МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора института
Н. В. СМИРНОВ
15 декабря 1982 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСНАЩЕНИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ ОБОРУДОВАНИЕМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИМ РАЦИОНАЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА СУШКУ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Одобрены Главстройпромом

Москва 1983

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников главных управлений, трестов, предприятий и организаций, необходимые при решении вопросов, связанных с оснащением предприятий стройиндустрии теплотехническим оборудованием, арматурой, автоматикой и контрольно-измерительными приборами для управления тепловыми процессами и контроля, а также учета расхода различных теплоносителей, нефтепродуктов и воды.

Рекомендации разработаны лабораторией использования энергоресурсов и климатических испытаний (канд.техн.наук А.Р.Соловьянчик при участии канд.техн.наук В.П. Абрамова и инж. О.И. Михайловой.

Зав.отделением вычислительной техники, методов исследований, испытаний конструкций и материалов — **В.Л.Бурштейн**

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. На многих предприятиях Минтрансстроя, построенных IO–I5 лет назад, физически и морально устарело различное теплотехническое оборудование, средства автоматизации и теплопотребляющие устройства. Для рационального использования топлива и тепловой энергии на деревообрабатывающих предприятиях и заводах сборного железобетона наряду с совершенствованием технологии сушки и тепловой обработки необходимо осуществлять мероприятия по техническому перевооружению котельных, пропарочных и сушильных камер, налаживать систему учета и контроля расхода топлива и тепловой энергии.

I.2. Техническое перевооружение предприятий должно проводиться экономно, без излишних капитальных затрат на перестройку помещений. Использование настоящих Рекомендаций позволит решать поставленные задачи с минимальными затратами.

I.3. Перед началом технического перевооружения предприятий службам Главного энергетика, Главного механика и Главного технолога предприятий необходимо провести обследование состояния оборудования с составлением технических паспортов на котлы и другое теплотехническое оборудование и тепловые установки.

I.4. Службам главных энергетиков и главных механиков трестов на основании технических паспортов необходимо установить очередность технического перевооружения предприятий, обратив особое внимание на установку в кратчайшие сроки на всех предприятиях приборов для учета расхода топлива и тепловой энергии как в целом по предприятию, так и по отдельным его цехам.

2. ВЫБОР КОТЛОАГРЕГАТОВ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Принципы выбора состава оборудования и устройств котельных установок

2.I. Оборудование котельных установок следует выбирать, исходя из назначения и тепловой мощности котельной. При этом рекомендуется различать мощность котельной тепловую (полную), установленную, рабочую и резервную.

Т е п л о в о й м о щ н о с т ь ю следует считать ее мак-

симальную суммарную мощность, отпускаемую в тепловую сеть по всем видам теплоносителя, выраженную в Гкал/ч.

Тепловая мощность котельных определяется:

для отопительных котельных – суммой часовых расходов тепла на отопление и вентиляцию при максимально-зимнем режиме и среднечасовых расходов тепла за отопительный период на горячее водоснабжение – при открытых системах тепловых сетей и максимально-часовых при закрытых;

для промышленно-отопительных и промышленных котельных – суммой часовых расходов тепла на отопление и вентиляцию при максимально-зимнем режиме, максимально-часовых расходов тепла на технологические нужды и среднечасовых расходов тепла за отопительный период на горячее водоснабжение – при открытых системах тепловых сетей и максимально-часовых – при закрытых.

У с т а н о в л е н н а я м о щ н о с т ь – суммарная мощность котельной при номинальной нагрузке всех установленных котлоагрегатов.

Р а б о ч а я м о щ н о с т ь – суммарная мощность работающих котлоагрегатов при фактической нагрузке в данный период времени. Ее определяют, исходя из суммы тепловой нагрузки потребителей и тепла, используемого на собственные нужды котельной в данный период времени.

Р е з е р в н а я м о щ н о с т ь котельной складывается из явного и скрытого резервов. Скрытый резерв – разность между установленной и рабочей мощностью. Явный резерв составляет суммарная номинальная мощность котлоагрегатов, не работающих в данный период времени и находящихся в холодном состоянии.

Р а б о ч у ю м о щ н о с т ь котельных при максимальной нагрузке по тепловым нагрузкам потребителям рекомендуется определять по формулам, приведенным в табл. I.

2.2. Состав оборудования котельных установок рекомендуется выбирать в зависимости от типа котельной и вида применяемого топлива, определяющих технологическую структуру выработки теплоносителя.

Таблица I

Формулы для определения рабочей мощности котельных

Характер тепловой нагрузки	Теплоноситель, отпускаемый из котельной	Тип котлоагрегата	Вид топлива	Схема горячего водоснабжения	Формула	№ формулы
Отопление и вентиляция, горячее водоснабжение	Горячая вода	Водогрейные	Мазут	Открытая	$Q_к^б = 1{,}0519\,Q_{о.в} + 1{,}182\,Q_{г.в}$	(I)
				Закрытая	$Q_к^б = 1{,}0526\,(Q_{о.в} + Q_{г.в})$	(2)
			Твердое	Открытая	$Q_к^б = 1{,}0172\,Q_{о.в} + 1{,}182\,Q_{г.в}$	(3)
				Закрытая	$Q_к^б = 1{,}018\,(Q_{о.в} + Q_{г.в})$	(4)
Технологическая	Пар под давлением 14 кгс/см^2	Паровые	Мазут	—	$D_к = D_п\,(1{,}273 - 0{,}00168\,\frac{t_{б.к}\,G_{б.к}}{D_п})$	(5)
			Твердое		$D_к = D_п\,(1{,}217 - 0{,}00168\,\frac{t_{б.к}\,G_{б.к}}{D_п})$	(6)
	24 кгс/см^2		Мазут		$D_к = D_п\,(1{,}273 - 0{,}00153\,\frac{t_{б.к}\,G_{б.к}}{D_п})$	(7)
			Твердое		$D_к = D_п\,(1{,}217 - 0{,}00153\,\frac{t_{б.к}\,G_{б.к}}{D_п})$	(8)
	40 кгс/см^2		Мазут		$D_к = D_п\,(1{,}25 - 0{,}00155\,\frac{t_{б.к}\,G_{б.к}}{D_п})$	(9)
			Твердое		$D_к = D_п\,(1{,}284 - 0{,}00155\,\frac{t_{б.к}\,G_{б.к}}{D_п})$	(10)

Примечания: I. Для водогрейных котельных с открытой схемой горячего водоснабжения нагрузки приняты в размере 20 % общей нагрузки.

2. Для паровых котельных учтен отпуск 20 % тепла в горячей воде по закрытой схеме.

3. Для котельных, работающих на мазуте, учтен расход тепла на подогрев мазута при сливе, хранении и транспортировке.

4. Для котельных северной строительно-климатической зоны учитывается дополнительный расход тепла на подогрев водопроводной воды в размере 4–6 % отпуска тепла для систем отопления.

5. В формулах приняты следующие обозначения:

$Q_к^б$ – теплопроизводительность водогрейных котельных, Гкал/ч;

$Q_{о.б}$ – максимальная нагрузка на отопление и вентиляцию, Гкал/ч;

$Q_{г.в}$ – средняя часовая нагрузка горячего водоснабжения, Гкал/ч;

$D_к$ – производительность паровых котельных, т/ч;

$D_п$ – максимальная нагрузка на технологию, т/ч;

$G_{б.к}$ – максимальный возврат конденсата, т/ч;

$t_{б.к}$ – температура возвращаемого конденсата, °С.

2.3. *При проектировании и реконструкции котельных рекомендуется* применять блочное заводское оборудование или разрабатывать монтажные блоки оборудования для изготовления на заводах. Технологическое оборудование котельных может состоять из следующих блоков:

I группа. Установка мазутоснабжения: блок оборудования мазутоснабжения (насосы подающие и циркуляционные, подогреватели и фильтры); блок оборудования ввода жидких присадок в мазут (насосы-дозаторы, циркуляционные насосы и подогреватели).

2 группа. Котлоагрегат и его вспомогательное оборудование: собственно котел с топочным устройством в блоках заводской поставки; хвостовые поверхности нагрева, тягодутьевые машины с электродвигателями, золоуловители и механизмы шлакозолоудаления в пределах котла в блоках заводской поставки; блоки: пылегазовоздухопроводов, трубопроводов в пределах котлоагрегата, сепаратора непрерывной продувки.

Оборудование шлакозолоудаления: пневматические системы-блоки (шлакодробилок, отсосывающих устройств, шлакозолопроводов, осадительной станции); гидравлические системы - блоки (шлакодробилок, смывных и багерных насосов, шлакозолопроводов).

3 группа. Блоки: редукционно-охладительной установки, подогревателей сетевой воды, сетевых насосов, рециркуляционных насосов, трубопроводов узла выдачи горячей воды в систему теплоснабжения.

Установка централизованного горячего водоснабжения - блоки: перекачивающих насосов, насосов горячего водоснабжения, теплообменников, управления установкой централизованного горячего водоснабжения.

4 группа. Установки подготовки исходной воды - блок подготовки исходной воды (*насосы сырой воды и подогреватели*).

Установки химической очистки воды – блоки: управления группами фильтров для различных схем обработки воды, насосов декабонизированной воды, промывки фильтров, коррекционной обработки воды.

Деаэрационно-питательная и деаэрационно-подпиточные установки-блоки: деаэраторов, охладителей выпара, питательных и подпиточных насосов, пультов управления; единый (укрупненный) блок деаэрационно-питательный или деаэрационно-подпиточной установки.

Установка сбора и перекачки конденсата – блок конденсатных насосов.

Блоки магистральных трубопроводов котельной.

2.4. При проектировании и реконструкции котельных особое внимание следует уделять выбору количества и теплопроизводительности теплоагрегатов.

Количество и теплопроизводительность котлоагрегатов рекомендуется выбирать по максимальному расходу тепла с тем, чтобы при выходе из строя одного из котлоагрегатов оставшиеся обеспечивали максимальный отпуск тепла на технологические нужды, средний за наиболее холодный месяц отпуск тепла на отопление и вентиляцию и среднечасовой отпуск тепла на горячее водоснабжение с учетом расхода тепла на собственные нужды котельной. Для районов северной строительно-климатической зоны при выходе из строя одного из котлоагрегатов должна быть обеспечена нагрузка на отопление при средней температуре наружного воздуха за наиболее холодную пятидневку. Режим работы выбранных котлоагрегатов проверяется по летней нагрузке.

Число рабочих котлоагрегатов z теплопроизводительностью рекомендуется определять по относительной величине допустимого снижения нагрузки α при выходе из строя одного из котлов. Зная

$$\alpha = \frac{Q_{н.х.м}}{Q_м}, \qquad (11)$$

где $Q_{н.х.м}$ – нагрузка котельной в режиме наиболее холодного месяца или допустимое снижение нагрузки, Гкал/ч;

$Q_м$ – максимальная нагрузка котельной (расчетная), Гкал/ч;

определяем

$$z Q_к = Q_м \quad и (z-1) Q_к = Q_{н.х.м} \qquad (12)$$

$$и \quad z = \frac{1}{1-\alpha} \qquad (13)$$

При относительных снижениях нагрузки котельной, равных 0,67; 0,75; 0,8 и 0,875 от максимальной, допустимое количество котлоагрегатов составляет соответственно 3,4,5 и 8. Независимо от типа котельной рекомендуется устанавливать не менее двух котлоагрегатов. Оптимальное количество котлоагрегатов определяют по величине капитальных затрат с учетом конечной мощности котельной:

для паровых или водогрейных котельных 3-4, для пароводогрейных 6-8.

2.5. Рекомендуется устанавливать однотипные котлоагрегаты одинаковой производительности, с максимальной укрупненной единичной мощностью. Паровые котлоагрегаты следует выбирать с учетом давления и температуры пара. Паровые котлоагрегаты должны обеспечивать требуемые параметры пара у потребителя с учетом потерь давления и тепла во внешних тепловых сетях.

Укрупнение единичной мощности котлоагрегатов приводит к сокращению их количества, а также количества единиц вспомогательного оборудования, строительного объема зданий котельных и протяжения коммуникаций в них.

2.6. Выбор котлоагрегатов необходимо производить не только на основании энергетической эффективности, но и путем технико-экономического анализа.

Работу по выбору котлоагрегатов рекомендуется начинать с выбора топочных устройств.

Выбор топочных устройств

2.7. Тип топочных устройств (камерный, слоевой или факельно-слоевой) выбирают в зависимости от вида топлива, его свойств, физико-химических свойств золы, а также от производительности и конструкции котлоагрегатов. Топочное устройство должно обеспечивать экономичность работы котлоагрегата, бесшлаковочную работу поверхностей нагрева, отсутствие газовой коррозии экранных труб, минимальное содержание окислов азота и сернистых соединений.

2.8. В действующих котельных полумеханические и механические топки старых конструкций (ПМЗ-РПК, ПМЗ-ЛЦР и ПМЗ-ЧЦР) рекомендуется заменять на топки новых конструкций типа ТЧЗ, ЛЗ, ТЧ и ЗП-РПК, выпускаемые Кусинским машиностроительным заводом им. 60-летия Октября.

2.9. При замене топок рекомендуется руководствоваться следующими данными:

топки механические с забрасывателями и цепной решеткой обратного хода типа ТЧЗ (с чешуйчатой цепной решеткой) и типа ТЛЗ (с ленточной решеткой) соответственно заменили топки типов ПМЗ-ЧЦР и ПМЗ-ЛЦР);

забрасыватели пневмомеханические типа ЗП для топок ТЧЗ, ТЛЗ и РПК с пластинчатым питателем (ГОСТ 15837-70) заменили забрасыватели ПМЗ с шунжерным питателем;

топки механические с цепной решеткой прямого хода типа ТЧ (ОСТ 108.033.102-76), заменившие топки ЧЦР;

решетки горизонтальные с поворотными колосниками для сжигания твердого топлива типа РПК, изготавливаются для комплектации с топками ЗП-РПК.

