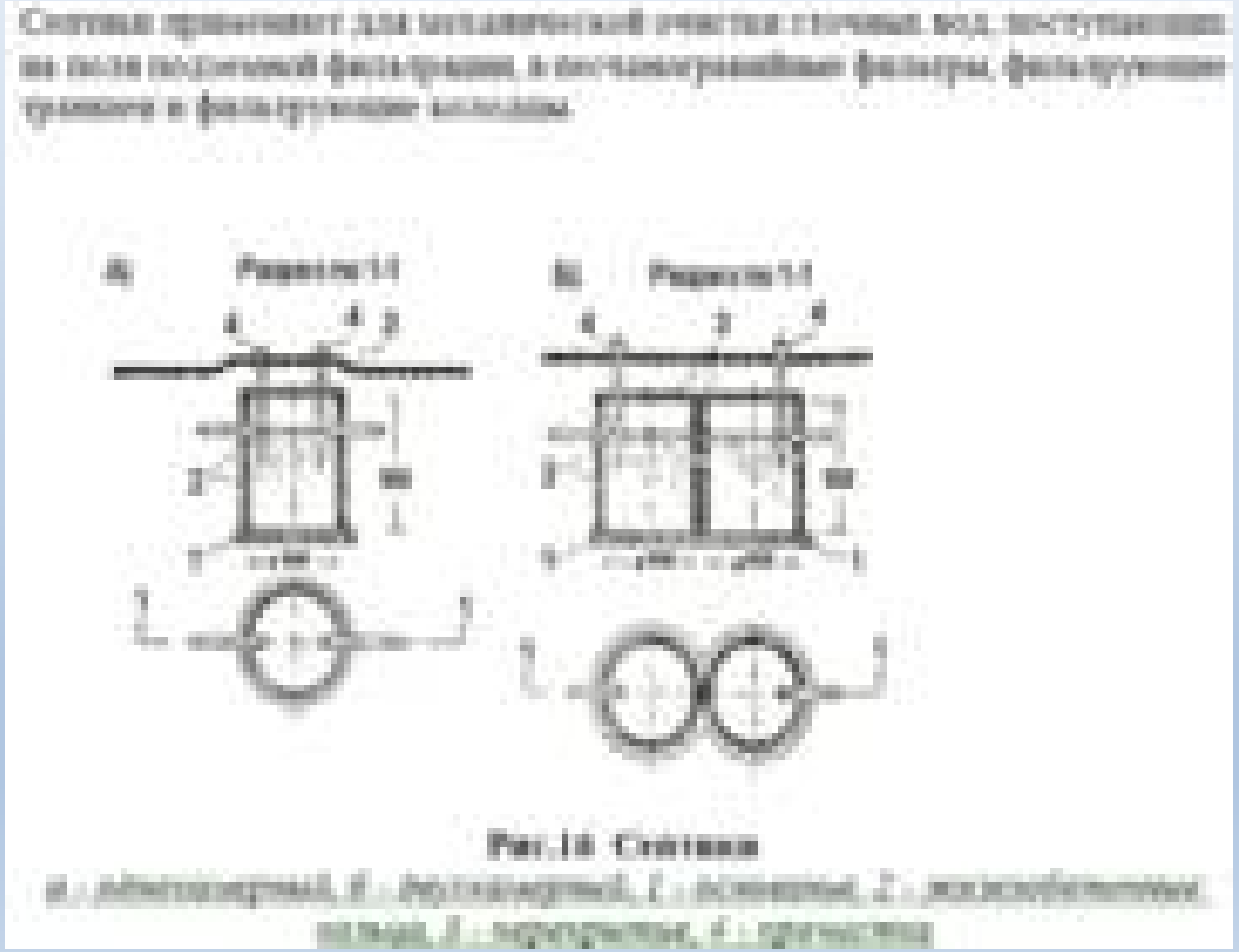
Таблица 9

Отстойник	K_{set}	H_{set}, м	L_{set}, м	v_w, мм/с	[illegible]
Горизонтальный	0,5	1,5–4	$20H_{set}$ – $30H_{set}$	5–10	0,001–0,05
Радиальный	0,45	1,5–5	–	5–10	0,003–0,05
Вертикальный	0,35	2,7–3,8	–	–	–
С восходящ.-нисходящ. потоком	0,65	2,7–3,8	–	$25U_0$ – $35U_0$	–
С тонкослойными блоками					
Противоточная (прямоточная) схема работы	0,5–0,7	0,025–0,2	2–6	–	–
Перекрестная схема работы	0,8	0,025–0,2	1,2	–	0,001

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)



Септики



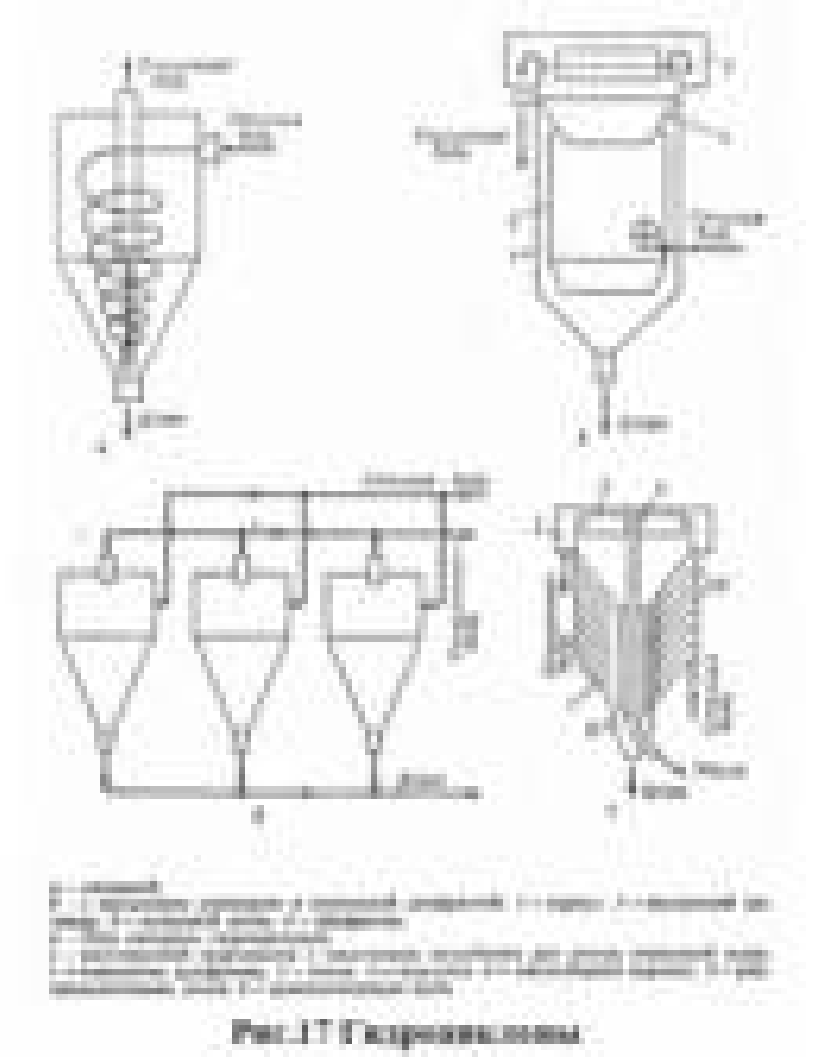
СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- Полный расчетный объем септика н принимают:
- - при расходе сточных вод до 5 м^3/сут - не менее 3-кратного суточного притока,
- -при расходе свыше 5 м^3/сут - не менее 2,5-кратного.
- Указанные расчетные объемы септиков принимают исходя из условия очистки их не менее одного раза в год. При среднезимней температуре сточных вод выше 10 °С или при норме водо-отведения свыше 150 л/сут на одного жителя полный расчетный объем септика уменьшают на 15-20%. В зависимости от расхода сточных вод принимают:
- - однокамерные септики - при расходе сточных вод до 1 м^3/сут,
- -двухкамерные - до 10
- и трехкамерные - свыше 10 м^3/сут.
- Объем первой камеры принимают:
- - в двухкамерных септиках - 0,75,
- - в трехкамерных - 0,5 расчетного объема.
- При этом объем второй и третьей камер принимают по 0,25 расчетного объема. В септиках, выполняемых из бетонных колец, все камеры равного объема. В таких септиках при производительности свыше 5 м^3/сут камеры предусматривают без отделений. При необходимости обеззараживания сточных вод, выходящих из септика, предусматривают контактную камеру, размер которой в плане 0,75х1 м. Лоток подводящей трубы располагается не менее чем на 0,05 м выше расчетного уровня жидкости в септике. Выпуски из зданий подсоединяются к септикам через смотровые колодцы.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- **Гидроциклоны**
- Для механической очистки сточных вод от взвешенных веществ применяют открытые и напорные гидроциклоны рис.17. *Открытые гидроциклоны* применяют для выделения всплывающих и оседающих грубодисперсных примесей гидравлической крупностью свыше 0,2 мм/с и скоагулированной взвеси. *Напорные гидроциклоны* с применяют для выделения из сточных вод грубодисперсных примесей главным образом минерального происхождения. Гидроциклоны используют в процессах осветления сточных вод, сгущения осадков, обогащения известкового молока, отмывки песка от органических веществ, в том числе нефтепродуктов. *При осветлении сточных вод аппараты малых размеров обеспечивают больший эффект очистки.* При сгущении осадков минерального происхождения применяют гидроциклоны больших диаметров (свыше150мм). Удельную гидравлическую нагрузку $\mathbf{q_{hc}}$**, м³/(м²·ч),** для открытых гидроциклонов определяют по формуле: $\mathbf{q_{hc}=3,6\ K_{hc}\ U_0}$,
- где U_0 - гидравлическая крупность частиц, которые необходимо

