

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
“БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”

Кафедра водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения курсовых проектов и практических занятий по дисциплине “Оборудование сооружений по очистке природных и сточных вод”
для студентов специальности 70 04 03 – дневной и заочной форм обучения

Брест 2003

УДК 628.

Методические указания подготовлены для студентов дневной и заочной форм обучения, изучающих курс "Оборудование сооружений по очистке природных и сточных вод".

Настоящие указания содержат общие сведения о расчете и подборе оборудования для реагентного хозяйства коагулянта, флокулянта и извести, для механического обезвоживания и сушки осадков сточных вод, для дезодорации природных вод, для дезинфекции воды.

Составители: В.Л. Ковальчук, старший преподаватель
Т.И. Головач, ассистент

Рецензент: Зам. гл. инженера Брестского КУП ВКХ "Водоканал" Вавренюк В.А.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания посвящены вопросам расчета и подбора оборудования на станциях водоподготовки и в цехах механического обезвоживания осадка и предназначены для студентов специальности 70 04 03 - "Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов" дневной и заочной форм обучения.

Методические указания рекомендованы к использованию при проведении практических занятий и при выполнении курсового проекта по дисциплине "Оборудование сооружений по очистке природных и сточных вод".

Методические указания содержат общие сведения о расчете и подборе оборудования для реагентного хозяйства коагулянта, флокулянта и извести, для механического обезвоживания и сушки осадков сточных вод, для дезодорации природных вод, для дезинфекции воды.

Методические указания могут быть использованы при выполнении дипломных проектов студентами специальности 70 04 03 - "Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов".

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Объем графической части проекта и пояснительной записки

В соответствии с учебной программой дисциплины "Оборудование сооружений по очистке природных и сточных вод" в состав курсового проекта входит пояснительная записка и чертежи.

Графическая часть проекта выполняется на одном листе формата А1 и включает: компоновочный план здания реагентов (цеха механического обезвоживания осадка), два разреза (продольный и поперечный), аксонометрическая схема трубопроводов и спецификация трубопроводов, арматуры и оборудования.

Расчетно-пояснительная записка, составленная в соответствии со стандартом БГТУ, должна включать обоснование принимаемых в проекте технических решений и полные технологические расчеты всех сооружений и оборудования реагентного хозяйства водоочистной станции (цеха механического обезвоживания осадка), выполненные в соответствии с регламентом [1, 5].

2. РАСЧЕТ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРОВ РЕАГЕНТОВ.

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. Некоторые реагенты требуют предварительной подготовки, например известь (дробление, гашение т.п.), что в свою очередь в значительной степени усложняет реагентное хозяйство.

Объем склада определяют исходя из допустимого по нормам хранения данного реагента, способа его складирования (навалом, штабелями определенной высоты, в резервуарах-хранилищах и т.п.).

Доставка реагентов осуществляется, как правило, автотранспортом. Для больших станций возможна их доставка железнодорожным транспортом.

По физическому состоянию реагенты могут быть твердыми (серноокислый алюминий и железо, известь и т.п.); жидкими (кислота серная, соляная, фтористоводородная); гелеобразными (полиакриламид, стекло жидкое); газообразными, как правило, сжиженными (хлор, аммиак).

Реагенты в обрабатываемую среду (воду или осадок) в основном вводятся в виде растворов определенной концентрации (от 0,5 – 1,5 до 8 – 10%); в среднем большинство реагентов дозируется в виде 5%-ного раствора. Доведение концентрации до расчетной осуществляется в расходных баках, растворение – в растворных.

Для предотвращения выпадения и уплотнения осадка в баках, как правило, предусматриваются устройства для его взмучивания (барботаж сжатым воздухом, гидравлическое или механическое перемешивание).

Выбор схемы реагентного хозяйства в проекте определяют исходя из вида принятых реагентов, качества исходной воды и требований к её очистке или обработке осадков, местных условий и т.п.

2.1. Расчет и подбор оборудования реагентного хозяйства коагулянта.

2.1.1. Технические продукты, используемые в качестве коагулянтов.

Алюминий серноокислый технический неочищенный (сульфат алюминия) ГОСТ 5155-74 – глинозем серноокислый $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O + mSiO_2$. В товарном продукте содержится не менее 35,5% чистого безводного $Al_2(SO_4)_3$.

Алюминий сернокислый технический очищенный (сульфат алюминия, гидрат) ГОСТ 12966-75 – $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. В товарном продукте содержится не менее 40% чистого безводного $Al_2(SO_4)_3$.

Купорос железный (сульфат железа(II), гидрат) ГОСТ 6981-75 – $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. В товарном продукте содержится не менее 47 или 52% чистого безводного $FeSO_4$.

Коагулянт железный (сульфат железа (III)) ВТУ МХП 3876-53 – $Fe_2(SO_4)_3$. В товарном продукте содержится не менее 40% чистого безводного $Fe_2(SO_4)_3$.

Железо хлорное (сульфат железа (III)) ГОСТ 11159-65 – $FeCl_3$. В товарном продукте содержится не менее 95 – 97,3% чистого $FeCl_3$.

2.1.2. Расчет доз реагентов.

В водоподготовке для осветления и обезжелезивания природных вод расчетные дозы реагентов следует устанавливать для различных периодов года в зависимости от качества исходной воды.

Доза коагулянта, D_x , мг/л, в расчете на $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, $FeCl_3$ (по безводному продукту) определяется:

– по цветности (L):

$$D_x = 4 \cdot \sqrt{L}, \text{ мг/л} \quad (2.1)$$

– по мутности исходной воды (табл. 16 [1]).

К расчету принимается большая из доз коагулянта, определенная по формуле (2.1) и табл.16 [1].

Расчет количества коагулянта, требуемого для механического обезжелезивания осадка, приведен в п. 9.1.2. данных методических указаний.

2.1.3. Разработка технологической схемы.

В современной технологии наиболее часто применяются две основные схемы приготовления коагулянта: схема с “сухим” хранением реагента и схема с “мокрым” хранением реагента.

Схема с “сухим” хранением реагента представлена на рисунке 1.

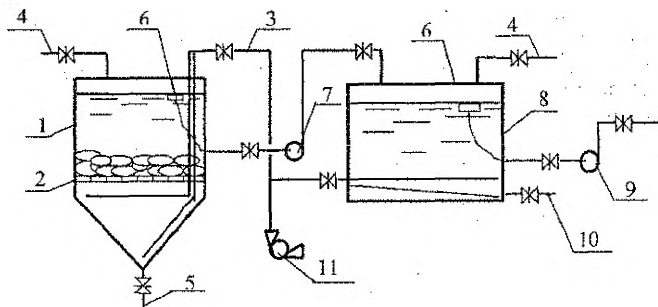


Рис. 1 Схема приготовления раствора коагулянта с “сухим” хранением реагента

1 – растворный бак; 2 – колосниковая решетка; 3 – подвод сжатого воздуха; 4 – подвод воды; 5 – выпуск осадка; 6 – поплавковое устройство для забора раствора коагулянта; 7 – перекачивающий насос; 8 – расходный бак; 9 – дозирующее устройство (насос-дозатор); 10 – сбросной трубопровод; 11 – воздуходувка

На станциях небольшой производительности (до 1000 м³/сут) принимают совмещенные растворно-расходные баки.

Схема с “мокрым” хранением коагулянта представлена на рисунке 2.

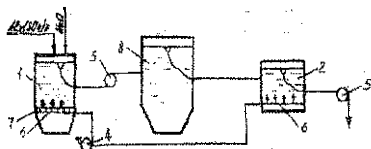


Рис. 2 Схема приготовления раствора коагулянта с "мокрым" хранением реагента: 1 - растворный бак; 2 - расходный бак; 3 - насос перекачки коагулянта в бак-хранилище; 4 - воздуходувка; 5 - дозирующее устройство (насос-дозатор); 6 - дырчатый трубопровод для подачи воздуха; 7 - колосниковая решетка; 8 - бак-хранилище

В схеме с "мокрым" хранением коагулянта допускается устраивать растворо-хранилищные баки, что позволяет уменьшить количество емкостей и оборудования, сократить длину трубопроводов и затраты на электроэнергию.

В современной технологии применяются в основном два варианта высотного расположения баков для приготовления раствора коагулянта и подачи его в обрабатываемую воду.

По первому варианту растворные и расходные баки размещаются в верхних этажах здания очистных сооружений, а реагенты к ним подаются подъемником. Растворы реагентов через дозирующие устройства самотеком поступают в очищаемую воду. Такие схемы применимы при малой производительности станции (до 3-5 тыс. м³/сут).

Приготовление растворов по такой схеме возможно, если здание реагентного хозяйства имеет значительную высоту, в нем установлен подъемник для подачи реагентов на верхний этаж и предусмотрены поддерживающие конструкции (перекрытия, балки) для расположения баков.

По второму варианту растворные и расходные баки помещают в нижних этажах очистных сооружений рядом со складом реагентов. Растворы реагентов должны подаваться к дозирующему устройству насосами или при помощи напорных дозирующих устройств подаваться в трубу, подводящую воду на очистные сооружения.

Эта схема применима при любой производительности станции и является наиболее технологически приемлемой.

2.1.4. Расчет и подбор оборудования для приготовления раствора коагулянта.

Расчет и подбор оборудования для приготовления раствора коагулянта при принятой схеме сухого хранения коагулянта ведется в следующей последовательности:

1. Емкость растворного бака W_p , м³, определяется по формуле:

а) для станций водоподготовки:

$$W_p = \frac{Q_{\text{max}} \cdot n \cdot D_k}{10000 \cdot b_p \cdot \gamma}, \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

б) при механическом обезвоживании осадков:

$$W_p = \frac{P_m \cdot 100}{b_p \cdot \gamma}, \text{ м}^3, \quad (2.3)$$

где Q_{max} - полный расход воды, с учетом расхода воды на собственные нужды, м³/час;

D_k - доза коагулянта в пересчете на безводный продукт, г/м³;

b_p - концентрация раствора в растворном баке, %, согласно [1] следует принимать: до 17% - для неочищенного, до 20% - для очищенного кускового, до 24% - для очищенного гранулированного;

γ - объемный вес коагулянта, т/м³, принимается в зависимости от концентрации раствора по таблице 1;

n – число часов работы станции, на которое заготавливается раствор коагулянта от одного затворения, ч, для станций производительностью до 10000 м³/сут принимают при круглосуточной работе $n = 12 - 24$ ч (при некруглосуточной работе станции n равно числу часов работы станции в течение суток); для станций производительностью от 10000 до 50000 м³/сут $n = 8 - 12$ ч; более 50000 м³/сут - $n = 6 - 8$ ч; для станций производительностью более 100000 м³/сут можно предусмотреть непрерывную заготовку раствора коагулянта, принимая $n = 3$ ч.