Технические характеристики топок типов ТЛЗ и ТЧЗ и ТЧ приведены в табл. 2, а технические характеристики пневмомеханических забрасывателей типа ЗП-400 и ЗП-600 для механических и полумеханических топок - в табл. 3.

Для решеток топок типа ТЧЗ и ТЛЗ типа Т52-12-8-6-ЧЦ2 следует применять электродвигатели мощностью 1,4-2,5-3-4 кВт с частотой вращения 470-715-930-1430 об/мин; для решеток топок типа ТЛЗМ - электродвигатели типа 3ТС-2-16 мощностью 1,8 кВт.

Для пневмомеханических забрасывателей типа ЗП-400 и ЗП-600 используется электродвигатель типа АО2-22-6Ц2.

Топки ТЧЗ оборудуются устройством для удаления провала из воздушных коробов.

Топки ТЛЗ с длиной решетки до 3 м выпускаются с моноблочными цепными решетками ТЛЗМ. Решетки поставляются одним блоком, смонтированным на раме, и предназначены для комплектации котлоагрегатов типа КЕ. По согласованию с заводами-изготовителями топками ТЛЗМ могут комплектоваться котлоагрегаты типа ДКВр.

опки с частичной механизацией топочного процесса типа ТЧ имеют только механизацию подачи топлива и удаления шлака. Применение топок типа ТЧ ограничивается топливом с порошкообразным и слабоспекшимся нелетучим остатком.

Топки ЗП-РПК относятся к группе факельно-слоевых и имеют механизированной только одну операцию - непрерывную подачу топлива на решетку. Удаление шлака требует ручного труда. Топки являются единственным топочным устройством, пригодным для сжигания грохоченных антрацитов АС, АМ под котлами паропроизводительностью 6,5 т/ч и ниже.

Таблица 2

Технические характеристики топок типов ТЧЗ, ТЧЗ и ТЧ

Типоразмеры топок	Размеры колосникового полотна, мм		Активная площадь зеркала горения, $м^2$	Количество дутьевых зон	Тип редуктора	Забрасыватель		Масса, т	
	ширина	длина				типоразмер	количество	топки	блоке панной решетки
ТЧЗ-2,7/4,0[X]	2700	4000	9,I	3	РТ-I200	ЗП-600	2	2I,4	-
ТЧЗ-2,7/5,6[X]	2700	5600	I3,4	4	РТ-I200	ЗП-600	2	25,6	-
ТЧЗ-2,7/6,5[X]	2700	6500	I5,8	4	РТ-I200	ЗП-600	2	28,3	-
ТЧЗ-2,7/8,0	2700	8000	I9,9	5	РТ-I200	ЗП-600	2	33,0	-
ТЧЗ-4,92/4[XX]	4920	4000	I6,6	3	РТ-3000	ЗП-600	4	39,0	-
ТЧЗ-4,92/5,6[XX]	4920	5600	24,4	4	РТ-3000	ЗП-600	4	48,0	-
ТЧЗ-I,87/4,0[XX]	I870	4000	6,3	3	РТ-I200	ЗП-4000	2	I3,0	-
ТЧЗ-2,7/3,0[X]	2700	3000	6,4	2	РТ-I200	ЗП-600	2	I5,6	-
ТЧЗ-2,7/4,0[X]	2700	4000	9,I	3	РТ-I200	ЗП-600	2	I8,0	-
ТЧЗМ-I,87/2,4[X]	I870	2400	3,3	2	ПТБ-I200	ЗП-400	2	II,0	7,7
ТЧЗМ-I,87/3,0[X]	I870	3000	4,4	2	ПТБ-I200	ЗП-400	2	I3,5	8,6
ТЧЗМ-2,7/3,0[X]	2700	3000	6,4	2	ПТБ-I200	ЗП-600	2	I5,3	I0,6
ТЧ-2,7/6,5	2700	6500	I5,47	4	РТ-I200	-	-	26,4	-

Продолжение табл. 2

Типоразмеры топок	Размеры колосникового полотна, мм		Активная площадь зеркала горения, $м^2$	Количество дутьевых зон	Тип редуктора	Забрасыватель		Масса, т	
	ширина	длина				типоразмер	количество	топки	блока цепной решетки
ТЧ-2,7/8,0	2700	8000	19,52	5	РТ-1200	-	-	31,4	-
ТЧ-3,07/5,6	3070	5600	14,82	4	РТ-3000	-	-	29,0	-

X Топки изготавливаются Кусинским машиностроительным заводом им.60-летия Октября.

XX По ОСТ 108.033 I03-76.

Таблица 3

Технические характеристики пневмомеханических забрасывателей для механических и полумеханических топок

Показатели	Единица измерения	Типоразмер забрасывателя	
		ЗП-400	ЗП-600
Производительность котлоагрегата на один забрасыватель независимо от характеристик угля	т/ч	8	I2
Ширина ротора	мм	400	600
Максимальная активная длина обслуживаемой решетки	мм	4965	4965
Длине роторе по лопастям	мм	390	590
Диаметр ротора	мм	224	224
Частота вращения ротора при активной длине решетки, м:	об/мин		
менее 4		470;660;910	470;660;9I0
более 4		900;I000; II00;	900;I000; II00
Частота вращения вала пластинчатого питателя	об/мин	0-4,72	0-4,72
Передаточное число:			
редуктора		39,76	39,76
общее привода		3877	3877
Электродвигатель:			
тип		А02-22-6Ш2	А02-22-6Ш2
мощность	кВт	I,I	I,I
Частота вращения	об/мин	930	930
Площадь отверстий воздушной фуры	$м^2$	$4,3 \cdot I0^{-3}$	$7,4 \cdot I0^{-3}$
Площадь двух боковых воздушных сопл	$м^2$	$3,2 \cdot I0^{-3}$	$3,2 \cdot I0^{-3}$
Давление воздуха для пневмозаброса	$кгс/м^2$	50	50
Расход воздуха на пневмозаброс при температуре 20°С	$м^3/ч$	630	940

Продолжение табл. 3

Показатели	Единица измерения	Типоразмер забрасывателя	
		ЗП-400	ЗП-600
Скорость воздуха на выходе из сопл	м/с	20	20
Размеры забрасывателя:	мм		
длина		861	861
ширина		910	1110
высота		1450	1450
Масса	кг	420	570

2.10. Рекомендуется компоновка механических топок с котлоагрегатами, приведенная в табл. 4.

Таблица 4

Типоразмеры полумеханических и механических топок к паровым и водогрейным котлоагрегатам

Тип котлоагрегата	Топки, использующие	
	антрациты АС и АМ	каменные и бурые угли
ДКВр-6,5-13	ЗП-РПК-2-2600/2440	ТЛЗ-2,7/3
ДКВр-10-13	ТЧ-2,7/6,5	ТЛЗ-2,7/4
ДКВр-20-13	ТЧ-2,7/8	ТЧЗ-2,7/5,6
КЕ-4-14С	–	ТЛЗМ-1,87/2,4
КЕ-6,5-14С	–	ТЛЗМ-1,87/3
КЕ-10-14С	–	ТЛЗМ-2,7/3
КЕ-25-14С	–	ТЧЗ-2,7/5,6
КВ-ТС-10	–	ТЛЗ-2,7/4
КВ-ТС-20	–	ТЧЗ-2,7/6,5
КВ-ТС-50	–	ТЧЗ-2,7/8

2.11. Для повышения экономичной работы котлоагрегатов с механическими топками рекомендуется применять устройства возврата уноса и острого дутья, технические характеристики которых приведены в табл. 5.

Таблица 5

Техническая характеристика устройств возврата уноса и острого дутья

Тип котлоагрегата	Вентилятор			Электродвигатель			Количество сопл		Количество эжекторов
	Тип	Производительность, $м^3/ч$	Напор, $кгс/м^2$	Тип	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Возврата уноса	Острого дутья	
КЕ-4-I4С	Вентилятор возврата уноса	I000	380	А042-2	2,8	2800	4	I	4
КЕ-6,5-I4С		I000	380	А042-2	2,8	2800	4	I	4
КЕ-I0-I4С		I000	380	А042-2	2,8	2800	4	6	4
КЕ-25-I4С		I800	395	А05I-2	4,5	2800	4	6	4
КВ-ТС-I0	ЭВДС-63	I900	630	А02-5I-2	I0	3000	2	9	2
КВ-ТС-20	30ДС-85	3000	630	А02-5I-2	I3	3000	2	9	2
КВ-ТС-30	30ДС-85	3000	850	А02-52-2	I3	3000	2	9	2

2.I2. Сжигание газа и мазута в камерных топках осуществляется с помощью горелок. Для сжигания газа рекомендуются горелки, характеристики которых приведены в табл. 6. Газообразное топливо сжигается методом струйного ввода в топочную камеру горючей смеси газа с воздухом, образованной в горелке.

Сжигание жидкого топлива основано на факельном процессе. Для улучшения сгорания мазута производят его распыливание с помощью форсунок механических, паровых и паромеханических. Механические форсунки типа ОН, основные данные которых приведены в табл. 7, изготавливаются заводом "Ильмарине". Форсунки паровые (табл.8) изготавливаются двух типов: длиннофакельные ФПд и короткофакельные ФПк. Кроме того, для котлов малой мощности применяются комбинированные горелки типа ГМГм, ГМГ и ГМГБ (табл. 9), газомазутные горелки типа ГМ (табл. IO), типа ГМП (табл. II), для водогрейных котлов - ротационные газомазутные горелки Белгородского котлостроительного завода (табл.I2), типа ДКЗ (табл.I3), типа РГМГ и др.

2.I3. Различные типы паровых котлоагрегатов малой мощности оборудуются типами горелок в соответствии с данными, приведенными в табл. I4.

2.I4. Водогрейные котлоагрегаты типа КВ-ГМ теплопроизводительностью до IOO Гкал/ч оборудуются горелками РГМГ следующих типоразмеров: РГМГ-IO, РГМГ-20, РГМГ-30 теплопроизводительностью IO,20,30 Гкал/ч, что позволяет устанавливать на котлоагрегатах КВ-ГМ-IO, КВ-ГМ-20 и КВ-ГМ-30 соответственно по одной горелке. На котлоагрегатах КВ-ГМ-50 устанавливают две горелки РГМГ-20.

2.I5. Горелочные устройства для газомазутных котлоагрегатов рекомендуется принимать в соответствии с комплектацией заводов-изготовителей. При изменении вида топлива или производительности котлоагрегатов производится выбор и поверочный расчет горелочных устройств. Выбираются тип, количество и единичная производительность горелок.

Количество горелок следует принимать, исходя из условий размещения их на стенах топочной камеры и режима работы котлоагрегат

2.I6. Горелки рекомендуется выбирать с учетом возможности форсировки. Типоразмер горелки выбирают, исходя из ее производительности для газомазутных горелок по газу и мазуту отдельно.

Таблица 6

Техническая характеристика газовых горелок

Тип горелки, работающей на природном газе	Способ смешивания с воздухом	Производительность по расходу газа, м³/ч	Скорость газовоздушной смеси по выходу из амбразуры, м/с	Давление газа перед горелкой, мм вод.ст.	Подогрев воздуха, °С
Турбореактивная горелка ГипроНИИГаз ГТТР-С	Без предварительного смешивания	50–1000	–	500–900	–
Щелевая горелка ТКЗ	С частичным предварительным смешением газа и воздуха	720–7200	25–40	200–300	До 400
Горелка ЦКТИ им. Ползунова с периферийной подачей газа		720–6480	30–50	300–400	250
Горелка ТКЗ с центральной раздачей газа		720–6480	30–50	300–400	250
Эжекционная горелка	С предварительным смешением	До 360	12–16	1000–5000	Не рекомендуется

Таблица 7

Технические характеристики мазутных форсунок механического распыливания

Форсунки механические	Типоразмер форсунки	Производительность форсунки, кг/ч, при давлении мазута, кгс/см^2		Диаметр сопла, мм
		20	35	
Малые	ОН-521-01	80	110	1,5
	ОН-521-02	120	160	2,0
	ОН-521-03	160	220	2,5
	ОН-521-04	210	270	3,0
	ОН-521-05	250	330	3,5
	ОН-521-06	180	230	1,5
	ОН-521-07	280	360	2,0
	ОН-521-08	400	520	2,5
	ОН-521-09	520	690	3,0
	ОН-521-10	660	860	3,5
Средние	ОН-547-01	400	500	2,5
	ОН-547-02	600	800	3,5
	ОН-547-03	800	1000	4,5
	ОН-547-04	1200	1500	5,0
	ОН-547-05	1600	2000	6,0
	ОН-547-06	2000	2600	7,0

Примечание. Форсунки типов ОН-521 и ОН-547 изготавливаются длиной L = 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1400, 1800, 2000, 2500, 3000 и 4000 мм. Форсунки типа ОН-521, кроме того, длиной 200 мм.

Таблица 8

Технические характеристики мазутных форсунок парового распыливания ФП (ОСТ 24.836.04)

Типоразмер форсунки		Производительность форсунки, кг/ч, при давлении пара, кгс/см² (избыточное)						
Длиннофакельные	Коротконакельные	4	7	10	13	16	20	25
ФПд 125	ФПк 125	60	100	125	–	–	–	–
ФПд 300	ФПк 300	–	–	–	175	200	250	300
ФПд 240	ФПк 240	115	175	240	–	–	–	–
ФПд 540	ФПк 540	–	–	–	300	365	440	540
ФПд 560	ФПк 560	175	275	370	470	560	–	–
ФПд 535	ФПк 535	240	390	535	–	–	–	–
ФПд 500	ФПк 500	325	500	–	–	–	–	–
ФПд 850	ФПк 850	–	275	370	470	560	675	850
ФПд 1225	ФПк 1225	–	390	535	675	820	1000	1225
ФПд 1650	ФПк 1650	–	500	700	900	1050	1350	1650
ФПд 1425	ФПк 1425	–	675	925	1175	1425	–	–
ФПд 1800	ФПк 1800	–	850	1175	1500	1800	–	–

Примечание. Форсунки изготавливаются длиной ℓ = 300,400,500,600,700,800,900, 1000,1200,1400,1800,2000,2250,2500,3000 и 4000 мм.

