

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой
«ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ НА ЖД ТРАНСПОРТЕ»
Протокол № 2.09 от 08 сентября 201 8 г.
Автор: Раемская Т. А.

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ С МЕТОДИЧЕСКИМИ
УКАЗАНИЯМИ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ВОДООТВЕДЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Уровень ВО: *Бакалавриат*

Форма обучения: *Заочная*

Курс: *4*

Специальность/Направление: *08.03.01 Строительство (СТб)*

Специализация/Профиль/Магистерская программа: *(ВВ) Водоснабжение и водоотведение*

Москва

Общие указания

Курсовой проект нацелен на повышение эффективности и практической направленности обучения студентов. Выполнение курсового проекта содержит элементы исследования и способствует выработке навыков в принятии обоснованных технических решений.

Курсовой проект по дисциплине «Водоснабжение промышленных предприятий» - это комплексная самостоятельная работа обучающегося. Темой курсового проекта является: «Водоотведение предприятия железнодорожного транспорта».

Выполнению курсового проекта должно предшествовать изучение теоретических основ соответствующего раздела курса с использованием рекомендуемой литературы.

Курсовой проект может быть оформлен либо письменно на бумажном носителе, либо в электронно-цифровой форме на диске (CD). При представлении для рецензирования курсового проекта на электронном носителе (диске) студент обязан распечатать на бумажном носителе курсовой проект с титульным листом установленной формы и приложить к ней диск с содержанием работы. Титульный лист подписывается студентом, на нем производится регистрация работы. На титульном листе преподавателем проставляется отметка о допуске к защите и приводится рецензия курсового проекта.

При выполнении курсового проекта необходимо соблюдать следующие условия.

Страницы рукописи должны быть пронумерованы. Текст условия задачи следует приводить полностью. Работу следует писать от руки чернилами или печатать на одной стороне листа. Решения должны быть краткими, но исчерпывающими. Решение задач вести поэтапно, с пояснением каждого хода решения. При вычислении искомых величин необходимо написать расчетную формулу в буквенном выражении, подставить численные значения всех входящих в формулу параметров и привести окончательный ответ. В приводимых расчетных формулах поясняют все входящие в них параметры. Обозначения величин и терминология должны соответствовать принятым в учебниках. У всех размерных величин должна быть проставлена размерность. При решении задач следует строго следить за соблюдением единства размерностей величин, входящих в ту или иную расчетную зависимость. Значение всех коэффициентов следует обосновать ссылкой на литературу с указанием автора, названия источника и номера страницы. При оформлении ответов и решении задач обязательно выполнение необходимого иллюстрационного материала (графики, силовые и скоростные многоугольники, схемы потоков и т.д.). Чертежи к работе, как правило, следует выполнять на миллиметровой бумаге и клеивать или вшивать в работу. При построении расчетных графиков нужно указать величины, откладываемые по осям графика, с обозначением их размерностей. В конце работы привести список литературы, которой пользовался студент в процессе выполнения работы, с указанием автора, названия, места и года издания. Все отмеченные рецензентом ошибки должны быть исправлены, а сделанные указания выполнены. Исправлять ошибки следует отдельно по каждой задаче на чистой стороне листа.

К экзамену студент допускается только после получения зачета как по курсовому проекту.

1. Исходные данные для выполнения курсового проекта

Проект выполняется на основе данных, приведенных в табл.1. Вариант задания студенты выбирают в соответствии с последней цифрой своего шифра.

Для всех вариантов принимается полная раздельная схема канализования станции, где расположено предприятие, т.е. наличие отдельной системы отведения и очистки бытовых сточных вод. Поэтому в проекте разрабатываются только сооружения для приема и очистки производственных сточных вод и поверхностных стоков.

Расчетные формулы, исходные данные для расчета, технические характеристики отдельных видов очистных сооружений рекомендуется принимать на основе литературных источников и нормативных документов, перечисленных в списке литературы.

Допускается также пользование другой технической литературой, не вошедшей в число рекомендованных источников.

Исходные данные для разработки курсового проекта

Таблица 1

Показатель и единица измерения	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вид предприятия	Тепловозное депо					Пассажирское вагонное депо				
Количество работающих, чел.	600	550	600	400	650	500	400	550	350	450
Источники образования сточных вод:										
наружная обмывка тепловозов (вагонов), секция (вагон)/сут.	5	4	5	3	6	2	3	3	2	3
обмывка узлов и деталей в моечных машинах, секция (вагон)/сут.	2	1	1	1	2	2	3	3	2	3
реостатные испытания тепловозов, секция/сут.	2	3	2	4	3	-	-	-	-	-
промывка и заправка аккумуляторов, секция (вагон)/сут.	2	1	1	1	2	2	3	3	2	3
опрессовка охлаждающих систем дизеля, секция/сут.	2	2	3	2	3	-	-	-	-	-
промывка и опрессовка отопительных систем, ваг./сут.	-	-	-	-	-	2	3	3	2	3
котельная, т пара/сут.	200	150	180	250	200	100	150	120	150	180
компрессорная, производительность компрессора, м ³ /мин.	10	20	10	20	10	10	30	10	30	10
число работающих компрессоров	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2
общая продолжительность работы, ч/сут.	12	20	12	20	14	10	22	12	20	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тепловая нагрузка, тыс.ккал/час	30	40	35	40	45	30	40	35	35	40

механизированная прачечная для спецодежды, кг/сут.	250	200	300	300	250	150	100	200	150	250
обмывка автомашин, маш./сут.	4	5	3	4	6	3	5	4	2	3
Место выпуска производственных сточных вод	водоем	ГК	ГК	водоем	ГК	водоем	ГК	водоем	ГК	водоем
Продолжительность работы очистных сооружений, ч/сут.	Принимается равной 16 ч/сут. для всех вариантов									
Площадь предприятия, га	2	1,5	1	3	2,5	1	2	1	1,5	2
Поверхности водосбора, %										
Кровли	20	35	30	15	20	20	15	30	20	15
асфальтовые покрытия	30	15	30	15	20	30	30	20	30	20
Грунтовые	30	35	25	30	30	40	30	25	30	40
Газоны	20	15	15	40	30	10	25	25	20	25
Норма интенсивности стока дождевых вод и расчетная продолжительность дождя, т	Принимаются равными для всех вариантов соответственно 4,5л/с и 20 мин.									
Расчетное содержание загрязнений: в производственных и поверхностном стоках	Принимается во всех вариантах равным соответственно: нефтепродукты – 500 и 300мг/л, взвешенные вещества – 400 и 300 мг/л									
Расчетная доза коагулянта, кг/м ³	0,20	0,30	0,25	0,20	0,30	0,15	0,20	0,30	0,25	0,20
Глубина залегания грунтовых вод, м	2,5	6,0	3,0	2,6	7,0	5,0	3,0	2,5	2,8	6,5
Разрабатываемый элемент очистных сооружений	нефтеловушка		флотатор		фильтр		градирня		фильтр угольный	

3. Методические указания к выполнению проекта

3.1. Выбор схемы очистных сооружений

Начиная работу над проектом, следует ознакомиться с рекомендуемой литературой, в частности (I, гл.3; 2), где изложены все основные положения, которые необходимо учитывать в проекте.