P_m – расход хлорного железа по товарному продукту, т/сут, определяемое по формуле (9.10)

Таблица 1. Плотности растворов реагентов.

Вещество	Т, °С	Плотность растворов, т/м ³ , при концентрации, % по массе							
		1	2	4	6	8	10	20	30
Al ₂ (SO ₄) ₃	19	1,009	1,019	1,040	1,060	1,083	1,105	1,226	1,333 (28%)
FeCl ₃	20	1,007	1,015	1,032	1,049	1,067	1,085	1,182	1,291
Fe ₂ (SO ₄) ₃	17,5	1,007	1,016	1,033	1,050	1,067	1,084	1,181	1,307
FeSO ₄	18	1,008	1,018	1,037	1,057	1,078	1,100	1,213	-

Количество баков должно быть не менее трех. Размеры баков принимаются конструктивно, при этом дно растворных баков следует устраивать в виде съемной колосниковой решетки с прозорами 10 – 15 мм. Растворные баки в нижней части следует проектировать с наклонными стенками под углом 45° к горизонталю для неочищенного коагулянта и 15° для очищенного коагулянта. Для опорожнения баков и сброса осадка предусматривается трубопровод диаметром более 150 мм. Конструкция растворного бака представлена на рис. 5.2 [4].

2. Емкость расходных баков:

$$W = \frac{W_p \cdot b_p}{b}, \text{ м}^3, \quad (2.4)$$

где b – концентрация раствора в расходном баке, %, для станций водоподготовки следует принимать до 12% [1]; при механическом обезвоживании осадка следует принимать 10% [5].

Количество баков должно быть не менее двух. Размеры принимаются конструктивно, при этом днище расходных баков следует предусмотреть с уклоном более 0,01 к сбросному трубопроводу диаметром более 100 мм.

При схеме мокрого хранения коагулянта емкость баков-хранилищ определяется в следующей последовательности:

а) для станций водоподготовки:

1. Определяется расход товарного продукта (коагулянта), P , т, из условия его хранения в баках-хранилищах в течение определенного количества суток - T (исходя из условий поставки и производительности станции T принимается 10 - 30 суток)

$$P = \frac{Q_{см} \cdot D_n \cdot 100 \cdot T}{1000 \cdot 1000 \cdot C}, \text{ т}, \quad (2.5)$$

где C – содержание безводной активной части в товарном продукте коагулянта, %.

2. Определяется объем концентрированного раствора, получаемого при растворении расчетного количества коагулянта:

$$W = \frac{P \cdot 100}{b_p \cdot \gamma}, \text{ м}^3, \quad (2.6)$$

где γ – удельный вес раствора коагулянта концентрацией b_p , т/м³, принимается по таблице 1.

3. Принимается расчетное количество баков-хранилищ N (должно быть не менее 4-х, на 10 баков предусматривается 1 резервный) и определяется объем одного бака:

$$W_1 = \frac{W}{N}, \text{ м}^3, \quad (2.7)$$

б) при механическом обезвоживании осадков:

1. Определяется общий объем баков-хранилищ

$$W_{\text{общ}} = W_p \cdot T, \text{ м}^3, \quad (2.8)$$

где T – время хранения раствора реагента, сут, исходя из условий поставки и производительности очистных сооружений принимается 15 - 20 суток.

2. Принимается расчетное количество баков-хранилищ N (должно быть не менее 4-х, на 10 баков предусматривается 1 резервный) и определяется объем одного бака:

$$W_1 = \frac{W_{\text{общ}}}{N}, \text{ м}^3 \quad (2.9)$$

Размеры баков-хранилищ назначаются конструктивно. Днище баков-хранилищ следует предусмотреть с уклоном более 0,01 к сбросному трубопроводу диаметром более 100 мм

Стенки и дно железобетонных баков для растворов реагентов обкладывают кислотоупорным кирпичом или покрывают кислотостойкой плиткой на кислотостойкой замазке.

2.1.5. Расчет и подбор оборудования для интенсификации растворения коагулянта.

Интенсификация процессов растворения коагулянта и перемешивания раствора в растворных и расходных баках происходит путем барботирования сжатым воздухом или перемешиванием раствора в растворном баке с помощью мешалки.

Расчетный расход воздуха, подаваемого в растворные и расходные баки:

$$Q_{\text{возд}} = \omega_1 \cdot F_1 \cdot n_1 + \omega_2 \cdot F_2 \cdot n_2, \text{ л/с}, \quad (2.10)$$

где ω_1, ω_2 – интенсивности подачи воздуха в растворные и расходные баки, равные 8 - 10 и 3 - 5 л/с·м², соответственно;

F_1, F_2 – площади в плане растворных и расходных баков, соответственно, м²;

n_1, n_2 – количество растворных и расходных баков, соответственно.

По полученному расчетному расходу воздуха подбирается воздуходувка необходимой производительности W . В реагентных хозяйствах применяются воздуходувки типов ВК, РМК и ТВ. Технические характеристики воздуходувок типа ВК представлены в табл. 4.28 [2] и в табл. V.30. [3].

Диаметр воздухораспределительных труб принимают из расчета скорости движения в них воздуха 10 - 15 м/сек, а число отверстий ($d_{\text{отв}} = 3 - 4$ мм) – по скорости выхода из них воздуха, равной 20 - 30 м/сек.

Скорость движения воздуха в трубопроводе определяется:

$$v = \frac{W}{60 \cdot (p+1) \cdot 0,75 \cdot d^2}, \text{ м/сек}, \quad (2.11)$$

где W – производительность воздуходувки, м³/мин;

p – давление в воздухопроводе (обычно $p = 1,5$ кгс/см²);

d – диаметр воздуховода, м.

Вместо барботирования раствора сжатым воздухом применяют перемешивание раствора механической мешалкой. Технические характеристики аппаратов с перемешивающими устройствами представлены в табл. 5.1. и 5.2. [2] и в табл. III.6. и III.7. [3].

Следует отметить, что способ перемешивания раствора коагулянта сжатым воздухом по сравнению со способом перемешивания механическими мешалками обладает преимуществом ввиду его большей простоты.

2.2. Расчет и подбор оборудования реагентного хозяйства для подщелачивания воды.

2.2.1. Технические продукты, используемые в качестве реагента для подщелачивания воды.

В качестве подщелачивающих реагентов используют известь или кальцинированную соду. На станциях водоподготовки хоз.-питьевой воды и на очистных сооружениях водоотведения для обработки осадков используется гашеная и негашеная воздушная известь (гидроксид и оксид кальция) ГОСТ 9179-70.

Качество товарного продукта представлено в таблице 2.

Таблица 2. Качество товарного продукта извести кальциевой.

Известь кальциевая	Содержание активных СаО и MgO, %, не менее	Известь кальциевая	Содержание активных СаО и MgO, %, не менее
Негашеная комовая (книпка) и негашеная молотая I сорт II сорт III сорт	90 80 70	Гашеная гидратная (пушонка)	67 60 67 60 50
		I сорт	
		II сорт	
		Тесто известковое	
		I сорт	
		II сорт	
III сорт			

2.2.2. Расчет доз реагентов.

Дозу подщелачивающего реагента, $D_{щ}$, мг/л, необходимого для улучшения процесса хлопьеобразования, надлежит определять по формуле:

$$D_{щ} = K_{щ} \left(\frac{D_{кр}}{e_{кр}} - Щ_0 + 1 \right), \text{ мг/л}; \quad (2.12)$$

где $D_{кр}$ – максимальная, в период подщелачивания, доза безводного коагулянта, мг/л;

$e_{кр}$ – эквивалентная масса коагулянта (безводного), мг/мг-эquiv, принимаемая для $Al_2(SO_4)_3$ - 57, $FeCl_3$ - 54, $Fe_2(SO_4)_3$ - 67;

$K_{щ}$ – коэффициент, принимаемый для извести (по СаО) -28, для соды (по Na_2CO_3) - 53;

$Щ_0$ – минимальная щелочность воды, мг-эquiv/л.

Если $D_{щ} < 0$, то подщелачивания воды не требуется.

Расчет количества извести, требуемого для механического обезвоживания осадка, приведен в п. 9.1.2. данных методических указаний.

2.2.3. Разработка технологической схемы.

Выбор технологической схемы известкового хозяйства станции водоподготовки надлежит производить с учетом качества и вида заводского продукта, способа ее доставки, потребности в извести, требований к качеству известкового молока и т.д.

В современной технологии могут применяться схемы с “сухим” хранением извести, когда на станцию доставляется комовая или молотая известь и схемы с “мокрым” хранением извести при доставке извести в виде известкового теста или молока.

Схема известкового хозяйства с бункерным складом комовой извести представлена на рис. 3. Данная схема применяется при расходе извести до 400 кг/сут.

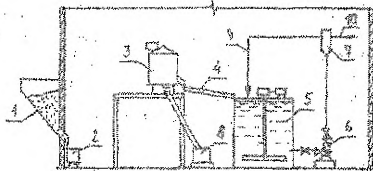


Рис.3. Схема известкового хозяйства с использованием комовой извести при сухом хранении: 1 - бункер; 2 - контейнер; 3 - известгасилка; 4 - сливной желоб; 5 - бак для известкового молока; 6 - насос; 7 - дозатор; 8 - контейнер для сбора отходов; 9 - перелив с дозатора; 10 - трубопровод для подачи отдозированного известкового молока

Схема реагентного хозяйства со складом привозного известкового теста представлена на рисунке 4. Производительность данного реагентного хозяйства до 10 т извести в сутки.

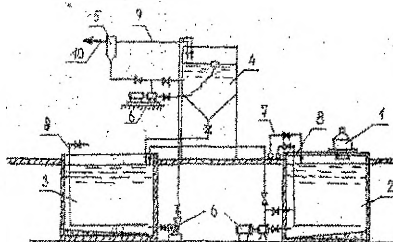


Рис. 4 Схема известкового хозяйства с использованием привозного известкового теста: 1 - контейнер для 50%-ного известкового теста; 2 - бак для приготовления 30%-ного известкового молока; 3 - бак-хранилище 30%-ного известкового молока; 4 - циркуляционная мешалка для 5%-ного известкового молока; 5 - дозатор; 6 - насос; 7 - водопровод; 8 - воздухопровод от воздушной дувки; 9 - перелив с дозатора; 10- трубопровод для подачи отдозированного известкового молока

2.2.4. Расчет и подбор оборудования для приготовления раствора извести.