Таблица 9

Технические характеристики комбинированных горелок типов ГМГ-, ГМГ и ГМГБ

Технические характеристики горелок	Единица измерения	Типоразмер горелки					
		ГМГ-I,5м	ГМГ-2м	ГМГ-4м	ГМГ-5,5/7		ГМГБ-5,6
					Диапазоны регулирования		
					I	II	
Теплопроизводительность номинальная	Гкал/ч	I,5	2,0	4,0	5,5	7,0	5,6
Диапазон регулирования от номинальной теплопроизводительности	%	20-I00	20-I00	20-I00	20-I00	I5-I00	I0-I00
То же на мазуте при коэффициенте избытка воздуха $\alpha \leq I,2$	%	50-I00	40-I00	40-I00	50-I00	40-I00	I5-I00
Давление мазута перед форсункой	кгс/см^2	I6	20	20	20	30	20
Расход распыливающего пара	кг/ч	4,4	6,5	I3	I8	23	-
Давление пара на распыливание	кгс/см^2	I,0-I,5	I-2	I-2	I-2	I-2	I-2
Давление газа перед горелкой	мм вод.ст.	500	360	380	200	300-350	500
Вязкость мазута перед форсункой	^{0}БУ	3	3	3	3-4	3-4	3-2
Сопротивление по воздуху	кгс/см^2	I20	I20	I20	80	I20	I20
Общий расход воздуха	м^3/ч	I700	2700	5400	8000	I0000	7000
Коэффициент избытка воздуха при работе*							

Продолжение табл. 9

Технические характеристики горелок	Единица измерения	Типоразмер горелки					
		ГМГ-I,5м	ГМГ-2м	ГМГ-4м	ГМГ-5,5/7		ГМГБ-5,6
					Диапазоны регулирования		
					I	II	
на мазуте		I,I/I,35	I,I5/I,35	I,I5/I,35	I,I5/I,6	I,I5/I,6	I,I/-
на газе		I,I5/I,3	I,I5/I,3	I,I5/I,3	I,I5/I,3	I,I5/I,3	I,05/-
Длина факела при работе на мазуте	м	I	I,5	I,5-2	2	2	2
Габаритные размеры:	мм						
длина		969	97I	I207	I296	I360	850
ширина		520	520	600	730	900	889
высота		3I2	3I2	43I	600	800	907
Масса	кг	83	83	I40	I43	I43	205

* Числитель дроби – коэффициент избытка воздуха при номинальной, а знаменатель – при минимальной нагрузке.

Таблица 10

Технические характеристики газомазутных горелок (типа ГМ)

Показатели	Единица измерения	Типоразмер горелки		
		ГМ-2,5	ГМ-4,5	ГМ-7
Теплопроизводительность номинальная	Гкал/ч	2,5	4,5	7,0
Диапазон регулирования	%	10-100	10-100	10-100
Аэродинамическое сопротивление горелки по воздуху	кгс/м^2	80	90	110
Вязкость мазута перед форсункой (не более)	^{0}ВУ	3	3	3
Давление газа перед горелкой	кгс/м^2	2500	2500	2500
Давление пара на распыливание	кгс/см^2	1-5	1-5	1-5
Коэффициент избытка воздуха при работе на мазуте при номинальной нагрузке		1,1	1,1	1,1
Масса	кг	295	351	394

Таблица 11

Технические характеристики газомазутных горелок типа ГМП

Показатели	Единица измерения	Типоразмер горелки	
		ГМП-10	ГМП-14
Теплопроизводительность номинальная	Гкал/ч	10	14
Расход газа	$м^3/ч$	1194	1345
Расход мазута	кг/ч	1.27	1736
Давление газа перед горелкой	$кгс/м^2$	2500	2500
Давление мазута перед горелкой	$кгс/см^2$	20	20
Давление пара на распиливание	$кгс/см^2$	1-5	1-5
Расход воздуха	$м^3/ч$	16545	29742
Коэффициент избытка воздуха при работе на мазуте		1,05	1,05
Аэродинамическое сопротивление горелки по воздуху	$кгс/м^2$	160	171
Диаметр камеры и газификации	мм	1200	1200
Теплонапряжение сечения камеры сгорания	$\frac{Гкал}{(м^2 \cdot ч)}$	10,3	16,05
Теплонапряжение объема камеры сгорания	$\frac{Гкал}{(м^3/ч)}$	8,58	13,4
Диапазон регулирования	%	10-100	10-100

Примечания: 1. Горелки ГМП состоят из двух узлов: фронтового устройства (собственно горелки) и камеры предварительной газификации мазута.

2. Аэродинамическое сопротивление горелки по воздуху дано без камеры газификации.

Таблица 12

Технические характеристики газомазутных горелок
Белгородского котлостроительного завода

Показатели	Единица измерения	Тип горелки						
		I	II	III	Для котлоагрегатов 25-75 т/ч			БГ-36М
					I	2	3	
Расход газа	$м^3/ч$	550-1280			300	750	750	800
Давление газа на входе в горелку	$кгс/м^2$	300-3000			1500-1600		30-40	1500-1600
Скорость газа на выходе из горелки	м/с	~150			-	-	120-140	~160
Давление воздуха на входе в горелку	$кгс/м^2$	100-180			~95	~40	-	40
Скорость воздуха на выходе из горелки	м/с	~25			-	-	20-25	~25
Размеры сечения на входе воздуха в улитку	мм	600x300			-	-	620-230	600-300
Производительность мазутной форсунки (механической)	кг/ч	800			250	800	800	800
Давление мазута	$кгс/см^2$	20			20	20	20	20
Габаритные размеры горелки:	мм							
ширина		1000x1000			700x700	1000x1000	970x970	1000x1000
длина		1170			-	-	955	1300
Диаметр обечайки улитки:	мм							
для газа		462	512	562	-	-	-	-
для воздуха		400	450	500	-	-	-	-
Масса (без мазутной форсунки)	кг	344	350	354	-	-	-	-

Таблица 13

Технические характеристики газомазутных горелок ДКЗ к котлоагрегатам ПТВМ

Показатели	Единица измерения	К котлоагрегатам ПТВМ-30М и ПТВМ-50	К котлоагрегату ПТВМ-100
Теплопроизводительность номинальная	Гкал/ч	4,2-5,0	6,0
Давление мазута перед форсункой	кгс/см^2	16-40	16-40
Давление газа перед горелкой	мм вод.ст.	700-2500	700-2500
Вязкость мазута перед форсункой	^{o}ВУ	3-6	3-6
Сечение воздуха	м^2	0,0918	0,0118
Сечение по газу	м^2	0,0019	0,0024
Производительность по газу	м^3/ч	660	900
Производительность по мазуту	кг/ч	620	800
Масса	кг	115	119

Примечание. Горелки ДКЗ выпускаются Дорогобужским котельным заводом.

Таблица 14

Горелочные устройства паровых газомазутных котлоагрегатов малой мощности

Тип котлоагрегата	Горелка			
	Тип	Количество	Теплопроизводительность, Гкал/ч	Расположение
ДКВр-6,5-13	ГМГ-4м	2	4,0	Фронтальное
ДКВр-10-13	ГМГ-5,5/7	2	5,5-7,0	Однорядное
ДКВр-20-13	ГМГБ-5,6	2	5,6	- " -
ДЕ-4-14ГМ	ГМ-2,5	1	2,5	Фронтальное
ДЕ-6,5-14ГМ	ГМ-4,5	1	4,5	- " -
ДЕ-10-14ГМ	ГМ-7	1	7,0	- " -
ДЕ-16-14ГМ	ГМП-10	1	10,0	- " -
ДЕ-25-14ГМ	ГМП-14	1	14,0	- " -

Для теплового расчета котлоагрегата принимают:
часовой расход топлива ..... $B_к$, кг/ч($м^3$/ч);
теоретическое количество воздуха, необходимое для полного сгорания топлива ..... $V_в^0$ $м^3$/кг ($м^3$/$м^3$);
температуру горячего воздуха ..... $t_{г.в}$, °С;
теплоту сгорания топлива ..... $Q_н^р$ ккал/кг(ккал/$м^3$).

Необходимая производительность одной горелки по топливу, кг/ч ($м^3$/ч), для принятого на топку количества горелок z определяют как

$$B_{гор} = \frac{B_к}{z} \qquad (14)$$

2.17. *В случаях*, когда теплота сгорания топлива $Q_н^р$ отличается от значений, принятых в расчетных характеристиках горелочных устройств ($Q_н^р$), производится перерасчет производительности горелки $B_{гор}$, кг/ч ($м^3$/ч) на производительность, приведенную к расчетной

$$(B_{гор})_{пр} = \frac{B_{гор} Q_н^р}{(Q_н^г)_р} \qquad (15)$$

По *приведенной производительности* ($B_{гор}$)пр для выбранного типа горелки по соответствующим характеристикам подбирается типоразмер горелки. Для выбранного типоразмера горелки подсчитывается скорость воздуха, м/с, на выходе из горелки

$$\omega_в = \frac{B_{гор} V_в^0}{3600} \cdot \frac{273 + t_{г.в}}{273} \cdot \frac{1}{0{,}785 D_с^2} , \qquad (16)$$

где $D_с$ - диаметр выбрезуры горелки, м.

Полученное значение $\omega_в$ сравнивается с допустимыми скоростями (для вихревых горелок 20 м/с), при превышении скорости принятый типоразмер горелки пересматривается.

Выбор котлоагрегатов

2.18. К о т л о а г р е г а т ы п а р о в ы е . В зависимости от потребностей предприятия в котельной могут устанавливаться паровые или водогрейные котлоагрегаты.

На предприятиях стройиндустрии, использующих пар на технологические нужды, рекомендуется устанавливать паровые котлоагрегаты ДКВр, КЕ, ДЕ и Е-ГМ-двухбарабанные вертикально-водотрубные с естественной циркуляцией, *низкого и среднего давления*, неэнергетического назначения.

2.19. Вся серия котлоагрегатов ДКВр на давление пара 14 и 24 кгс/см^2 имеет общую конструктивную схему – экранированную топочную камеру, продольное размещение барабанов и развитый котельный пучок с коридорным расположением кипятильных труб. Максимальная производительность котлоагрегатов ДКВр приведена в табл. 15, типоразмеры – в табл. 16.

Таблица 15

Максимальная производительность котлоагрегатов ДКВр

Тип котлоагрегата	Производительность, т/ч		
	номинальная	максимальная на топливе	
		твердом	жидком и газообразном
ДКВр-6,5-13	6,5	7,5	9,7
ДКВр-6,5-13-250	6,5	7,2	9,1
ДКВр-10-13	10,0	11,5	15,0
ДКВр-10-13-250	10,0	11,0	14,0
ДКВр-20-13	20,0	21,0	28,0
ДКВр-20-13-250	20,0	21,0	28,0

Повышение нагрузки котлоагрегатов ДКВр сверх номинальной требует соблюдения следующих условий:

проведения докотловой обработки питательной воды, организации контроля за ее качеством и безнакипным состоянием поверхностей нагрева котла, особенно при сжигании мазута и газа;

изоляции обогреваемых частей верхнего барабана, расположенных в топке и камере догорания, и применения короткопламенных форсунок и горелок при сжигании мазута и газа; введения жидкой присадки ВНИИНП-106 при сжигании сернистого мазута;

наличия температуры газов за котлоагрегатом перед хвостовыми поверхностями нагрева не более 450^{0}С как по условиям циркуляции, так и вскипания воды в чугунных водяных экономайзерах;

сжигания сернистых топлив только при давлении пара свыше 5 кгс/см^2 так как из-за низкой температуры стенок труб и ухудшения условий сепарации возможна газовая коррозия кипятильных труб.

2.20. При проектировании новых котельных и реконструкции действующих рекомендуется применять новую серию специализированных паровых котлоагрегатов производительностью от 2,5 до 25 т/ч

Таблица 16

Типоразмеры котлоагрегатов ДКВр

Номинальная производительность, т/ч	Избыточное давление пара, кгс/см^2				
	13		23		39
	насыщенного	перегретого	насыщенного	перегретого	перегретого
2,5	ДКВр-2,5-13^X	–	–	–	–
4	ДКВр-4-13^X	ДКВр-4-13-225	–	–	–
		ДКВр-4-13-250^X			
6,5	ДКВр-6,5-13^X	ДКВр-6,5-13-225	ДКВр-6,5-23^X	ДКВр-6,5-23-250	
		ДКВр-6,5-13-250^X			
10	ДКВр-10-13	ДКВр-10-13-225	ДКВр-10-23^X	ДКВр-10-23-250	ДКВр-10-39-440
		ДКВр-10-13-250^X		ДКВр-10-23-370^X	
20	ДКВр-20-13	ДКВр-20-13-225	ДКВр-20-23	ДКВр-20-23-250	

Примечание. Котлоагрегаты входят в номенклатуру Бийского котельного завода как серийное изделие.

КЕ, ДЕ, Е-ГМН, предназначенных для постепенной замены котлоагрегатов ДКВр.

Котлоагрегаты предназначены:

КЕ – для слоевого сжигания твердого топлива;

ДЕ – газомазутные для работы на уравновешенной тяге;

Е-ГМН – газомазутные для работы под наддувом.

Типоразмеры котлоагрегатов этих типов приведены в табл. I7.