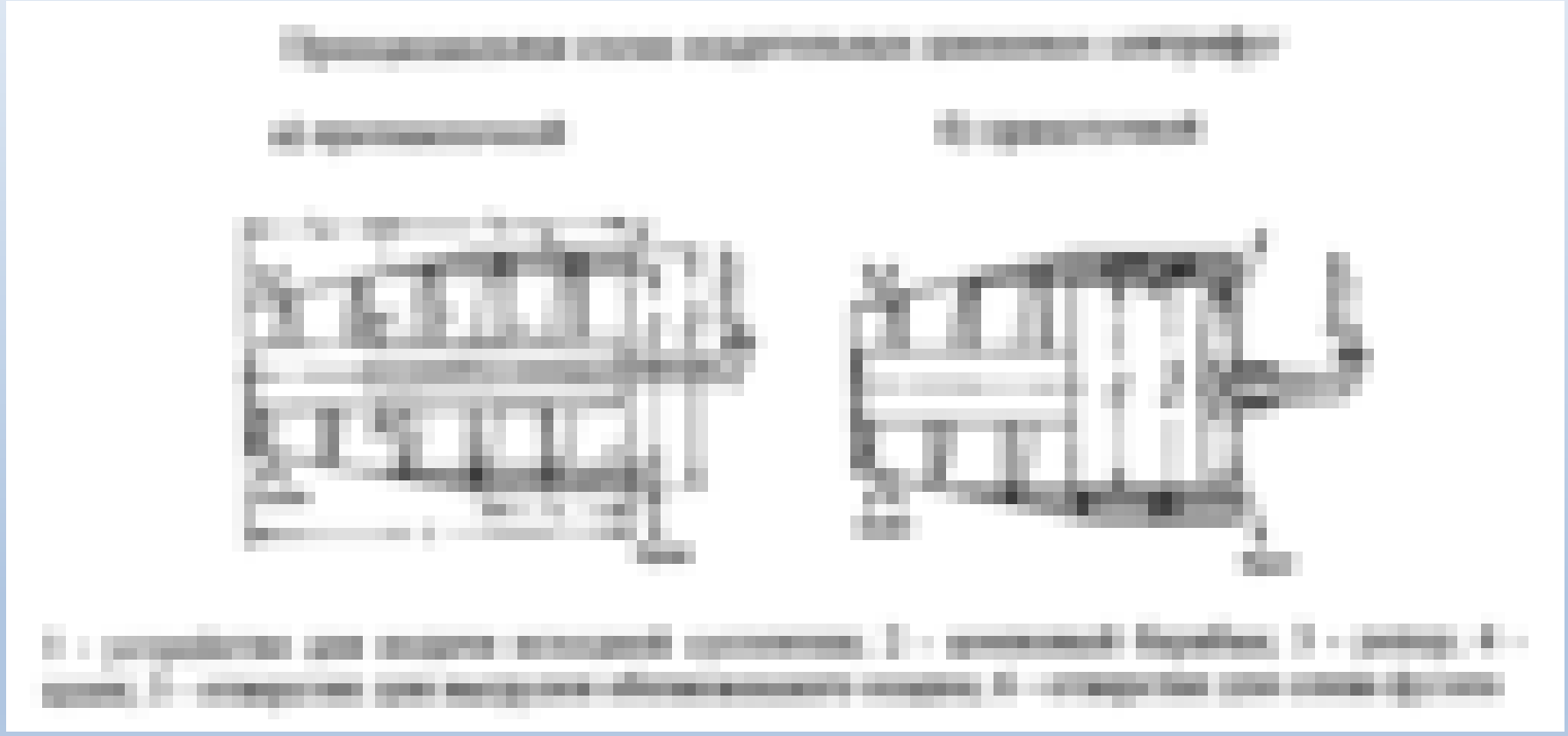
Гидроциклоны



СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

- Для сокращения потерь воды с удаляемым осадком шламовый патрубок гидроциклона первой ступени герметично присоединяют к шламовому резервуару. На первой ступени с используют гидроциклоны больших размеров, для задержания основной массы взвешенных веществ и крупных частиц взвеси, которые могут засорить гидроциклоны малых размеров, используемые на последующих ступенях установки

Центрифуги



СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- Осадительные центрифуги непрерывного или периодического действия применяют для выделения из сточных вод мелкодисперсных взвешенных веществ, когда для их выделения не могут быть применены реагенты, а также при необходимости извлечения из осадка ценных продуктов и их утилизации. Центрифуги **непрерывного действия** применяют для очистки сточных вод с расходом до **100** $м^3$/ч, когда требуется выделить частицы гидравлической крупностью 0,2 мм/с (**противоточные**) и 0,05 мм/с (**прямоточные**); центрифуги **периодического действия** - для очистки сточных вод, расход которых не превышает **20** $м^3$/ч, при выделении частиц гидравлической крупностью 0,05-0,01 мм/с. Концентрация механических загрязняющих веществ не должна превышать 2-3 г/л. Подбор необходимого типоразмера осади-тельной центрифуги производят по величине требуемого фактора разделения Fr, при котором обеспечивается наибольшая степень очистки. Фактор разделения Fr и продолжительность центрифугирования t_{cf}, с, определяют по результатам экспериментальных данных, полученных в лабораторных условиях. Объемную производительность центрифуги Q_{cf},$м^3$/ч, расчитывают по фор-муле:
- $\mathbf{Q_{cf} = 3600 W_{cf} K_{cf}/t_{cf}}$,
- где W_{cf} - объем ванны ротора центрифуги, $м^3$;
- K_{cf} - коэффициент использования объема центрифуги, принимаемый равным 0,4-0,6.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

- **Очистка сточных вод от маслопродуктов**
- Очистка сточных вод от маслопродуктов в зависимости от их состава и концентрации осуществляется: **отстаиванием, обработкой в гидроциклонах, флотацией, фильтрованием.** Отстаивание основано на закономерностях всплывания маслопродуктов в воде по тем же законам, что и осаждение твердых частиц. Поэтому на практике перечисленные выше аппараты и сооружения используются для очистки стоков как от масло-продуктов, так и от твердых частиц (жироловки).

Жироловки

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

- Процесс очистки стоков методами флотации заключается в прилипании мелких пузырьков газа (обычно воздуха) к грубодисперсными загрязнителями и всплытием этого комплекса на поверхность. Процесс образования комплекса пузырек-частица происходит в три стадии: *сближение пузырька воздуха и частицы в жидкой фазе, контакт пузырька с частицей и прилипание пузырька к частице*. Прочность соединения пузырек-частица зависит, в первую очередь, от размеров пузырька и частицы, физико-химических свойств поверхности частицы и жидкости, гидродинамических условий и других факторов. Если пузырек воздуха значительных размеров, то скорость воздушного пузырька и частицы различаются так сильно, что они не могут закрепиться на поверхности воздушного пузырька. Кроме того, большие воздушные пузырьки при быстром движении сильно перемешивают воду, вызывая разъединение уже соединенных воздушных пузырьков и частиц. Поэтому для нормальной работы флотатора во флотационную камеру не допускаются пузырьки более определенного размера.

Вакуумная флотация

- Вакуумная флотация основана на понижении давления ниже атмосферного в камере флотатора. При этом происходит выделение воздуха, растворенного в воде. При таком процессе флотации образование пузырьков воздуха происходит в спокойной среде, в результате чего улучшается агрегирование комплексов частица-пузырек и не нарушается их целостность вплоть до достижения ими поверхности жидкости. На рисунке 20 показана схема процесса флотации с выделением воздуха из раствора. Сточная жидкость, поступающая на флотацию, предварительно насыщается воздухом в течение 1-2 минут в аэрационной камере-2, откуда она поступает в деаэратор-3 для удаления нерастворившегося воздуха. Далее под действием разрежения сточные воды поступают во флотационную камеру, в которой растворившийся при атмосферном давлении воздух выделяется в виде микро-пузырьков и выносит частицы загрязнений в пенный слой. Продолжительность пребывания воды во флотационной камере 20 мин. Нагрузка на квадратный метр площади поверхности около *200 м^3/сут*. Скапливающаяся пена, удаляется в пенно-сборник вращающимися скребками.

Флотация

Рис.28 Схема флотации с выделением воздуха из раствора (вакуумной и напорной). *1 - подача сточной воды; 2 - аэратор; 3 - деаэратор; 4 - флотационная камера; 5 - механизм сгребания пены; 6 - пеносборник; 7,8 - отвод сконцентрированной пены и обработанной сточной воды; 9 - подача воздуха; 10 - насос; 11 - напорный бак (сатуратор).*

Напорная флотация

Этот вид очистки сточных вод выполняется в две стадии: насыщению воды воздухом под давлением через пористые материалы, выделение пузырьков воздуха соответствующего диаметра и всплытие взвешенных и эмульгированных частиц примесей вместе с пузырьками воздуха. Если флотация проводится без добавления реагентов, то такая флотация относится к физическим способам очистки сточных вод.

