

ГОУ ВПО

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет “Водоснабжение и водоотведение”

Кафедра Водоотведения

Специальность 27011201 “2908”

Дисциплина: “Водоотводящие системы промышленного предприятия”

***Расчетно-пояснительная записка
к курсовому проекту***

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО КОМБИНАТА

Руководитель

А. Л. Ивчатов

Студент ф-та ВиВ
Курс V (вечер. отд)

А. Г. Лямкина

Москва 2011

Содержание

1. Введение	3
2. Локальная очистка сточных вод БП	4
3. Определение расхода и качества сточных вод поступающих на ЛОС	5
4. Состав локальных очистных сооружений.....	6
5. Новый состав сточных вод поступающих на ЛОС.....	7
6. Фракционаторы.....	8
7. Расчёт первичного отстойника.....	9
8.Смеситель сточных вод.....	11
9. Усреднители.....	11
10. Аэротенк.....	15
11. Расчет вторичного отстойника.....	20
12. Расчет илоуплотнителя.....	21
13. Вакуум фильтр.....	22
14. Реагентное хозяйство.....	22
15. Используемая литература.....	24

Перечень графического материала:

Лист 1. Балансовая схема водоотведения целлюлозно-бумажного комбината.
Лист 2. Принципиальная схема локальных очистных сооружений
целлюлозно-бумажного комбината.

				М Г С У ВуВ V-2 вечер. отд. КП			
				ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ			
		Подпись	Дата				
Руковод.	Ивчатов А.Л						
Консульт.	Ивчатов А.Л						
Студент	Лямкина А.Г.						
				Стадия			
				Лист			
				Листов			
				у			
				2			
				24			
				Кафедра водоотведения			

1. ВВЕДЕНИЕ

Бумага и картон изготавливаются на бумажных и картонных фабриках из привозных или собственных полуфабрикатов.

Поступившие полуфабрикаты размалываются, смешиваются в заданном соотношении между собой, а также с наполнителями, красящими и клеящими веществами, дополнительно очищаются от загрязнений.

Готовая бумажная или картонная масса разбавляется водой, перемешивается, подвергается окончательному размолу и рафинированию и разбавляется до концентрации 0,1-1,3%. Затем масса очищается и равномерно распределяется на движущуюся бесконечную сетку, где происходит формование бумажного полотна и удаления из него воды. Бумага вырабатывается в основном на длинносеточных бумагоделательных машинах, производство картона осуществляется на кругло сеточных и плоскосеточных машинах.

На бумажных и картонных фабриках загрязненные сточные воды образуются:

- при подготовке и приготовлении бумажной (картонной) массы с добавкой проклеивающих веществ (канифольного клея, глинозема) и наполнителей (каолина, талька, гипса, мела и т.д.);
- при выработке бумаги и картона на машинах (регистровые и подсеточные воды);
- при обработке, очистке и облагораживании макулатуры.

К основным загрязнениям от производства картона и бумаги, попадающим в сточные воды относятся: растворенные органические вещества, волокно, наполнители, красители и другие загрязнения минеральные и органические.

По характеру загрязненности сточные воды БП, как правило разделяют на волокно- каолинсодержащие, шламосодержащие, от охлаждения оборудования, дренажно- дождевые и бытовые.

Цель данного проекта:

разработка водоотводящей сети бумажного комбината, а также технологии очистки сточных вод. В состав проекта входит составление баланса водоотведения, разработка технологической схемы очистки сточных вод, а также разработка конструкций и расчет основного технологического оборудования.

2. ЛОКАЛЬНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД БП

Цеховая очистка сточных вод производится в следующих целях:

- максимальное снижение потерь сырья в сточных водах;
- уменьшение потребления свежей воды;
- сокращение сброса сточных вод в водоем и уменьшение объема внеплощадочных очистных сооружений. Основным сооружением ЦО являются волокно-уловители.

В основном в состав локальных очистных сооружений входят волокно - уловители, отстойники, флотаторы и фильтры различных конструкций.

Для определения количества производственных сточных вод и их загрязненности целесообразно пользоваться Укрупненными нормами (3). В таблице представлены количество сточных вод и их загрязненность для основных цехов бумажного производства.

Качественно- количественная характеристика сточных вод ЦБК по основным цехам

Таблица.

Цех (производство)	Загрязненность производственных сточных вод			Расход производственных сточных вод м ³ на 1 т продукции	Расход хозяйственных сточных вод м ³ на 1 т продукции
	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мг/л	БПК, мг/л		
Газетная бумага	270	370	50	36,5	0,25
Писчая бумага (типографская)	550	90	30	44,5	0,25
Производство тарного картона	330	1580	320	26,5	0,25
Оберточно-упаковочная бумага	260	1400	290	33,5	0,25
Бумага - основа для гофрирования	170	1200	240	26,5	0,25

Предприятие рассчитано на производство 100 тонн продукции в сутки. На каждый цех поступает по 20 тонн полуфабрикатов.