Расчет схемы известкового хозяйства с использованием комовой извести при сухом хранении.

1. Суточный расход извести (в пересчете на CaO):

$$G_{сут} = \frac{Q_{сут} \cdot D_v}{1000 \cdot 1000}, m/сут, \quad (2.13)$$

где $Q_{сут}$ - расчетный расход воды, м³/сут;
 D_v - доза извести, мг/л.

2. Суточный расход товарной извести:

$$G_{сут}^{тов} = \frac{G_{сут} \cdot 100}{C}, m/сут, \quad (2.14)$$

где C - содержание чистого реагента в товарном продукте, %.

4. Определение суточного расхода товарной извести, необходимого для механического обезвоживания осадка, производится по формуле (9.10).

3. Для гашения и измельчения извести, а также получения известкового молока по полученному расходу извести подбирается аппарат для гашения извести (различного вида известгасилки и мельницы). Технические характеристики данных аппаратов представлены в гл. 12 [3] и в гл. XIII [2]. Для непрерывной и равномерной подачи кускового материала из бункеров в перерабатывающие его аппараты следует подобрать питатель. Технические характеристики различных типов питателей представлены в табл. 5.8 [2].

4. Объем бака для приготовления 5%-ного известкового молока:

$$W^{5\%} = \frac{G_{сут} \cdot n \cdot 100}{24 \cdot b_v \cdot \gamma}, m^3, \quad (2.15)$$

где n – время, на которое заготавливают известковое молоко, принимается равным 6 - 12 ч;

b_u – концентрация известкового молока, %, принимается 5%;

γ_u – объемный вес известкового молока, принимается в зависимости от концентрации раствора по таблице 3.

Таблица 3. Объемный вес известкового молока при 20°С.

Концентрация раствора, %	1	3	5	8	10	12	16	20	25	30
Объемный вес, т/м ³	1,000	1,025	1,039	1,061	1,075	1,090	1,119	1,148	1,184	1,220

Количество баков принимается не менее двух, размеры баков задаются произвольно. На данном этапе следует произвести выбор перемешивающего устройства (смотри пункт 2.2.5. данных методических указаний).

Расчет схемы известкового хозяйства с использованием известкового теста при мокром хранении.

1. Объем бака для приготовления 30%-ного известкового молока:

а) для станций водоподготовки:

$$W^{30\%} = \frac{Q_{\text{рас}} \cdot D_u \cdot n}{10000 \cdot b_u \cdot \gamma_u}, \text{ м}^3, \quad (2.16)$$

б) при механическом обезвоживании осадков:

$$W^{30\%} = \frac{P_m \cdot 100}{b_u \cdot \gamma_u}, \text{ м}^3, \quad (2.17)$$

где $Q_{\text{рас}}$ – расчетный расход воды, м³/час;

D_u – доза извести, мг/л;

n – время, ч, на которое заготавливают известковое молоко, принимается равным 6 - 12 ч;

b_u – концентрация известкового молока, %, принимается 30%;

γ_u – объемный вес известкового молока, принимается в зависимости от концентрации раствора по таблице 3.

P_m – суточный расход товарной извести, т/сут, определяется по формуле (9.10).

Количество баков не менее двух, баки принимаются прямоугольные в плане, размеры произвольно. Для интенсификации растворения извести и перемешивания раствора в данных баках необходимо предусмотреть подачу сжатого воздуха. Определение расхода воздуха и подбор воздуходувного оборудования смотри в пункте 2.2.5. данных методических указаний.

2. Объем баков - хранилищ:

а) для станций водоподготовки:

$$W_{\text{гл.х}} = \frac{Q_{\text{зм}} \cdot D_u \cdot T}{10000 \cdot b_u \cdot \gamma_u}, \text{ м}^3, \quad (2.18)$$

б) при механическом обезвоживании осадков:

$$W_{\text{гл.х}} = W^{30\%} \cdot T, \text{ м}^3, \quad (2.19)$$

где T – время хранения известкового молока, принимается 15 - 30 суток.

Количество баков не менее двух, баки прямоугольные в плане, размеры принимаются произвольно. Для поддержания во взвешенном состоянии твердых частиц извести в баки следует подавать сжатый воздух. Определение расхода воздуха и подбор воздуходувного оборудования смотри в пункте 2.2.5. данных методических указаний.

3. Объем расходных баков:

$$W_{\text{max}} = \frac{W^{30\%} \cdot b_p}{b_p}, \text{ м}^3, \quad (2.20)$$

где b_p – концентрация рабочего раствора известкового молока, %, принимается равной 5 % (для станций водоподготовки) и 10 % (при механическом обезвоживании осадков).

В качестве расходных баков принимаются гидравлические мешалки. Количество мешалок не менее двух. Подбор мешалок приведен в пункте 2.2.5. данных методических указаний.

2.2.5. Подбор устройств и оборудования для перемешивания раствора извести.

В качестве перемешивающих устройств в баках для извести применяются механические мешалки и гидравлические мешалки, реже прибегают к использованию сжатого воздуха.

К механическим мешалкам относятся аппараты с перемешивающими устройствами, мутилки и перемешиватели механические тихоходные. Аппараты с перемешивающими устройствами предназначены для приготовления растворов реагентов. Технические характеристики данных аппаратов с перемешивающими устройствами представлены в табл. 5.1. и 5.2. [2] и в табл. III.6. и III.7. [3]. Мутилки предназначены для поддержания во взвешенном состоянии твердых частиц известкового молока при перекачке его в цепи технологического процесса. Технические характеристики мутилок представлены в табл.5.10. [2]. Перемешиватели механические тихоходные предназначены для перемешивания известкового молока с целью поддержания взвешенных частиц в суспендированном состоянии. Технические характеристики перемешивателей механических тихоходных представлены в табл. III.8. [3].

Для перемешивания известкового молока применяются также гидравлические мешалки. Технические характеристики гидравлических мешалок представлены в табл. 5.11. и 5.12. [2] и в табл. III.9. [3].

Количество воздуха, необходимое для перемешивания известкового молока в баках, определяется из условия интенсивности подачи $\omega = 8 - 10 \text{ л/(с}\cdot\text{м}^2)$ [1] по формуле:

$$Q_{\text{возд}} = \omega \cdot (F_1 \cdot n_1 + F_2 \cdot n_2), \text{ л/с}, \quad (2.21)$$

где F_1, n_1 – соответственно площадь и количество баков-хранилищ;

F_2, n_2 – соответственно площадь и количество растворных баков.

Подбор соответствующего воздухоудного оборудования и диаметров воздухо-распределительных труб производится согласно рекомендациям пункта 2.1.5. данных методических указаний. Если по технологической схеме требуется подача воздуха как для коагулянтного, так и для известкового хозяйства, то рекомендуется использовать общее воздухоудное оборудование, рассчитанное на суммарный расход воздуха.

2.3. Расчет и подбор оборудования реагентного хозяйства флокулянта.

2.3.1. Технические продукты, используемые в качестве флокулянтов.

В качестве флокулянтов на станциях водоподготовки применяют полиакриламид (ПАА) и активную кремнекислоту. Наиболее широкое распространение получил ПАА.

Технический полиакриламид – прозрачный, бесцветный, вязкий и тягучий гель, содержащий 7 - 9% полимера, поставляется и транспортируется в деревянных бочках емкостью нетто 100 - 150 кг.

2.3.2. Расчет доз реагентов.

Доза ПАА по безводному продукту определяется в зависимости от основного состава сооружений станции и от качества исходной воды по п. 6.17 [1].

2.3.3. Расчет и подбор оборудования для приготовления раствора ПАА.

Схема приготовления раствора ПАА представлена на рис. 5.

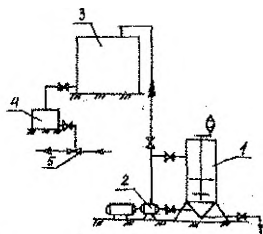


Рис. 5 Схема приготовления раствора ПАА: 1 - бак с мешалкой; 2- циркуляционный и перекачивающий насос; 3 - расходный бак; 4 - дозатор; 5 - эжектор для разбавления и транспортирования раствора ПАА

Расчет схемы приготовления раствора ПАА ведется в следующей последовательности.

1. Определяется производительность мешалки q_m в кг/сут ПАА:

$$q_m = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D_{\text{ПАА}}}{1000}, \text{кг/сут}, \quad (2.22)$$

где $Q_{\text{сут}}$ - производительность очистной станции, м³/сут;
 $D_{\text{ПАА}}$ - доза ПАА, мг/л.

2. Определяется емкость мешалки:

$$W = \frac{q_m \cdot 100}{b \cdot \gamma \cdot 1000}, \text{м}^3, \quad (2.23)$$

где b - концентрация раствора ПАА, %, принимается 0,1 - 1%;
 γ - удельный вес раствора ПАА, $\gamma = 1 \text{ т/м}^3$.

В качестве мешалки можно использовать типовую установку для растворения полиакриламида УРП-2М, технические характеристики которой представлены в главе II [3]. Также для этих целей можно использовать аппараты с перемешивающими устройствами, технические характеристики которых представлены в табл. 5.1. и 5.2. [2] и в табл. III.6. и III.7. [3].

3. Определяется объем расходных баков:

$$W_{\text{р.о.}} = W \cdot t, \text{м}^3, \quad (2.24)$$

где t - время хранения раствора ПАА: 0,7 - 1 % растворов не более 15 суток, 0,4 - 0,6 % растворов - 7 суток, 0,1 - 0,3 % растворов - 2 суток [1].

Количество расходных баков должно быть не менее двух, размеры принимаются произвольно.

3. РАСЧЕТ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ РАСТВОРОВ РЕАГЕНТОВ

По принципу действия дозаторы подразделяются на два основных принципа: 1) дозаторы постоянной дозы, применяемые при равномерной подаче среды с постоянным качественным составом; 2) дозаторы пропорциональной дозы, с помощью которых достигается автоматическое изменение подачи реагента при изменении расхода или состава среды.