Импеллерная флотация

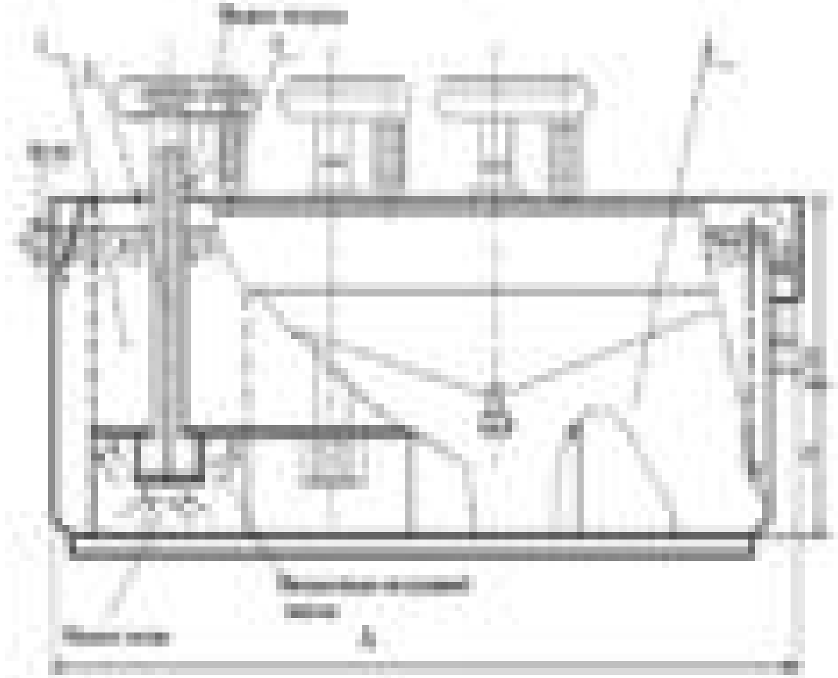


Рис.21 Схема импеллерного флотатора

1-флотационная камера; 2-импеллерный диспергатор; 3-камеры отстаивания; 4-привод импеллерного диспергатора

Флотаторы импеллерного типа применяют для фракционирования в пену нефтепродуктов и ПАВ, при содержании их в сточных водах $C_{нп}$ менее 100мг/л. Данный способ очистки в промышленности применяют редко из-за его небольшой эффективности, высокой турбулентности потоков во флотационной камере, приводящей к разрушению хлопьевидных частиц.

Электрофлотация

При пропускании постоянного электрического тока через сточную воду на катоде образуется водород, который флотирует загрязнения. Достоинствами электрофлотации являются непрерывность процесса, широкий диапазон применения, небольшие капитальные и эксплуатационные затраты, простая аппаратура, селективность выделения примесей, по сравнению с отстаиванием, большая скорость процесса, а также возможность получения шлама более низкой влажности (90-95%), высокая степень очистки (95-98%), возможность рекуперации удаляемых веществ.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)

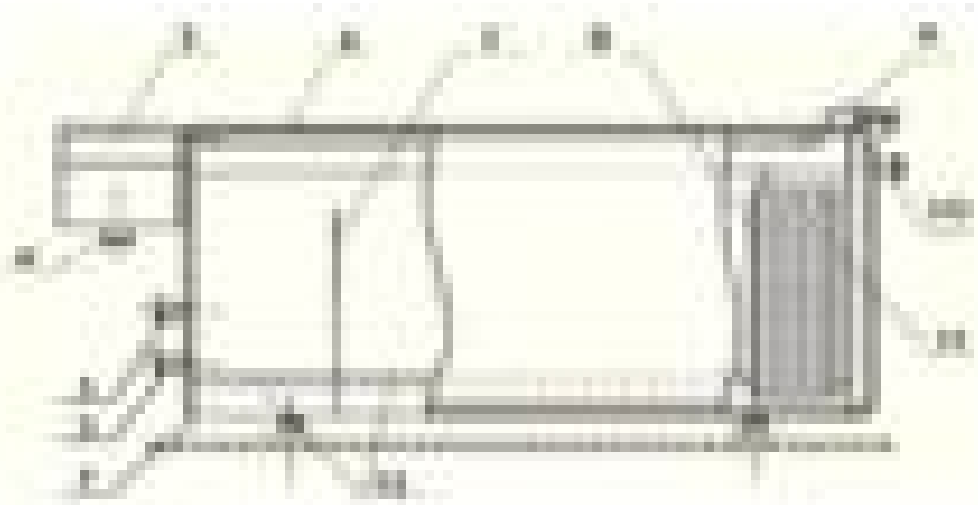


Рис.23 Электрофлотационная очистка бытовых стоков, содержащих ПАВ.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- Напорные, вакуумные, безнапорные, электрофлотационные установки применяют при очистке сточных вод с содержанием взвешенных веществ свыше **100-150** мг/л (с учетом твердой фазы, образующейся при добавлении коагулянтов). При меньшем содержании взвесей для фракционирования в пену ПАВ, нефтепродуктов и др. и для пенной сепарации *применяют установки импеллерные, пневматические и с диспергированием воздуха через пористые материалы.* Для осуществления процесса разделения фаз применяют прямоугольные и круглые флотокамеры. Объем флотокамер складывается из объемов рабочей зоны (глубина **1,0-3,0 м**), зоны формирования и накопления пены (глубина **0,2-1,0 м**), зоны осадка (глубина **0,5-1,0 м**). Гидравлическая нагрузка принимается -**3-6 м^3/(м^2·ч)** Число флотокамер должно быть не менее двух, все камеры рабочие. Для повышения степени задержания взвешенных веществ используют коагулянты и флокулянты.
- *Периодический* съем применяют в напорных, безнапорных и электрофлотационных установках. Расчетную влажность пены принимают,%:
- -при непрерывном съеме - 96-98%;
- -при периодическом съеме с помощью скребков транспортеров или вращающихся скребков - 94-95%;
- -при съеме шнеками и скребковыми тележками - 92-93%.
- В осадок выпадает от 7 до 10 % задержанных веществ с влажностью 95-98 %. Объем пены (шлама) W_{mud} при влажности 94-95 % определяют по формуле (% к объему обрабатываемой воды):
- $\mathbf{W_{mud} = 1{,}5\ C_{en}}$,
- где C_{en} - исходная концентрация нерастворенных примесей, г/л

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- При проектировании установок **импеллерных, пневматических и с диспергированием воздуха через пористые материалы** принимают:
- *-продолжительность флотации - 20-30 мин;*
- *-расход воздуха при работе в режиме флотации - 0,1-0,5 м^3/м^3;*
- *-расход воздуха при работе в режиме пенной сепарации -3-4 м^3/м^3 (50-200 л на 1 г извлекаемых ПАВ) или 30-50 м^3/(м^2·ч);*
- *-глубину воды в камере флотации - 1,5-3 м;*
- *- окружную скорость импеллера - 10-15 м/с;*
- *-камеру для импеллерной флотации - квадратную со стороной, равной 6D (D- диаметр импеллера 200-750 мм);*
- *-скорость выхода воздуха из сопел при пневматической флотации - 100-200 м/с;*
- *-диаметр сопел - 1-1,2 мм; диаметр отверстий пористых пластин - 4-20 мкм;*
- *-давление воздуха под пластинами - 0,1-0,2 МПа (1-2 кгс/см^2).*
- При проектировании **напорных** флотационных установок принимают:
- *-продолжительность флотации - 20-30 мин;*
- *-количество подаваемого воздуха, л на 1 кг извлекаемых загрязняющих веществ: 40 - при исходной их концентрации C_{en}<200 мг/л, 28 - при C_{en} = 500, 20 - при C_{en} = 1000 мг/л, 15 - при C_{en} = 3-4 г/л;*
- *-схему флотации - с рабочей жидкостью, если прямая флотация не обеспечивает подачу воздуха в нужном количестве;*
- *-флотокамеры с горизонтальным движением воды при производительности до 100 м^3/ч, с вертикальным - до 200, с радиальным - до 1000 м^3/ч;*
- *-горизонтальную скорость движения воды в прямоугольных и радиальных флотокамерах - не более 5 мм/с;*
- *-подачу воздуха через эжектор во всасывающий патрубок насоса - при небольшой высоте всасывания (до 2 м) и незначительных колебаниях уровня воды в приемном резервуаре (0,5-1,0 м), компрессором в напорный бак - в остальных случаях.*

Дегазаторы (ад(аб)сорберы – десорберы)

- Для удаления растворенных газов, находящихся в сточных водах в свободном состоянии, применяют дегазаторы с барботажным слоем жидкости, с насадкой различной формы и полые распылительные (разбрызгивающие) аппараты.
- **Н а с а д к и.**
- Насадки, применяемые для заполнения насадочных дегазаторов, должны обладать большой удельной поверхностью (поверхность на единицу объема) и большим свободным объемом. Кроме того, насадка должна оказывать малое сопротивление газовому потоку, хорошо распределять жидкость и обладать коррозионной стой-костью в соответствующих средах. Для уменьшения давления на поддерживающее устройство и стенки насадка должна иметь малый объемный вес. Применяемые насадки можно подразде-лить на два типа: **регулярные** (правильно уложенные) и **беспорядочные** (засыпаемые внавал). К **регулярным** относятся хордовая, кольцевая и блочная насадки. К **беспорядочным** относятся кольцевая (при загрузке внавал), седлообразная и кусковая насадки. Кроме того, используют специальные типы насадок рис.23., представляющие собой поставленные на ребро доски 2, образующие решетку. Решетки укладываются друг на друга, так что в смежных решетках доски повернуты на угол 90^0. Наиболее распространена деревянная хордовая насадка, изготовляемая из досок толщиной 10-13 мм и высотой 100-150 мм. В нижней части досок, через каждые 200-250 мм, делают треугольные вырезы, разрывающие стекающую жидкость и не допускающие ее стекания в одну сторону при перекосе насадки.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

- Процесс биологической очистки основан на способности микроорганизмов использовать растворенные органические вещества сточных вод для питания в процессе жизнедеятельности. Часть органических веществ превращается в воду, диоксид углерода, нитрит - и сульфат-ионы, часть идет на образование биомассы. Сооружения биологической очистки можно условно разделить на два вида: *1.с очисткой в условиях, близких к естественным; 2.с очисткой в искусственно созданных условиях.* К первому виду относятся поля фильтрации и орошения (земельные участки, в которых очистка происходит за счет фильтрации через слой грунта), а также биологические пруды (неглубокие водоемы, в которых происходит очистка, основанная на само-очищении водоемов). Второй вид составляют такие сооружения, как биофильтры и аэротенки. **Биофильтр** - резервуар с фильтрующим материалом, поверхность которого покрыта биологической пленкой (колония микроорганизмов, способных сорбировать и окислять органические вещества из сточных вод). **Аэротенк** - резервуар, в котором очищаемые стоки смешиваются с активным илом (биоценоз микроорганизмов, также способных поглощать органику из стоков). Биологическая очистка является основным методом обработки городских сточных вод