Первые водоотводящие сооружения в России были построены в Новгороде в XII веке - бревенчатый канал перекрывался пластинами и берестой. В XIV веке в Москве была проложена водосточная труба от центральной

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА И КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД ПОСТУПАЮЩИХ НА ЛОС.

- Производственные сточные воды:

Расход: $Q_{\text{ЛОС}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$

$$Q_{\text{ЛОС}} = 36,5 \cdot 20 + 44,5 \cdot 20 + 26,5 \cdot 20 + 33,5 \cdot 20 + 26,5 \cdot 20 = 730 + 890 + 530 + 670 + 530 = 3350 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$\text{Концентрация } C = \frac{C_1 \cdot Q_1 + C_2 \cdot Q_2 + C_3 \cdot Q_3 + C_4 \cdot Q_4 + C_5 \cdot Q_5}{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5},$$

Концентрация взвешенных веществ :

$$C_{\text{вв}} = \frac{C_1 \cdot Q_1 + C_2 \cdot Q_2 + C_3 \cdot Q_3 + C_4 \cdot Q_4 + C_5 \cdot Q_5}{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5} = \frac{270 \cdot 730 + 550 \cdot 890 + 330 \cdot 530 + 260 \cdot 670 + 170 \cdot 530}{3350} = 336 \text{ мг/л}$$

$$\text{Концентрация БПК}_5 \text{ } C_{\text{БПК}_5} = \frac{50 \cdot 730 + 30 \cdot 890 + 320 \cdot 530 + 290 \cdot 670 + 240 \cdot 530}{3350} = 166 \text{ мг/л}$$

$$\text{Концентрация ХПК } C_{\text{ХПК}} = \frac{370 \cdot 730 + 90 \cdot 890 + 1580 \cdot 530 + 1400 \cdot 670 + 1200 \cdot 530}{3350} = 824 \text{ мг/л}$$

4. СОСТАВ ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Согласно справочнику проектировщика (глава 52) принимаем следующий состав очистных сооружений:

1. Радиальный первичный отстойник;
2. Смеситель,
3. Усреднитель на 2 часа,
4. Одноступенчатый аэротенк
5. Вторичный отстойник
6. Уплотнители гравитационные
7. Вакуум фильтр
8. Сжигание шлама

Содержание взвешенных веществ перед первичным отстойником не может быть более 200 мг/л, согласно Справочнику проектировщика и СНиП. Следовательно необходимо применить внутрицеховую очистку (волокну-уловители) в цехах с наибольшим содержанием взвешенных веществ в сточных водах.

Принимаем три цеховые очистки, в цехах: газетной бумаги, писчей типографской бумаги и производства тарного картона К-О. Внутрицеховая очистка обеспечивает уменьшение содержания в сточных водах БПК₅, ХПК на 10-15%, а также выход взвешенных веществ к ЛОС не более 200 мг/л.

5. НОВЫЙ СОСТАВ СТОЧНЫХ ВОД ПОСТУПАЮЩИХ НА ЛОС

Цех (производство)	Загрязненность производственных сточных вод			Расход производственных сточных вод м³ на 1 т продукции	Расход хоз- бытовых сточных вод м³ на 1 т продукции
	Взвешенные вещества. мг/л	ХПК, мг/л	БПК, мг/л		
Газетная бумага	100	314,5	42,5	36,5	0,25
Писчая бумага (типографская)	200	76,5	25,5	44,5	0,25
Производство тарного картона	150	1343	272	26,5	0,25

Концентрация взвешенных веществ :

$$C_{\text{вв}} = \frac{100 \cdot 730 + 200 \cdot 890 + 150 \cdot 530 + 260 \cdot 670 + 170 \cdot 530}{3350} = 178 \text{ мг/л}$$

$$\text{Концентрация БПК}_5 \text{ } C_{\text{БПК}_5} = \frac{42,5 \cdot 730 + 25,5 \cdot 890 + 272 \cdot 530 + 290 \cdot 670 + 240 \cdot 530}{3350} = 155 \text{ мг/л}$$

$$\text{Концентрация ХПК } C_{\text{ХПК}} = \frac{314,5 \cdot 730 + 76,5 \cdot 890 + 1343 \cdot 530 + 1400 \cdot 670 + 1200 \cdot 530}{3350} = 771 \text{ мг/л}$$

Такая внутрицеховая очистка достаточна для поступления сточных вод на ЛОС.

6. Фракционаторы (отделители волокна)

Новым аппаратом для избирательного улавливания волокна при производстве продукции из макулатуры с максимально замкнутой системой водопользования является выпускаемый отечественной промышленностью отделитель волокна ОВ-06 (фракционатор), работающий по принципу избирательного улавливания волокна. Фракционаторы рекомендуется устанавливать в качестве первой ступени очистки оборотных вод.