К дозаторам первого типа относятся поплавковые дозаторы, дозировочные баки с постоянным уровнем и сечением выходного отверстия, насосы-дозаторы марок НД.

К дозаторам второго типа относятся автоматический дозатор сернистого алюминия, дозаторы типа ДИМБА, насосы-дозаторы типа 1В с электрифицированным вариатором.

Дозаторы поплавковые.

Применяются на очистных станциях производительностью до 30 000 м³/сут. Применяются для дозирования как кислых, так и щелочных реагентов (коагулянта, флокулянта и извести.).

Подбор диаметра отверстия диафрагмы для определенного расхода реагента определяется из формулы:

$$q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH}, \text{ м}^3/\text{сек}, \quad (3.1)$$

где q – расход раствора реагента, м³/сек;

μ – коэффициент, равный 0,62;

ω – площадь отверстия диафрагмы, м²;

H – напор (глубина погружения центра диафрагмы под уровень), м, принимаемый 0,15 м.

Технические характеристики поплавковых дозаторов принимаются по табл. 5.5 [2] или по табл. III.18 [3].

Дозаторы автоматические для раствора сернокислого алюминия.

Предназначен для подачи определенного количества раствора коагулянта.

Подбор дозатора осуществляется по количеству подаваемого к дозатору раствора (м³/ч) по табл. III.19 [3].

Данный тип дозатора можно использовать для дозирования раствора угольной пульпы.

Дозаторы известкового молока типа ДИМБА.

Предназначены для дозирования раствора извести. Подбор осуществляется по количеству подаваемого раствора к дозатору (м³/ч) по табл. 5.13 [2] или табл. III.21 [3].

Насосы-дозаторы типа НД.

Предназначены для подачи дозированных расходов растворов и суспензий реагентов. Применяются для дозирования коагулянта, флокулянта и извести.

Подача насоса-дозатора рассчитывается по формуле:

а) для станций водоподготовки:

$$q_{\text{ндо}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D_p}{b_p \cdot 10000}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (3.2)$$

б) при механическом обезвоживании осадков:

$$q_{\text{ндо}} = \frac{P_m \cdot 100}{b_p \cdot \gamma \cdot 24}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.3)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – расход воды, м³/сут;

D_p – доза реагента, г/м³;

b_p – концентрация раствора реагента, %;

P_m – суточный расход товарного реагента, т/сут, определяется по формуле (9.10);

γ – объемный вес раствора реагента, т/м³, принимается в зависимости от концентрации раствора по таблице 1 или 3.

Технические характеристики насосов-дозаторов представлены в табл. 4.24 [2] или в табл. V.27 [3].

4. НАСОСЫ, ТРУБОПРОВОДЫ И АРМАТУРА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ РАСТВОРОВ РЕАГЕНТОВ

При подборе насосов, трубопроводов и арматуры для транспортирования растворов реагентов необходимо учитывать их коррозионные свойства.

Растворы реагентов обладают сильно коррозирующими свойствами (табл.4.)

Для перекачки растворов реагентов применяются насосы для химически агрессивных жидкостей. Подбор насосов осуществляется по требуемому подаче и напору по табл. V.22 и V.27 [3] или по табл.4.23 и 4.256 [2].

Для транспортирования растворов в реagentных хозяйствах следует предусматривать трубы, фасонные части и запорные устройства из кислотостойких материалов.

Наилучшей коррозионной стойкостью обладают полиэтилен, винилпласт, фторопласт и другие пластмассы. Они применяются для изготовления труб, арматуры, рабочих колес насосов, а также для покрытия внутренней поверхности металлических труб и оборудования (футеровка).

Большое распространение в реagentных хозяйствах получают резиновотканевые рукава для перекачки кислых и щелочных растворов концентрацией до 20% при температуре не выше +40°C.

Известковые растворы обладают способностью засорять коммуникации (трубопроводы), в связи с чем необходимо обеспечивать скорость их движения по трубопроводам не менее 0,8 м/с и предусматривать возможность периодической промывки последних чистой водой. Обязанность трубопроводов должна предусматривать такую возможность, все прямые участки следует заканчивать заглушками. Диаметр трубопровода следует принимать не менее 50 мм, в местах поворотов предусматривать устройства для прочистки, а повороты трубопровода выполнять радиусом кривизны не менее пяти его диаметров. Уклон напорных участков трубопроводов должен быть не менее 0,02 к насосу, а самотечных – не менее 0,03 к выпуску. В остальных случаях диаметры трубопроводов назначаются исходя из расхода реагента и обеспечения самоочищающей скорости транспортирования.

Таблица 4. Коррозионная стойкость материалов (температура среды до 30°C)

Среда	Полиэтилен	Фторопласт	Винилпласт	Сталь углеродистая (по ГОСТ 10704-76*)	Сталь хромоникелевая (по ГОСТ 8732-78* и ГОСТ 8734-75*)	Чугун (по ГОСТ 9583-75)	Резина	Медноникелевый сплав
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Железо хлорное (5-10%-ый раствор)	с	с	с	н	н	н	с	н
Известь (30%-ый раствор)	с	с	с	с	с	с	с	с
Полиакриламид (раствор)	с	с	с	с	с	с	с	с
Хлорная вода	с	с	о	н	о	о	с	с
Хлорная известь (влажная)	с	с	с	н	о	с	с	с
Натр едкий технический (15%-ый раствор)	с	с	-	с	с	с	с	с
Кислота соляная техническая (5-10%-ый раствор)	с	с	с	н	с	о	с	н
Кислота серная техническая 40%/100% раствор	с/о	-	с/с	н/с	н/с	с/с	-/н	-
Хлор: безводный газообразный (сухой)/(влажный)	с с/с	с с/с	н с/с	с с/н	с с/н	с о/н	с с/с	- с/с
Глинозем сернистый (5-10% раствор)	с	с	с	н	с	о	с	-

Условные обозначения:

с – стойкий; о – относительно стойкий; н – нестойкий.

Трубопроводы присоединяются к патрубкам насосов с помощью специальных разъемных фланцев.

В качестве запорно-регулирующей арматуры, устанавливаемой в реакгентных хозяйствах, используется такая же арматура, как и на сетях ВК (задвижки, вентили и т.д.). Основопологающими факторами для выбора того или иного вида арматуры являются: ее назначение, рабочее давление, характеристика транспортируемой среды (ее вид, температура, коррозионные свойства, степень загрязненности), диаметр условного прохода, а также особые условия эксплуатации.

В результате выбора арматуры должна быть принята конструкция в максимальной степени удовлетворяющая всем техническим и экономическим требованиям.

5. СКЛАДЫ РЕАГЕНТОВ.

Для хранения реакентов устраивают склады. Склады следует проектировать на "сухое" и "мокрое" хранение. Они рассчитываются на 30-суточный запас реакентов в зависимости от условий доставки, исходя из периода максимального расхода. Возможно строительство складов другой вместимости, но не меньшей, чем рассчитанной на хранение 15-суточного запаса. Если планируется поставлять реакенты на станцию железнодорожным транспортом, то проектируемая вместимость складов должна быть кратной вместимости большегрузных вагонов или цистерн при имеющемся в момент разгрузки 10-суточном запасе реакентов.

При "сухом" хранении реакентов площадь склада $F_{ск}$ определяют по формуле:

$$F_{ск} = \frac{Q_{см} \cdot D_p \cdot T \cdot \alpha}{10000 \cdot p \cdot G_0 \cdot h}, \text{ м}^2, \quad (5.1)$$

где $Q_{см}$ — полная производительность очистной станции, м³/сут;
 D_p — расчетная доза реакента при максимальной потребности, мг/л;
 T — продолжительность хранения реакента на складе, сут;
 α — коэффициент учета дополнительной площади проходов на складе, принимается равным 1,15;

p — содержание безводного продукта в реакенте, %;

G_0 — объемная масса реакента при загрузке склада навалом, т/м³;

h — допустимая высота слоя реакента на складе.

Высота слоя реакента на складе принимается: для сульфата алюминия навалом — 2 м; для негашеной извести навалом — 1,5 м. При наличии соответствующей механизации допускается увеличение высоты слоя сульфата алюминия до 3,5 м, извести — до 2,5 м. Высота укладки реакентов в таре должна составлять: для железного купороса в бумажных мешках — 2,0 — 3,5 м, хлорида железа (III) в барабанах, активированного угля в бумажных мешках, полиакриламида (геля 6 — 9%) в бочках, кремнефторида натрия в бочках — 2,5 м.

Сухие реакенты хранят в закрытых складах, размещаемых обычно на I этаже здания реакгентного хозяйства, вблизи мест приготовления растворов, и лишь на станциях большой производительности, как исключение, оборудуются отдельные складские помещения для реакентов.

Мокрое хранение реакентов осуществляют в виде растворов и в виде кускового продукта в насыщенном растворе. В обоих случаях баки для хранения могут располагаться вне здания реакгентного хозяйства, но должны быть предусмотрены мероприятия от замерзания в них растворов, баки должны иметь противокоррозионную облицовку. Концентрация растворов коагулянтов при мокром хранении принимается равной 15 — 20% (в пересчете на чистый безводный продукт).

Некоторые особенности хранения реакентов на станциях очистки воды: 1) известь можно помещать в одном складе с коагулянтами; 2) пакеты и барабаны с активированным углем укладывают по маркам и датам поступления; помещения для его хранения должны отвечать требованиям, предъявляемым к складам лег-

ковоспламеняющихся веществ; 3) полиакриламид во избежание замораживания и усыхания хранят в крытых помещениях при плюсовой температуре, но не выше 25°C, продукт сохраняется в течение 6 месяцев; технический 6 – 9% полиакриламид транспортируют и хранят в бочках, содержащих 100 – 150 кг продукта.

Склады оборудуются подъемными и транспортными механизмами. Применяются также различные устройства для механизации выгрузки реагентов из железнодорожных вагонов: механические лопаты, ленточные транспортеры, пневматические установки. Условия разгрузки реагентов и работы на складах для их хранения должны удовлетворять требованиям техники безопасности и охраны труда.

6. ПОДБОР ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Подъемно-транспортное оборудование в водопроводно-канализационных сооружениях служит в основном для монтажа и демонтажа насосов, электродвигателей, задвижек, трубопроводов, технологических аппаратов и устройств, а также для производства ремонтных работ. В зданиях реагентных хозяйств работа грузоподъемных механизмов связана также с перегрузкой реагента со склада в загворные баки, транспортированием баллонов и бочек с хлором со склада в дозаторные и т.д.