Состав активного ила и биопленки

- Активный ил является амфотерной коллоидной системой. Элементный химический состав активных илов достаточно близок и для городских сточных вод имеет формулу – $C_{54}H_{212}O_{82}N_8S_7$. Сухое вещество активного ила содержит 70÷90 % органических и 10÷30 % неорганических веществ. Кроме живых организмов, в иле содержится субстрат - различные твердые остатки, к которым крепятся микроорганизмы. По внешнему виду активный ил представляет собой комочки и хлопья размером 3÷150 мкм с высокой удельной поверхностью - около 1200 $м^2/м^3$ ила. Сообщество живых организмов, населяющих активный ил или биопленку, называют биоценозом. Биоценоз активного ила представлен в основном 12 видами микроорганизмов и простейших. Биоценоз активных илов состоит из бактерий, простейших, плесневых грибов, дрожжей, актиномицет, личинок насекомых, рачков, водорослей и др. Основное разрушение органических загрязнений в стоках осуществляется бактериями. В 1 $м^3$ ила содержится $2\text{-}10^{14}$ бактерий. В активном иле они находятся в виде скоплений, окруженных слизистым слоем (зооглеи). Бактерии представлены такими типами, как псевдомонас, бациллус, нитробактер, нитросомонас и др. В активных илах встречаются четыре вида простейших: саркодовые, жгутиковые, реснитчатые и сосущие инфузории, которые поглощают большое количество бактерий, поддерживая их оптимальное количество (одна инфузория в среднем поглощает от 20 до 40 тысяч бактерий). Они способствуют осаждению ила и осветлению сточных вод во вторичных отстойниках. Находящиеся на следующем трофическом уровне коловратки питаются бактериями и простейшими. Состав биоценоза ила зависит от наличия и концентрации в сточной воде разнообразных органических веществ. Только основная группа бактерий (80÷90%) участвует в процессе очистки сточных вод, остальное содержание ила составляют сопутствующие группы микробов. При высоком содержании органики в сточной воде преобладают гетеротрофные бактерии, при снижении питательных веществ увеличивается количество хищных простейших. *Состояние активного ила характеризует иловый индекс,* который зависит от способности ила к осаждению. Крупные хлопья оседают быстрее, чем мелкие. Биопленка растет на наполнителе биофильтра и имеет вид слизистых образований толщиной 1÷2 мм. Видовой состав биопленки более разнообразен, чем активного ила. Биопленка состоит из бактерий, грибов, дрожжей, личинок насекомых, червей, клещей и других организмов. В 1 $м^3$ биопленки содержится 10^{12} бактерий.

Закономерности распада органических веществ

- Процесс разрушения сложных органических соединений происходит в определенной последовательности и в присутствии катализаторов этих реакций - ферментов, которые выделяются клетками бактерий. Ферменты - сложные белковые соединения (молекулярная масса достигает сотен тысяч и миллионов), ускоряющие биохимические реакции. Ферменты бывают одно- и двухкомпонентные. Двухкомпонентные ферменты состоят из белковой (апофермент) и небелковой (кофермент) части. Каталитической активностью обладает кофермент, а белковый носитель увеличивает его активность. Различают ферменты, вырабатываемые бактериями для внеклеточного расщепления веществ - экзоферменты, и внутренние пищеварительные ферменты – эндо-ферменты. Особенность ферментов состоит в том, что каждый из них катализирует только одно из многих превращений. Существуют шесть основных ферментных классов: оксиредуктазы, трансферазы, гидралазы, лиазы, изомеразы и лигазы. Для разрушений сложной смеси органических веществ необходимо 80÷100 различных ферментов, каждый из них имеет свою оптимальную температуру, выше которой скорость реакции падает. Процесс биологического окисления состоит из множества ступеней и начинается с расщепления органического вещества с выделением активного водорода. В этом процессе особую роль играют ферменты класса оксиредуктазы: дегидрогеназы (отнимающие водо-род от субстрата), каталазы (расщепляющие перекись водорода) и пероксидазы (использующие активированную перекись для окисления других органических соединений). Существуют вещества, которые повышают активность ферментов - активаторы (витамины, катионы Ca^{2+}, Mg^{2+}, Mn^{2+}), и ингибиторы, оказывающие противоположное действие (например, соли тяжелых метал-лов, антибиотики). Ферменты, которые постоянно присутствуют в клетках, независимо от субстрата, называются конститутивными. Ферменты, которые синтезируются клетками в ответ на измене-ние внешней среды, называются адаптивными. Срок адаптации составляет от нескольких часов до сотен дней.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- Суммарные реакции биохимического окисления в аэробных условиях можно схематично представить в следующем виде:
- $C_xH_yO_zN + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + NH_3 + \Delta H$; (I)
- $C_xH_yO_zN + O_2 \rightarrow C_5H_7NO_2 + CO_2 + H_2O + \Delta H$; (II)
- $C_5H_7NO_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + NH_3 + \Delta H$; (III)
- $NH_3 + O_2 \rightarrow HNO_2 + O_2 \rightarrow HNO_3$ (IV)
- где CxHyOzN- все органические вещества сточных вод; $C_5H_7NO_2$ - условная формула клеточного вещества бактерий; ΔН - энергия. Реакция (I) показывает характер окисления вещества для удовлетворения энергетических потребностей клетки (катаболический процесс), реакция (II) - для синтеза клеточного вещества (анаболический процесс). Затраты кислорода на эти реакции сос-тавляют БПКполн сточной воды. Реакции (III) и (IV) характеризуют превращение клеточного вещества в условиях недостатка питательных веществ. Общий расход кислорода на все 4 реакции приблизительно вдвое больше, чем на (I) и (П). Большое количество биохимических реакций происходит с
- помощью кофермента **А**. Кофермент **А** является производным b-меркаптоэтиламида пантотеновой кислоты и нуклеотида - аденозин-3,5-дифосфата ($C_{21}H_{36}O_{167}P_3S$) с молекулярной массой 767,56. «КоА» активируют карбоновые кислоты, образуя с ними
- ацилпроизводные «КоА.» Легко окисляются бензойная кислота, этиловый и амиловый спирты, гликоли, глицерин, анилин, сложные эфиры и др. Плохо окисляются нитросоединения, «жесткие» ПАВ, трехатомные спирты и др. Наличие функциональных групп увеличивает способность к биологическому разрушению соединений в такой последовательности:
- **— CH_3; —$OOCCH_3$; —CHO; —CH_2OH; —CHOH; —COOH; —CN; —NH_2,— SO_3H.**

Нитрификация и денитрификация

- Нитрифицирующие бактерии окисляют азот аммонийных соединений сначала до нитритов, а потом до нитратов. Этот процесс называется **нитрификацией** и является конечной стадией минерализации азотсодержащих органических веществ (см. реакцию IV). Присутствие нитрат-ионов в очищенной воде является одним из показателей полноты очистки. Под действием денитрифицирующих бактерий связанный кислород отщепляется от нитритов и нитратов (денитрификация). Условия этого процесса – наличие органических веществ, небольшой доступ кислорода, нейтральная или слабо-щелочная реакция.
- **Денитрификация** при очистке сточных вод протекает главным образом с образованием молекулярного азота (редко образуется NH_3). Азотсодержащие соединения разлагаются с выделением азота в виде аммиака. Например, карбамид разлагается по схеме:
- $CO(NH_2)_2 + 2H_2O \rightarrow (NH_4)_2CO_3 \rightarrow 2NH_3 + CO_2 + H_2O$.
- Разложение органических соединений может происходить через образование аминокислот, которые далее выделяют аммиак при протекании различных процессов.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- **Серосодержащие вещества**
- Серные и тионовые бактерии, которые при благоприятных условиях могут развиваться в процессе биологической очистки, окисляют такие вещества, как сера, сероводород, тиосульфаты, политионаты и др. Конечной стадией превращений являются серная кислота или сульфаты:
- $HS^{-1} \rightarrow S \rightarrow S_2O^{-2} \rightarrow S_4O_6^{-2} \rightarrow SO_4^{-2}$ или
- $HS^{-1} \rightarrow S_2O_2^{-2} \rightarrow S_2O_3^{-2} \rightarrow S_2O_5^{-2} \rightarrow S_2O_7^{-2} \rightarrow SO_4^{-2}$
- **Окисление железа и марганца**
- Железобактерии получают энергию в результате окисления солей двухвалентного железа до соединений трехвалентного железа:
- $4Fe(HCO_3)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 + 8CO_2 + \Delta H.$
- Двухвалентный марганец окисляется в четырехвалентный:
- $2Mn^{2+} + O_2 + 4HO^- \rightarrow 2MnO_2 + 2H_2O.$

Зависимость скорости биологической очистки от различных факторов

- При заданной степени очистки основными факторами, влияющими на скорость биохимических реакций, **являются концентрация потока, содержание кислорода в сточной воде, температура и pH среды, содержание биогенных элементов, а также тяжелых металлов и минеральных солей.**

- **Турбулизация** потока сточной воды приводит к увеличению скорости поступления питательных веществ и кислорода к микроорганизмам, что приводит к увеличению скорости очистки. Турбулизация обеспечивается интенсивным перемешиванием подаваемым воздухом или механическими способоми. Повышение температуры сточной воды увеличивает скорость протекания очистки в 2÷3 раза, но только в пределах 20÷30°С. При этом необходимо проводить более интенсивную аэрацию, так как растворимость кислорода с увеличением температуры падает. При более низких температурах замедляется процесс адаптации бактерий к новым видам загрязнений, ухудшаются процессы нитрификации, флокуляции и осаждения активного ила. Соли тяжелых металлов сорбируются активным илом, *при этом снижается биохимическая активность ила и происходит его вспухание из-за интенсивного развития нитчатых форм бактерий.* По степени токсичности тяжелые металлы можно расположить в следующем порядке: **Sb > Ag > Си > Hg > Co > Ni > Pb > Cr^{3+}>V>Cd>Zn>Fe.**