Техническая характеристика фракционатора ОВ-06

Производительность, м ³ /ч	380—620
Рабочее давление в форсунках, МПа	0,04—0,1
Число форсунок	16
Степень улавливания волокна, %	92—94
Эффект очистки взвешенных веществ, %	40—60

Схема фракционатора приведена на рис. 1. Фракционатор состоит из корпуса, разделенного на четыре самостоятельные фракционирующие камеры. Сточная вода под давлением 0,04—0,1 МПа через коллектор и сопла подается на фракционирующие сетки. Крупное волокно задерживается в боковых камерах аппарата и через отверстия направляется на повторное использование в технологический процесс, а прошедшая через сетку сточная вода, содержащая частицы, непригодные для повторного использования, направляется через отверстие на дальнейшую очистку или используется в неответственных узлах технологического процесса.

Эффект избирательного разделения волокна и мелочи из воды достигается благодаря специальной конструкции сопел аппарата и подбору фракционирующих сеток, соответствующих характеристик. Соотношение потоков фракции качественного волокна и сточной воды, содержащей мелкую фракцию, зависит от давления в коллекторе фракционатора и вакуума в средней камере аппарата. При нормальных условиях работы фракционатора соотношение потоков качественного волокна и мелкой фракции поддерживается в пределах (1 : 4) — (1 : 6).

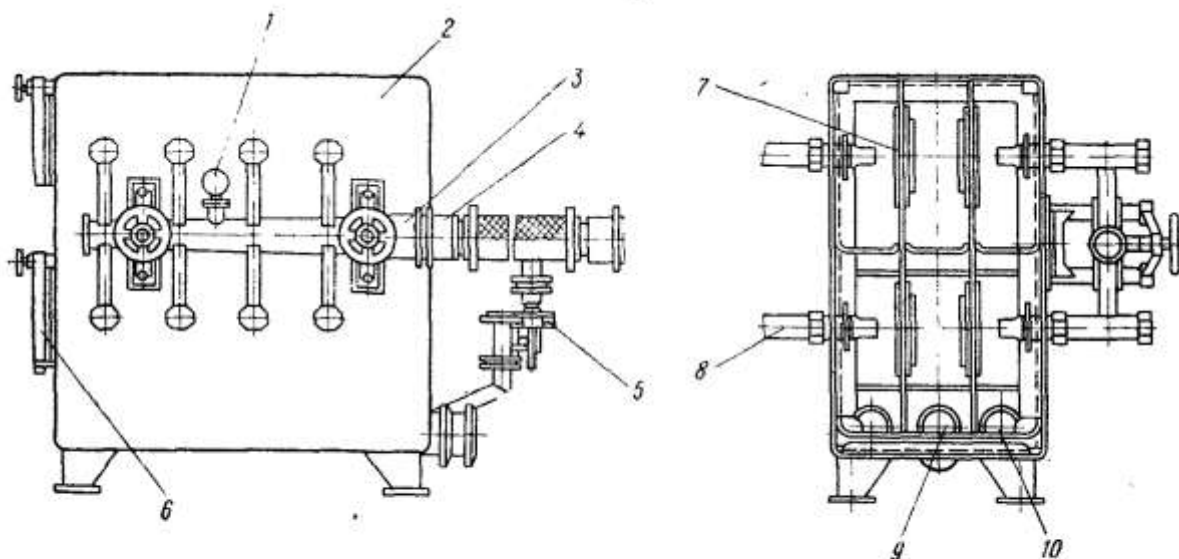


Рис. 1 Схема отделителя волокна (фракционатора)

1 — установка манометра; 2 — корпус 3 — коллектор; 4 — иаконечник с фланцем; 5 — заслонка с мембранным исполнительным механизмом; 6 — крышка; 7 — рама с фракционирующей сеткой; 8 — сопло; 9 — выходной патрубок осветленной воды; 10 — патрубок отвода волокна

7. РАСЧЕТ ПЕРВИЧНОГО ОТСТОЙНИКА

Принимаем общий коэффициент неравномерности водоотведения: $K_{об.макс} = 1,50$, тогда максимальный секундный расход будет равен $q_{макс} = q \times K_{об.макс} = 0,06 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для улавливания из сточных вод взвешенных веществ применяем радиальный отстойник. Для расчёта отстойника принимаем:

Скорость движения воды в отстойнике: $v_o = 0,0025 (\text{м/с})$.

Глубина проточной части: $H_1 = 1,50 (\text{м})$.

Число отстойников $n_{отд} = 1$

Эффект осветления по взвешенным веществам: $\mathcal{E}_{от} = 50 - 70 \%$, по БПК, ХПК — 10%.