Тип подъемно-транспортного оборудования (лебедки, тали, кошки, подвесные кран-балки, краны мостовые) должен выбираться с учетом габаритов сооружения, компоновки технологического оборудования, его габаритов и максимального веса поднимаемого оборудования. Необходимо также учитывать степень нагрузки оборудования и периодичность его использования, а также безопасность подъемно-транспортных операций.

Для монтажа, ремонта и демонтажа оборудования, арматуры и трубопроводов следует предусматривать следующее подъемно-транспортное оборудование с ручным приводом:

- при весе узлов до 1 т (вкл.) – кошку по монорельсу или подвесную кран-балку;
- при весе узлов до 5 т (вкл.) – подвесную кран-балку;
- при весе узлов более 5 т – мостовой кран.

При подъеме оборудования на высоту 6 м и более или при длине машинного зала 18 м и более, или при весе оборудования более 5 т рекомендуется применение электрических кран-балок или мостовых электрических кранов.

Электроприводы для подъемно-транспортного оборудования следует применять также в тех случаях, когда работа грузоподъемных механизмов связана с ежедневными частыми технологическими операциями.

Размеры и вес кран-балок подвесных ручных приведены в табл. 9.10, 9.11 [2], электрических – табл. 9.12 [2], кранов мостовых ручных – табл. 9.14 [2], кранов мостовых электрических – табл. 9.15 [2].

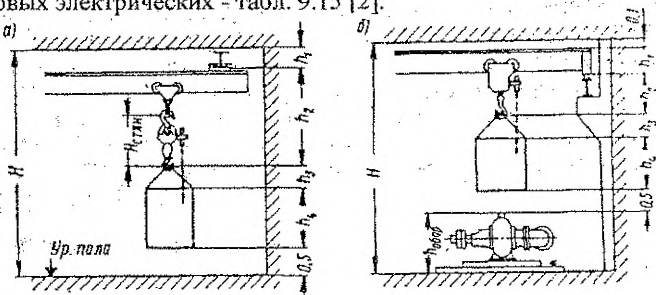


Рис. 6 Схемы размещения грузоподъемных устройств внутри сооружений: а – подвесная кран-балка; б – мостовой кран.

При подборе подъемно-транспортного оборудования необходимо определить высоту помещения. Помещения, оборудованные подвесной кран-балкой (рис. 6, а), должны иметь высоту:

$$H \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + 0,5, \text{ м}, \quad (6.1)$$

где h_1 – высота монорельса кран-балки с учетом конструкции подвески его к перекрытию;

h_2 – минимальная высота от крюка до монорельса;

h_3 – высота строповки груза, принимаемая равной 0,5 – 1 м;

h_4 – высота груза;

0,5 – высота от груза до пола или до установленного оборудования.

Если необходимо перемещать груз над установленным оборудованием, в формулу (6.1) вводится дополнительная высота установленного оборудования $h_{оборуд}$.

Высота подъема – расстояние от пола машинного помещения до оси крюка подъемно-транспортного устройства.

Помещения, оборудованные мостовым краном (рис. 6, б), должны иметь высоту:

$$H \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_{оборуд} + 0,5 + 0,1, \text{ м}, \quad (6.2)$$

где h_1 – высота крана над головкой подкранового рельса;

h_2 – минимальная высота от крюка до головки рельса;

0,1 – расстояние по высоте от низа перекрытия до верха балки крана.

7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ БЛОКА ОБЕЗЗАРАЖИВАЮЩЕГО РЕАГЕНТА

7.1. Выбор и обоснование метода обеззараживания.

Обеззараживание воды, применяемое с целью уничтожения имеющихся в ней бактерий, достигается обычно хлорированием воды жидким (газообразным) хлором или раствором хлорной извести (в установках производительностью не более 3000 м³/сут.). Обеззараживание воды может быть также достигнуто озонированием или действием на нее бактерицидных лучей, представляющих часть ультрафиолетового спектра.

Выбор метода обеззараживания воды надлежит производить с учетом расхода и качества воды, эффективности ее очистки, условий поставки, транспорта, хранения реагентов, возможности автоматизации процессов и механизации трудоемких работ.

7.2. Расчет хлораторной установки для дозировки жидкого хлора

Обычно на очистных сооружениях водоподготовки хлор вводится в два этапа. Первый – предварительное хлорирование для улучшения хода коагуляции и осветления воды, а также для улучшения санитарного состояния сооружений. Доза хлора при предварительном хлорировании $D_{ca}^* = 3-10$ мг/л. [1]. Хлор рекомендуется вводить за 1-3 мин. до ввода коагулянтов. Второй – собственно обеззараживание. Дозу активного хлора следует принимать для поверхностных вод после фильтрования $D_{ca}^* = 2-3$ мг/л, для вод подземных источников 0,7-1 мг/л. При этом концентрация остаточного хлора в воде должна отвечать СанПиН 10-124 РБ99 «Вода питьевая», то есть быть в пределах 0,3 - 0,5 мг/л.

Хлорирование воды осуществляется при помощи хлор-газа, который доставляется и хранится в сжиженном состоянии в стандартных стальных баллонах. Технические характеристики баллонов этого типа представлены в табл. 5.14 [2] или табл. III.1. [3].

Для дозирования в воду хлора необходимы специальные аппараты – так называемые хлораторы.

Существуют различные конструкции хлораторов. Наиболее распространенным является вакуумный хлоратор системы ЛОНИИ-СТО. Технические характеристики хлораторов ЛОНИИ-СТО представлены в табл. 5.17 [2].

Для установки хлораторов на водоочистных станциях устраиваются специальные помещения, так называемые хлораторные. При производительности хлораторной более 250 кг/сут. помещение должно быть разделено глухой стеной на две части (собственно хлораторную и аппаратную) с самостоятельными запасными выходами наружу из каждой.

Количество хлораторов должно быть не менее двух. При количестве рабочих хлораторов до четырех предусматривается один резервный, а более пяти — два резервных.

В хлораторной размещают расходные хлорные баллоны или бочки, которые устанавливаются на специальные весы для дополнительного контроля за расходом хлора. Между расходным хлорным баллоном и хлоратором размещается промежуточный баллон для очищения хлора от загрязнений.

В аппаратной размещают хлораторы и промежуточные хлорные баллоны.

Последовательность расчета хлораторной установки:

1. Расчетный часовой расход хлора для хлорирования воды в два этапа:

$$Q_{Cl} = \frac{Q_{сут} \cdot (D_{Cl} - D_{Cl}^*)}{24 \cdot 1000}, \text{ кг/ч.} \quad (7.1)$$

где $Q_{сут}$ — расход воды, м³/ч;

D_{Cl} , D_{Cl}^* — доза хлора соответственно для предварительного и вторичного хлорирования, мг/л.

2. Осуществляется подбор хлораторов для дозирования хлора по табл. 5.17 [2]. Принимается необходимое количество рабочих и резервных хлораторов. По количеству хлораторов принимается соответствующее количество промежуточных хлорных баллонов.

3. Количество расходных хлорных баллонов:

$$n_{бал} = \frac{Q_{Cl}}{S_{бал}}, \text{ шт.} \quad (7.2)$$

где $S_{бал} = 0,5 - 0,7$ кг/ч — сьем хлора с одного баллона без искусственного подогрева при температуре воздуха в помещении 18°C.

4. Для уменьшения количества расходных баллонов в хлораторной устанавливаются стальные бочки-испарители. Количество бочек:

$$n_б = \frac{Q_{Cl}}{q_б}, \text{ шт.} \quad (7.3)$$

где $q_б$ — сьем хлора с одной бочки:

$$q_б = F_б \cdot S_{Cl}, \text{ кг/ч.} \quad (7.4)$$

где S_{Cl} — сьем хлора с 1 м² боковой поверхности бочки, составляет 3 кг/ч;

$F_б$ — боковая поверхность бочки, м²:

$$F_б = l \cdot \pi \cdot D, \quad (7.5)$$

где l , $D_б$ — соответственно длина и внутренний диаметр бочки, м, принимаются по табл. 5.15 [2] или по табл. III.2. [3].

5. Для пополнения расхода хлора из бочки, его переливают из стандартных баллонов емкостью 55 л (см. 5.14 [2] или табл. III.1 [3]), создавая разрежение в бочках путем отсоса хлор-газа эжектором. Это мероприятие позволяет увеличить сьем хлора $S_{бал}$ до 5 кг/ч с одного баллона и, следовательно, сократить количество одновременно действующих расходных баллонов:

$$n_{бал} = \frac{Q_{Cl}}{S_{бал}}, \text{ шт.} \quad (7.6)$$

6. Суточная потребность в баллонах с жидким хлором:

$$N_{\text{бал}} = \frac{24 \cdot Q_{\text{Cl}_2}}{55}, \text{ шт.}, \quad (7.7)$$

где 55 – емкость одного баллона, л.

7. Общее количество баллонов, размещаемых в хлораторных, состоит из суточного количества баллонов и резервного количества баллонов (50% от суточного количества баллонов):

$$N = N_{\text{бал}} + 0,5 \cdot N_{\text{бал}}, \text{ шт.} \quad (7.8)$$

8. Для обеспечения весового контроля расхода хлора каждая бочка-испаритель в горизонтальном положении размещается на платформе весов. Технические характеристики весов представлены в табл. 5.16 [2] или в табл. IV.1 [3].

9. Определение количества баллонов, размещаемых на складах.

9.1. При суточном расходе хлора более трех баллонов, при хлораторной надо предусмотреть хранение трехсуточного запаса хлора:

$$n_{\text{бал}} = N_{\text{бал}} \cdot 3, \text{ шт.} \quad (7.9)$$

9.2. Основной запас хлора хранится вне очистной станции на расходном складе, рассчитанном на месячную потребность в хлоре:

$$n_{\text{скл}} = \frac{24 \cdot Q_{\text{Cl}_2} \cdot 30}{55}, \text{ шт.} \quad (7.10)$$

8. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ДЕЗОДОРАЦИИ ВОДЫ

8.1. Выбор и обоснование метода дезодорации воды. Разработка технологической схемы.

При необходимости введения специальной обработки воды для удаления органических веществ, а также снижения интенсивности привкусов и запахов надлежит применять окисление и последующую сорбцию веществ, осуществляемую путем фильтрования воды через гранулированные активные угли с периодической их регенерацией или заменой.