Источниками производственных сточных вод в депо являются наружная и внутренняя обмывка подвижного состава, промывка и опрессовка отдельных систем и узлов, продувка паровых котлов, регенерация водоумягчительных фильтров в котельных, охлаждение компрессоров и другого оборудования, спуск воды из нагрузочных реостатов, гальванических ванн, систем отопления вагонов и охлаждения тепловозов, мытье производственных помещений, стирка спецодежды и др. Основными загрязнителями сточных вод являются нефтепродукты, минеральная и органическая взвесь (взвешенные вещества). Кроме того, в стоках могут присутствовать щелочи, кислоты, ПАВ, соли хрома и др.

Очистные сооружения депо, как правило, проектируют в расчете на прием сточных вод от всех источников и очистку их от нефтепродуктов и взвешенных веществ, за исключением охлаждающей воды, моющих растворов и стоков гальванического отделения. Для охлаждающей воды и моющих растворов предусматривают локальные оборотные системы, из которых воду выпускают на общие очистные сооружения только при продувке или опорожнении перед ремонтом.

При наличии в депо гальванического отделения должна быть предусмотрена локальная очистка от солей хрома и других металлов реагентным или электрокоагуляционным методом.

Для отдельно стоящих пунктов обмывки локомотивов, вагонов и электросекций могут быть предусмотрены самостоятельные оборотные системы и очистные сооружения для обмывочных вод.

Очищенные производственные и поверхностные стоки целесообразно повторно использовать для пополнения потерь воды в моечных машинах, нагрузочных реостатах и т.д.

Выбор схемы очистных сооружений следует вести, исходя из условий соблюдения предельно допустимых выбросов вредных веществ в водоемы и канализацию, максимального сокращения расхода сточных вод за счет оборотного и повторного использования ее в технологических процессах, возврата очищенных стоков в производство, применения локальной очистки наиболее загрязненных стоков, предотвращения повторного загрязнения грунтовых вод и почвы, извлекаемыми из сточных вод нефтеотходами и осадками.

Для охлаждающей воды должна быть предусмотрена замкнутая система водооборота.

Выбранная схема сооружений должна исключить поступление сточных вод с высокой концентрацией загрязнений (отработанных моющих растворов, электролитов и др.). С этой целью в составе сооружений следует предусмотреть специальную емкость – усреднитель для выравнивания резких колебаний расхода и состава стоков.

Учитывая сравнительно небольшой расход стоков в депо, целесообразно объединять процессы их усреднения и отстаивания в одном сооружении – усреднителе – отстойнике. Им может служить типовая нефтеловушка или двухъярусный отстойник достаточного объема. Такие же сооружения можно использовать в качестве накопителя поверхностных стоков, которые затем направляются на доочистку совместно с производственными стоками.

Загрязняющие примеси находятся в сточной воде в плавающем, эмульгированном, растворенном состоянии и в виде механической взвеси, поэтому очистные сооружения должны состоять из нескольких ступеней, рассчитанных на улавливание всех видов примесей. Плавающие и частично эмульгированные нефтепродукты и тяжелую взвесь удаляют путем отстаивания, после которого в воде обычно остается от 100 до 300 мг/л загрязнений. Эти загрязнения представляют собою тонко эмульгированные нефтепродукты и легкую взвесь с плотностью, близкой к плотности воды, поэтому они плохо отстаиваются.

Их удаление эффективно с помощью напорной флотации, при которой воду искусственно насыщают мелкими пузырьками воздуха, способствующими выделению мелкодиспергированных загрязнений в виде пены. Это позволяет удалить около 60% оставшихся после отстаивания примесей. Для повышения эффекта флотации воду предварительно обрабатывают коагулянтom, который способствует разрушению эмульсии и укрупнению ее частиц. После флотации с коагуляцией в сточной воде депо остается около 20мг/л загрязнений, удаляется также значительная часть ПАВ.

При сбросе в бытовую канализацию в производственных стоках допускается концентрация нефтепродуктов до 5мг/л (или около 10мг/л считая на эфирорастворимые вещества). Поэтому воду, очищенную флотацией, необходимо дополнительно профильтровать для удаления вынесенных их флотатора примесей. После фильтра в воде остаются практически только растворенные нефтепродукты в количестве 3-5мг/л, что допустимо для сброса в городскую канализацию.

При выпуске стоков в водоем требуется еще более глубокая их очистка (до 0,5-1мг/л), которую можно достичь путем фильтрации стоков через активированный уголь, сорбирующий в своих порах также растворенные примеси.

Исходя из изложенных соображений, в состав очистных сооружений при сбросе стоков депо в городскую канализацию должны входить (рис.1):

- усреднитель-отстойник для приема сточных вод и выделения из них плавающих нефтепродуктов и тяжелой взвеси;
- флотационная установка с реагентным хозяйством для удаления эмульгированных нефтепродуктов и мелкой взвеси;
- механический фильтр для улавливания частиц загрязнений и коагулянта, выносимых из флотатора.

При сбросе в водоем дополнительно предусматривается угольный фильтр.

Кроме того, сооружения должны иметь:

- накопитель поверхностного стока;
- сборник уловленных нефтепродуктов;
- шламовую площадку для подсушивания осадка;
- промежуточные резервуары для очищенной воды.

На входе в усреднитель-отстойник и накопитель дождевого стока предусматривается решетка для задержания крупного мусора, могущего попасть в воду.

С целью облегчения обслуживания и ремонта некоторые элементы очистных сооружений (флотаторы, фильтры, шламовые площадки) целесообразно располагать на поверхности земли, предусматривая подачу очищаемых стоков насосом или гидроэлеватором.

Насосы рекомендуется применять при производительности более 10м³/ч, гидроэлеваторы – до 10м³/ч и высоте подъема – 5-8м. С целью уменьшения габаритов и стоимости станций перекачки следует ориентироваться на применение погружных насосов типа «Гном» или ЦМК.

3.2.Расчет и подбор основных элементов очистных сооружений

Проектирование начинают с подсчета расхода производственных стоков, используя для этого «Временные нормы водопотребления и водоотведения для основных технологических процессов железнодорожных предприятий». Для облегчения работы в приложении к заданию приведена выписка из этих норм.

Результаты расчета сводят в табл.2. В расчет принимают основные источники сточных вод, прочие источники учитывают в размере 10% от основного расхода.