Определяем условную гидравлическую крупность при $H_1 = 1,9 \text{ м}$ и $t = 20^\circ\text{C}$, соответствующей требуемому эффекту осветления воды. Требуемая продолжительность осветления воды в цилиндре высотой $h_1 = 500 \text{ мм}$ будет: $t_1 = 1200 (\text{с})$ при $n = 0,2$.

Условная гидравлическая крупность u_0 равна: $u_0 = H_1/t_1(H_1/h_1)^n = 0,00179 (\text{м/с})$.

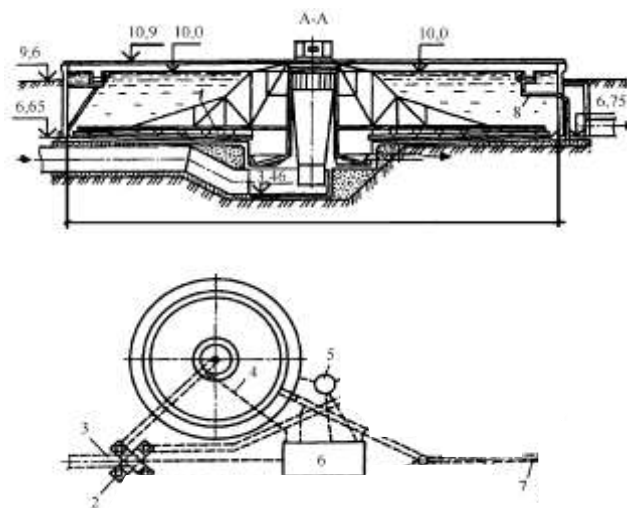


Рис. 2. Первичные радиальные отстойники:

1 - илоскреб; 2 – распределительная камера; 3 – подводящий трубопровод; 4 – трубопровод выгрузки осадка; 5 – жиросборник; 6 – насосная станция перекачки осадка; 7 – трубопровод отвода осветленной воды; 8 – жиропровод.

$$u_o = \mu_{\text{лаб}} \times u / \mu_{\text{пр}} = 0,00138 \text{ (м/с)}$$

Вертикальная турбулентная составляющая w скорости равна:

$$w = 0,05 \times v_o = 0,00013 \text{ (м/с)}.$$

$$D = ((4q_{\text{макс}}) / (n \times k_{\text{сет}} \times \pi \times (u_o - w)))^{1/2} = 5,7 \text{ м.}$$

Где: $k_{\text{сет}} = 0,45$ - коэффициент использования объема отстойника.

Принимаем отстойник по типовому проекту со следующими размерами: диаметр $D = 6,00 \text{ (м)}$, глубина отстойника с осадочной части $H_m = 2,1 \text{ (м)}$; глубина проточной части $H_1 = 1,50 \text{ м}$; объем зоны отстаивания $V_{\text{отст}} = 42,4 \text{ (м}^3\text{)}$; объем зоны накопления $V_n = 17 \text{ (м}^3\text{)}$.

Скорость на половине радиуса:

$$v = 2 \times q_{\text{макс}} / \pi \times n_{\text{от}} \times D \times H_1 = 0,0042 \text{ (м/с)}.$$

Время отстаивания для волокно- каолинсодержащих сточных вод 4 ч.

8. СМЕСИТЕЛЬ СТОЧНЫХ ВОД.

Смеситель располагается на улице и служит для смешения сточных вод после первичного отстойника с реагентами (сернокислый алюминий, ПАА) перед подачей в напорный бак. Основной функцией смесителя является коррекция pH (6-8).

9. УСРЕДНИТЕЛЬ.

Объем и химический состав сточных вод многих промышленных предприятий с течением времени изменяется. Для обеспечения бесперебойной работы очистных сооружений сточные воды направляются в усреднители, где происходит выравнивание концентраций и расходов.

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

Применение усреднителей барботажного типа связано с соблюдением ряда принципиальных положений:

1. Распределение сточных вод по площади усреднителя должно быть максимально равномерное. С этой целью могут использоваться системы подающих лотков с придонными водосливными окнами, расположенными на расстоянии 2 м друг от друга. При обеспечении должного качества строительства возможно распределение жидкости из лотков через донные выпуски. Размеры

выпусков рассчитываются по формуле:

$$\varpi_0 = \frac{q_{en}}{\mu \sqrt{2gh_0n}} \quad (1)$$

Каждый распределительный лоток оборудуется двумя шиберами: на входе в лоток для создания оптимального режима и равномерного распределения сточной воды между лотками; и в конце лотка в торцевом придонном водосливном окне размером 20х40 см ($H \times B$), обеспечивающий периодическую промывку лотка.

Число распределительных лотков и размещение выпускных окон в одной или обеих стенках лотков принимается из такого расчета, чтобы в каждый циркуляционный поток поступало одинаковое количество жидкости.