В случаях кратковременного использования активных углей и при обосновании допускается применять их в виде порошка, вводимого в воду перед ее коагуляционной обработкой или перед фильтрами. Порошкообразный активный уголь подлежит вводить в воду до коагулянта с интервалом времени не менее 10 минут. Дозу угля перед фильтрами следует принимать до 5 мг/л [1]. Технологическая схема представлена на рисунке 7.

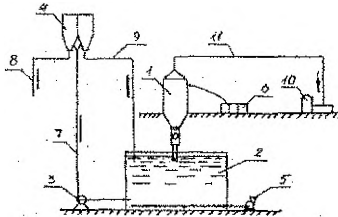


Рис. 7. Технологическая схема приготовления угольной пульпы: 1 – вакуум-бункер с секторным питателем; 2 – расходный бак угольной пульпы; 3 – насос для подачи угольной пульпы; 4 – дозатор; 5 – воздуходувка; 6 – хранение активного угля в таре; 7 – трубопровод для подачи угольной пульпы в смеситель; 8 – трубопровод подачи отдозированной пульпы в смеситель; 9 – трубопровод возврата угольной пульпы; 10 – вакуум-насос; 11 – вакуум-трубопровод.

8.2. Расчет установки для дезодорации воды угольной пульпой.

1. Суточный расход активного угля:

$$G = \frac{Q_{\text{сум}} \cdot D}{10000}, \text{ т}, \quad (8.1)$$

где $Q_{\text{сум}}$ - расчетный расход воды, м³/сут;

D - доза угля, мг/л, принимается до 5 мг/л.

2. По главе 11.3 [3] принимается типовой вакуум - бункер и рассчитывается количество суток, на которое загружается фильтр. По таблице 4.29 [2] или таблице V.31 [3] подбирается вакуум - насос.

3. Объем расходных баков угольной пульпы:

$$W = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot D \cdot T}{10000 \cdot b \cdot \gamma}, \text{ м}^3, \quad (8.2)$$

где $Q_{\text{расч}}$ - расход воды, м³/час;

T - время заготовки угольной пульпы, ч, принимается 12 - 24 ч.

b - концентрация угольной пульпы, %, принимается до 8 % [1];

γ - удельный вес угольной пульпы, т/м³, принимается $\gamma = 1$ т/м³.

Количество расходных баков не менее двух. Баки устраиваются прямоугольные в плане, размеры баков принимаются произвольно.

4. Для перемешивания раствора угольной пульпы в расходном баке предусматривается подача сжатого воздуха. Расход воздуха для перемешивания и подбор воздушного оборудования осуществляется по п. 2.1.5 данных методических указаний.

5. Расчет и подбор оборудования для дозирования угольной пульпы приведен в п. 3 данных методических указаний.

6. Подбор насосов для перекачивания угольной пульпы, арматуры и трубопроводов приведен в п. 4 данных методических указаний. Насосы и трубопроводы должны быть стойкими к абразивному воздействию угля.

9. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ И СУШКИ ОСАДКОВ

В последнее время все более широкое распространение получает метод механического обезвоживания осадков сточных вод, в котором процесс естественной сушки осадка на иловых площадках заменен фильтрацией под вакуумом (центрифугированием) на специальных сооружениях.

Метод механического обезвоживания осадка позволяет полностью механизировать и автоматизировать процесс обезвоживания осадка, высвободить значительные площади земли, требующиеся для иловых площадок, исключить зависимость сушки осадка от климатических условий, улучшить санитарное состояние территорий, расположенных рядом с очистными станциями.

На очистных станциях применяют следующие способы механического обезвоживания: вакуум-фильтрование, центрифугирование и фильтр-прессование.

Метод обезвоживания зависит от схемы обработки и использования осадков сточных вод. Сброженные в метантенках осадки, как правило, обезвоживаются на вакуум-фильтрах. Аэробно-стабилизированные осадки целесообразнее обезвоживать центрифугированием. Обезвоживание сырых осадков может производиться как вакуум-фильтрованием, так и фильтр-прессованием или центрифугированием.

9.1. Обезвоживание осадков вакуум-фильтрованием.

Механическое обезвоживание осадков сточных вод на вакуум-фильтрах в настоящее время находит применение на станциях средней и большой производительности. Наибольшее распространение для обезвоживания сброженного осадка получили барабанные вакуум-фильтры типа БОУ, а для обезвоживания сырого осадка и активного ила - барабанные вакуум-фильтры со сходящим полотном типа Б_сОУ.

9.1.1. Обезвоживание сброженного осадка вакуум-фильтрованием.

Аэробно сброженные осадки сточных вод имеют высокое удельное сопротивление, что затрудняет процесс обезвоживания их на вакуум-фильтрах. По литературным данным удельное сопротивление мезофильно сброженных осадков составляет $(520-9140) \cdot 10^{10}$, термофильно сброженных $\sim (3900-9500) \cdot 10^{10}$ см/г. Устойчивая работа вакуум-фильтров обеспечивается при условии, что удельное сопротивление осадка не превышает $60 \cdot 10^{10}$ см/г. Поэтому сброженный осадок перед вакуум-фильтрованием подвергается промывке с последующим уплотнением и обработке химическими реагентами. Схема обезвоживания сброженных осадков вакуум-фильтрованием представлена на рис. 8.

Промывной резервуар.

Промывка осадка производится очищенной сточной (технической) водой. Суточный расход промывной воды на 1 м^3 осадка, сброженного в мезофильных условиях смеси осадка из первичных отстойников и избыточного активного ила $n = 2-3 \text{ м}^3$, для термофильной сброженной смеси $n = 3-4 \text{ м}^3$.

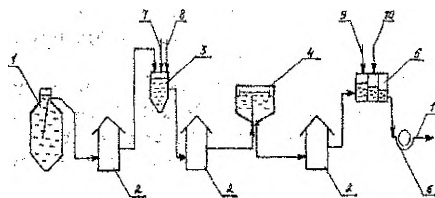


Рис. 8. Схема обезвоживания сброженных осадков: 1 – метантенк; 2 – иловая насосная станция; 3 – промывной резервуар; 4 – илоуплотнитель; 5 – смеситель; 6 – вакуум-фильтр; 7 – промывная вода; 8 – сжатый воздух; 9 – подача хлорного железа; 10 – подача раствора извести; 11 – кек

Продолжительность промывки $T_{пр}$ составляет 15-20 мин. Суточный объем осадка и промывной воды:

$$W_{см} = V_{общ} \cdot (1 + n), \text{ м}^3, \quad (9.1)$$

где $V_{общ}$ – общий объем смеси, загружаемой в метантенк, $\text{м}^3/\text{сут}$.

Объем промывных резервуаров:

$$W_{пр} = \frac{W_{см} \cdot T_{пр}}{24 \cdot 60}, \text{ м}^3. \quad (9.2)$$

Перемешивание смеси осадка и промывной воды производится сжатым воздухом из расчета $0,5 \text{ м}^3$ на 1 м^3 смеси. Расход воздуха для перемешивания:

$$V = \frac{W_{см}}{24} \cdot 0,5, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (9.3)$$

Промывные резервуары размещаются, как правило, в специальном помещении – камере промывки. Здесь же могут быть расположены резервуары для иловой воды и насосы для её перекачки.

Илоуплотнитель.

Уплотнение смеси промытого осадка и воды осуществляется в радиальных или вертикальных илоуплотнителях, рассчитанных на 12-18 часовое пребывание в них смеси.

Число илоуплотнителей – не менее 2.

Рабочий объем илоуплотнителя:

$$W_{упл} = \frac{W}{24} \cdot T_{упл}, \text{ м}^3, \quad (9.4)$$

где $T_{упл}$ – время уплотнения, ч, принимаемое в зависимости от типа илоуплотнителя и вида смеси п.6.371 [5].

Объем иловой части илоуплотнителя рассчитывается на хранение осадка влажностью 94 - 96% в течение $T=2$ суток:

$$W_{ин} = \frac{V_{осн} \cdot (100 - P_1) \cdot T}{100 - P_2}, \text{ м}^3, \quad (9.5)$$

где P_1 и P_2 - соответственно влажность смеси осадка выходящего из метантенка и уплотненного, %;

T - время хранения осадка, сут.

Общий объем илоуплотнителя:

$$W_{обш} = W_{ин} + W_{осн}, \text{ м}^3. \quad (9.6)$$

Выбор типовых илоуплотнителей производится по табл. 5.13 [6].

Расход промытого и уплотненного осадка влажностью 95% составит:

$$W_{ос} = V_{осн} \cdot \frac{100 - P_1}{100 - P_2}, \text{ м}^3 / \text{сут}. \quad (9.7)$$

Расход сливной воды, отводимой из илоуплотнителя:

$$Q = W_{ос} - W_{ин}, \text{ м}^3 / \text{сут}. \quad (9.8)$$

9.1.2. Обезвоживание сырых осадков вакуум-фильтрованием

Обезвоживание сырых осадков, имеющих более низкое удельное сопротивление, чем сброженные, на вакуум-фильтрах более эффективно. В связи с этим технологический процесс предварительной обработки сырых осадков в значительной степени упрощается - отпадает необходимость в их промывке и уплотнении. Схема обезвоживания сырых осадков на вакуум-фильтрах представлена на рис. 9.

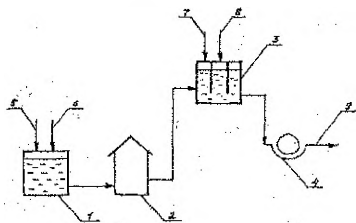


Рис. 9. Схема обезвоживания сырых осадков: 1 - промежуточный резервуар; 2 - насосная станция; 3 - смеситель; 4 - вакуум-фильтр; 5 - подача осадка; 6 - подача уплотненного активного ила; 7 - подача хлорного железа; 8 - подача раствора извести; 9 - кек

Технологическая схема вакуум-фильтровальной установки представлена на рис. 10.