Расход воды на охлаждение компрессоров подсчитывают, но в общий расход стоков не включают, имея в виду использование этой воды в замкнутом цикле.

Объем поверхностного стока определяют согласно п.п.2.11-2.19 СНиП 2.04.03-85 исходя из расчетной продолжительности дождя 20мин.

Подсчет расхода производственных стоков

Таблица 2

Технологический процесс	Измеритель работы	Суточн. объем работы	Норма расхода на измеритель, м ³	Суточн. расход стоков, м ³	Примечание
Наружная обмывка локомотивов	секция	5	1,7	8,5	
Обмывка ремонтируемых узлов и деталей	секция	2	0,9	1,8	Стоки имеют щелочную реакцию
Реостатные испытания тепловозов	секция	2	0,2	0,4	
Промывка аккумуляторов	секция	2	0,5	1,0	Стоки имеют кислую реакцию
Опрессовка охлаждающих систем	секция	2	0,8	1,6	
Обмывка автомашин	маш.	4	0,5	2,0	
Получение пара	т	200	0,4	80,0	
Стирка спецодежды	кг	250	0,06	15,0	
Итого:				109,7	
Прочие нужды (10%)				11	
Всего по депо		$Q_{сут.}$		121	
Охлаждение компрессоров	ч	2x12	30	72	Используется в замкнутом цикле

На основе полученных данных подсчитывают средний часовой расход стоков, поступающих на очистку, при работе сооружений в 2 смены (16ч)

$$q_r = \frac{Q_{сут}}{16} = \frac{121}{16} = 7,5 \text{ м}^3/\text{ч} \sim 8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Учитывая неопределенный режим поступления стоков от различных источников, объем усреднителя принимают равным количеству сточных вод за смену, т.е. $W_y = 8q_{ч}$, или в рассматриваемом случае $W_y = 8 \times 8 = 64 \text{ м}^3$.

Выбор типа сооружения для усреднителя ведут с учетом уровня грунтовых вод и имеющейся площади. При глубоком залегании грунтовых вод целесообразно принять типовой двухъярусный или вертикальный отстойник диаметром 5-6м, при высоком стоянии грунтовых вод предпочтительнее нефтеловушка с меньшей строительной высотой. По техническим характеристикам для нашего случая подходит типовая нефтеловушка с расчетной пропускной способностью $72 \text{ м}^3/\text{ч}$ (20л/с), имеющая размеры секции $18 \times 3 \times 2,6 \text{ м}$ и объем около 100 м^3 при глубине проточной части 1,6м. Вторая специа нефтеловушки может быть использована как накопитель дождевого стока. Такое решение облегчает строительные работы и дает возможность отключать одну из секций на время очистки от осадка.

Для перемешивания стоков в нефтеловушке-усреднителе предусматривают перфорированные трубы – барботеры диаметром 40-50мм, укладываемые горизонтально на

высоте 6-10см от дна. Объем подаваемого воздуха рассчитывают исходя из интенсивности барботажа $4-5\text{м}^3/\text{ч}$ на 1п.м трубы.

Следующее сооружение – флотационную установку подбирают из числа индустриально изготавливаемых для нужд железнодорожных предприятий. Для данного случая можно принять установку ЦНИИ-5 пропускной способностью $10\text{м}^3/\text{ч}$, имеющую габариты $5,2 \times 1,8 \times 1,6\text{м}$ и установленную мощность 7кВт. В ее состав входят многокамерный флотатор, напорный бак, насосы для подачи и рециркуляции воды, электроды для всасывания воздуха и раствора коагулянта и бак для раствора коагулянта с дозирующим устройством. Все элементы установки размещены на общей раме в виде единого блока, приготовленного для перевозки и монтажа. Поэтому расчет и подбор отдельных элементов флотационной установки делать не требуется. Следует иметь в виду, что насос для подачи воды на очистку должен иметь производительность, соответствующую пропускной способности флотатора, а рециркуляционный насос – половине этой величины при напоре 0,3МПа.

Устанавливают обычно один флотатор, предусматривая к нему резервное насосное оборудование.

Очищенную во флотаторе воду направляют в промежуточный резервуар, емкость которого принимают равной часовой производительности флотатора.

В составе фильтровальной установки для доочистки воды после флотатора предусматривают:

- фильтры (не менее двух);
- насосы для подачи очищаемой и промывной воды;
- резервуар для промывной воды (обычно его совмещают с промежуточным резервуаром после флотатора);
- устройство для предотвращения самопроизвольного опорожнения фильтра.

Учитывая сравнительно небольшой расход стоков, целесообразно использовать стандартные напорные осветлительные фильтры, выпускаемые промышленностью с загрузкой из кварцевого песка, дробленого керамзита, кокса, сульфогля, горелых пород и других местных зернистых материалов.

Расчет флотационных установок производится следующим образом.
Общий рабочий объем W всех флотационных камер

$$W = (1,1 + 1,4) Q t \text{ м}^3, \quad (359)$$

где Q — количество сточных вод, подлежащих очистке, в $\text{м}^3/\text{час}$;
 t — продолжительность очистки в часах.

Полезная поверхность всех флотационных камер

$$F = \frac{W}{h} \text{ м}^2, \quad (360)$$

где h — рабочая глубина водо-воздушной смеси во флотационной камере в м , определяемая по формуле

$$h = \frac{H_{ст}}{\rho_{см}}, \quad (361)$$

где $H_{ст}$ — статический напор в м ;
 $\rho_{см}$ — плотность аэрированной жидкости (водо-воздушной смеси) в $\text{т}/\text{м}^3$; обычно принимают $\rho_{см} = 0,67\rho_w$.

На практике рабочая глубина h принимается равной 2,5—4 м .

Статический напор, необходимый для преодоления давления столба жидкости над турбинкой, определяется по формуле

$$H_{ст} = \varphi \frac{u^2}{2g} \text{ м}, \quad (362)$$

где φ — коэффициент напора, для флотационных машин равный 0,2—0,3;

u — окружная скорость турбинки в $\text{м}/\text{сек}$;

g — ускорение силы тяжести.

Полезная поверхность f одной флотационной камеры (или площадь действия одной турбинки) в зависимости от ее диаметра d в м составляет от 9 до 36 d^2 .

Количество параллельно работающих флотационных камер (или количество турбинок)

$$m = \frac{F}{f}. \quad (363)$$

Количество воздуха, засасываемое турбинкой:

$$q_{возд} = 0,278cf \text{ л}/\text{сек}, \quad (364)$$

где c — расход воздуха во флотационной камере, равный 40—50 $\text{м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$.

Количество воды, засасываемое турбинкой:

$$q_w = \mu \omega \sqrt{2gH}, \quad (365)$$

где μ — коэффициент, равный 0,65;

ω — площадь живого сечения отверстий, через которые сточная вода поступает на турбинку, в м^2 (обычно $\omega = 0,01 - 0,012 \text{ м}^2$);

H — давление, под которым сточная вода поступает на турбинку, в м вод. ст.