Абсорбция и потребление кислорода

- В процессе аэрации вода насыщается пузырьками воздуха, затем кислород из пузырьков абсорбируется водой и переносится к микроорганизмам. Перенос кислорода из газовой фазы к клеткам происходит в два этапа. На первом этапе происходит перенос кислорода из воздушных пузырьков в основную массу жидкости, на втором - перенос абсорбированного кислорода из основной массы жидкости к клеткам под действием турбулентных пульсаций. Скорость всего процесса лимитируется диффузионным сопротивлением воды при абсорбции кислорода. Наиболее надежный способ увеличения количества абсорбированного кислорода - повышение объемного коэффициента массоотдачи. Это достигается дроблением газовых пузырьков и увеличением газосодержания потока сточной воды. Скорость потребления кислорода микроорганизмами не превышает скорость его абсорбции. Скорость потребления кислорода увеличивается с увеличением содержания его в воде, однако, только до определенного предела. Концентрация кислорода в воде, при которой скорость потребления его становится постоянной и не зависит от дальнейшего повышения концентрации, называется критической. Критическая концентрация меньше равновесной и зависит от природы микроорганизмов и температуры. Биогенные элементы и микроэлементы являются необходимыми для успешного протекания биохимических реакций в сточной воде.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- К ним относятся **N, S, P, K, Mg, Ca, Na, Cl, Fe, Mn, Mo, Ni, Co, Zn,** Си и др. Среди них основными являются **N, P и K.** *Недостаток азота* тормозит окисление органических загрязнителей и приводит к образованию труднооседающего ила. *Недостаток фосфора* приводит к развитию нитчатых бактерий, и, в результате, к вспуханию активного ила. Содержание биогенных элементов зависит от состава сточных вод и должно устанавливаться экспериментально. Ориентировочное соотношение **$БПК_{полн}$:N:P** при продолжительности очистки до 3 суток составляет **100:5:1.** При продолжительности очистки 20 суток это соотношение следует поддерживать на уровне **200:5:1.**При нехватке азота, фосфора и калия в сточные воды добавляют азотные, фосфорные и калийные удобрения. **Для полной биологической очистки сточных вод малых населенных пунктов в искусственно созданных условиях могут применяться: -аэрационные установки, работающие по методу полного окисления (аэротенки продленной аэрации); -аэрационные установки с аэробной стабилизацией избыточного активного ила; -циркуляционные окислительные каналы;-капельные биофильтры.**

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- Аэрационные установки на полное окисление рекомендуется применять для очистки сточных вод с расходом до 700 м³/сут. Механическая очистка производится только на решетках и решетках-дробилках. Установки существуют в двух вариантах: строящиеся на месте из сборного или монолитного железобетона и серийные установки заводского изготовления (марки КУ, БИО и др.) Аэрационные установки с аэробной стабилизацией активного ила применяются при расходах стоков более 200 м³/сут. Механическая очистка предусматривается такая же, как для аэротенков с продленной аэрацией. Такие установки изготовляются на заводах серийно. *Циркуляционные окислительные каналы* наиболее дешевые и простые из всех сооружений биологической очистки в искусственно созданных условиях. Они применяются в районах с расчетной температурой не ниже -25°С в случаях, когда установки заводского изготовления применять нецелесообразно. Капельные биофильтры допускается применять в особых случаях, сточные воды предварительно должны пройти механическую очистку в септиках или в решетках, песколовках и двухъярусных отстойниках. В средней полосе России биофильтры располагают в зданиях, что обуславливает их высокую строительную стоимость.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

Аэротенки

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- Аэротенк представляет собой сооружение с постоянно протекающей внутри сточной водой, во всей толщине которой развиваются аэробные микроорганизмы, потребляющие субстрат. Сточные воды поступают в аэротенк, как правило, после стадии механической очистки. Для обеспечения нормального процесса БХО в аэротенках необходимо непрерывно подавать воздух, что достигается с помощью пневматической, механической или пневмомеханической аэрации. По структуре движения потоков очищаемой сточной воды и возраста активного ила различают: аэротенки-вытеснители; аэротенки-смесители; аэротенки с рассредоточенным впуском воды; типа АНР (по К. Бойте):

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

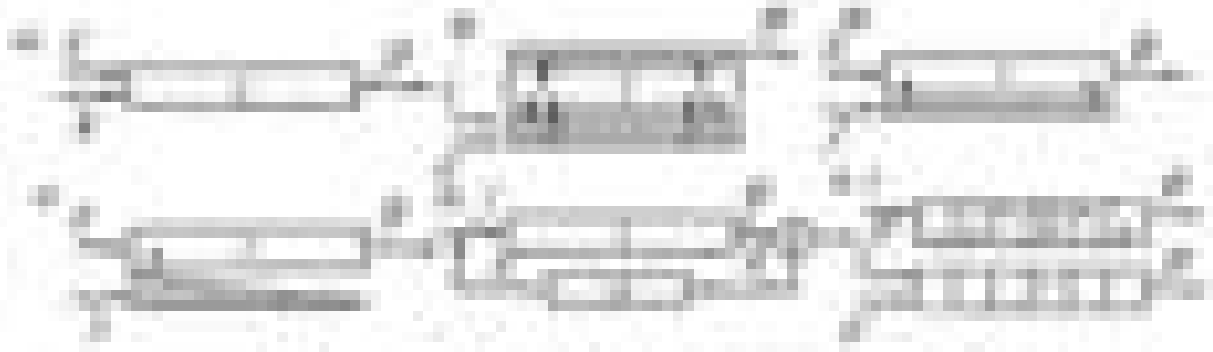


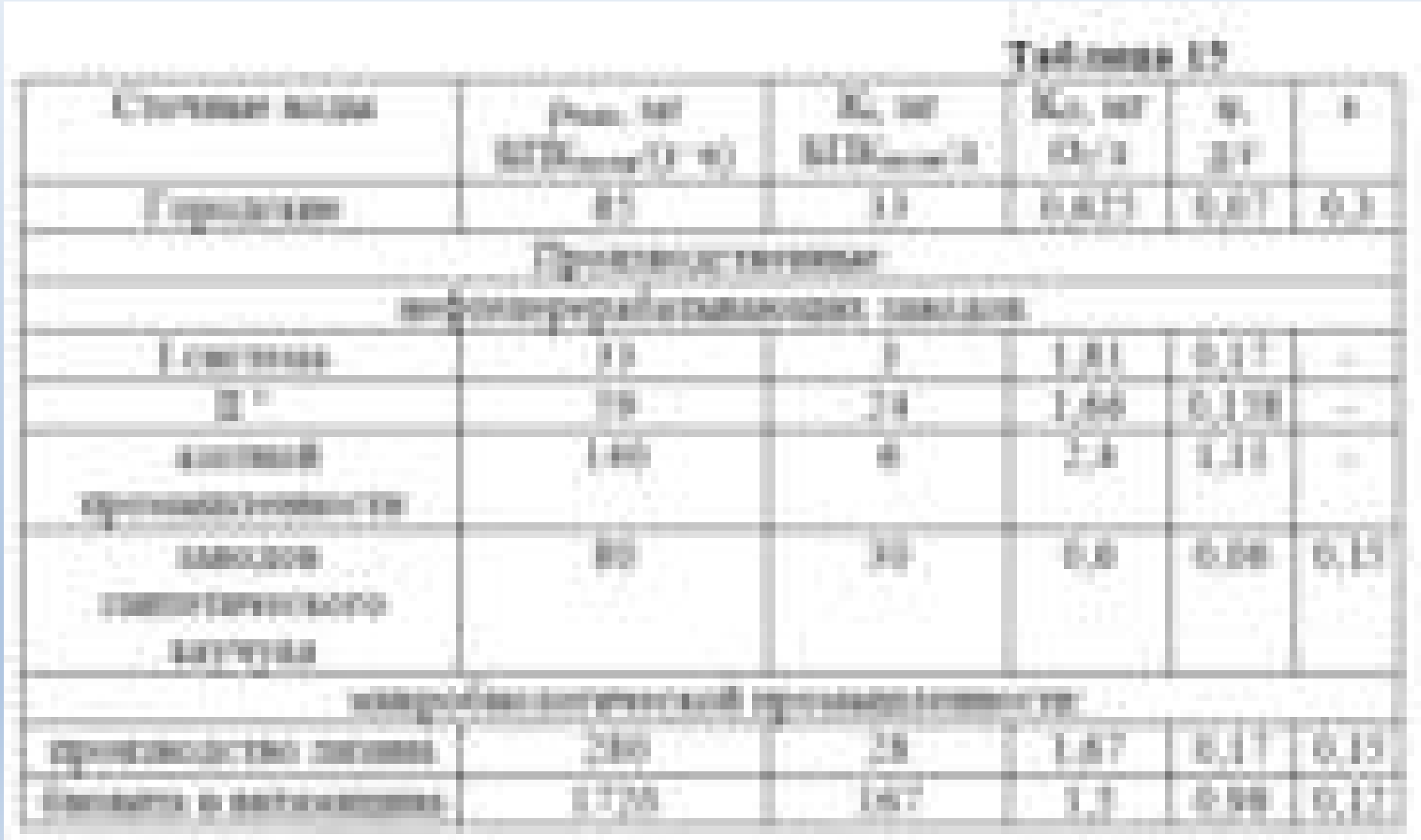
Рис.43 Схемы коротоков.

а – вытеснитель; б – смеситель; в, г распределительные вторичных труб; д – зоны АНР; ф – с регенератором; е – вынесенные зоны; 1 – сточная вода; II – активный ил; III – илосмесь; 1 – коротоки; 2 – вторичный отстойник; 3 – регенератор.