2. При напорной подаче воды на усреднитель перед ним на трубопроводе необходимо устанавливать колодец гашения напора. Целесообразнее самотечная подача стоков на усреднитель. В этом случае сооружение несет на себе всю нагрузку по выравниванию расхода и концентрации.

3. Расчет объема усреднителя ведется в зависимости от характера поступления сточных вод на сооружение в соответствии с формулами (19)-(24) СНиП 2.04.03- 85.

Максимальная величина скорости проточного течения жидкости в усреднитель 2,5 мм/с, при этом длина секции усреднителя принимается из расчета

$$L = \varpi_w t_{\min} \quad (2)$$

с учетом графика поступления концентрации загрязнений по часам суток.

С целью обеспечения равномерного распределения жидкости и воздуха вдоль усреднителя целесообразна длина секции не более 24 м. Глубина слоя воды в усреднителе из конструктивных соображений принимается в пределах 3-6 м. Ширина секции усреднителя принимается не более 12 м.

4. В качестве барботеров в усреднителе рекомендуется использовать перфорированные трубы с отверстиями диаметром 3 мм (шаг 8-16 см), располагаемыми в нижней части трубы в один или два ряда под углом 45° к оси трубы.

Трубы укладываются горизонтально вдоль резервуара на подставках высотой 6-10 см. Допустимое отклонение от горизонтальной укладки труб барботеров не должно превышать $\pm 0,015$ м так, чтобы связанная с этим неравномерность подачи воздуха по длине барботера не превысила одной трети от принятой в расчете неравномерности подачи воздуха (20 % среднего расхода воздуха).

Барботеры подразделяют на пристеночные, создающие один циркуляционный поток, и промежуточные, создающие два циркуляционных потока.

Оптимальное расстояние между барботерами следует считать $(2-3)H$, а между барботерами и параллельной ему стеной усреднителя $(1-1,5)H$, где H - глубина погружения барботера.

Расчет усреднителя.

Целесообразно предусматривать подачу в усреднитель избыточного активного ила в количестве 10-15% от объема очищаемых сточных вод. Эффективность снижения БПК₅ в усреднителе с рециркуляцией активного ила - 30%.

Объем усреднителя определяется с учетом колебаний концентрации загрязняющих веществ в сбросе.

Рассчитываем объем усреднителя: $W = Q * t_z * K / 2$

Где: Q – расход сточных вод, м³/ч.; $Q = 140$ м³/ч

t_z – длительность залпового сброса; $t_z = 2$ часа.

K – коэффициент усреднения:

$$K = (C_{\text{макс.}} - C_{\text{ср.}}) / (C_{\text{доп.}} - C_{\text{ср.}})$$

Где: $C_{\text{ср}}$ – средняя концентрация загрязнений в стоке; $C_{\text{ср.}} = 89$ мг/л

$C_{\text{макс.}}$ – максимальная концентрация загрязнений в залповом сбросе;

$$C_{\text{макс.}} = 3C_{\text{ср.}} = 267 \text{ мг/л}$$

$C_{\text{доп.}}$ – концентрация загрязнений в стоке, допустимая по условиям работы последующих сооружений;

$$C_{\text{доп.}} = C_{\text{ср.}} + 20\%C_{\text{ср.}} = 107 \text{ мг/л}$$

$$K = (267 - 89) / (107 - 89) = 10$$

$$W = 140 \times 2 \times 10 / 2 = 1400,0 \text{ м}^3$$

Проектируем прямоугольный усреднитель с параметрами:

$$H = 6 \text{ м}$$

$$L = 24 \text{ м}$$

$$B = 10 \text{ м,}$$

состоящий из 4^х отделений с конструктивными размерами:

$$\text{высота } h_{\text{отд.}} = 6 \text{ м}$$

$$\text{длина } L_{\text{отд.}} = 24 \text{ м}$$

$$\text{ширина } B_{\text{отд.}} = 2,5 \text{ м}$$

10. АЭРОТЕНК

Принимаем одноступенчатый аэротенк - вытеснитель на полную очистку (Справочник проектировщика). Сточные воды, поступающие в аэротенк, должны иметь величину рН в диапазоне 6 – 8 и содержание биогенных солей в соотношении БПК₅: N : P = 100 : 4 : 1 (табл. 52.3 Справочник проектировщика), для гашения при интенсивном пенообразовании подается вода в количестве 15 л/сек м², напор 12-16 м. Предельно допустимые концентрации специфических загрязнений содержащихся в сточных водах, поступающих в аэротенки, мг/л:

Взвешенные вещества	100
в том числе:	
волокно	75
каолин	25
Метилмеркаптан	0,5
Селен	0,001
Сернистый ангидрид	10
Скипндар	2,5
Смоляные кислоты	25
Сульфатное мыло	50
Талловое масло	25
Фурфурол	1
Хлорат натрия	20

В качестве технологической схемы биологической очистки принимаем аэротенки-вытеснители с регенерацией активного ила.