Таблица I7

Типоразмеры котлоагрегатов КЕ,ДЕ,Е-ГМН
(по заводской маркировке)

Тип котлоагрегата	Номинальная производительность т/ч	Давление пара, кгс/см^2			
		I4		24	
		насыщенного	перегретого с температурой 225°С	насыщенного	перегретого с температурой 250°С
КЕ	2,5	КЕ-2,5-I4С	–	–	–
	4	КЕ-4-I4С	–	–	–
	6,5	КЕ-6,5-I4С	КЕ-6,5-I4-225С	КЕ-6,5-24С	КЕ-6,5-24-250С
	I0	КЕ-I0-I4С	КЕ-I0-I4-225С	КЕ-I0-24С	КЕ-I0-24-250С
	25	КЕ-25-I4С	КЕ-25-I4-225С	КЕ-25-24С	КЕ-25-24-250С
ДЕ	4	ДЕ-4-I4ГМ	ДЕ-4-I4-225ГМ	–	–
	6,5	ДЕ-6,5-I4ГМ	ДЕ-6,5-I4-225ГМ	–	–
	I0	ДЕ-I0-I4ГМ	ДЕ-I0-I4-225ГМ	ДЕ-I0-24ГМ	ДЕ-I0-24-250ГМ
	I6	ДЕ-I6-I4ГМ	ДЕ-I6-I4-225ГМ	ДЕ-I6-24ГМ	ДЕ-I6-24-250ГМ
	25	ДЕ-25-I4ГМ	ДЕ-25-I4-225ГМ	ДЕ-25-24ГМ	ДЕ-25-24-250ГМ
Е-ГМН	4	Е-4-I4ГМН	Е-4-I4-225ГМН	–	–
	6,5	Е-6,5-I4ГМН	Е-6,5-I4-225ГМН	–	–
	I0	Е-I0-I4ГМН	Е-I0-I4-225ГМН	–	–
	I6	Е-I6-I4ГМН	Е-I6-I4-225ГМН	–	–
	25	Е-25-I4ГМН	Е-25-I4-225ГМН	–	–

Технические характеристики котлоагрегатов КЕ и ДЕ приведены в табл. I8 и I9.

Таблица I8

Технические характеристики котлоагрегатов КЕ, вырабатывающих насыщенный пар

Показатели	Единицы измерений	Типоразмер котлоагрегатов			
		КЕ-4-I4С	КЕ-6,5-I4С	КЕ-I0-I4С	КЕ-25-I4С
Номинальная производительность	т/ч	4	6,5	I0	25
Рабочее давление пара	кгс/см^2	I4	I4	I4	I4
Температура питательной воды	^{0}С	I00	I00	I00	I00
Полная поверхность нагрева	м^2	II4,54	I76,73	244,20	532,00
В том числе:					
радиационная		20,5I	27,78	30,30	I25,00
конвективная		94,03	I48,95	2I3,9	407,0
Водяной объем	м^3	5,60	7,65	9,85	I5,60
Температура:	^{0}С				
холодного воздуха		20	20	20	30
газов за котлом		290	3I0	3I0	395
газов за экономайзером		I65	I60	I60	I9I
КПД котлоагрегата	%	8I,25	82,35	83,40	86,30
Расчетный расход топлива	кг/ч	II20	I500	2270	5500
Размеры по обмуровке	мм				
длина		4345	5550	6335	I0589
ширина		2580	2580	3I35	3222
высота		4285	4285	4355	5680
Отметка верхнего барабана	мм	4I50	4I50	4I50	6000

Продолжение табл. I6

Показатели	Единица измерений	Типоразмер котлоагрегатов			
		КЕ-4-I4С	КЕ-6,5-I4С	КЕ-I0-I4С	КЕ-25-I4С
Габаритные размеры:	мм				
длина		6900	7940	8350	I3572
ширина		4I70	4I70	4634	5950
высота		5I90	5I90	5355	7600
Массе:	т				
металла под давлением		6,55	8,75	I0,69	26,83
в объеме заводской поставки		II,33	I3,94	I6,54	46,67
Число поставочных блоков	шт.	I	I	I	3

Примечание. Расчетные характеристики приведены для карагандинского угля марки 5I с теплотой сгорания $Q_н^р$ =2980 ккал/кг.

2.2I. Котлоагрегаты Е-ГМИ предназначены для работы под наддувом. В серию включены котлоагрегаты производительностью 4; 6,5; I0; I6 и 25 т/ч, имеющие единый конструктивный профиль и различную длину. Технические характеристики котлоагрегатов приведены в табл. 20.

Таблица I9

Технические характеристики газомазутных котлоагрегатов ДЕ

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегатов				
		ДЕ-4-I4ГМ	ДЕ-6,5-I4ГМН	ДЕ-I0-I4ГМН	ДЕ-I6-I4ГМН	ДЕ-25-I4ГМН
Номинальная производительность	т/ч	4	6,5	I0	I6	25
Рабочее давление пара	кгс/см^2	I4	I4	I4	I4	I4
Температура питательной воды	°С	I00	I00	I00	I00	I00
Полная поверхность нагрева	м^2	69,6	96	I56	2I4,I3	272,82
В том числе:						
радиационная		22,2	28	40	48,I3	60,46
конвективная		47,4	67	II6	I56	2I2.36
Водяной объем	м^3	4,42	5,7	8,32	I3,3	I6,5
Температура:	°С					
холодного воздуха		30	30	30	30	30
газов за котлом		325 377	3I0 362	264 3[illegible]	3I0 364	320 378
газов за экономайзером		I56 I92	I55 I9I	I42 I72	I57 I94	I40 I72

Продолжение табл. I9

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегатов				
		ДЕ-4-I4ГМН	ДЕ-6,5-I4ГМН	ДЕ-I0-I4ГМН	ДЕ-I6-I4ГМН	ДЕ-25-I4ГМН
КПД котлоагрегатов	%	90,3I	90,96	92,I5	9I,76	92,79
		88,68	89,32	90,85	90,07	9I,35
Расчетный расход топлива	$м^3/ч$ (кг/ч)	304	489	743	II94	I845
		286	46I	698	II27	I736
Размеры по обмуровке:	мм					
ширина		29I5	29I5	3025	2970	3080
длина		2330	4000	4535	6055	7595
Отметка верхнего барабана	мм	3445	3445	3445	3445	3445
Габаритные размеры:	мм					
длина		4280	5048	6478	9255	II500
ширина		4300	4300	4300	4665	4775
высота		5050	5050	4425	4720	4634
Высота от пола до оси горелки	мм	I695	I695	I695	I935	I935
Масса:	т					
металла под давлением		4,67	5,82	8,38	I0,54	I3,45
прочего металла		3,34	3,82	4,84	6,58	7,96
Число поставочных блоков	шт	I	I	I	I	I

Примечания: I. Расчетные характеристики приведены для газа с теплотой сгорания 8480 ккал/$м^3$, для мазута 9I70 ккал/кг.
2. В числителе дроби – при сжигании газа, в знаменателе – мазута.

Таблица 20

Технические характеристики котлоагрегатов Е-ГМН

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегата					
		Е-4-14ГМН		Е-16-14ГМН		Е-25-14ГМН	
		Газ	Мазут	Газ	Мазут	Газ	Мазут
Производительность	т/ч	4,0		16,0		25,0	
Рабочее давление пара	кгс/см^2	14		14		14	
Температура перегретого пара	^{0}С	-	-	223	214	239	224
КПД котлоагрегата	%	92,0	89,4	93,7	91,2	93,0	90,0
Поверхность нагрева пароперегревателя	м^2	-	-	5,94		8,80	
Поверхность нагрева котельного пучка	м^2	42,75		139,90		151,43	
Поверхность нагрева экономайзера	м^2	27,2		68,0		98,0	
Температура воды на входе в экономайзер	^{0}С	100	135	100	135	100	135

2.22. К котлоагрегатам КЕ рекомендуется основное котельно-вспомогательное оборудование, приведенное в табл. 21.

2.23. К котлоагрегатам ДЕ рекомендуется основное котельно-вспомогательное оборудование, приведенное в табл. 22.

2.24. Слоевые котлоагрегаты КЕ комплектуются слоевыми механическими топками с пневмомеханическими забрасывателями и решетками обратного хода (ТЛЗМ и ТЧЗ), предназначенными для сжигания каменных и бурых углей. Геометрические размеры топочных камер котлоагрегатов КЕ-4 соответствуют топкам для ДКВр-2,5, а для котлоагрегатов КЕ-6,5 и КЕ-10 - соответственно размеры топочных камер ДКВр-4 и ДКВр-6,5.

2.25. К о т л о а г р е г а т ы в о д о г р е й н ы е и п а р о в о д о г р е й н ы е . Для котельных теплопроизводительностью до 100 Гкал/ч рекомендуются водогрейные и пароводогрейные котлоагрегаты, типоразмеры которых приведены в табл. 23, а технические характеристики - в табл. 24-28.

Т а б л и ц а 21

Основное котельно-вспомогательное оборудование к котлоагрегатам КЕ

Оборудование	Тип котлоагрегата			
	КЕ-4-14С	КЕ-6,5-14С	КЕ-10-14С	КЕ-25-14С
Экономайзер питательной воды	ЭП2-142	ЭП2-236	ЭП2-330	ЭП1-646
Воздухоподогреватель	ВП-140[х]	ВП-233[х]	ВП-300[х]	ВП-228
Золоуловитель	Ц2х2-500	БЦ2-4х х(3+2)	БЦ-2-5х х(4+2)	БЦ-2х6х7
Дымосос (тип)	ДН-9х1500	ДН-10х1500	ДН-х1500	ДН-15
Мощность привода, кВт	13	22	22	40
Дутьевой вентилятор (тип)	ВДН-8	ВДН-9	ВДН-9	ВДн-12,5
Мощность привода, кВт	5,7	5,7	5,7	17
Вентилятор острого дутья	-	-	-	*ВОД-9*

П р и м е ч а н и я : 1. Звездочкой отмечены типы котлоагрегатов, которые устанавливаются вместо экономайзера при работе на *влажном угле*.

2. Котлоагрегаты комплектуются также топочными устройствами, сепараторами продувки, холодильниками отбора проб пара и воды и системой автоматического регулирования и защиты.

3. Вспомогательное оборудование предусмотрено по одному комплекту на агрегат, кроме сепаратора продувки и холодильника отбора проб пара, поставляемых с котлоагрегатом № 1.

Таблица 22

Основное котельно-вспомогательное оборудование
к котлоагрегатам ДЕ

Оборудование	Тип котлоагрегатов				
	ДЕ-4-14ГМ	ДЕ-6,5-14ГМ	ДЕ-10-14ГМ	ДЕ-16-14ГМ	ДЕ-25-14ГМ
Экономайзер питательной воды	ЭП2-94	ЭП2-142	ЭП2-236	ЭП2-330	ЭП1-808
Дымосос (тип)	ВДН-9х980	ВДН-10х980	ВДН-11,2х980	ВДН-11,2х1500	ВДН-12,5х1500
Мощность привода, кВт	5,7	5,7	10,7	10,7	10,7

Таблица 23

Типоразмеры водогрейных котлоагрегатов

Номинальная теплопроизводительность	Топливо						
	Газ	Газ и мазут			Твердое		
	Тип котлоагрегата						
	горизонтальной компоновки	горизонтальной компоновки	П-образного типа	башенного типа	горизонтальной компоновки		П-образного типа
					без воздухоподогревателя	с воздухоподогревателем	
4	КВ-Г-4	КВ-ГМ-4	–	–	–	–	–
6,5	КВ-Г-6,5	КВ-ГМ-6,5	–	–	–	–	–
10	–	КВ-ГМ-10	–	–	КВ-ТС-10	КВ-ТСВ-10	–
20	–	КВ-ГМ-20	–	–	КВ-ТС-20	КВ-ТСВ-20	–
30	–	КВ-ГМ-30	ПТВМ-30М	–	–	–	КВ-ТК-30
50	–	–	КВ-ГМ-50	ПТВМ-50	–	–	КВ-ТК-50
100	–	–	КВ-ГМ-100	ПТВМ-100	–	–	КВ-ТК-100

Таблица 24

Технические характеристики водогрейных газомазутных котлоагрегатов серии КВ-ГМ

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегата		
		КВ-ГМ-10	КВ-ГМ-20	КВ-ГМ-30
		Топливо		
		газ/мазут	газ/мазут	газ/мазут
Номинальная теплопроизводительность	Гкал/ч	10	20	30
Давление воды:	кгс/см^2			
расчетное		25	25	25
минимальное на выходе из котла		8	8	8
Температура воды:	^{0}C			
на входе		70	70	70
на выходе		150	150	150
Расход воды	м^3/ч	123,5	247	370
Гидравлическое сопротивление	кгс/см^2	1,5	2,3	1,9
Температура уходящих газов	^{0}C	185/230	190/242	185/250
КПД при нормальной нагрузке (брутто)	%	89,79/88,9	89,89/88,0	89,80/87,
Расход топлива	м^3/ч (кг/ч)	1290/1220	2580/2460	3860/3700
Объем топочной камеры	м^3	38,3	61,2	77,6
Основные размеры:	мм			
ширина по обмуровке		3200	3200	3200
длина по обмуровке		6500	9700	11800
высота от уровня пола до верха обмуровки		6680	6680	6680
ширина габаритная		6000	6000	6000
длина габаритная		8350	11540	13530

Продолжение табл. 24

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегата					
		КВ-ГМ-10		КВ-ГМ-20		КВ-ГМ-30	
		Топливо					
		газ/мазут		газ/мазут		газ/мазут	
Высота габаритная (высшая) отметка по бункеру дроби	мм	9810		9810		9810	
Масса блока:	т						
топочного		5,29		7,39		8,66	
конвективного		8,24		13,44		18,39	
Полная масса котлоагрегата	т	20,20		28,30		34,70	

Таблица 25

Технические характеристики водогрейных котлоагрегатов серии КВ-ТС со слоевым сжиганием

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегата			
		КВ-ТС-10	КВ-ТСВ-10	КВ-ТС-20	КВ-ТСВ-20
Номинальная теплопроизводительность	Гкал/ч	10	10	20	20
давление воды:	кгс/см^2				
расчетное		25	25	25	25
минимальное на выходе из котла		8	8	8	8
Температура воды:	°С				
на входе		70	70	70	70
на выходе		150	150	150	150
Расход воды	м^3/ч	123,5	123,5	247	247
Температура уходящих газов	°С	220	205	230	218
Температура горячего воздуха	°С	-	212	-	230

Продолжение табл. 25

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегата			
		КВ-ТС-10	КВ-ТСВ-10	КВ-ТС-20	КВ-ТСВ-20
КПД при номинальной нагрузке (брутто)	%	80,9	82,8	80,66	82,5
Расход топлива	кг/ч	2160	3140	4320	6290
Объем топочной камеры	$м^3$	36,5	30,5	61,6	61,6
Основные размеры:	мм				
ширина по обмуровке		3200	3200	3200	3200
длина по обмуровке		6400	6400	9600	9600
высота от отметки обслуживания до верх обмуровки		7830	5850	7830	5850
ширина габаритная		600	5580	6000	5580
длина габаритная		7580	8560	10600	13400
высота габаритная		10450	9515	10450	9518
Масса:	т				
топочного блока		4,06	4,06	5,98	5,98
конвективного блока		8,24	5,36	13,45	8,25
воздухоподогревателя		–	5,33	–	10,66
Полная масса котлоагрегата	т	16,8	22,13	22,4	35,06

Примечание. Габаритные размеры приводятся с площадками и установками возврата уноса.