Мощность на валу флотационной машины

$$N = \frac{P_{см} / \eta_{уст} (q_{возл} + q_b)}{102 \eta_{уст}} \text{ кВт}, \quad (366)$$

где $\eta_{уст}$ — к. п. д. флотационной установки, равный 0,3.

Для подбора электродвигателя число оборотов турбинки в 1 мин. подсчитывают по формуле

$$n = 60 \frac{u}{\pi d}. \quad (367)$$

Мощность электродвигателя

$$N_{м} = k \frac{N}{\eta} \text{ кВт}. \quad (368)$$

Здесь $k = 1,1 \div 1,4$ — коэффициент запаса;
 η — к. п. д. электродвигателя.

Расчет фильтров ведут исходя из скорости фильтрации $V_{\phi} = 5 \text{ м/ч}$. При этом потребная площадь, м^2 , фильтров определяется по формуле

$$F_{\phi} = \frac{q_r}{V_{\phi}}$$

В нашем примере она составит

$$F_{\phi} = \frac{7,5}{5} = 1,5 \text{ м}^2,$$

чему соответствует площадь двух стандартных фильтров диаметром 1 м (имеется в виду, что во время промывки одного из фильтров второй будет работать с повышенной нагрузкой).

Крупность загрузки для фильтров принимают 0,6–2 мм, высоту слоя загрузки $h_3 = 1,2 \div 1,4 \text{ м}$, потери напора в нем 6–8 м. Грязеемкость загрузки Γ_r (по нефтепродуктам) из кварцевого песка — 5 кг/м^3 , керамзита, сульфогля — 10 кг/м^3 . Интенсивность промывки $q_{п}$ должна составлять $10\text{--}12 \text{ л/см}^2$, ее продолжительность 12–14 мин.

Исходя из этих данных, рассчитывают продолжительность фильтроцикла, т.е. время T_{ϕ} , ч, работы фильтра между промывками (принимая остаточное содержание нефтепродуктов: после флотатора $K_{фл} = 20 \text{ г/м}^3$, после фильтра $K_{\phi} = 5 \text{ г/м}^3$).

$$T_{\phi} = \frac{1000 F_{\phi} \cdot h_3 \cdot \Gamma_r}{q_{\phi} (K_{фл} - K_{\phi})}$$

В нашем примере

$$T_{\phi} = \frac{1,57 \times 1,2 \times 5 \times 1000}{7,5(20 - 5)} = 84$$

Расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}$, на промывку определяют по формуле

$$q_{пр} = 3,6 V_{\phi} q_{пр}$$

или для нашего случая

$$q_{пр} = 3,6 \times 0,785 \times 10 = 28,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

На этот расход и должен быть подобран промывной насос. Промывную воду с фильтра возвращают в усреднитель.

Аналогичным образом ведут и подбор сорбционных фильтров с загрузкой из активированного угля. Грязеемкость загрузки в этом случае может быть принята 20% от веса активированного угля. Очищенную на фильтрах сточную воду желательно повторно использовать для технических нужд. С этой целью рекомендуется предусмотреть второй резервуар для профильтрованной воды объемом не менее ее часового расхода. Конструктивно оба промежуточных резервуара могут быть объединены в одно сооружение.

Выпадающий в усреднителе-отстойнике в накопителе дождевых стоков осадок перед вывозом с территории депо должен подвергаться обезвоживанию. Для этой цели в проекте следует предусмотреть шламовые площадки-уплотнители. Такая площадка представляет

собой наземную или полузаглубленную емкость с водонепроницаемыми стенками и дном. Располагают их обычно на открытом воздухе. Для выпуска воды, выделяющейся при уплотнении осадка, в стенках на разной высоте предусматривают отверстия, перекрываемые задвижками или шиберами. Выделяющуюся воду самотеком отводят в усреднитель.

При проектировании площадок принимают:

- число секций – не менее 2;
- нагрузку на единицу площади – $4\text{ м}^3/\text{м}^2$ год;
- глубину площадки – до 2м;
- периодичность удаления осадка – 2-3 раза в год.

Объем осадка W_{oc} и необходимую площадь F шламовых площадок находят по формуле:

$$W_{oc} = 0,60Q_{сух} \frac{K_{взв} + 0,10K_{нп}}{\gamma_{oc}}$$

где $K_{взв}$ и $K_{нп}$ – концентрация в сточной воде соответственно взвешенных веществ и нефтепродуктов, $\text{г}/\text{м}^3$;

γ_{oc} – плотность осадка, принимается равной $1200\text{ кг}/\text{м}^3$.

$$F = \frac{W}{pt}$$

где p – нагрузка на единицу площади;

t – периодичность удаления осадка.

При наличии достаточной площади целесообразно спроектировать площадки на годичный объем осадка, чтобы использовать естественное замораживание и оттаивание для его лучшего обезвоживания.

Размещать шламовые площадки желательно рядом с отстойными сооружениями, предусматривая при этом удобство выгрузки и транспортировки осадка.

Для сбора и обезвоживания уловленных нефтепродуктов в проекте следует предусмотреть разделочный резервуар-отстойник с обогревом. Его проектируют в виде закрытой цилиндрической емкости с коническим дном и внутренним змеевиком для обогрева.

Резервуар располагают над уровнем земли, предусматривая соответствующую теплоизоляцию.

При проектировании принимают:

- число резервуаров – 1;
- продолжительность оттаивания – 24 ч;
- температуру подогрева – $60-80^\circ\text{C}$.

Объем поступающих на разделку нефтепродуктов W_H , $\text{м}^3/\text{сут}$, подсчитывают по формуле

$$W_H = \frac{Q_{сут} 0,9K_H 10^{-4}}{(100 - m)\gamma_H}$$

где K_H – концентрация нефтепродуктов, $\text{г}/\text{м}^3$;

m – содержание воды в нефтеотходах, % (обычно составляет около 80%);

γ_H – объемный вес нефтеотходов, принимаемый равным $1\text{ т}/\text{м}^3$.

Необходимый объем разделочного резервуара определяют исходя из W_H и периодичности удаления обезвоженных нефтепродуктов.

Выпуск отстоявшейся воды из резервуара предусматривают в усреднитель-отстойник.

3.3.Компоновка очистных сооружений

Проектируя размещение отдельных элементов очистных сооружений следует стремиться расположить их в удобной для эксплуатации функциональной связи, желательно в одном блоке, без излишней длины трубопроводов и других коммуникаций.

Для размещения флотационной и фильтровальной установок, насосного и реагентного хозяйства предусматривают общее здание, в котором располагают также пульт управления и подсобные помещения (мастерскую-кладовую, лабораторию, раздевалку).