Расчет аэротенка-вытеснителя с регенератором

Сооружения этого типа применяются для очистки городских сточных вод и близких к ним по составу промышленных при незначительных колебаниях в составе и расходе.

Пример расчета.

Исходные данные: расчетный часовой расход сточных вод $q_w = 140 \text{ м}^3/\text{ч}$; величина БПК_{полн} исходной воды $L_{en} = 89 \text{ мг/л}$; требуемая величина БПК_{полн} очищенных вод $L_{ex} = 15 \text{ мг/л}$ допустимый вынос ила из вторичных отстойников $a_i = 10 \text{ мг/л}$

В начале по формуле (52) СНиП 2.04.03-85 определяется степень рециркуляции R_i , причем, в первом приближении принимается величина $J_i = 100 \text{ см}^3/\text{г}$. Доза ила в аэротенке определяется оптимизационным расчетом с учетом работы вторичных отстойников, ориентировочно $a_i = 3 \text{ мг/л}$.

$$R_i = 3 / \left(\frac{1000}{100} - 3 \right) = 0,43.$$

Величина БПК_{полн} воды, поступающей в начало аэротенка-вытеснителя L_{mix} , определяется по формуле (51) СНиП 2.04.03-85 с учетом разбавления циркуляционным илом

$$L_{mix} = \frac{L_{en} + L_{ex} R_i}{1 + R_i} = \frac{89 + 15 \cdot 0,43}{1 + 0,43} = 67 \text{ мг/л}.$$

Период пребывания сточных вод в аэротенке рассчитывается по формуле

$$t_{atv} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{mix}}{L_{ex}} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \lg \frac{67}{15} = 0,94 \text{ ч}.$$

Доза ила в регенераторе определяется зависимостью (55) СНиП 2.04.03-85. В первом приближении

$$a_r = \left(\frac{1}{2R_i} + 1 \right) a_i = \left(\frac{1}{2 \cdot 0,43} + 1 \right) 3 = 6,49 \text{ г/л}.$$

Удельная скорость окисления ρ рассчитывается по формуле (49), где величины констант и коэффициентов следует брать из табл. 40 СНиП 2.04.03-85. Для промышленных сточных вод БК $\rho_{\max} = 650 \text{ мг БПК}_{\text{допн}}/(\text{г} \cdot \text{ч})$; $K_i = 100 \text{ мг/л}$; $K_0 = 1,5 \text{ мг/л}$; $\varphi = 2 \text{ л/г}$; $s = 0,16$

Концентрация кислорода и доза ила определяется оптимизационным расчетом.

Для регенератора принимается в данном случае $C_o = 2$ мг/л, $a_r = 6,49$ г/л,

$$\rho = \frac{650 \cdot 15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 100 \cdot 2 + 1,5 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 2 \cdot 6,49} = 5,5 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/(\text{г} \cdot \text{ч}).$$

Продолжительность окисления загрязнений рассчитывается по формуле (54) СНиП 2.04.03-85

$$t_o = (L_{en} - L_{ex}) / R_i a_r (1 - s) \rho = \frac{89 - 15}{0,43 \cdot 6,49 (1 - 0,16) 5,5} = 5,74 \text{ ч.}$$

Продолжительность регенерации ила по формуле (57) СНиП 2.04.03-85

$$t_r = t_o - t_{at} = 5,74 - 1,55 = 4,19 \text{ ч.}$$

Продолжительность пребывания в системе аэротенк-регенератор рассчитывается по формуле

$$t = (1 + R_i) t_{ato} + R_i t_r$$

Подставив численные значения, получим $t = (1 + 0,43) 1,55 + 0,43 \cdot 4,19 = 4,02 \text{ ч.}$

Объем аэротенка определяется по формуле (58) СНиП 2.04.03-85

$$W_{at} = t_{ato} (1 + R_i) q_w = 1,55 (1 + 0,43) 140 = 311 \text{ м}^3$$

Объем регенератора - по формуле (59) СНиП 2.04.03-85

$$W_r = t_r R_i q_w = 4,19 \cdot 0,43 \cdot 140 = 252 \text{ м}^3.$$

Для уточнения илового индекса определяется средняя доза ила в системе аэротенк-регенератор по формуле

$$a_{\text{mix}} = [(1 + R_i) t_{at} a_i + R_i t_r a_r] / t,$$

Подставив численные значения, получим

$$a_{mix} = [(1+0,43) 1,55 \cdot 3 + 0,43 \cdot 4,19 \cdot 6,49] / 4,02 = 4,6 \text{ г/л.}$$

По формуле (53) СНиП 2.04.03-85 определяется нагрузка на ил q_i , где доза ила принимается равной величине a_{mix} , а период аэрации равен продолжительности пребывания в системе аэротенк - регенератор t :

$$q_i = \frac{24(89-15)}{4,6 \cdot 0,84 \cdot 4,02} = 114 \text{ мг} \cdot \text{БПК}_{\text{полн}} / (\text{г} \cdot \text{сут}).$$

По табл. 41 СНиП 2.04.03-85 для ила городских сточных вод при $q_i = 114 \text{ мг} / (\text{г} \cdot \text{сут})$, $J_i = 125 \text{ см}^3/\text{г}$. Эта величина отличается от принятой ранее $J_i = 100 \text{ см}^3/\text{г}$.