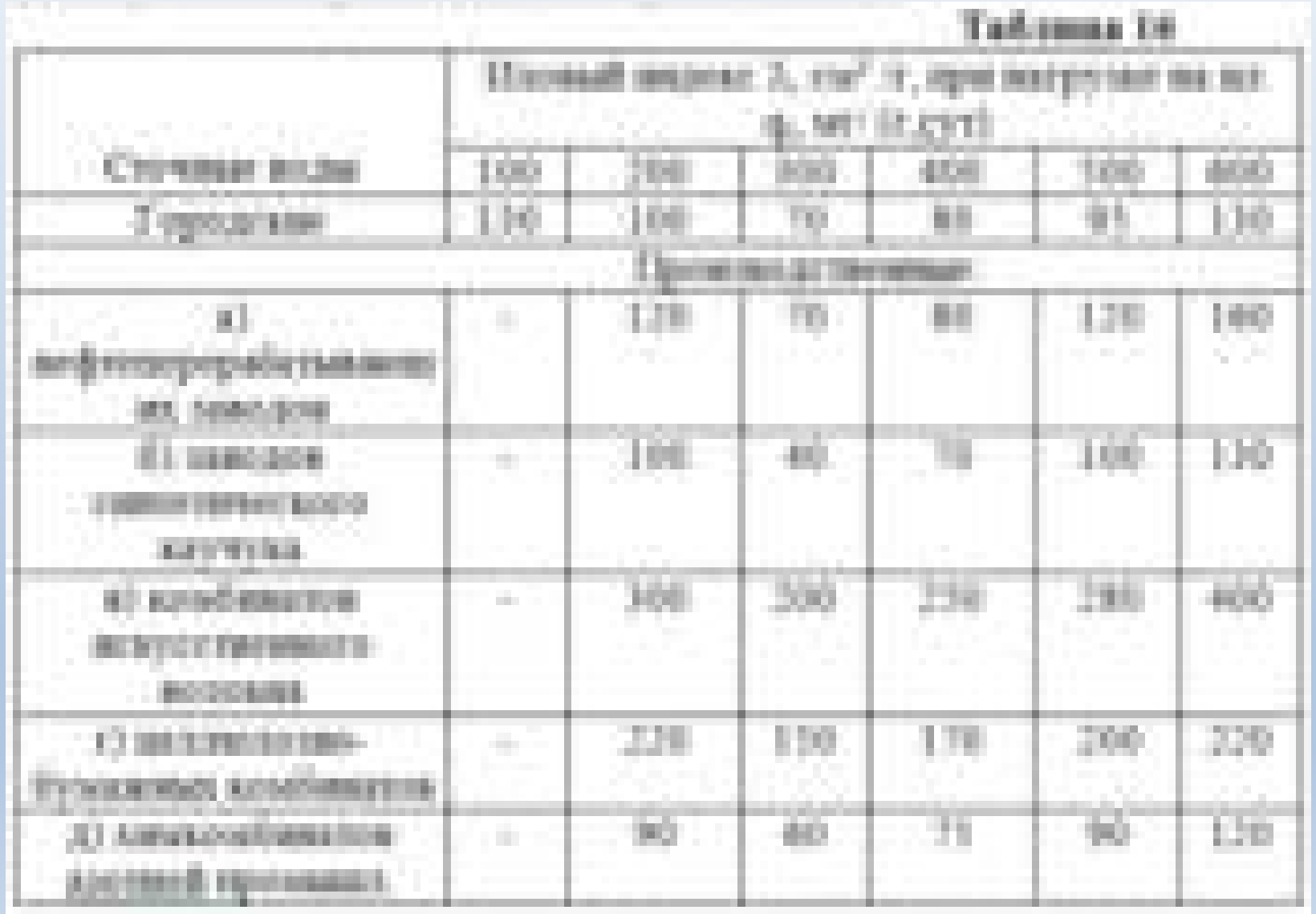
БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- *В аэротенках - вытеснителях* сточная вода и возвратный ил подаются сосредоточенно с одной из торцовых сторон сооружения, а выпускаются также сосредоточенно с другой торцовой стороны. Подача и выпуск сточной воды и ила *в аэротенках-смесителях* осуществляется равномерно вдоль длинных сторон коридора аэротенка. *В аэротенках с рассредоточенной подачей сточной воды* сточная вода подводится рассредоточено в нескольких точках по длине аэротенка, а отводится сосредо-точенно из его торцовой части. Возвратный ил подается сосредоточенно в начале аэротенка. *Аэротенки-вытеснители целесообразно применять при концентрации загрязнений БПКполн поступающей воды до 300 мг/л, а аэротенки-смесители до 1000 мг/л по БПКполн.* Аэротенки различных типов применяют для биологической очистки городских и производственных сточных вод. Аэротенки, действующие по принципу *вытеснителей*, применяют при **отсутствии залповых поступлений** токсичных веществ, а также на второй ступени двухступенчатых схем. Комбинированные сооружения типа аэротенков-отстойников (*аэроакселераторы, окситенки, флототенки, аэротенки-осветлители и др.)* при обосновании допускается применять на любой ступени биологической очистки. Регенерацию активного ила необходимо предусматривать при $БПК_{полн}$ поступающей в аэротенки воды свыше **150** мг/л, а также при наличии в воде вредных производственных примесей. Вместимость аэротенков определяют по среднечасовому поступлению воды за период аэрации в часы максимального притока. Расход циркулирующего активного ила при расчете вместимости *аэротенков без регенераторов* и вторичных отстойников не учитывается.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)



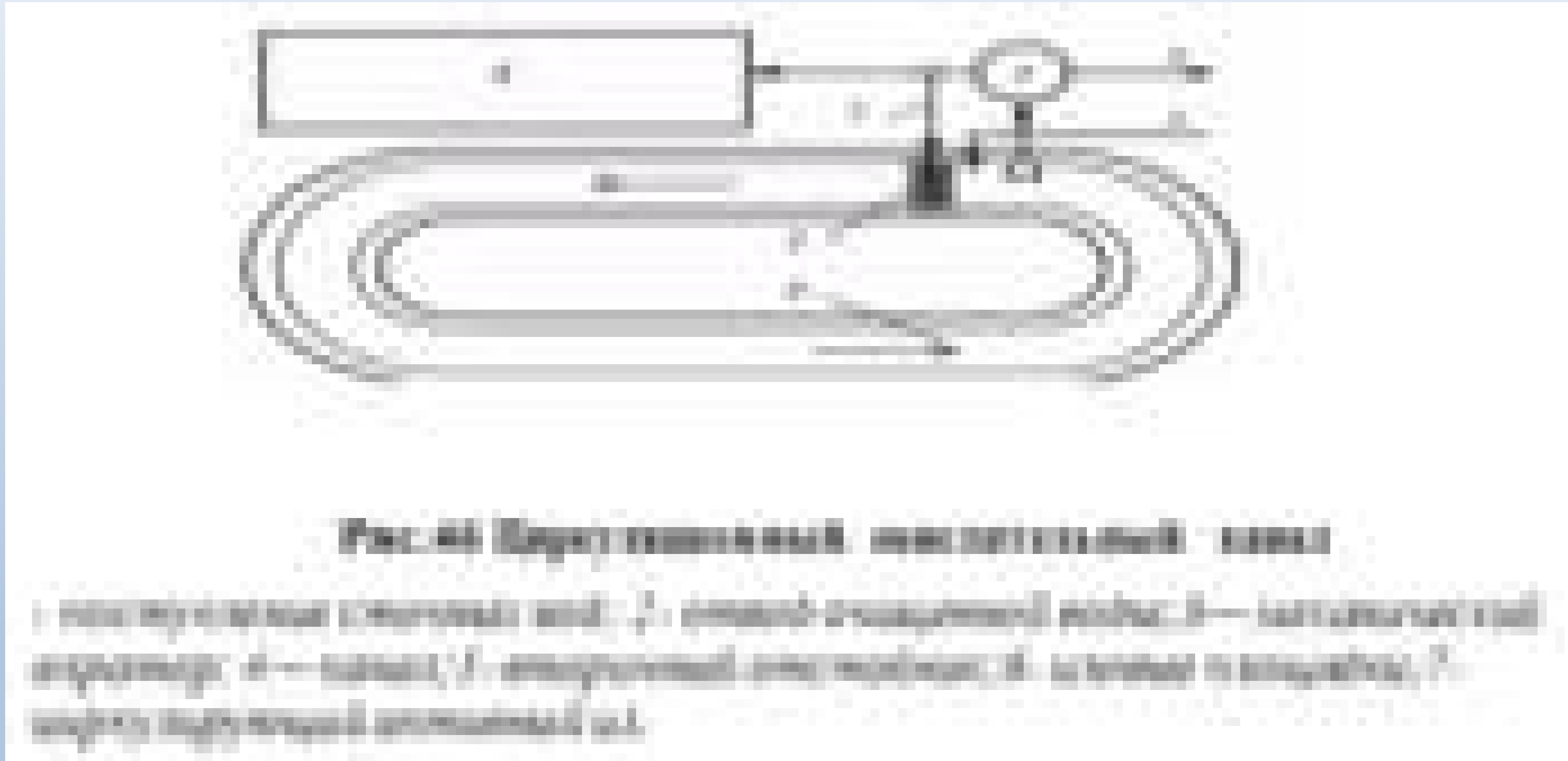
БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)



Циркуляционные окислительные каналы (ЦОК)

- ЦОК имеют замкнутую 0-образную форму в плане и оборудованы механическими аэраторами, с помощью которых жидкость насыщается кислородом и приводится в движение для быстрого перемешивания и поддержания активного ила во взвешенном состоянии. Они могут обеспечить полную биологическую очистку при расходе до 1400 $м^3$/сут с $БПК_5$ и концентрацией взвешенных веществ в очищенных водах до 25 мг/л. Чаще всего на очистных сооружениях строят по два ЦОК периодического действия, с поочередным выключением механического аэратора и осаждением активного ила. Перед поступлением в ЦОК сточная вода проходит решетку, из ЦОК иловая смесь направляется в вертикальный отстойник со средней продолжительностью отстаивания 1,5 ч, откуда избыточный активный ил подается на иловые площадки, а возвратный ил – снова в ЦОК.