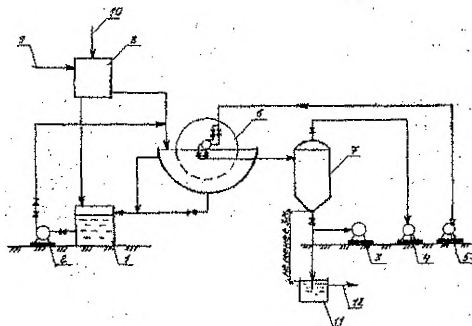


Рис. 10. Типовая схема установки барабанного вакуум-фильтра: 1 - резервуар осадка; 2 - насос; 3 - насос для откачки фильтрата; 4 - вакуум-насос; 5 - воздуходувка; 6 - вакуум-фильтр; 7 - ресивер; 8 - смеситель; 9 - подача осадка; 10 - ввод реагентов; 11 - резервуар для гидравлического затвора; 12 - отвод фильтрата

Как уже отмечалось выше, пе-

ред фильтрацией осадок обычно подвергается предварительной обработке химическими реагентами (коагулированию), которая обеспечивает устойчивую работу фильтров и повышает их производительность.

В качестве реагентов при коагулировании осадков городских сточных вод (согласно п.6.373.[5]) следует применять хлорное железо или сернистое окисное железо и известь в виде 10%-ных растворов.

Добавку извести в осадок следует предусматривать после введения хлорного или сернистого окисного железа.

Количество реагентов следует определять в расчете по $FeCl_3$ и CaO , в процентах к менее сухого вещества осадка:

- для сброженной промывной смеси осадка первичных отстойников и избыточного активного ила: $FeCl_3 = 4 \div 6\%$; $CaO = 12 \div 20\%$;

- для смеси осадка первичных отстойников и уплотненного избыточного активного ила: $FeCl_3 = 3 \div 5\%$; $CaO = 9 \div 13\%$.

Расход хлорного железа по чистому $FeCl_3$ составит:

$$P_{\text{ж}} = \frac{V_{\text{общ}} \cdot (100 - P) \cdot B}{100 \cdot 100}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (9.9)$$

где $V_{\text{общ}}$ — общий расход смеси сырого осадка и избыточного активного ила, $\text{м}^3/\text{сут}$;

P — влажность смеси, %;

B — доза коагулянта $FeCl_3$, %.

Значения $V_{\text{общ}}$, P и B принимаются из расчетов сооружений в зависимости от технологической схемы обработки осадка. Расход хлорного железа по товарному продукту при содержании чистого хлорного железа 60% составит:

$$P_{\text{т}} = \frac{P_{\text{ж}}}{0,6}, \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (9.10)$$

Расчет количества извести по чистому CaO и по товарному продукту ведется по тем же формулам. Содержание активной извести в товарном продукте составляет 70%.

Технологические схемы приготовления хлорного железа и извести представлены на рис. 1, 2, 4 соответственно. Расчет реагентного хозяйства хлорного железа и извести по данным схемам приведен соответственно в п. 2.1.4. и 2.2.4. данных методических указаний.

Расчет вакуум-фильтровальной установки заключается в определении количества оборудования для механического обезвоживания, его марки, типа, а также в подборе вспомогательного оборудования (см. рис.3)

Рабочая площадь вакуум-фильтров определяется по формуле:

$$F = \frac{W_{\text{ос}} \cdot (100 - P_2) \cdot 1000}{100 \cdot q \cdot T_1}, \text{ м}^2, \quad (9.11)$$

где $W_{\text{ос}}$ — объем осадка, подаваемого на обезвоживание, $\text{м}^3/\text{сут}$;

P_2 — влажность осадка, подаваемого на обезвоживание, %;

T_1 — время работы вакуум-фильтров в сутки;

q — часовая пропускная способность вакуум-фильтра по сухому веществу осадка $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{час}$ (принимается по табл. 62 [5]).

Основные показатели работы барабанных вакуум-фильтров марки БОУ и БОУ_{сх}, а также их техническая характеристика представлена в табл. 5.30 [6], табл. 37.3 и 37.4 [7] и табл. 7.13. [2].

Расход кека, образующегося в течении суток составит:

$$W_{\text{к}} = \frac{W_{\text{ос}} \cdot (100 - P_2)}{100 - P_2}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (9.12)$$

где P_2 — влажность обезвоженного осадка, %, принимается по табл. 62 [5]

Расход образующегося фильтрата:

$$Q_{\Phi} = W_{oc} - W_{\kappa}, \text{ м}^3 / \text{сут.} \quad (9.13)$$

Фильтрат рекомендуется направлять в камеру промывки, так как содержащиеся в нем непрореагированные коагулянты способствуют снижению концентрации взвеси в сливной воде илоуплотнителей промывного осадка.

Вакуум-насосы.

Для комплектования вакуум-фильтровальных установок применяются вакуум-насосы различных типов. Наибольшее распространение получили водокольцевые вакуум-насосы типа ВВН, не требующие тщательной очистки отсасываемого воздуха от фильтрата. На крупных установках при применении большого числа вакуум-фильтров вспомогательное оборудование, в том числе вакуум-насосы, целесообразно объединять с целью укрупнения. В этих случаях применяются сухие вакуум-насосы, имеющие большую производительность.

Подбор типа и числа вакуум-насосов производителя исходя из удельной нормы расхода отсасываемого воздуха, равной 1 м^3 на 1 м^2 поверхности фильтра в 1 мин. при вакууме 50-70%.

Подбор осуществляется по таблицам 5.31 [6], 4.29 – 4.31 и 7.15 [2].

Воздуходувки.

Воздух, подаваемый на фильтры (на отдувку кека), должен быть чистым, без содержания брызг воды и масла, так как вода может увлажнять осадок при отдувке, а масло адсорбируется тканью и снижает ее пропускную способность. Тип воздуходувки может быть использован любой. Подбор типа и числа воздуходувок производится исходя из удельной нормы расхода сжатого воздуха, равной $0,1 \text{ м}^3$ на 1 м^2 поверхности фильтра в 1 мин.

Могут быть применены водокольцевые воздуходувки (необходимо устанавливать с водоотделителями) типа ВК (таб. 4.28 – 4.31 [2]) и воздуходувки типа ТВ (таб. 4.26 – 4.27 [2]).

Ресивер.

Ресиверы предназначаются для отделения фильтрата от воздуха. Каждый вакуум-фильтр оборудуется ресивером. Конструктивно ресивер представляет собой цилиндрический резервуар, разделенный на разделяющую и очищающую зоны, не доходящей до дна вертикальной перегородкой.

При выборе емкости ресивера исходят из следующих соображений: отношение поперечного сечения разделяющей и очищающей зон принимают равным 1:4, скорость воздуха в очищающей зоне – 1 м/с, а в проходе между перегородкой и жидкостью – до 1,5 м/с.

Ресиверы устанавливаются таким образом, чтобы трубопровод, идущий от вакуум-фильтра, не имел подъема.

Техническая характеристика ресиверов представлена в табл. 7.14 [2].

Насосы.

Откачка фильтрата из ресивера производится центробежными насосами. Наиболее часто применяются насосы типов К, СМ и вихревые. Производительность насоса выбирается без излишнего запаса, так как при недостатке жидкости в ресивере наблюдается явление кавитации. Насосы устанавливаются под залив.

Вакуум-фильтры по требованию заказчика могут поставяться комплектно со вспомогательным оборудованием (табл. 7.15 [2]), а также и без него.

При обезвоживании некоторых видов осадков, в особенности осадков после реагентной обработки, фильтровальная ткань быстро забивается. Согласно п.6.375 и п. 6.376 [5] надлежит предусматривать промывку фильтровальной ткани производственной водой, а также периодическую (через 8-24 часа) регенерацию

ее 8-10%-ым раствором ингибированной соляной кислоты. Количество ингибированной соляной кислоты надлежит определять исходя из годовой потребности кислоты 20%-ой концентрации на 1 м² фильтрующей поверхности: 20 л – для вакуум-фильтров типа БОУ_{сх} и 50 л – для вакуум-фильтров типа БОУ. Число резервуаров кислоты следует принимать не менее двух.

9.2. Обезвоживание осадков центрифугированием.

Обезвоживанию методом центрифугирования могут подвергаться осадки из первичных отстойников, активный ил из вторичных отстойников и их смеси, сброженные осадки из метантенков и аэробно стабилизированные осадки.

Центрифугирование является высокоэффективным методом обезвоживания осадков, его применение целесообразно для станций пропускной способностью до 100 тыс. м³/сут.

Достоинства центрифугирования – простота и экономичность процесса, низкая влажность обезвоженного осадка (кека), возможность работы без применения реагентов.

Центрифугирование без применения коагуляции осадков химическими реагентами позволяет получать кек влажностью 50-80%, но вынос взвеси с фугатом при этом достигает 40-60% сухого вещества осадка (по массе).

Обезвоживание осадков сточных вод осуществляется с использованием непрерывно действующих осадительных центрифуг со шнековой выгрузкой кека (типа ОГIII) или же с использованием импортного оборудования (фирм KND HUMBOLDT WEDAG, Alfa Lava I и т.д.).

Подбор оборудования для центрифугирования осадка заключается в определении типа и числа оборудования (рабочего и резервного), а также в определении количества образующегося кека и фильтрата.

Количество осадка по сухому веществу составляет:

$$P_{\text{сх}} = W_{\text{сх}} \cdot \left(1 - \frac{P}{100}\right), \text{ м}^3 / \text{сут}, \quad (9.14)$$

где $W_{\text{сх}}$ и P – соответственно расход, м³/сут, и влажность, %, осадка подаваемого на обезвоживание.

Определяем тип центрифуги, ее производительность (q , м³/ч) по осадку, а также количество рабочих и резервных единиц.

Продолжительность работы центрифуг составит:

$$t = \frac{W_{\text{сх}}}{N \cdot q}, \text{ ч / сут}, \quad (9.15)$$

где N – количество рабочих центрифуг, шт.

Расход обезвоженного осадка (кека):

- по массе сухого вещества:

$$P_1 = \frac{P_{\text{сх}} \cdot \varepsilon}{100}, \text{ м}^3 / \text{сут}, \quad (9.16)$$

где ε – эффективность задержания сухого вещества, %, принимается по табл. 37.12 [7] или табл. 63 [5];

- по объему:

$$Q = \frac{P_1}{\rho \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{к}}}{100}\right)}, \text{ м}^3 / \text{сут}, \quad (9.17)$$

где $P_{\text{к}}$ – влажность кека, принимается по табл. 63 [5];

ρ – плотность кека, для расчетов принимается равной 0,85 г/м³.