По формуле (52) СНиП 2.04.03-85 с учетом скорректированной величины $J_i = 125 \text{ см}^3/\text{г}$ уточняется степень рециркуляции

$$R_i = 3 / \left(\frac{1000}{125} - 3 \right) = 0,6.$$

Принимается $R_i = 0,6$. Эта величина существенно отличается от рассчитанной в первом приближении, поэтому нуждается в уточнении величины L_{mix} и t_{ai} . По формуле (51) СНиП 2.04.03-85

$$L_{mix} = \frac{89 + 15 \cdot 0,6}{1 + 0,6} = 50 \text{ мг/л.}$$

По формуле (56) СНиП 2.04.03-85

$$t_{av} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \lg \frac{50}{15} = 0,76 \text{ ч.}$$

По формуле (55) СНиП 2.04.03-85

$$a_r = \left(\frac{1}{2 \cdot 0,6} + 1 \right) 3 = 5,5 \text{ г/л.}$$

По формуле (49) СНиП 2.04.03-85

$$\rho = \frac{650 \cdot 15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 100 \cdot 2 + 1,5 \cdot 15} \frac{1}{1 + 0,84 \cdot 5,5} = 13,74 \text{ мг} \cdot \text{БПК}_{\text{полн}} / (\text{г} \cdot \text{ч}).$$

По формуле (54) СНиП 2.04.03-85

$$t_o = \frac{89 - 15}{0,6 \cdot 5,5(1 - 0,6)13,74} = 4,08 \text{ ч.}$$

По формуле (57) СНиП 2.04.03-85

$$t_r = 4,08 - 1,6 = 2,48 \text{ ч.}$$

Продолжительность пребывания в системе аэротенк-регенератор по формуле

$$t = (1 + 0,6) 1,6 + 0,6 \cdot 2,48 = 4,05 \text{ ч.}$$

Объем аэротенка по формуле (58) СНиП 2.04.03-85

$$W_{at} = 1,6(1 + 0,6)140 = 360 \text{ м}^3.$$

Объем регенератора по формуле (57) СНиП 2.04.03-85

$$W_r = 2,48 \cdot 0,6 \cdot 140 = 208 \text{ м}^3.$$

11. РАСЧЕТ ВТОРИЧНОГО ОТСТОЙНИКА.

Расчет отстойников выполняем по гидравлической нагрузке на поверхность отстойника. Принимаем в качестве вторичных - радиальный отстойник с расчетной глубиной $H_1 = 2,5$ м.

Гидравлическую нагрузку на поверхность вторичных отстойников q_{ssa} следует рассчитывать с учётом концентрации активного ила в аэротенках a_i , илового индекса J_i и концентрации ила в осветлённой сточной воде по формуле:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \times K_{ss} \times H_{set}^{0,8}}{(0,1 \times J_i \times a_i)^{0,5-0,01 \times a_t}}.$$

Гидравлическая нагрузка на поверхность вторичных отстойников q_{ssa} будет составлять при иловом индексе 125,00 ($см^3/г$), коэффициенте использования объема $K_{ss} = 0,4$, дозе активного ила в аэротенке $a_i = 4,6$ г/л и концентрации взвешенных веществ в осветленной сточной воде после вторичного отстойника $a_t = 8,00$ (мг/л).

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \times K_{ss} \times H_{set}^{0,8}}{(0,1 \times J_i \times a_i)^{0,5-0,01 \times a_t}} = 0,68 м^3 / м^2 час.$$

Количество вторичных отстойников принимаем равным $n = 2$.

Площадь одной секции при их общем количестве:

$$F = q_{расч} / n \times q_{ssa} = 50,0 (м^2).$$

Принимаем отстойники по типовому проекту со следующими размерами: диаметр $D = 6,00$ м; глубина отстойника с осадочной частью $H_m = 2,5$ (м); глубина проточной части $H_1 = 1,9$ м; объем зоны отстаивания $V_{om} = 71,0$ (м³); объем зоны накопления $V_n = 17$ (м³) высота иловой зоны $h_{ил} = 0,6$ (м).

12. РАСЧЕТ ИЛОУПЛОТНИТЕЛЯ.