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД
(продолжение)



БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

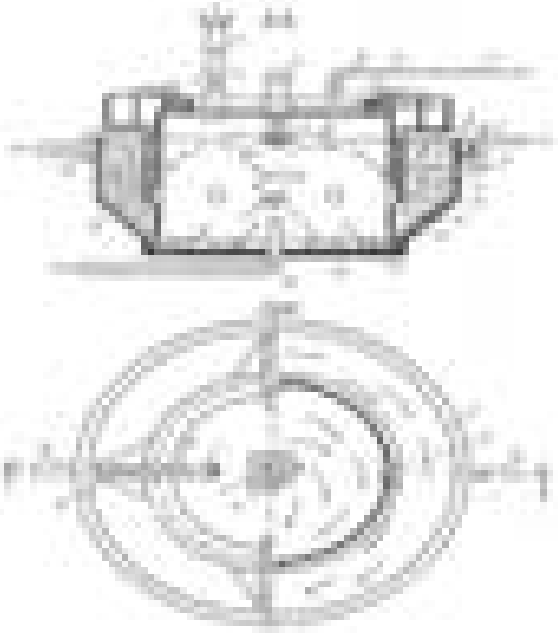
- Расчетная глубина канала – около 1 м. Продолжительность аэрации, объем и необходимое количество воздуха определяются так же, как и для аэротенков, работающих по методу полного окисления. При этом принимают среднюю скорость окисления по $БПК_{полн}$ – 6 мг/(г·ч), а удельный расход кислорода -1,25 мг/мг снятой $БПК_{полн}$. Количество избыточного активного ила – 0,4 кг/кг $БПК_{полн}$. Доза активного ила – 3-4 г/л, зольность ила – 0,35. В состав очистных сооружений также входят здание решеток с решетками-дробилками РД-200 и аварийной решеткой с ручной очисткой, вертикальный отстойник диаметром 4-9 м, контактный резервуар диаметром 2-6 м, иловые площадки и вспомогательное здание. Обеззараживание производится жидким хлором. Примерная схема очистной станции с ЦОК изображена на рисунке 47

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

Рис.47 Генеральный план очистной станции с полями орошения

Окситенк

- Окситенки – сооружения биологической очистки, в которых вместо воздуха используется технический кислород или же воздух, обогащенный кислородом.

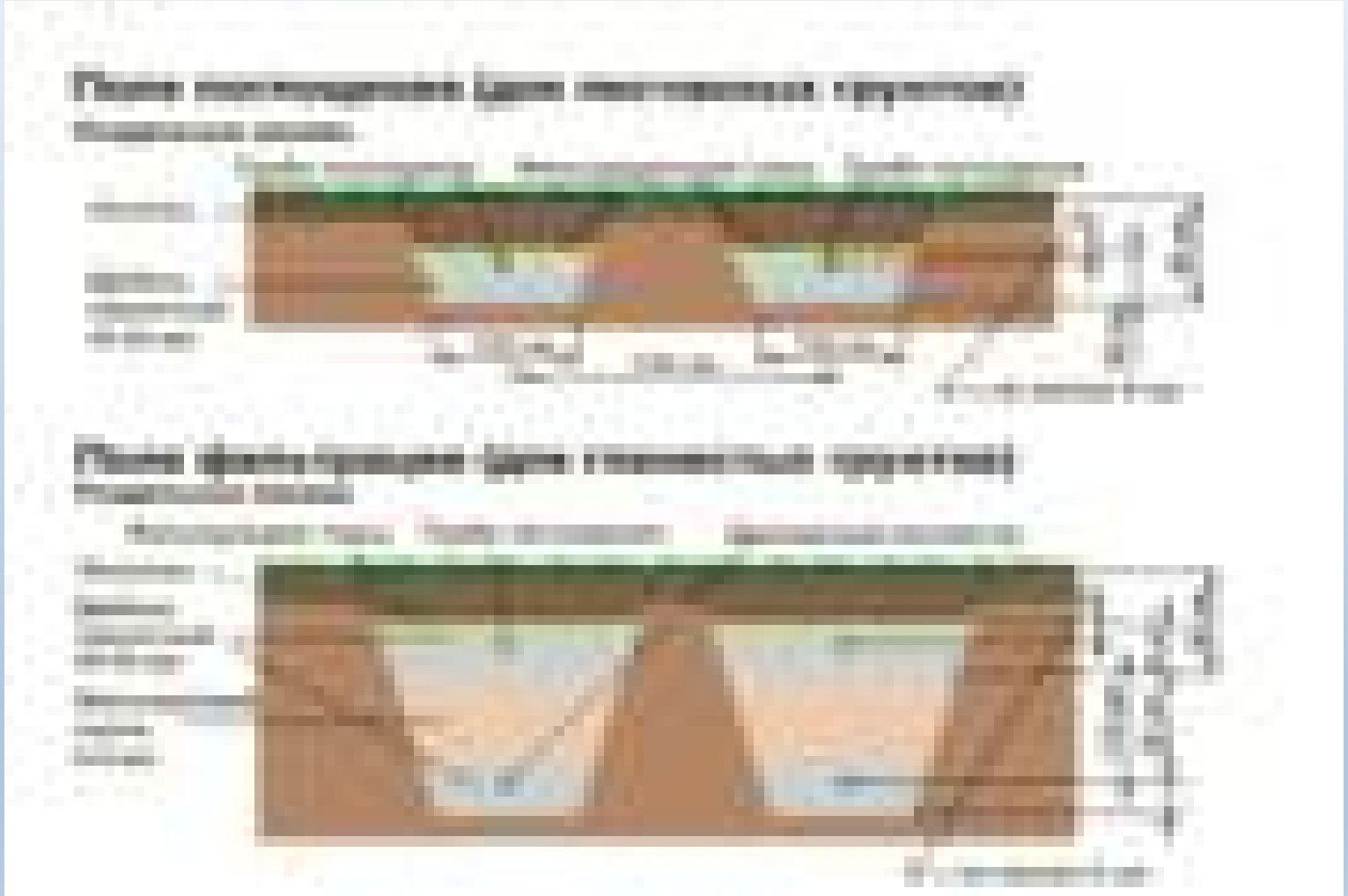


Метантенки

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- Метантенки следует применять для анаэробного сбраживания осадков городских сточных вод с целью стабилизации и получения метансодержащего газа брожения, при этом необходимо учитывать состав осадка, наличие веществ, тормозящих процесс сбраживания и влияющих на выход газа. Совместно с канализационными осадками допускается подача в метантенки других сбраживаемых органических веществ после их дробления (домового мусора, отбросов с решеток, производственных отходов органического происхождения и т. п.). Для сбраживания осадков в метантенках допускается принимать мезофильный (Т=33°С) либо термофильный (Т=53°С) режим. Выбор режима сбраживания производят с учетом методов последующей обработки и утилизации осадков, а также санитарных требований. Для поддержания требуемого режима сбраживания предусматривают: -загрузку осадка в метантенки, как правило, равномерную в течение суток;
- -обогрев метантенков острым паром, выпускаемым через эжектирующие устройства, либо подогрев осадка, подаваемого в метантенк, в теплообменных аппаратах.
- Необходимое количество тепла следует определять с учетом теплопотерь метантенков в окружающую среду. Определение вместимости метантенков производят в зависимости от фактической влажности осадка по суточной дозе загрузки, принимаемой для осадков городских сточных вод по таблице 24, а для осадков производственных сточных вод – на основании экспериментальных данных.