Промежуточные резервуары целесообразно расположить под полом рабочего помещения.

Размеры здания определяют исходя из условий удобства обслуживания оборудования, обеспечения доступа к нему при ремонте, возможности снятия и транспортировки крупных узлов. Одновременно необходимо учитывать и требования экономики и не проектировать здание излишне большим. Принятые размеры здания должны соответствовать стандартным строительным пролетам и обеспечивать применение сборных строительных конструкций.

Оборудование рекомендуется размещать вдоль одной из длинных сторон здания, оставляя проходы и разрывы установленной ширины (0,8-1м). Перед фронтом оборудования предусматривается более широкий проход (~1,5м) для передвижения обслуживающего персонала и транспортировки узлов и деталей оборудования. Для подъема и перемещения тяжелых узлов целесообразно предусмотреть монорельс и ручную таль.

В пояснительной записке следует рассмотреть и обосновать принятую категорию взрыво-пожароопасности здания очистных сооружений и связанные с ней защитные мероприятия. При этом следует руководствоваться разделом 6 Методических указаний (2).

В здании должны быть предусмотрены освещение, вытяжная вентиляция, отопление и водопровод.

Помещение для хранения реагентов должно быть отделено от остальных помещений и иметь наружный загрузочный проем.

Около здания очистных сооружений располагают разделочные резервуары для нефтепродуктов, снабженные соответствующей теплоизоляцией.

Шламовые площадки располагают на поверхности земли около усреднителя-отстойника, имея в виду также возможность механизированной их разгрузки в автотранспорт.

3.4.Оборотная система охлаждения

Оборотную систему для охлаждающей воды компрессоров (и другого охлаждаемого оборудования) проектируют на основе приведенных выше данных о продолжительности работы установок, требуемого расхода воды на их охлаждение с учетом наличия свободной площади для размещения оборотной системы, источника резервного водоснабжения и других местных условий.

Как видно из расчета, расход воды на охлаждение составляет существенную долю от общего расхода сточных вод (около 40%), что подтверждает необходимость и целесообразность устройства оборотной системы для охлаждающей воды.

В процессе теплообмена в компрессоре эта вода практически постепенно возрастает концентрация солей, избыток которых выводят путем сброса части воды и замены ее свежей. При сбросе в канализацию, как это часто делают, она перегружает очистные сооружения, что требует соответствующего увеличения объема и стоимости всей цепочки сооружений. Значительно возрастают и текущие расходы, т.е. требуется платить как за получение, так и за очистку каждого кубометра воды. В современных условиях это недопустимо, поэтому организация оборота охлаждающей воды является наиболее целесообразным решением.

Оборотная система (рис.2) обычно включает резервуар для охлаждающей воды, насосы для подачи ее в систему охлаждения и на охладитель, в качестве которого можно использовать малогабаритную градирню или прямоточный водоохладитель ЦНИИ (рис. 3 и 4). Малогабаритные градирни (типа ГПВ или МГ) допускается устанавливать в рабочем помещении, на его перекрытии или снаружи помещения. При размещении в рабочем

помещении предусматривают приточную вентиляцию с подогревом воздуха во избежание сквозняков. При установке градирни на открытом воздухе сборный резервуар и насосы размещают в отапливаемом помещении.

Прямоточные водоохладители ЦНИИ, как правило, следует устанавливать в помещении с температурой в зимнее время не ниже 5⁰С. Вентилятор устанавливают снаружи помещения, что исключает возникновение сквозняков на рабочем месте.

Схема с градирней более сложна, так как она связана с двухступенчатой перекачкой воды и требует больше площади для размещения. Водоохладитель ЦНИИ занимает меньше места, не требует двойной перекачки воды и проще в монтаже. Однако он создает больший шум при работе, чем градирня.

Схема оборотного цикла должна предусматривать в качестве резерва возможность охлаждения оборудования водопроводной водой на проток и сброса воды в канализацию, а также пополнения потерь за счет испарения.

Циркуляционные трубопроводы должны прокладываться по кратчайшему направлению. На ответвлениях к отдельным компрессорам предусматривают регулирующие вентили.

При подборе оборудования для оборотных систем исходят из следующих параметров:
напор воды перед компрессором – 0,25-0,35МПа;
расчетная температура нагретой воды на выходе из компрессора – не более 40⁰С;
расчетный перепад температур (при начальной температуре 40⁰С): для градирен – 5⁰С, для водоохладителя ЦНИИ – 8-10⁰С;
скорость воды в напорных трубопроводах – 2-2,5м/с, в отводящих – 1-1,25м/с.

Тип водоохладителя выбирают по величине тепловой нагрузки, которая для используемых в депо компрессоров обычно не превышает 40-45тыс.ккал/ч.

Исходя из этой величины, можно принять либо малогабаритные градирни типа МГ-8 или ГПВ-40М, либо водоохладитель ЦНИИ (вариант 7804.001).

На основе изложенных соображений в проекте следует разработать и вычертить общую схему оборотной системы охлаждения, указав на ней основные параметры принятого оборудования. В пояснительной записке необходимо дать обоснование принятой схемы, выбора ее основных элементов и примененных конструктивных решений. Для сокращения количества обслуживающего персонала необходимо предусмотреть в проекте автоматическое управление системой охлаждения в увязке с работой компрессорной установки.

3.5.Определение стоимости очистки сточных вод

Стоимость очистки сточных вод определяют на основе эксплуатационных затрат, складывающихся из прямых расходов (заработная плата обслуживающего персонала, отчисления на соцстрах, стоимость электроэнергии, пара, воды, реагентов, затраты на капитальный и текущий ремонт зданий, сооружений и оборудования, материалы и др.) и амортизационных отчислений.

Исходными данными для расчетов являются проектные характеристики зданий, сооружений и оборудования (пропускная способность, объем, установленная мощность и т.д.), установленные штаты и тарифные ставки обслуживающего персонала, местные тарифы на пар, электроэнергию, топливо, нормативные отчисления на ремонт, оптовые цены на реагенты и материалы. Величину затрат на амортизацию определяют исходя из сметной стоимости сооружений по нормам амортизационных отчислений. Сметную стоимость подсчитывают по укрупненным показателям стоимости строительства (УПСС), единым нормам и расценкам на строительные монтажные и ремонтные строительные работы (ЕНиР), ценникам на оборудование и материалы.

В связи с наличием постоянной инфляции в качестве примера произведен расчет в фиксированных ценах 1984 года.

В курсовом проекте для определения фактической стоимости необходимо капитальные затраты в ценах 1984г. умножить на переводной коэффициент, принятый на расчетный год. При расчете эксплуатационных затрат принимать заработную плату, тариф на электроэнергию и стоимость реагентов – фактические на расчетный год.

Пример расчета капитальных затрат (сметной стоимости) представлен в табл.3.