Расход фугита:

- по массе сухого вещества: $P_2 = P_{ox} - P_1, \text{ м/сут};$ (9.18)

- по объему: $Q_2 = W_{oc} - Q, \text{ м}^3/\text{сут}.$ (9.19)

Подача осадка на центрифугу типа ОГШ осуществляется самотеком из резервуара-регулятора.

Технические характеристики центрифуг типа ОГШ представлены в табл. 37.11 [7] и табл. 5.32 [6].

9.3. Обезвоживание осадков фильтр-прессованием.

Для глубоко обезвоживания осадков сточных вод применяют фильтр-прессы. Механическое обезвоживание на фильтр-прессах позволяет получить осадок с самой низкой влажностью 42-56%. Фильтр-прессы рекомендуется применять в схемах, где конечной стадией обработки являются сушка, сжигание или утилизация, при которых требуется получение осадков с максимально низкой влажностью.

Показатели работы фильтр-прессов значительно улучшаются при реагентной обработке осадков и добавлении присадочного материала, в качестве которого может использоваться зола от сжигания осадков.

Для обезвоживания осадков сточных вод могут применяться ленточные фильтр-прессы непрерывного действия, а также раздвижные фильтр-прессы периодического действия (типа ФПАКМ).

Принципиальная схема установки фильтр-пресса ФПАКМ представлена на рис. 11.

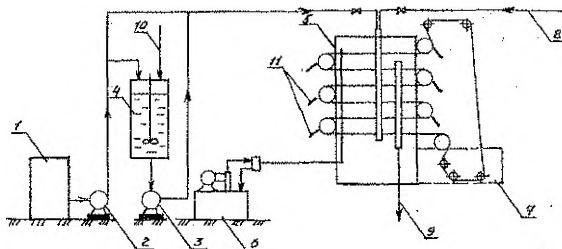


Рис. 11. Типовая схема установки фильтр-пресса типа ФПАКМ: 1 – промежуточный резервуар осадка; 2 – насос для подачи осадка; 3 – насос для подачи осадка на фильтр; 4 – смеситель; 5 – фильтр-пресс; 6 – водонасосная станция; 7 – камера промывки фильтровальной ткани; 8 – подача сжатого воздуха; 9 – отвод фильтрата; 10 – ввод реагентов; 11 – ножи для съема осадка с фильтровальной ткани.

Необходимая рабочая площадь фильтр-прессов составит:

$$F = \frac{W_{oc} \cdot (100 - P_1) \cdot 1000}{100 \cdot q \cdot T}, \text{ м}^2, \quad (9.20)$$

где W_{oc} – объем осадка, подаваемого на обезвоживание, $\text{м}^3/\text{сут};$

P_1 – влажность подаваемого осадка, %;

T – продолжительность работы фильтр-пресса в сутки, час;

q – пропускная способность фильтр-пресса, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{час})$, принимается по табл. 37.10 [7].

Объем образующегося кека составит:

$$W_k = \frac{W_{oc} \cdot (100 - P_1)}{100 - P_2}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (9.21)$$

где P_2 — влажность кека, %, принимается по табл. 37.10 [7].

Расход фильтрата:

$$Q_{\phi} = W_{oc} - W_{\kappa}, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (9.22)$$

Фильтраты типа ФПАКМ поставляются в комплекте с водонасосной станцией для подачи воды на диафрагму и системой управления, предусматривающей автоматическую работу фильтра от реле времени.

Техническая характеристика фильтр-прессов типа ФПАКМ представлена в таблицах 5.33 [6] и табл. 37.9 [7].

При определении количества резервного оборудования необходимо руководствоваться требованиями п. 6.385 [5].

9.4. Термическая обработка обезвоженных осадков.

Полученный в результате механического обезвоживания осадок содержит 42-80% воды. При значительных количествах осадка на станции возникают проблемы по его хранению, утилизации и транспортированию.

Согласно п. 6.407 [5] необходимость термической сушки осадка должна определяться условиями дальнейшей его утилизации и транспортирования.

Термическая обработка осадка производится в тех случаях, когда требуется его обеззараживание и дальнейшее снижение влажности.

Для очистных станций пропускной способностью до 30 тыс. м³/сут термическую обработку целесообразно производить в камерах дегельминтизации (КДГМ). При большей пропускной способности предусматривается термическая сушка осадка, которая производится в различных сушильных установках: барабанных сушилках, сушилках с кипящим слоем, сушилках со встречными струями, а также в вакуум-сушилках.

Подбор сушилок следует производить исходя из производительности по испаряемой влаге с учетом паспортных данных оборудования (п. 6.409 [5]).

Количество осадка в расчете на сухое вещество:

$$Q_{\text{см.сух.}} = \frac{W_{oc} \cdot (100 - P)}{100}, \text{ кг,} \quad (9.23)$$

где W_{oc} и P — соответственно расход, т/сут, и влажность, %, смеси подаваемой на обезвоживание.

Увеличение массы сухого осадка за счет вводимых реагентов (FeCl_3 и CaO) составляет 5%, т.е.: $Q_{\text{сух.}} = Q_{\text{см.сух.}} + 0,05 \cdot Q_{\text{см.сух.}}, \text{ кг.}$

Количество влаги в кеке, подаваемом на сушку:

$$B_1 = \frac{Q_{\text{сух.}} - W_{\kappa}}{100 - W_{\kappa}}, \text{ м}^3/\text{сут,} \quad (9.24)$$

где W_{κ} — влажность кека, %.

Количество влаги осадка после термической сушки:

$$B_2 = \frac{Q_{\text{сух.}} \cdot W_c}{100 - W_c}, \text{ м}^3/\text{сут,} \quad (9.25)$$

где W_c — влажность осадка после термической сушки, принимается согласно п. 6.411 [5].

Количество испаряемой влаги:

$$\Delta B = B_1 - B_2, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (9.26)$$

Продолжительность работы сушилки:

$$T = \frac{\Delta B}{q_t},$$

где q_t — производительность сушильного аппарата, т/сут.

Осадок после термической сушки представляет собой незагнивающий, свободный от гельминтов и патогенных микроорганизмов, внешне сухой сыпучий материал.

Технические характеристики сушилок представлены: вакуум-сушилок — табл. 38.2. [7], типа СВС (сушилка со встречными струями), [6,7].

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» - М.: Стройиздат, 1985 – 136 с.
2. Трубы, арматура и оборудование водопроводно-канализационных сооружений /А.С.Москвитин, В.И.Махров, Е.В.Авдеев и др.; Под ред. А.С. Москвитина – М.: Стройиздат, 1970. – 528 с., ил. – (Справочник по специальным работам).
3. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений /А.С. Москвитин, Б.А. Москвитин, Г.М.Миренчик, Р.Г.Шапиро; Под ред. А.С.Москвитина – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с., ил. – (Справочник монтажника).
4. Николадзе Г. И., Мицц Д. М., Кастальский А. А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения: Учеб. Пособие по спец. “Водоснабжение и канализация” для вузов. – М.: Высш. шк., 1984. – 368 с., ил.
5. СНиП 2.04.03 – 85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» - М.: Стройиздат, 1986 – 72 с.
6. Лагидзева М.П. и др. Очистка сточных вод (примеры расчетов). – Минск.: Высшая школа, 1983. – 232 с.
7. Справочник проектировщика. Канализация населённых мест и промышленных предприятий. - М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
Введение.....	3
1. Общие сведения.....	4
1.1. Объем графической части проекта и пояснительной записки.....	4
2. Расчет и подбор оборудования для приготовления растворов реагентов.....	4
2.1. Расчет и подбор оборудования реагентного хозяйства коагулянта.....	4
2.1.1. Технические продукты, используемые в качестве коагулянтов.....	4
2.1.2. Расчет доз реагентов.....	5
2.1.3. Разработка технологической схемы.....	5
2.1.4. Расчет и подбор оборудования для приготовления раствора коагулянта.....	6
2.1.5. Расчет и подбор оборудования для интенсификации растворения коагулянта.....	8
2.2. Расчет и подбор оборудования реагентного хозяйства для подщелачивания воды.....	9
2.2.1. Технические продукты, используемые в качестве реагента для подщелачивания воды.....	9
2.2.2. Расчет доз реагентов.....	9
2.2.3. Разработка технологической схемы.....	9
2.2.4. Расчет и подбор оборудования для приготовления раствора извести.....	10
2.2.5. Подбор устройств и оборудования для перемешивания раствора извести.....	12
2.3. Расчет и подбор оборудования реагентного хозяйства флокулянта.....	12
2.3.1. Технические продукты, используемые в качестве флокулянтов.....	12
2.3.2. Расчет доз реагентов.....	12
2.3.3. Расчет и подбор оборудования для приготовления раствора ПАА.....	13
3. Расчет и подбор оборудования для дозирования растворов реагентов.....	13
4. Насосы, трубопроводы и арматура для транспортирования растворов реагентов.....	14
5. Склады реагентов.....	16
6. Подбор подъемно-транспортного оборудования.....	17
7. Проектирование и расчет блока обеззараживающего реагента.....	18
7.1. Выбор и обоснование метода обеззараживания.....	18
7.2. Расчет хлораторной установки для дозировки жидкого хлора.....	18
8. Сооружения для дезодорации воды.....	20
8.1. Выбор и обоснование метода дезодорации воды. Разработка технологической схемы.....	20
8.2. Расчет установки для дезодорации воды угольной пульпой.....	20
9. Сооружения для механического обезвоживания и сушки осадков.....	21
9.1. Обезвоживание осадков вакуум-фильтрованием.....	21
9.1.1. Обезвоживание сброженного осадка вакуум-фильтрованием.....	22
9.1.2. Обезвоживание сырых осадков вакуум-фильтрованием.....	23
9.2. Обезвоживание осадков центрифугированием.....	26
9.3. Обезвоживание осадков фильтр-прессованием.....	27
9.4. Термическая обработка обезвоженных осадков.....	28
Список используемых источников.....	29

Учебное издание

Составители: Ковальчук Вячеслав Леонтьевич
Головач Татьяна Ивановна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для выполнения курсовых проектов и практических
занятий по дисциплине “Оборудование сооружений
по очистке природных и сточных вод”
для студентов специальности 70 04 03 – дневной и
заочной форм обучения**

Ответственный за выпуск: Ковальчук В.Л.
Редактор: Строкач Т.В.
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 25.11.2003 г. Формат 60x84^{1/16}. Усл. п. л. 1,88. Уч. изд.
л. 2,0. Заказ № 883. Тираж 150 экз. Отпечатано на ризографе учреждения
образования «Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.