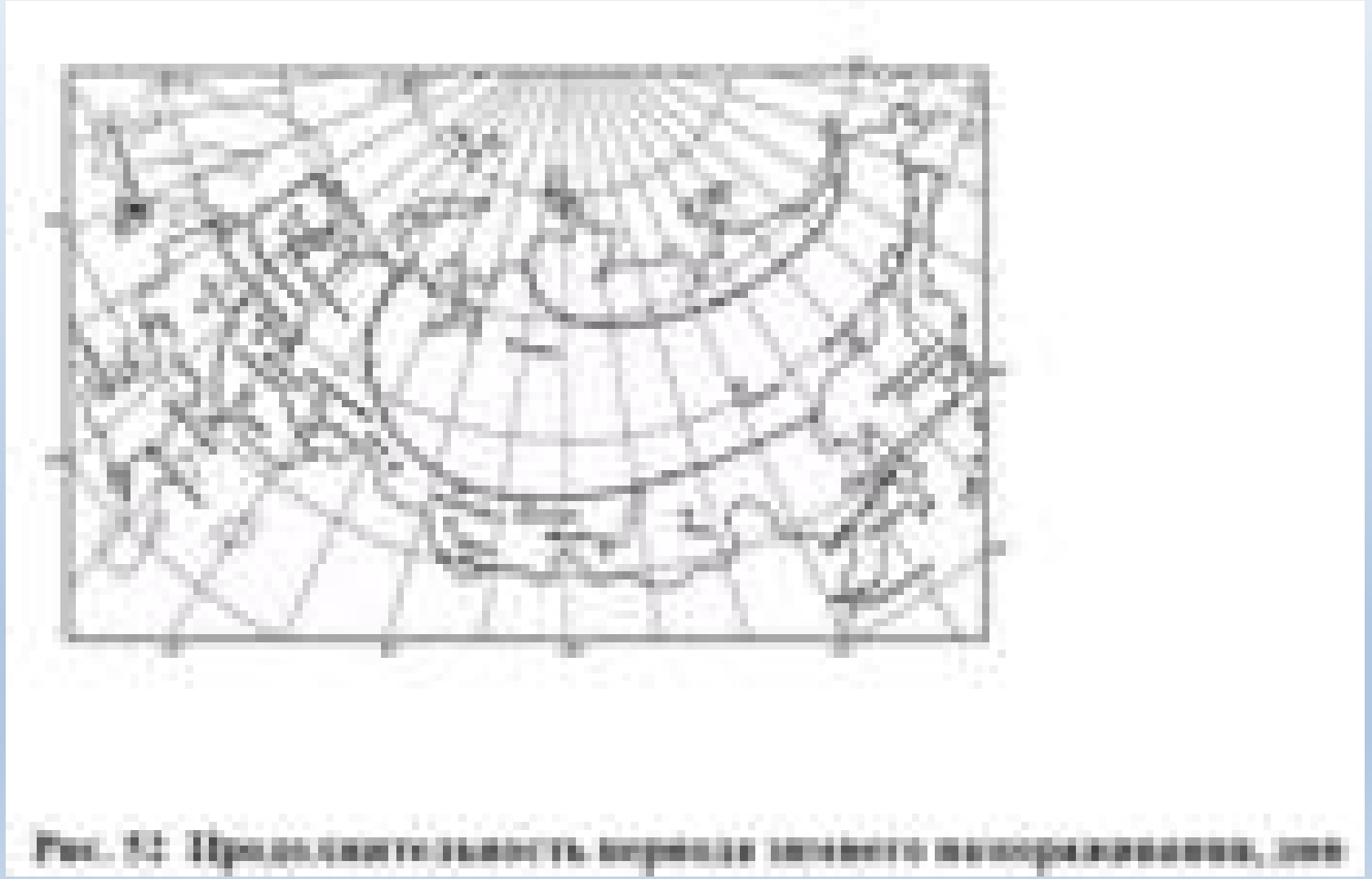
Поля поглощения и фильтрации



БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)

- Поля фильтрации для полной биологической очистки сточных вод предусматривают, как правило, на песках, супесях и легких суглинках. Продолжительность отстаивания сточных вод перед поступлением их на поля фильтрации принимают не менее 30 мин. Площадки для полей фильтрации выбирают со спокойным и слабовыраженным рельефом с уклоном до 0,02, с расположением ниже течения грунтового потока от сооружений для забора подземных вод на расстоянии, равном величине радиуса депрессионной воронки, но не менее 200 м для легких суглинков, 300 м - для супесей и 500 м - для песков. При расположении полей фильтрации выше по течению грунтового потока расстояние их до сооружений для забора подземных вод принимают с учетом гидрогеологических условий и требований санитарной охраны источника водоснабжения. *На территориях, граничащих с местами выклинивания водоносных горизонтов, а также при наличии трещинноватых пород и карстов, на перекрытых водоупорным слоем, размещение полей фильтрации не допускается.*

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (продолжение)



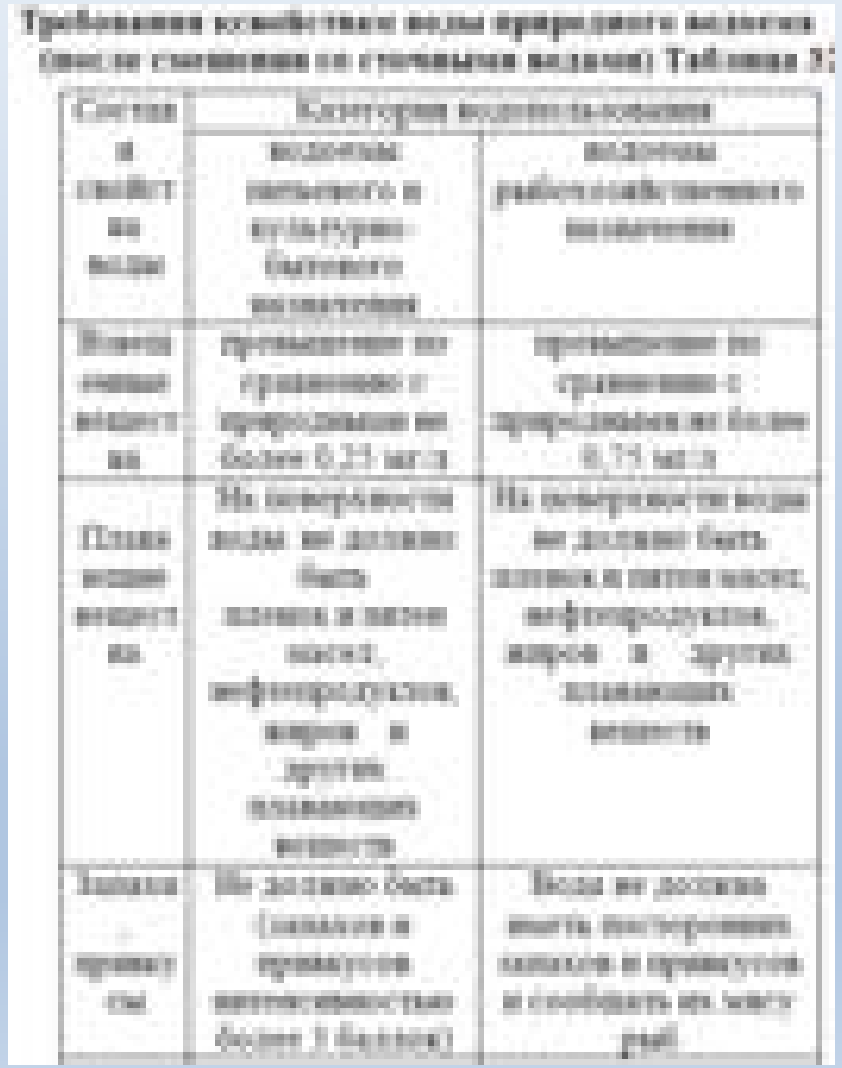
УСЛОВИЯ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМЫ

- При определении условий спуска сточных вод в водоем в первую очередь рассматриваются следующие возможности: - *совершенствование технологии производства, направленное на сокращение водопотребления и сброса сточных вод в водоем (вплоть до его устранения);*
- *-использование сточных вод в системах оборотного водоснабжения, а также уменьшение степени загрязнения сточных вод;*
- *- использование очищенных и обезвреженных городских сточных вод в технологическом водоснабжении предприятий;*
- *-использования сточных вод данного предприятия для технического водоснабжения других преприятий;*
- *- совместная очистка и обезвреживание сточных вод данного предприятия со сточными водами других предприятий и с городскими сточными водами;*
- *- самостоятельная очистка и отведение сточных вод.*

УСЛОВИЯ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМЫ

- **Сброс сточных вод не допускается:**
- **-**При размещении предприятия на маломощном водоеме, когда возможность разбавления в нем сточных вод и его самоочищение ограничено.
- -При наличии в сточных водах высокотоксичных веществ, ПДК которых в водоеме чрезвычайно низки.
- -Когда на водоеме расположены другие объекты, создающие в водоеме высокий уровень загрязнения.
- *Показателем безопасной величины сбрасываемых стоков является предельно допустимый сброс (ПДС) - M_{nd}:*
- **M_{nd}=(ПДК-$C_ф$)·Q_e,г/час,**
- *где Q_e– расход воды в реке, $м^3$/час;*
- *$C_ф$–фоновая концентрация загрязняющих веществ в водотоке;*
- **M_{md}** *-допустимая концентрация загрязняющих веществ в створе «полного смешения» находят по формуле:*
- **$M_{md} = M_{nd}/Q_{ст}$**
- где Q_{cm}– расход сточных вод.
- Температура при спуске сточных вод летом не должна повышаться более чем на 3^OC по сравнению со средней температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет.

УСЛОВИЯ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМЫ



Свойства водных объектов	Категории водопользования	
	водоемы питьевого и культурно-бытового назначения	водоемы рыбохозяйственного назначения
Взвешенные вещества	повышение по сравнению с природными не более 0,25 мг/л	повышение по сравнению с природными не более 0,75 мг/л
Плавающие вещества	На поверхности воды не должно быть пленок и пятен нефтепродуктов, жиров и других плавающих веществ	На поверхности воды не должно быть пленок и пятен нефтепродуктов, жиров и других плавающих веществ
Запахи и привкусы	Не должно быть запахов и привкусов интенсивностью более 2 баллов	Вода не должна иметь посторонних запахов и привкусов и сообщать их мясу рыб

pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Растворенный в воде кислород	Не менее 4 мг/л	Не менее 6 мг/л
БПК (полн.)	Не более 3,0 мг/л	Не более 6,0 мг/л
Вещества, способные образовывать	Не должны содержаться	Не должны содержаться

Выбор технологической схемы очистки сточных вод

- Выбор оптимальных технологических схем очистки воды – достаточно сложная задача, что обусловлено многообразием находящихся в воде примесей и высоким требованиями, предъявленными к качеству очистки воды. При выборе способа очистки примесей учитывают не только их состав в сточных водах, но и требования, которым должны удовлетворять очищенные воды: при сбросе в водоем – ПДС (предельно допустимые сбросы) и ПДК (предельно допустимые концентрации веществ), а при использовании очищенных сточных вод в производстве – те требования, которые необходимы для осуществления конкретных технологических процессов. Для приготовления из сточных вод технической воды или обеспечения условий сброса очищенных сточных вод водоемов большое значение имеет технико-экономическая оценка способов подготовки воды. Экономическое преимущество имеют, как правило, замкнутые системы водо-использования. Применяемые схемы очистки должны обеспечивать максимальное использование очищенных вод в основных технологических процессах и минимальный их сброс в открытые водоемы. При широком внедрении оборотных систем имеются дополнительные резервы по сокращению расхода свежей воды и уменьшению сброса сточных вод в водоемы (совершенствование технологических процессов, повышение эффективности очистки сточных вод).