Расчет годовых эксплуатационных расходов приводится ниже.

Заработная плата. При двухсменной работе очистных сооружений для их обслуживания потребуется 2 чел. (1чел./смена) с окладом 100руб.

Годовой фонд зарплаты составит:

$$2 \times 100 \times 12 \times 1,1 \times 1,5 = 3940 \text{руб.},$$

где 1,1 и 1,5 – коэффициенты, учитывающие премии и отчисления на соцстрах, пенсионный и другие фонды.

Затраты на электроэнергию. Электроэнергия затрачивается для подачи воды из усреднителя во флотатор ($Q=10\text{м}^3/\text{ч}$, $H=10\text{м}$), для подачи рециркулирующей воды ($Q=5\text{м}^3/\text{ч}$, $H=30\text{м}$), для подачи воды на фильтры ($Q=10\text{м}^3/\text{ч}$, $H=10\text{м}$) и для подачи промывной воды ($Q=36\text{м}^3/\text{ч}$, $H=10\text{м}$). Первые три насоса работают по 16ч в сутки, а промывочный – кратковременно (~1 раз в неделю в течение 12-15мин.), поэтому его потреблением энергии в расчете можно пренебречь.

Мощность N , кВт, затрачиваемая для подачи воды, определяется формулой

$$N = \frac{Q \times H}{367,2 \eta_H \eta_{\Sigma}}$$

Подсчет сметной стоимости сооружений

Таблица 3

Наименование сооружений и оборудования	Ед. измерен.	Кол-во единиц	Стоимость, тыс.руб		Наименование сметных справочников и ценников
			ед-цы	общая	
Нефтеловушка производит. 20л/с ($72\text{м}^3/\text{ч}$)	сооруж.	1	11,10	11,10	УПСС. Здания и сооружения систем водоснабжения и канализации пром.предприятий. Стройиздат, 1980
Здание очистных сооружений ($10 \times 5 \times 3,5$)	м^3	175	0,024	4,20	ПРЦ железных дорог, ч. VI. Здания и сооружения производственные и служебные. Транспорт, 1973
Флоратор типа ЦНИИ-5 производит. $10\text{м}^3/\text{ч}$	шт.	1	5,72	5,72	Прейскурант МПС №29-04-16 и №7949 от 24.03.71
Фильтры механические	шт.	2	1,81	3,62	УСН, сборник №2-2Б Госстрой, 1973
Насос К10/20 для подачи воды на фильтры	шт.	2	0,09	0,18	Прейскурант №23-01. Оптовые цены на насосы, 1971
Насос К30/20 для промывки фильтров	шт.	1	0,12	0,12	Прейскурант №23-01. Оптовые цены на насосы, 1971

Фильтрующий материал (песок кварцевый)	шт.	4	0,030	0,12	По калькуляции завода-поставщика
Промежуточные резервуары для воды	шт.	2	0,42	0,84	Прейскурант №19-05 «Котельно-турбинное вспомогательное оборудование»
Итого:				25,9	
Прочее оборудование, 10%				2,6	
Всего:				28,5	

Где Q – часовой расход воды, м³;
H – высота подачи воды, м;
 η_H и η_3 – КПД соответственно насоса и электродвигателя (принимаются равными 0,7 и 0,9).

Общая затрата мощности составит:

$$N_{\text{общ}} \frac{10 \times 10 + 5 \times 30 + 10 \times 10}{367,2 \times 0,7 \times 0,9} = 1,5 \text{ кВт}$$

Годовой расход электроэнергии при 365 рабочих днях составит:

$$A = 365 \times 16 \times 1,5 = 8750 \text{ кВт ч}$$

Затраты на электроэнергию при ее стоимости 25 коп. за 10 кВт ч (прейскурант №09-01 «Тарифы на электрическую и тепловую энергию») составят:

$$\mathcal{E} = 8750 \times 0,25 = 2187,5 \text{ руб.}$$

Затраты на реагенты. Для повышения качества очистки сточную воду во флотаторе обрабатывают коагулянтом – сернокислым алюминием. Доза коагулянта – 0,3 кг/м³.

Годовой расход коагулянта составит:

$$\Gamma_k = 365 \times 10 \times 16 \times 0,3 = 17520 \text{ кг} = 17,5 \text{ т}$$

Затраты на коагулянт при стоимости 1 т – 24,3 руб. (прейскурант №05-01 1975 г.) составят:

$$K = 17,5 \times 24,3 = 425,25 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт. Принимаются в размере 1% сметной стоимости, т.е. 28500 × 0,01 = 285 руб.

Амортизационные отчисления

Подсчет амортизационных отчислений

Таблица 4

Сооружение, оборудование	Стоимость, руб.	Шифр по справочнику	Норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, руб.
Нефтеловушка	11100	20324	9,7	1075
Здание	4200	10003	4,6	193
Флотатор	5720	20239	7,8	446
Фильтры	3620	20315	8,6	312
Насосы	300	41500	19,3	58
Резервуары	840	20335	8,6	72
Итого:				2156
Прочее (10%) оборудование				216
Всего:				2372

Прочие расходы включают в себя затраты на удаление осадка из нефтеловушки, фильтров и другие неучтенные работы.

Величину прочих расходов принимают в размере 6% от суммы эксплуатационных расходов (без амортизационных отчислений).

$$P_p = (3940 + 218 + 427 + 285) \times 0,06 = 292 \text{руб.}$$

Общие эксплуатационные расходы составят

$$3940 + 218 + 427 + 285 + 292 + 2372 = 7534 \text{руб./год.}$$

Стоимость очистки 1м^3 сточной воды составит:

$$a = \frac{7534 \times 100}{365 \times 16 \times 8} = 16,1 \text{ коп.}$$

Целесообразно проанализировать слагаемые эксплуатационных расходов. На основе такого анализа можно сделать вывод о том, что более 50% стоимости очистки стоков составляет оплата обслуживающего персонала. Поэтому целесообразно для сокращения затрат на очистку предусмотреть автоматизацию работы флотатора и фильтров, что позволит исключить необходимость постоянного присутствия человека в помещении очистных сооружений.