Таблица 26

Технические характеристики газомазутных котлоагрегатов П-образного типа

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегата					
		ПТВМ-30М		КВ-ГМ-50		КВ-ГМ-100	
		Топливо					
		Газ	Мазут	Газ	Мазут	Газ	Мазут
Номинальная теплопроизводительность	Гкал/ч	40	35	50		100	
Давление воды:	кгс/см^2						
расчетное		20		25		25	
минимальное на выходе из котла		8		8		8	
Расход воды	м^3/ч	495	435	618	1230	1235	2460
Температура уходящих газов	°С	162	250	142	180	138	180
КПД при номинальной нагрузке (брутто)	%	91,8	87,91	92,6	91,1	92,7	91,3
Расход топлива	м^3/ч (кг/ч)	5230	4355	6360	5980	12720	11960
Объем топочной камеры	м^3	80		251		388	
Основные габаритные размеры:	мм						
ширина		9100	9350	10000		10100	
длина		8130	8300	10520		14166	
высота		12240	13970	14315		14450	
Масса:	т						
наиболее тяжелого постановочного блока		8,4		–		–	
обмуровочных материалов		33,35		–		–	
котлоагрегата в объеме заводской поставки		54,3		82,2		113	

Таблица 27

Техническая характеристика водогрейных газомазутных котлоагрегатов башенной компоновки

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегата			
		ПТВМ-50		ПТВМ-100	
		Топливо			
		Газ	Мазут	Газ	Мазут
Номинальная теплопроизводительность	Гкал/ч	50		100	
давление воды	кгс/см^2				
расчетное		10-25		10-25	
Температура воды:	°С				
на входе		70/110		70/110	
на выходе		150		160	
Расход воды	м^3/ч	618/1230		1235/2460	
Температура уходящих газов	°С	180	190	185	230
КПД при номинальной нагрузке (брутто)	%	89,6	87,8	88,6	86,8
Расход топлива	м^3/ч (кг/ч)	6780	6340	14100	12800
Объем топочной камеры	м^3	124,5		245	
Основные размеры:	мм				
длина габаритная		9350		11900	
ширина габаритная		8780		10620	
высшая отметка котла		14200		14500	
Масса:	т				
наиболее тяжелого поставочного блока		-		-	
сборочных материалов		43		55	
котла в объеме заводской поставки		119		168	

Примечание. В числителе дроби – данные для основного режима, в знаменателе – для пикового.

Таблица 28

Основные технические данные пароводогрейных котлоагрегатов КВП-30/8-I

Показатели	Единица измерения	КВП-30/8-I	
		Газ	Мазут
Общая теплопроизводительность	Гкал/ч	40	35
Теплопроизводительность водогрейной части	Гкал/ч	35	29,7
Предельная паропроизводительность парового контура	т/ч	8,45	8,96
Давление насыщенного пара	кгс/см^2	7,20	7,20
Давление воды на выходе не менее	кгс/см^2	8	8
Запас воды в горизонтальных емкостях при работе с полной нагрузкой	мин	6-7	6-7

Выбор элементов поверхностей нагрева котлоагрегатов

2.26. Под поверхностями нагрева понимают элементы котлоагрегата, в которых обогреваемая среда (вода, пар, воздух) получает тепло от продуктов сгорания топлива. К поверхностям нагрева условно относят также подводящие и отводящие трубы, змеевики, лирмы, коллекторы и другие элементы, разграничивающие поверхности нагрева между собой. Наименование поверхностей нагрева и их элементы приведены в табл. 29.

Таблица 29

Поверхности нагрева и их элементы

Тип поверхности нагрева	Вид теплообмена	Поверхности нагрева	Элементы поверхностей нагрева
Водо-, воздухоподогревательные	Конвективный	Водяные экономайзеры	Гладкотрубный змеевик
		Конвективные пакеты водоподогревных котлоагрегатов	Ребристая труба
			U -образный змеевик
		Воздухоподогреватели	Трубная секция
Парогенерирующие	Радиационный	Топочные экраны	Экранные трубы, коллектор, камера
	Конвективный	Конвективные пучки	Фестон, кипятильные трубы, ширмы, экраны конвективной шахты
Пароперегревательные	Радиационный	Пароперегреватели	Змеевик гладкотрубный, камеры
	Конвективный		

2.27. Для котлов типа ДКВр, КЕ, ДЕ рекомендуется применять топочные экраны, основные характеристики которых приведены в табл. 30.

Таблица 30

Характеристика топочных экранов паровых котлоагрегатов

Основные данные	Тип котлоагрегата		
	ДКВр	КЕ	ДЕ
Диаметр труб, мм	51х2,5	51х2,5	
Относительный шаг экранов:			
боковых	1,57	0,98-1,08	
заднего и фронтового	2,55	0,98-1,08	

2.28. В котлоагрегатах ДКВр, ДЕ и КЕ применяются пароперегреватели конвективного типа, расположенные в конвективном газоходе, и водяные экономайзеры. Водяные экономайзеры подразделяются: по материалу (стальные и чугунные); типу поверхности нагрева (гладкотрубные и ребристые); по степени подогрева воды (кипящие и некипящие); по условиям компоновки (встроенные в конвективную шахту и отдельно стоящие).

Котлоагрегаты малой производительности комплектуются блочными чугунными водяными экономайзерами Кусинского машиностроительного завода, основные характеристики которых приведены в таб. 31.

Таблица 31

Характеристики чугунных блочных водяных экономайзеров по ОСТ 24.271.30-74МЭМ

Тип экономайзера	Тип котлоагрегата	Поверхность нагрева, м^2	Длина трубы, мм	Количество труб, шт.	Количество колонок, шт.
ЭП2-94	ДЕ-4-14ГМ	94,4	2000	16х2	2
ЭП2-142	КЕ-4-14С ДЕ-6,5-14ГМ	141,6	2000	16х3	2
ЭП2-236	КЕ-6,5-14С ДЕ-10-14ГмН	236	2000	16х 5	2
ЭП1-236	ДКВр-6,5-13	236	2000	16х7	2
ЭП1-330	ДКВр-10-13 КЕ-10-14С	330,4	2000	16х7	1
ЭП2-330[x]	ДЕ-16-14ГМН	330,4	2000	16х7	2
ЭП1-646	ДКВр-20-13 КЕ-25-14С	646	3000	16х9	1
ЭП1-808	ДКВр-20-13 ДЕ-25-14ГМ	808	3000	16х9	1

[x] Этот тип экономайзера Кусинский машиностроительный завод им. 60-летия Октября не выпускает.

2.29. Применяются рекуперативные и регенеративные воздухоподогреватели. Рекуперативные воздухоподогреватели устанавливаются на котлоагрегатах любой производительности. Рекомендуется изготавливать их из стальных труб диаметром 33-40 мм с толщиной стенки 1,5 мм. К паровым котлоагрегатам малой производительности изготавливаются Бийским котельным заводом экономайзеры с поверхностью нагрева 85, 140, 228, 233 и 300 м^2. Технические характеристики различного вида вспомогательного оборудования для котлов ДКВр приведены в табл. 32-35.

Очистка поверхностей нагрева котлоагрегатов от загрязнения

2.30. Золоулавливание и шлакоудаление. Котлоагрегаты должны оснащаться эффективными средствами очистки поверхностей нагрева от загрязнений. При эксплуатации котлоагрегатов применяются следующие средства защиты: обдувка и обмывка, виброочистка, дробеструйная очистка, добавка присадок к топливу, ультразвуковая очистка.

2.31. Обдувочные устройства применяются для очистки топочных экранов, пароперегревателей, котельных пучков, расположенных в горизонтальных газоходах. Аппараты обдувки, технические характеристики которых приведены в табл. 36, выпускаются заводом "Ильмарине". Для подвода рабочего агента к аппаратам обдувки необходимо в котельной предусматривать разводку трубопроводов.

2.32. Обмывку рекомендуется применять для очистки конвективных поверхностей нагрева водогрейных башенных котлоагрегатов.

2.33. Установки дробевой очистки поверхностей нагрева от отложений, образующихся при сгорании мазута, угля, сланцев применяются двух схем: с пневмотранспортом дроби под давлением или разрежением. Паропроизводительность котлоагрегатов для дробеструйной очистки не ограничивается. Для пневмотранспорта дроби рекомендуется применять следующие устройство и машины: паровые или воздушные эжекторы, вакуум-насосы типа РМК-4, воздуходувные машины ТВ-80-1,4; ТВ-80-1,6; ТВ-80-1,9 и ТВ-80-1,8, газовоздуходувки ГРМК-4.

2.34. Для улавливания золы рекомендуется устанавливать циклоны. В зависимости от производительности котла рекомендуется устанавливать циклоны по данным табл. 37. Основные характеристики циклонов приведены в табл. 38-40.

2.35. Для непрерывного удаления шлака из воронок под топками рекомендуется применять устройства и оборудование, основные характеристики которых приведены в табл. 41-43.

Таблица 32

Чугунные водяные экономайзеры и вспомогательное оборудование для котлов ДКВр с топками для сжигания антрацитов, каменных и бурых углей, газа и мазута

Тип котла	Исходные данные			Температура газов за котлом, °С	Экономайзер		Золоуловитель		Дымосос			Вентилятор		
	Топливо	Топочное устройство	Расчетная паропроизводительность котлоагрегата, т/ч		Питательный	Теплофикационный	Блок циклонов	Батарейные циклоны	Тип	Электродвигатель тип	Электродвигатель мощность, кВт	Тип	Электродвигатель тип	Электродвигатель мощность кВт
ДКВр-2,5-13	Мазут, газ	ГМГМ-1,5 2 шт.	3,7	340 280	ЭП2-94	ЭТ2-71	-	-	ВДН-8	А062-8 А02-42-8	4,5 3	Ц4-70 № 6		
	Каменный и бурый уголь	ПМЗ-РПК 2-1800х х1525	2,7	320	ЭП2-94	ЭТ2-71	Ц2х2-400	-	Д-8 ДН-8	А052-6 А02-51-6	4,5 5,5		А051-4; А02-42-4	4,5 5,5
	Антрацит АС, АМ			330	ЭП2-94	ЭТ2-71								
ДКВр-4-13 ДКВр-4-13-250	Мазут Газ	ГМГ-2М 2 шт.	6,0	340 280	ЭП2-142	ЭТ2-106	-	-	ВДН-9 Д-10	А062-8 А02-52-8	4,5 5,5	ВД6 ВВД-8х х1500	А051-4; А02-41-4	4,5 4
	Каменный и бурый уголь Антрацит АС, АМ	ПМЗ-РПК 2-1800х х2135	4,6	305	ЭП2-142	ЭТ2-106	Ц2х2-500	-	ДН-9	А072-6 А02-62-6	I4 I3	ВД-8 ВДН-8	А062-6 А02-51-6	7 5,5
ДКВр-6,5-13 ДКВр-6,5-13-250	Мазут Газ	ГМГ-4М 2 шт.	9,7	340 280	ЭП2-236	ЭТ2-177	-	-	ВДН-10 Д-10	А072-8 А02-62-8	I0 I0	ВД-8	А062-6 А02-51-6	7 5,5
	Каменный и бурый уголь	ПМЗ-РПК 2-2600х х2440;	7,5	300	ЭПI-236	ЭТI-177	-	БЦ2-4х х(3+2)	ДН-10	А073-6	20	ВДН-9	А063-6	I0
	Антрацит АС, АМ	ПМЗ-ЛЦР 2-2700х х3000		315						А02-72-6	22		А02-61-6	I0

Продолжение табл.32

Тип котла	Исходные данные				Экономайзер		Золоуловитель		Дымосос			Вентилятор		
	Топливо	Топочное устройство	Расчетная паропроизводительность котлоагрегата, т/ч	Температура газов за котлом, °С	Питательный	Теплофикационный	Блок циклонов	Батарейные циклоны	Тип	Электродвигатель тип	Электродвигатель мощность, кВт	Тип	Электродвигатель тип	Электродвигатель мощность, кВт
ДКВр-10-13	Мазут	ГМГБ-5,6 2 шт.	15,0	320			-	-	ВДН-12,5	А082-8	20	ВДН-100	А072-8	10
ДКВр-10-13-250	Газ	7МГ-55/7 2 шт.		295	ЭП1-330	ЭТ1-248			Д-12	А02-81-8	22	ВД-10	А02-62-8	10
	Каменный и бурый уголь	ПМЗ-ЛЦР 2-2700-4000	11,5	310			-	БЦ-2-5х (4+2)	ДН-10	А083-6	40	ВДН-9	А073-8	14
	Антрацит АС,АМ			315						А02-81-6	30		А02-71-8	13
ДКВр-20-13	Мазут	ГМГБ-5,6 3 шт.	27,5	395	ЭП1-646 ЭП1-808	ЭТ1-646	-	-	Д-15,5 (Д-13,5)	А094-12/6 25/40		ВД-10 ВДН-11,2	А082-8 А02-81-8	20 22
	Газ	ГМГ-5,5/7 3 шт.		370						А02-91-10	30			
ДКВр-20-13-250	Каменный и бурый уголь	ПМЗ-ЛЦР ПМЗ-ЧЦР 2-2700х х5000	21,2	390	ЭП1-646 ЭП1-808	ЭТ1-646	-	БЦ-2-7х (5+3)	Д-13,5 (Д-15,5)	А09-8	55	ВД-10 ВДН-12,5	А082-8 А02-818	20 22
										А02-92-8	55			
										А02-92-10	40			
	Антрацит АС,АМ	ЧЦР 2700х8000		415					Д-13,5	А094-8 А02-92-8	55 55	ВД-12	А083-8 А02-828	28 30