Для уплотнения избыточного активного ила на очистных сооружениях используют илоуплотнители гравитационного типа. Конструкции гравитационных илоуплотнителей аналогичны конструкциям первичных отстойников.

Расчет илоуплотнителей ведем на максимальный часовой приток избыточного активного ила:

$$q_{\max} = \frac{P_{\max} \cdot Q}{24 \cdot a_{\text{mid}} \cdot 1000} = 1,92 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

где: Q – суточный расход сточных вод в $\text{м}^3 / \text{сут}$

a_{mid} – концентрация уплотняемого ила принимаем $8 \text{ г} / \text{м}^3$.

$P_{\max}$ – максимальный прирост избыточного активного ила, в $\text{г} / \text{м}^3$;

$K_{\text{gen max}}$ – коэффициент неравномерности = 1,45;

$$P_{\max} = K_{\text{gen max}} \times P_i = 110,0 \text{ мг/л}.$$

$$P_i = 0,8 C_{\text{cdp}} + K_q \alpha_{\text{ex}} = 75,7 \text{ мг / л}$$

где C_{cdp} – концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в аэротенк, мг/л;

K_g – коэффициент прироста; для производственных сточных вод $K_g = 0,3$

Общий объем гравитационного илоуплотнителя определяем по формуле:

$$W_{\text{упл}} = q_{\max} \times t_{\text{упл.}} = 19,2 \text{ м}^3.$$

$t_{\text{упл.}}$ – продолжительность уплотнения принимаем по СНиПу 2.04.03-85 табл. 58. принимаем 10 часов.

Влажность активного ила до уплотнения 99,2%.

В качестве уплотнителей принимаем 1 вертикальный отстойник .

13. ВАКУУМ ФИЛЬТР.

Служит для обезвоживания шлама после радиальных отстойников.

По справочнику проектировщика принимаем Вакуум фильтр
производительностью

13 кг/(м²*ч), с влажностью обезвоженного осадка 83%. Так как осадок помимо активного ила содержит волокно (скоп), в качестве фильтровальной ткани следует применять капроновую ткань, арт. 56023 или 56027.

14. РЕАГЕНТНОЕ ХОЗЯЙСТВО.

Реагентную обработку необходимо применять для интенсификации процессов удаления из сточных вод грубодисперсных, коллоидных и растворенных примесей в процессе физико-химической очистки, а также для обезвреживания хром- и циансодержащих сточных вод.

Реагентные хозяйства представляют собой сложный комплекс помещений, различного оборудования и устройств, предназначенных для приема, разгрузки, складирования и приготовления растворов, дозирования и ввода в обрабатываемую воду различных реагентов нужной концентрации и объема.

Вид реагента и его дозу надлежит принимать по данным научно-исследовательских организаций в зависимости от характера загрязнений сточных вод, необходимой степени их удаления, местных условий и т.п. Для сточных вод бумажного завода вид и доза реагента определяется в соответствии с табл. 55 СНиП 2.04.03-85.

1. В качестве реагента принят сернокислый алюминий при дозе

$$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 250 \text{ мг/л.}$$

Суточное количество реагента составит:

$$\frac{250 \cdot 100 \cdot 3350}{33,5 \cdot 1000 \cdot 1000} = 2,5 \text{ т/сут}$$

где 33,5% - содержание сернокислого алюминия в товарном продукте.

$$\text{Суточный расход 20\% раствора составит: } \frac{2500 \cdot 100}{20 \cdot 1,226 \cdot 1000} = 10,2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

где 1,226-удельный вес 20%-го раствора коагулянта при T=15 °C, кг/м³.

$$\text{Требуемый часовой расход: } 10,2/24 = 0,425 \text{ м}^3/\text{час} = 425 \text{ л/час}$$

2. Полиакриламид. Суточное количество составит:

$$5 \text{ г/м}^3 \cdot 3350 \text{ м}^3/\text{сут} = 17 \text{ кг/сут}$$

где 5 г/м³ - доза реагента.

Требуемое количество 1%-го раствора полиакриламида в сутки составит:

$$q_{1\%} = 1700 \text{ л/сут}$$

$$\text{часовой расход: } 1700/24 = 70,8 \text{ л/час}$$

15. ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.

1. «Водоотведение и очистка сточных вод» под общей редакцией проф., д.т.н. Ю. В. Воронова. Издательство Ассоциации строительных вузов, Москва, 2009.
2. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения (ЦИТП Госстроя СССР, М., 1986)
3. Водоотведение и очистка сточных вод С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, В.И. Калицун, М., Стройиздат, 1996
4. Н.И. Лихачев, И.И. Ларин «Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика» М., Стройиздат, 1981
5. Очистка сточных вод М. Хенце М., «Мир», 2004
6. «Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности». М.:Стройиздат, 1982.