Как видно, полученная стоимость очистки 1м^3 стоков даже без автоматизации очистных сооружений примерно на 50% меньше суммарной стоимости 1м^3 водопроводной воды (10-12 коп/ м^3) и платы за сброс стоков в канализацию (до 20 коп/ м^3). Это подтверждает экономическую целесообразность повторного использования очищенной сточной воды на производственные нужды депо.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Выписка из «Временных норм водопотребления и водоотведения для основных технологических процессов железнодорожных предприятий»

Наименование объектов водопотребления и водоотведения	измеритель	Норма, м ³	
		водопотребления	водоотведения
Наружная обмывка локомотивов, вагонов и мотор-вагонного подвижного состава (механизированная)	секция локомотива, вагон	<u>0,2</u> 2,0	<u>0,1</u> 1,7
Промывка отопительной и водяной систем пассажирских вагонов	вагон	3,0	2,8
Промывка узлов и деталей локомотивов и вагонов в моечных машинах	секция локомотива, вагон	1,0	0,9
Промывка деталей в гальванических отделениях	секция локомотива, вагон	2,0	1,8
Промывка и заправка аккумуляторов	секция локомотива, вагон	2,0	0,5
Опрессовка водяной системы и деталей дизеля тепловозов	секция локомотива	1,0	0,8
Реостатные испытания тепловозов на жидкостных нагрузочных реостатах мощностью	секция тепловоза		
2000 л.с.		6-8	0,2
3000 л.с.		10-12	0,2
4000 л.с.		12-15	0,2
Наружная обмывка грузовых автомобилей до 5т	автомашина		
ручная		0,6	0,5
машинная		2,0	1,8
Стирка спецодежды	кг	0,060	0,060
Получение пара в котельных	1т пара	1,3	0,4
Охлаждение компрессоров (с учетом концевой холодильника) производительностью:	компр./ч		
до 10 м ³ /мин		2,50	-
до 20 м ³ /мин		6,0	-
до 30 м ³ /мин		8,0	-

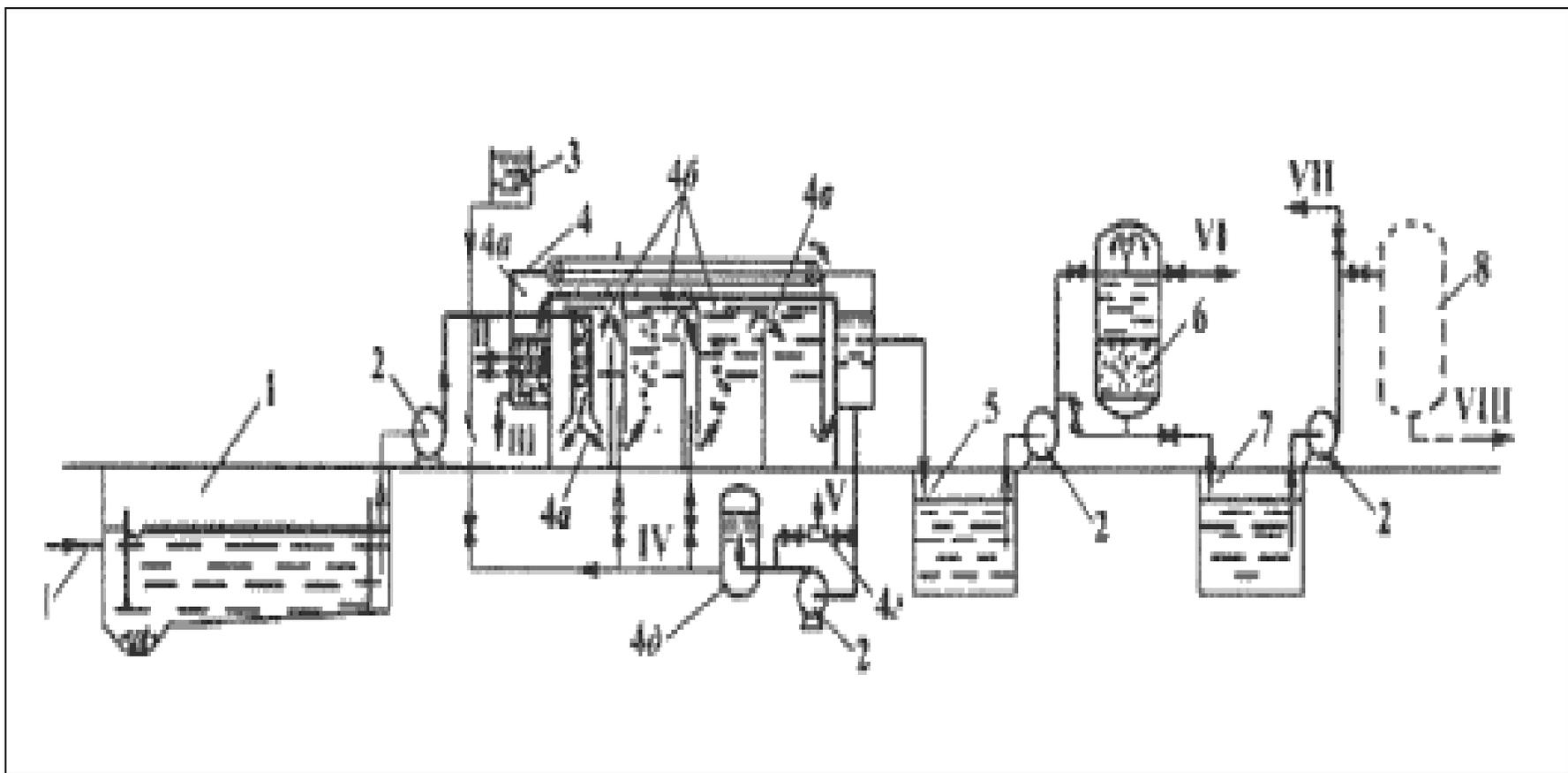


Рис.1. Технологическая схема очистных сооружений: 1 – усреднитель-отстойник; 2 – насос; 3 – дозатор коагулянта; 4 – флотатор; 4а – маслосборный карман; 4б – флотационные камеры; 4в – отстойная камера; 4г – эжектор; 4д – напорный бак; 4е – смеситель; 5 – промежуточный резервуар; 6 – механический фильтр; 7 – резервуар очищенной воды; 8 – угольный фильтр; I – производственные и поверхностные стоки; II – пар; III – масло; IV – рециркулирующая вода с воздухом; V – подсос воздуха; VI – сброс промывной воды; VII – очищенная вода в оборот; VIII – дочищенная вода в водоем.

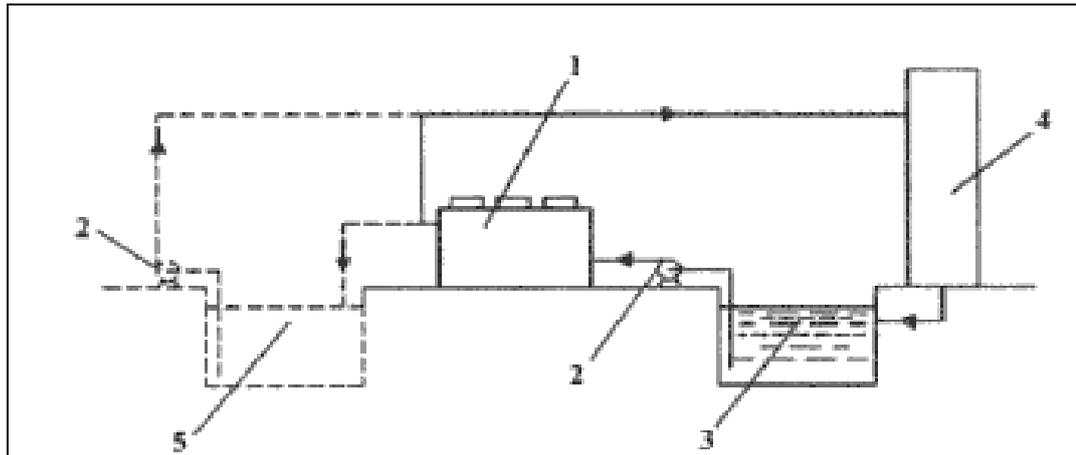


Рис.2. Схема оборотной системы охлаждения: 1 – компрессор; 2 – насос; 3 – бак охлажденной воды; 4 – водоохладитель; 5 – бак охлаждаемой воды.