Таблица 35

Стальные водяные экономайзеры ВВЭС для котлов ДКВр, работающих на газе, при коридорном расположении труб

Основные данные	Единица измерения	Типоразмер экономайзеров				
		I-2	II-2	III-1 III-2	IУ-I	У-I
Тип котла ДКВр		2,5	4	6,5	I0	20
Поверхность нагрева водяного экономайзера	$м^2$	28,6	57,6	86,4	II3,8	240,2
Диаметр и толщина стен труб	мм	28х3	28х3	28х3	28х3	28х3
Шаги труб:	мм					
по высоте (вдоль потока)		50	50	50	50	50
по ширине (поперек потока)		70	70	70	70	70
Сечение для прохода:	м					
газов		0,239	0,492	0,743	0,932	I,7I
воды		0,00228	0,00456	0,00684	0,009I2	0,0I59
Скорость:	м/с					
газов		7,3	6,4	6,85	8,2	9,4
воды		0,5	0,406	0,44I	0,5I	0,53
Температура газов:	°С					
на входе		230	280	280	295	370
на выходе		I00	I60	I60	I70	I80

Продолжение табл. 33

Основные данные	Единица измерения	Типоразмер экономайзеров				
		I-2	II-2	III-I III-2	IУ-I	У-I
Габаритные размеры:	мм					
длина		2590	2590	2590	2460	2460
ширина		444	864	642/1284	852	1482
высота		2110	2110	3910/2110	3910	4510
масса:	кг					
металла под давлением		654	1272	1910	2444	5144
в объеме заводской поставки		1810	2640	3700	4890	8350

Примечание. Экономайзеры изготавливаются Кусинским машиностроительным заводом им. 60-летия Октября.

Таблица 34

Чугунные ребристые воздухонагреватели

Число кубов по высоте, шт	Высота, мм	Поверхность нагрева, м²									
		Номера кубов воздухонагревателя									
		I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
		Число кубов в плане 2, размер 20I2									
2	2332	II5	I58	I92	230	268	308	346	384	420	460
3	3500	I72,5	237	288	345	402	462	5I9	576	630	690
4	4668	230	3I6	384	460	536	6I6	692	768	840	920
5	5836	287,5	395	480	575	670	770	865	960	I050	II50
6	7004	345	474	576	690	804	924	I038	II52	I260	I380
		Число кубов в плане 3, размер 30I6									
2	2332	I73	238	288	345	402	462	5I8	576	630	690
3	3500	259,5	357	432	5I7,5	603	693	777	864	945	I035
4	4668	346	476	576	690	804	924	I036	II52	I260	I380
5	5836	432,5	595	720	862,5	I005	II55	I295	I440	I575	I725
6	7004	5I9	7I4	864	I035	I200	I386	I554	I728	I890	2070
		Число кубов в плане 4, размер 40I2									
2	2332	230	3I6	384	460	536	6I6	692	768	840	920
3	3500	345	474	576	690	804	924	I038	II52	I260	I380
4	4668	400	632	768	920	I072	I232	I384	I536	I680	I840
5	5836	575	790	960	II50	I340	I540	I730	I920	2I00	2300
6	7004	690	948	II52	I380	I608	I848	2076	2304	2520	2760

Примечание. Чугунные ребристые водоподогреватели изготавливались на Кусинском машиностроительном заводе.

Таблица 35

Стальные воздухоподогреватели из труб 40х1,5 мм для котлов ДКВр

Основные данные	Единица измерения	Тип воздухоподогревателя					
		I		II		III	
Поверхность нагрева	$м^2$	85	140	233	300	228	498
Количество ходов:	шт.						
газов		2	2	2	2	I	I
воздуха		2	2	2	2	–	–
Количество труб	шт.	378	610	508	653	1349	3312
Длина трубы	мм	1930	1930	3830	3830	1400	3140
Шаг труб:	мм						
вдоль потока		–	–	84	84	–	–
поперек потока		–	–	60	60	–	–
Сечения для прохода:	$м^2$						
газов		0,203	0,326	0,545	0,698	1,45	1,41
воздуха		0,228	0,380	0,758	0,845	1,23	1,38
Габаритные размеры:	мм						
длина		2170	2210	1860	1860	2864	2950
ширина		1172	1652	1296	1566	1600	1440
высота		2490	2490	4490	4490	1422	3140
Количество пакетов	шт.	2	2	I	I	I	I

Продолжение табл.35

Основные данные	Единица измерения	Тип воздухоподогревателя					
		I		II		III	
Масса воздухоподогревателя с обмуровкой и изоляцией	т	2,63	3,46	4,54	5,79	3,47	7,07
Тип котла ДКВр		2,5	4	6,5	10	20	20

Примечания: 1. Воздухоподогреватель устанавливается в первой ступени хвостовой поверхности котлов ДКВр-20 при сжигании антрацита.

2. Воздухоподогреватель устанавливается в комплекте котлов ДКВр-20 с топкой системы Шершнева.

Таблица 36

Аппараты для обдувки поверхностей нагрева котельных агрегатов

Наименование и назначение	Тип	Максимальный расход пара, кг/мин	Радиус действия, м	Масса, кг
Обдувочный прибор маловыдвижной для очистки радиационных поверхностей нагрева (настенных экранов)	СМ-0,35 (ОПР-3-58)	120	До 3	156
Обдувочный прибор невыдвижной для очистки конвективных поверхностей нагрева в зоне температур до 600°С	ОН (ОПК-7-58)	До 270	До 1	240
Обдувочный аппарат глубоковыдвижной для очистки фестонов, пароперегревателей и других котельных пучков	ОГ (ОПК-8-61)	80	1-2	300-780
Сдвоенный обдувочный аппарат глубоковыдвижной для очистки фестонов пароперегревателей и других котельных пучков	СГД (ОПК-8-61 сдвоенный)	120-140	1-2	840-1485
Обдувочный аппарат глубоковыдвижной для очистки фестонов и пароперегревателей	ОГ-8	80	1-2	875-1470
Обдувочный аппарат глубоковыдвижной для очистки двухсветных экранов, экономайзеров и трубчатых воздухоподогревателей	ОГ-Н	60-70	1-2	317-670
Аппарат для обдувки и промывки поверхностей нагрева регенеративных воздухоподогревателей	ОП	45	До 1,5	230
Обдувочный прибор для очистки поверхностей нагрева котлов ДКВр с избыточным давлением до 23 кгс/см^2	ОП-ДКВр	135	До 1	35
Обдувочный прибор для очистки поверхностей нагрева котлов ДКВр с избыточным давлением до 39 кгс/см^2	ОП-ДКВр-ВД	240	До 1,5	55

Таблица 37

Рекомендуемые типы сухих золоуловителей для котлов малой производительности

Номинальная производительность котла, т/ч	Типоразмер золоуловителя	
	Блок циклонов НИИОГаз или ЦКТИ	Батарейный циклон
0,4	Один циклон ⌀ 400 Два циклона ⌀ 400	–
0,8	Два циклона ⌀ 400 Два циклона ⌀ 450	–
1,0	Два циклона ⌀ 450 Два циклона ⌀ 500	–
2,5	Ц-2х2х400 ЦН-2х2х450 Ц-2х2х500	–
4,0	ЦН; Ц-2х2х500 ЦН-2х2х550; ЦН Ц-3х2х500	–
6,5	ЦН; Ц-3х2х500 ЦН-3х2х550; ЦН Ц-3х2х650 ЦН-3х2х600	БЦ-2-4х(3+2) БЦ-2-5х(3+2)
10	ЦН; Ц-3х2х650 ЦН-3х2х700 ЦН; Ц-4х2х650	БЦ-2-5х(4+2) БЦ-2-6х(4+2)
15	ЦН; Ц-4х2х650 ЦН-2х2х700 ЦН; Ц-4х2х750 ЦН; Ц-4х2х750	БЦ-2-5х(4+3) БЦ-2-6х(4+3) БЦ-2-6х(5+3)
20	ЦН; Ц-4х800	БЦ-2-7х(5+3)

Примечания. Для чугунных секционных котлов производительностью:

до 200 000 ккал/ч устанавливаются золоуловители с одним или двумя циклонами диаметрами 400 и 450 мм;

более 200 000 ккал/ч – диаметрами 450 и 500 мм.

Таблица 38

Сухие золоуловители и блоки циклонов ЦН МИКОГаз

Типоразмер	Диаметр циклона, мм	Количество циклонов в блоке, шт.			Условное сечение в блоке, м²	Расход газа при температуре 150°С, тыс.м³/ч, и сопротивлении кгс/см²		Габаритные размеры, мм			Масса при отводе газов, т, боковом/верхнем
		по глубине	по ширине	всего		35	50	длина	ширина	высота при отводе газов боковом/верхнем	
ЦН-2х2х400	400	2	2	4	0,5	5,8	6,76	1248	1380	3995/4235	0,97/1,07
ЦН-2х2х450	450	2	2	4	0,63	7,34	8,56	1340	1528	4275/4490	1,14/1,23
ЦН-2х2х500	500	2	2	4	0,79	9,08	10,58	1486	1676	4880/5070	1,2/1,47
ЦН-3х2х500	500	3	2	6	1,18	13,62	15,87	2068	1922	5060/5445	2,1/2,23
ЦН-3х2х550	550	3	2	6	1,42	16,44	19,2	2265	2115	5741/6005	2,32/2,71
ЦН-3х2х600	600	3	2	6	1,69	19,57	22,86	2424	2276	6028/6230	2,91/3,09
ЦН-3х2х650	650	3	2	6	1,98	22,95	26,76	2594	2436	6314/6575	3,38/3,75
ЦН-3х2х700	700	3	2	6	2,3	26,4	31,08	2787	2635	7100/7320	3,9/4,2
ЦН-4х2х750	750	4	2	8	3,52	40,8	47,6	3787	3722	8225/8770	4,29/4,44
ЦН-4х2х800	800	4	2	8	4,02	46,4	54,1	4002	3990	8547/9175	4,96/5,61

Таблица 39

Сухие золоуловители "блоков циклонов Ц" ЦКТИ

Типоразмер	Длина циклона, мм	Количество циклонов в блоке, шт.			Условное сечение в блоке, м²	Расход газа при температуре 150°С, тыс.м³/ч, и сопротивлении, кгс/см²		Габаритные размеры, мм			Масса блока, т
		по глубине	по ширине	всего		35	50	длина	ширина	высота	
Ц-2х2х400	400	2	2	4	0,5	5,02	6,1	1515	1540	3500	1,2
Ц-2х2х500	500	2	2	4	0,79	7,9	9,85	1840	1920	4350	1,8
Ц-3х2х500	500	3	2	6	1,18	11,88	14,4	2960	1920	4350	2,35
Ц-3х2х650	650	3	2	6	1,98	19,9	23,7	3620	2490	5575	3,79
Ц-4х2х650	650	4	2	8	2,64	26,8	31,6	350	3010	6075	5,69
Ц-4х2х750	750	4	2	8	3,52	35,8	42,3	5555	3470	6925	7,36
Ц-4х2х800	800	4	2	8	4,02	40,5	49,0	5900	3700	7400	8,3

Таблица 40

Сухие золоуловители и блочные батарейные циклоны

Типоразмер	Количество секций, шт	Количество циклонов в батарее, шт.			Расход газа при температуре 150°С, тыс.м³/ч, и сопротивлении, кгс/м²		Размер подводящего патрубка, мм	Габаритные размеры, мм			Масса блока, т
		по глубине	по ширине	всего	45	60		длина	ширина	высота	
БЦ-2-4х(3+2)	2	4	3+2	20	15,05	17,42	80х450	2020	1500	4170	3,53
БЦ-2-5х(3+2)	2	5	3+2	25	18,9	21,85	800х700	2300	1500	4670	4,14
БЦ-2-5х(4+2)	2	5	4+2	30	22,61	26,1	1000х550	2600	1780	4370	4,85
БЦ-2-6х(4+2)	2	6	4+2	36	27,2	31,4	1000х700	2880	1780	4670	5,6
БЦ-2-6х(4+3)	2	6	4+3	42	31,57	36,54	1100х750	2880	2060	4770	6,36
БЦ-2-6х(5+3)	2	6	5+3	48	36,18	41,9	1300х800	3130	2340	4870	7,1
БЦ-2-7х(5+3)	2	7	5+3	56	42,19	48,88	1300х300	3410	2340	5070	7,95

Таблица 41

Устройство для удаления шлака

Шлакоудаляющие устройства и дробилки	Вид шлака	Выход шлака на транспортер или в дробилку, т/ч	Производительные транспортеры или дробилки, т/ч	Удельные затраты электроэнергии на шлакоудаление, квт·ч/т
Скребковые транспортеры	Твердый и жидкий	I,5-3	25-35	0,3-0,5
Шнековые транспортеры	то же	I-2	4-8	0,5-0,8
Роторное шлакоудаление	Жидкий	I,5-2	I0	0,7-I
Шлакосбросные барабаны	Твердый	2-2,5	20-25	До 0,I
Одновалковые дробилки	Твердый и жидкий	I-3	I0-I2	0,4-0,8
Трехвалковые дробилки	Жидкий	I-3	6-I0	0,6-I

Таблица 42

Характеристики золосмывных аппаратов непрерывного действия

Производительность по сухой золе, т/ч	Давление воды перед смывным соплом, МПа	Кратность смыва т.воды/т.золы, не [1]
I,0	0,2	3,9
I,5	0,2	3,2
2,0	0,2	3,5
2,5	0,2	3,4
3,0	0,2	2,9
4,0	0,3	4,0
5,0	0,3	3,2
6,0	0,3	3,4

[1] Расход воды на один золосмывной аппарат не менее 4 $м^3$/ч.