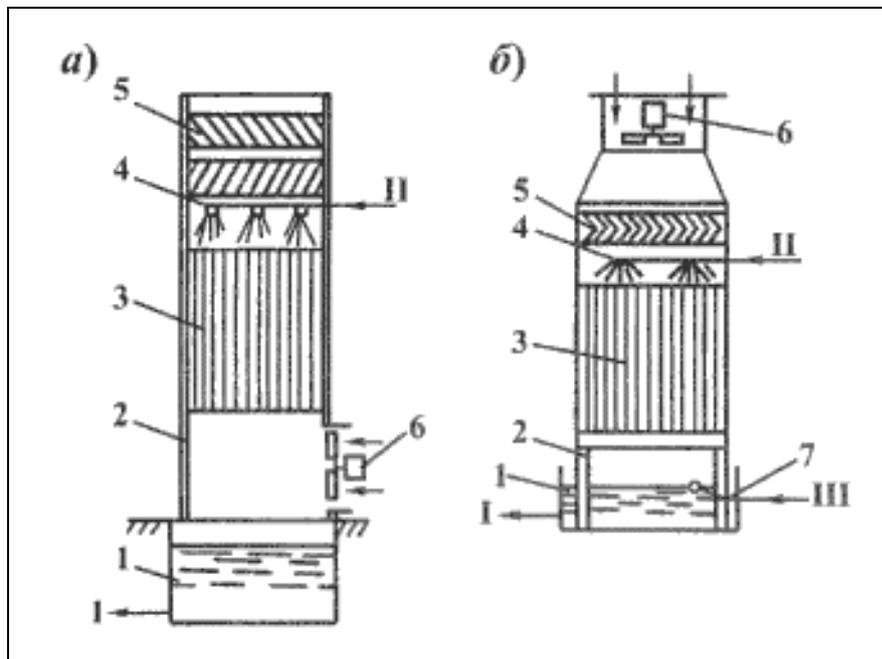


Рис.3. Вентиляторные градирни: а – секционная; б – малогабаритная; 1 – сборный резервуар; 2 – покрытый обшивкой каркас; 3 – ороситель; 4 – форсунка; 5 – водоуловитель; 6 – вентилятор; 7 – поплавковый клапан; I – охлажденная вода; II – нагретая вода; III – водопровод.

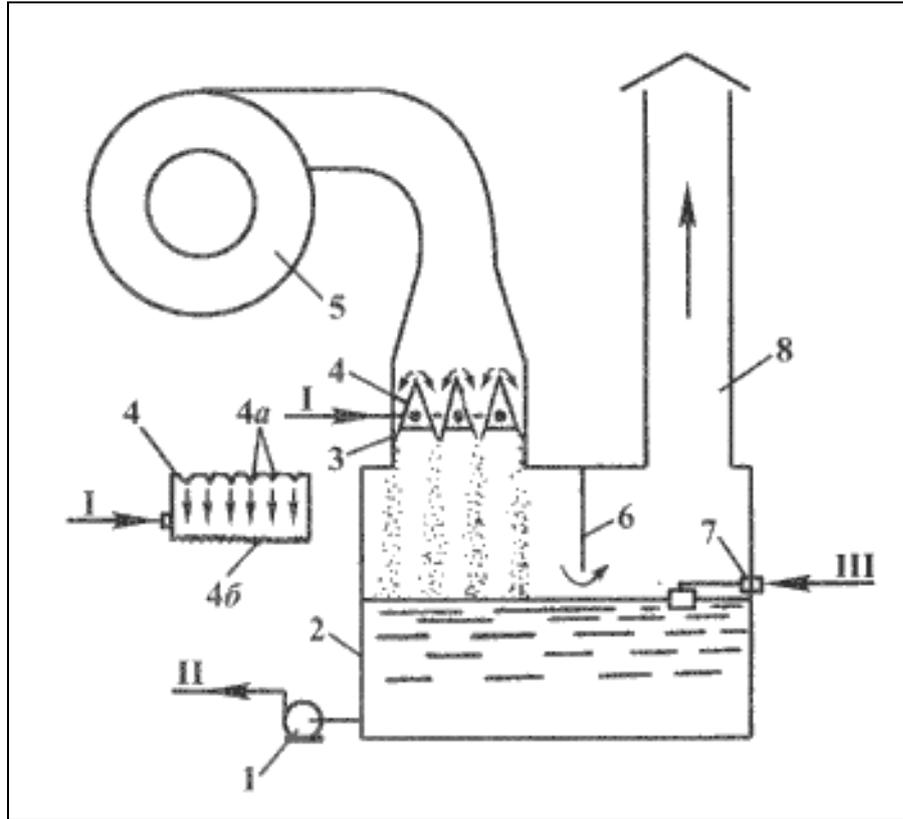


Рис.4. Прямоточный водоохладитель: 1 – циркуляционный насос; 2 – бак-каплеуловитель; 3 – распылительная камера; 4 – А-образный короб; 5 – вентилятор; 6 – направляющий козырек; 7 – поплавковый клапан; 8 – воздуховыпускная труба; I – нагретая вода; II – охлажденная вода; III – водопровод.

Рекомендуемая литература:

- 1.СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. М.: Стройиздат, 1986
- 2.Методические указания по проектированию очистных сооружений и оборотных систем водопользования для предприятий железнодорожного транспорта. М.: ВЗИИТ,1982г.
- 3.Дикаревский В.С., Караваев И.И. «Водоохраные сооружения железнодорожного транспорта» М.: Транспорт, 1986г.
- 3.Белан А.Е., Блошенко Г.Н. «Водопользование и очистка сточных вод на железнодорожном транспорте» М.: Транспорт, 1978г.
- 5.Ласков Ю.М. «Примеры расчетов канализационных сооружений» М.: Высшая школа, 1977г.
- 6.Жуков А.И. «Методы очистки производственных сточных вод» М.: Стройиздат, 1997г.