Таблица 43

Различные устройства для непрерывного удаления шлака из воронок под топками

Устройства	Основное оборудование	Вместимость, $м^3$	Максимальный размер кусков шлака, мм	Проектный удельный расход топлива на 1 м шлака	
				электроэнергии, кВт/ч	воды, $м^3/т$
Поворотное	Чугунная ванна с водой. Водяной затвор	0,5–0,8	Не ограничен	2-3	0,7–0,8
Цепной транспортер	Ванна с водой. Скребковая цепь. Водяной затвор	1,0–1,5	То же	0,5–1,0	0,2–0,5
Лопастный барабан	Ванна с вращающимся лопастным барабаном. Водяной затвор	1,0–1,5	80	0,5–0,7	0,1–0,25
Шлаковыталкиватель	Ванна со скребком. Водяной затвор	1,0–2,0	Не ограничен	0,7–2,0	0,2–0,5

Примечания. Устройства для непрерывного удаления шлака предусматривают прием шлаков из воронок под топками, гашение и иногда дробление шлака и транспорт последнего в систему золоудаления из котельной. Устройства для непрерывного удаления шлака поставляются вместе с котельными агрегатами заводами-изготовителями последних.

2.36. Для очистки дымовых газов рекомендуется применять вертикальные и горизонтальные электрофильтры, основные характеристики которых приведены в табл. 44-45.

Выбор дымососов дутьевых вентиляторов, электрофильтров

2.37. Характеристики дымососов и дутьевых вентиляторов рекомендуется выбирать с учетом запаса против расчетных величин: 10% по производительности и 15% по напору. Указанные запасы включают также необходимые резервы в характеристиках машин для целей регулирования нагрузки котла.

2.38. При номинальной нагрузке котла дымососы и вентиляторы должны работать при КПД не ниже 90% максимального значения. Параметры дымососов и вентиляторов рекомендуется выбирать по данным табл. 46-47.

2.39. При установке на котел двух дымососов и двух дутьевых вентиляторов, производительность каждого из них рекомендуется выбирать по 50%. Для котлов, работающих на углях АШ и тощих, в случаях работы одного дымососа или одного дутьевого вентилятора должно обеспечиваться нагрузка котла не менее 70% без запаса. Установка двух дымососов на один котел в промышленной котельной не рекомендуется и может быть допущена только при соответствующем обосновании.

Условия поставки и заказа паровых и водогрейных котлоагрегатов

2.40. Поставка паровых котлоагрегатов регламентируется ОСТ 24.030.46-74 "Котлы паровые стационарные. Поставка. Общие технические условия" и техническими условиями заводов-изготовителей. Поставка водогрейных котлоагрегатов регламентируется техническими ТУ 24-3-380-72 "Котлы теплофикационные водогрейные. Технические условия. Поставка".

2.41. Паровые котлоагрегаты производительностью до 25 т/ч Бийского котельного завода и водогрейные котлоагрегаты производи-

Таблице 44

Электрофильтры вертикальные

Показатели	Единица измерения	УВ-2хIO	УВ-3хIO	УВ-2хI6	УВ-2х24	УВ-3х24
Общая площадь осаждения электродов	$м^2$	II70	I760	I760	2600	3900
Ширина и длина (по осям опор)	м	6х4,5	9х4,5	9х4,5	9х6	I3,5х6
Высота	м	I9,9	I9,9	I9,9	2I,4	2I,4

Примечание. Типоразмер УВ-2хIO: унифицированный вертикальный; первая цифра – количество секций, число за цифрой – площадь активного сечения секции, $м^2$; количество полей в электрофильтрах – I; шаг между одноименными электродами 275 мм; активная длина поля 7,4 м.

Таблица 45

Электрофильтры горизонтальные

Типоразмеры фильтров	Общая площадь осаждения электронов, м^2	Длина, м	Высота, м	Ширина (по осям крайних опор), м
УГ1-2-10	420	9,6	12,3	3,0
УГ1-3-10	630	14,1	12,3	3,0
УГ1-2-15	630	9,6	12,3	4,5
УГ1-3-18	940	14,1	12,3	4,5
УГ2-3-26	1690	14,1	15,4	4,5
УГ2-4-26	2250	18,6	15,4	4,5
УГ2-3-37	2360	14,1	15,4	6,0
УГ2-4-37	3150	18,6	15,4	6,0
УГ2-3-53	3370	14,1	15,4	9,0
УГ2-4-53	4500	18,6	15,4	9,0
УГ2-3-74	4700	14,1	15,4	12,0
УГ2-4-74	6300	18,6	15,4	12,0
УГ3-3-88	9200	18,8	21,8	9,0
УГ3-4-88	12300	24,8	21,8	9,0
УГ3-3-115	12100	18,8	21,8	12,0
УГ3-4-115	16100	24,8	21,8	12,0
УГ3-3-177	18400	18,8	21,8	18,0
УГ3-4-177	24600	24,8	21,8	18,0
УГ3-3-230	24200	18,8	21,8	24,0
УГ3-4-230	32200	24,8	21,8	24,0
УГ3-3-265	27600	18,8	21,8	27,0
УГ3-4-265	36900	24,8	21,8	27,0

Примечания: 1. Типоразмер УГ1-2-10: унифицированный горизонтальный; первая цифра – габарит (1,2 и 3)-УГ1 – с активной высотой поля 4,2 м, УГ2 – то же 7,5 м; УГ3 – то же 12,2 м; вторая цифра – количество полей; третья – площадь активного сечения, м^2. Шаг между одноименными электродами во всех электрофильтрах – 275 мм.

2. Электрофильтры 1-го и 2-го габарита имеют активную длину полей 2,5 м, в 3-го габарита – 4 м.

3. Электрофильтры (1-го габарита выпускаются 2-3-польными, а 2-го и 3-го габарита – 3 и 4-польными.

4. Корпуса электрофильтров УГ рассчитаны на работу под разряжением до 3-4 кПа и заполнение бункеров пылью с насыпной массой до 1500 кг/м^3.

Таблица 46

Дутьевые вентиляторы

Тип	Параметры при номинальном режиме			Потребляемая мощность, кВт	Габаритные размеры, м	Масса, т
	производительность, тыс. м³/ч	давление, кПа	число оборотов в об/мин			
	Вентиляторы при t =20 и 30°С					
ВД-18	105	5,0	730	210	2,9х2,8х3	3,5
ВДН-18-II-У	115	3,6	1000	140	3,4х1,8х4,1	5,4
ВДН-18-П	170	3,7	1000	210	3,4х1,7х4,1	5,5
ВДН-19	125	4,3	980	180	3,4х3,9х3,7	6,3
ВДН-20	140	6,3	730	350	8х3,1х3,3	3,9
ВДН-20,5	160	4,8	980	255	3,4х3,9х3,8	5,9
ВДН-20-ПУ	165	4,5	1000	260	4,6х1,7х3,6	6,0
ВДН-20-П	225	4,8	1000	355	4,6х1,9х3,5	6,2
ВДН-22-П	210	3,3	740	230	3,9х5х4	7,9
ВДН-24	200	3,9	735	255	4х3,9х5	7,9
ВДН-24-П	275	3,9	740	350	4,2х5,5х4,4	8,9
ВДН-24-х2-П	600	4,2	735	720	7,5х4,5х5,4	19
ВДН-25-х2	520	8,0	980	1265		26,8
ВДН-26	240	4,7	735	372	4,2х4,7х5,4	8,4
ВДН-26-П	350	4,6	740	521	4,6х6х4,7	9,8
ВДН-32Н-I	500	5,8	730	925	4,9х5,4х6,9	16
	Вентиляторы горячего дутья при t = 400°С					
ВГД-13,5	60	2,2	970	51	2,6х2,1х2,3	2,4
ВГД-15,5	85	2,9	970	95	2,7х2,4х2,9	2,8
ВГД-20	146	2,7	730	156	3,3х3,3х3	4,8

Примечания: 1. ВД – вентилятор дутьевой; ВДН – вентилятор дутьевой с согнутыми назад лопатками; ВД – вентилятор дутьевой.

2. Число – диаметр рабочего колеса, дм.

Таблица 47

Дымососы

Тип	Параметры при номинальном режиме			Потребляемая мощность, кВт	Масса,
	производительность, тыс.м³/ч	давление, кПа	число оборотов n, об/мин		
Д-15,5х2	105	2,4	735	98	3
Д-20	140	3,8	730	215	4,5
ДН-22	144	3,4	740	172	8
ДН-18х2	180	3,3	735	270	8
ДН-24	185	4,0	740	262	8,9
ДН-26	237	4,7	740	395	10
ДН-22х2-0,62	285	3,4	740	345	18,4
Д-21,5х2	305	4,7	730	558	11
ДН-24х2-0,62	370	4,0	740	525	21,5
ДН-26х2-0,62	475	4,7	740	790	29,1
ДОД-28,5	585	3,8	570	750	46,5
ДОД-31,5	725	3,3	475	790	50,3
ДОД-33,5	840	3,7	570	1015	54,6
ДОД-41	1140	3,2	370	1140	98,3
ДОД-43	1335	3,6	370	1570	103,5

Примечания: 1. Д – дымосос; Н – загнутые назад лопатки; О – одной; Д – двухотупенчатый; первое число – диаметр рабочего колеса, дм; второе число – число входов; 0,62 – отношение диаметра входа в крыльчатку к диаметру по выходным кромкам лопаток.

2. Дымососы для отсасывания дымовых газов из топок работают при t не выше 200°С, а дымососы для рециркуляции газов – при $t \leq 400$°С.

тельностью до 100 Гкал/ч поставляются и комплектуются трестом Союзкотлокомплект при Главтяжмаше Госснаба СССР. Паровые котлоагрегаты Белгородского котлостроительного завода и водогрейные теплопроизводительностью 100 Гкал/ч и выше поставляются и комплектуются трестом Энергокомплектоборудование Минэнерго СССР.

2.42. Оборудование автоматического регулирования, тепловой защиты и дистанционного управления поставляется трестом Энергокомплектавтоматика.

2.43. В соответствии с техническими условиями на поставку стационарных паровых и водогрейных котлоагрегатов заводами-изготовителями выдается следующая документация.

Спецификация на обмуровочные, изоляционные материалы и набивную массу облицованных экранов; спецификация и чертежи на фасонные шамотные изделия чертежи обмуровки поставляются на отдельную плату и не входят в стоимость оборудования. Монтажные чертежи и их список, ведомость изменений и монтажных указаний, паспорт котлоагрегата с общими видами входят в стоимость оборудования.

Материалы для ремонтных работ и надписи на трубопроводах

2.44. Для нормального функционирования котельных установок необходимы прокладки, материалы и сальниковые набивки, основные характеристики которых приведены в табл. 48–49.

2.45. Трубопроводы в котельных должны быть окрашены в соответствии с требованиями ГОСТ 14202-69 (приложение).

3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОТЕЛЬНЫХ

3.1. С целью уменьшения образования накипи, являющейся одной из причин нерационального использования топлива в котельных, необходимо производить котловую или докотловую обработку воды. Выбор типа водоподготовки и состав оборудования зависят от мощности котлов, теплонапряжения на поверхностях котлов, степени чистоты воды.

3.2. Значительное влияние на образование накипи оказывает величина теплового потока, т.е. теплонапряжение поверхности нагрева. При переводе промышленных котельных с твердого топлива на

Таблица 48

Прокладки и уплотнительные материалы

Материал	Размер, мм	Рабочая среда	Температура, °С, не более	Рабочее давление, мПа, не более
Паронит	Листы 300х400, 400х500, 500х500, 550х550, 600х600, 750хI000, 700хI200, I000хI200, I000хI500, I200хI250, I200хI350, I200хI450, I200хI500, I200хI700, толщиной 0,3–6	Вода, пар	До 450	До 5
		Нефть, тяжелые и легкие нефтепродукты	До 400 До 200	До 4 До 7
		Жидкий и газообразный кислород	От 62 до I82	До 0,25
Картон (непропитанный)	Толщина 0,2–I,5	Вода питьевая, пар, масла, органические растворители и углеводороды	90	I,6
Картон (пропитанный)	Лист 800х900, толщина 0,3–I,5	Вода, бензин, керосин и мазут	I20	I,6
Пластикат (поливинилхлоридный)	Лист I000х600, толщина I,3–и 3,5	Кислоты, растворы щелочей, спирты, легкие нефтепродукты, газы агрессивные	40	I,6
Резина:				
кислотощелочестойкая	Пластины от 250 до I000; рулоны от 500 до I000 шириной 200–I750	Вода, воздух, слабые растворы (20%) кислот и щелочей (кроме уксусной и азотной)	От –30 до +50	I,6
теплостойкая	Толщина пластин от 2 до 60; в рулоне толщиной от 0,5 до 50	Воздух	От –35 до +90	I,6
		пар	До +I40	I,6
морозостойкая		Воздух и нейтральный газ	От –45 до +50	I,6

Продолжение табл. 48

Материал	Размер, мм	Рабочая среда	Температура, °С, не более	Рабочее давление, мПа, не более
маслобензостойкая		Масла, легкие нефтепродукты, воздух, нейтральный газ	От -30 до +50	I,6
вакуумная	Рулонная, листы I500x750 и более, толщина 2-6	Воздух и нейтральный газ	От -30 до +90	I,6
Фибра	Листы I800xI200, толщина I-3	Бензин, керосин, масла, кислород	I00	I5
Алюминий АДI-М	Лист 2000x800, толщина 0,3-I0	Газы и пары инертные	I00	I,6
Латунь Л-62	Лента 7-20 x 20-600, толщина 0,5-2	Газообразные и жидкие неагрессивные среды	250	Не ограничивается
Медь М3	Лист I4I0x7I0 толщина 0,4-I0	Вода, пар, кислород	300	I5
Свинец С2	Польный 5000x2800 толщина I-I5	Серная кислота, сернистый газ и растворы других кислот	I00	0,6
Сталь IXI3, XI8HI0T, IУI3XI8HI0T	Лист I4I0x7I0, толщина от 0,4 до I0	Вода, пар	570	25
Сталь зубчатая	Для условных проходов	- " -	570	6,4-40

Сальниковые набивки (по ГОСТ 5152-66)

Среда	Предельные параметры		Сальниковая набивка	
	P_I, МПа	t, °С	Марка	Обозначение
			Плетеные	
Воздух, смазочные масла, питьевая вода	20	10	Хлопчатобумажная сухая	ХБС
Воздух, смазочные масла, нефтяное топливо, промышленная вода	20	10	Хлопчатобумажная пропитанная	ХБП
Воздух, смазочные масла, промышленная, вода, водяной пар	16	100	Пеньковая сухая	ПС
Воздух, смазочные масла, промышленная вода	16	100	Пеньковая пропитанная	ПП
Воздух, водяной пар, промышленная вода, растворы щелочей	4,5	400	Асбестовая сухая	АС
Воздух, нефтяное тяжелое топливо, слабокислотные растворы	4,5	300	Асбестовая пропитанная	АП
Промышленная вода, нефтепродукты	4,5	300	Асбестовая прорезиненная	АПР
Промышленная вода, водяной пар	1	130	Тальковая сухая	ТС
Нефтяное топливо	3	300	Асбестовая маслобензиностойкая	АМБ
Пар насыщенный и перегретый, вода перегретая	32,5	200	Асбестовая прорезиненная пропитанная	АПП
	30	450	Асбестовая прорезиненная сухая	АПС

Продолжение табл. 49

Среда	Предельные параметры		Сальниковая набивка	
	$P_т$, МПа	t, °С	Марка	Обозначение
	90	200	Асбестопроволочная прорезиненная	АПРП
	90	450	Асбестопроволочная сухая	АПРС
Вода, пар, воздух	35	510	Асбестовая проклеенная с графитом	АГ-I для арматуры, для центробежных насосов
	20	260		
			Скатанные	
Промышленная вода	20	100	Прорезиненная хлопчатобумажная	ПХБ
			Прорезиненная хлопчатобумажная с резиновым сердечником	ПХБРС
			Прорезиненная льняная	ПЛ
			Прорезиненная льняная с резиновым сердечником	ПЛРС
Промышленная вода, перегретый и насыщенный пар	10	400	Прорезиненная асбестовая	ПА
			Прорезиненная асбестовая с резиновым сердечником	ПАРС
			Прорезиненная асбестометаллическая	ПАМ
			Прорезиненная асбестометаллическая с резиновым сердечником	ПАМРС

Продолжение табл. 49

Среда	Предельные параметры		Сальниковая набивка	
	$P_т$, МПа	t, °С	Марка	Обозначение
Промышленная вода, соленая вода	20	100	Компенсирующая хлопчатобумажная	КХБ
			Компенсирующая льняная	КЛ
			Кольцевые	
Воздух, промышленная вода, пар, нефтепродукты	40	100	Манжеты хлопчатобумажные	МХБ
Нефтепродукты	20	300	Манжеты льняные	МЛ
			Манжеты асбестовые	МА
	5	400	Кольца разрезные асбесто-алюминиевые	КРАА

природный газ могут наблюдаться аварии котлов из-за разрыва экранных и кипятильных труб. Поэтому перевод котлов на высококалорийные топливо, т.е. природный газ или мазут, рекомендуется сочетать с улучшением качества питательной воды.

3.3. Скорость образования накипи А, $м^2/(см^2 \cdot ч)$, определяется по формуле

$$A = \kappa S q^2, \qquad (17)$$

где κ – коэффициент пропорциональности, равный для соединений кальция и магния $\kappa = 1{,}3 \cdot 10^{-13}$ и железоокисных отложений $\kappa = 5{,}7 \cdot 10^{-14}$;

S – концентрация накипеобразователей в котловой воде, мг/кг;

q – теплонапряжение, $т/м^2$, (1 ккал/$(м^2 \cdot ч)$ = 1,163 $Вт/м^2$).

3.4. Скорость нарастания отложений за год (8000 ч), мм/год рекомендуется определять по формуле

$$h_{от} = \frac{80 \kappa S q^2}{\gamma_{отл}}, \qquad (18)$$

где $\gamma_{отл}$ – плотность отложений, $г/см^3$.

Ориентировочно для щелочноземельных отложений $\gamma_{отл} = 1{,}8$ и железоокисных $\gamma_{отл} = 3$.

3.5. Результатом образования отложений на внутренней поверхности является увеличение температурного напора

$$\Delta t = t_{ст} - t_{кип}, \qquad (19)$$

где $t_{ст}$, $t_{кип}$ – соответственно температура стенки трубы и кипения жидкости, °С.

Предельная температура стенки трубы не должна превышать 450–470°С. Предельное значение температурного напора $\Delta t_{пред}$ зависит от величины давления и будет равно при

D', $мН/м^2$	$\Delta t_{пред}$, °С
0,6	290
0,9	275
1,4	260
2,4	230
3,4	210
4,0	200

Допустимая толщина отложений на стенках может быть определена из формулы

$$\Delta t = \left(\frac{\delta_{от}}{\lambda_{от}} + \frac{1}{\alpha_2} \right) q, \ ^{\circ}C, \qquad (20)$$

где $\delta_{от}, \lambda_{от}$ – толщина, м, и теплопроводность отложений, Вт/(м·°С);
α_2 – коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к кипящей жидкости, т/(м^2·°С);
q – тепловой поток, Вт/м^2.

Величина $\lambda_{от}$ для малотеплопроводных накипей может быть принята 1,5-2 Вт/(м·°С).

В качестве предельной толщины отложений при высоких тепловых потоках для давления 0,5-1,8 мН/м^2-0,4 мм и для 2-4 мН/м^2-0,3 мм.

Внутрикотловая обработка воды щелочными реагентами

3.6. На ряде предприятий стройиндустрии возможно отсутствие докотловой подготовки воды. При отсутствии такой водоподготовки для снижения интенсивности накипеобразования рекомендуется применять систематическую внутрикотловую обработку воды щелочными реагентами – антинакипинами, например, кальцинированной содой (80%) с тринатрийфосфатом (20%). Систематической и по возможности непрерывной подачей раствора антинакипина в котел вместе с питательной водой достигаются оптимальные условия для образования шлама в толще котловой воды, а не накипных отложений на теплонапряженных поверхностях нагрева.

3.7. Внутрикотловая обработка воды рекомендуется для вертикальных цилиндрических котлов для выработки насыщенного пара и водотрубных неэкранированных котлов с чугунными экономайзерами (котлы Стерлинга, Горбе, Шухова, Шухова-Берлина.) при тепловом напряжении поверхностей нагрева не выше 100000 Вт/м^2 и общей жесткости питательной воды до 3,0 мг-экв/кг.

3.8. Дозу кальцинированной соды $Д_с$, г-экв на 1 т питательной воды, рекомендуется находить по формуле

$$Д_с = Ж_{п.в} - Щ \frac{Щ_{к.в} P_п}{100}, \qquad (21)$$

где $Ж_{п.в}$ – общая жесткость питательной воды, мг-экв/кг;
$Щ$ – общая щелочность питательной воды, мг-экв/кг;
$Щ_{к.в}$ – нормативная избыточная щелочность котловой воды, мг-экв/кг;
$Р_п$ – нормативный размер продувки котла, %, определяемый по табл. 50.

Таблица 50

Рекомендуемый размер продувки, % к производительности котла

Котлы	Рекомендуемый размер продувки, % к производительности котла	Номер формулы
Вертикально-водотрубные с нижними барабанами, жаротрубные и локомобильные	$Р_п = 1 + 0,9\ Ж_{п.в}$.	(22)
Горизонтально-водотрубные с грязевиками	$Р_п = 1,5 + 1,1\ Ж_{п.в}$.	(23)
Горизонтальные водотрубные без грязевиков, дымогарного типа	$Р_п = 2 + 1,4\ Ж_{п.в}$.	(24)

3.9. Суточный расход технического кальцинированной соды Во, кг, рекомендуется определять на каждые последующие сутки

$$B_c = \frac{Ж_{п.в} \cdot 56Q \cdot 24}{1000} \qquad (25)$$

где Q – предполагаемая среднечасовая паропроизводительность котельной, т/ч.

3.10. Раствор смеси реагентов рекомендуется приготовлять в специальном растворном бачке емкостью 0,2–0,5 м^3 и при помощи специального дозировочного насоса подавать во всасывающую магистраль питательного насоса или непосредственно в барабан котла. Первая схема применима для котельных с котлами без водяных экономайзеров или при наличии их, но при общей жесткости воды меньше 0,5 мг-экв/кг. Вторая схема рекомендуется для предупреждения выпадения отложений уже в водяном экономайзере и применяется для

котлов с водяными экономайзерами при жесткости питательной воды больше 0,5 мг-экв/кг.

3.II. При внутрикотловой обработке воды необходимо применять непрерывное или периодическое удаление шлама, т.е. проводить продувку котла (чем выше жесткость питательной воды, тем выше должен быть размер продувки).

3.I2. Размер периодической продувки рекомендуется задавать числом продувок котла за смену или за сутки по данным анализа.

3.I3. Для борьбы с накипеобразованием на объектах промышленной энергетики могут быть рекомендованы методы, основанные на воздействии магнитного поля, электрического поля и ультразвуковых колебаний на воду, используемую для питания котлов.

Осветление воды

3.I4. Осветление воды является первой технологической операцией обработки воды, рекомендуемой практически во всех случаях, поскольку взвешенные в воде вещества вредны при использовании ее в цикле пароводяной установки.

3.I5. Осветление воды рекомендуется производить непосредственно на осветлительных (механических) фильтрах напорного типа. Основные характеристики осветлительных фильтров приведены в табл. 5I.

3.I6. Осветление воды при пропуске ее через осветлительный фильтр происходит в результате прилипания к частицам зернистого фильтрующего материала грубодисперсных примесей воды, которые задерживаются на поверхности и в порах фильтрующего материала. Фильтрование воды происходит под воздействием разности давления над фильтрующим слоем и под ним. В качестве фильтрующего материала применяются дробленый антрацит, кварцевый песок и мраморная крошка.

3.I7. Для увеличения грязеемкости фильтрующего материала рекомендуется применять двухслойную загрузку, состоящую из более крупного антрацита и более мелкого песка.

3.I8. При выборе фильтрующего материала необходимо учитывать его химическую стойкость. Так, при фильтровании через кварцевый песок щелочной воды с температурой I5^{0}С выносится около 5 мг/л кремнекислоты. Поэтому в тех случаях, когда вода предназначается для питания котлов высокого давления, в качестве фильтрующего ма-

Таблица 51

Фильтры осветительные, работающие при давлении 6 кгс/см^2

Шифр	Диаметр фильтра, мм	Высота фильтрующей нагрузки, мм	Общая высота, мм	Масса конструкции фильтра, кг	Завод-изготовитель
	Фильтры вертикальные однокамерные				
ФОВ-I,0-6	I000	I000	–	–	Бийский котельный
ФОВ-I,4-6	I400	I000	–	–	
ХВ-044-I	I000	I000	2912	932	– " –
ХВ-044-2	I500	I000	3298	I600	– " –
ФОВ-2,0-6	2000	I000	3620	2I20	Таганрогский "Красный котельщик"
ФОВ-2,6-6	2600	I000	40I5	3755	То же
ФОВ-3,0-6	3000	I000	4385	4780	– " –
ФОВ-3,4-6	3400	I000	4530	6254	– " –
	Вертикальные двухкамерные				
ФОВ-2К-3,4-6	3400	900х2	5520	9I95	– " –
	Вертикальные трехкамерные				
ФОВ-3К-3,4-6	3400	900х3	6635	I3I35	– " –
	Горизонтальные однокамерные				
ФОВ-3,0-6-5,5	3000	I000	4630	8320	– " –
ФОВ-3,0-6-I0,5	3000	I000	4630	I4220	– " –

териала для осветлительных фильтров следует применять только антрацит.

Кварцевый песок применяют во всех схемах водоподготовки, кроме магнезиального обескремнивания и обессоливания воды. Мраморная крошка в качестве фильтрационного материала может использоваться в осветлительных фильтрах только в схеме обработки воды известкованием.

3.19. Необходимое количество осветлительных фильтров м.ф., шт., рекомендуется определять по формуле

$$n_{м.ф} = \frac{Д_{х.об} + \delta_{м.ф} + \delta_{н.ф} + \delta_{т}}{\omega F} + n, \qquad (25)$$

где $Д_{х.об}$ – максимальное количество воды, поступающее в установки после ионообменных фильтров, м^3;

$\delta_{м.ф.}$ – средний расход осветленной воды на промывку осветительных фильтров, м^3/ч;

$\delta_{н.ф.}$ – средний расход осветленной воды на регенерацию ионитовых фильтров, м^3/ч;

$\delta_{т}$ – максимальный расход осветленной воды на теплосеть и прочие нужды без обработки ее в ионитных фильтрах, м^3/ч;

ω – допускаемая скорость фильтрования, м/ч;

n – число резервных фильтров;

F – площадь фильтрования одного осветлительного фильтра, м^2.

3.20. Для загрузки осветлительных фильтров рекомендуется применять фильтрующий материал, имеющий размеры, приведенные в табл. 52.

Таблица 52

Размеры фильтрующего материала при высоте слоя 500 мм и коэффициенте неоднородности зерен к=2

Фильтрующий материал	Диаметр зерен, мм		
	минимальный	максимальный	эквивалентный
Кварцевый песок	0,5	I,2	0,8
Антрацит	0,8	I,8	I,I

3.21. Межпромывочный период осветлительных фильтров рекомендуется определять по формуле

$$T = \frac{h_ф \gamma_ф}{\omega c_в} 10^3, \qquad (27)$$

где $h_ф$ – высота слоя, фильтрующего материала, мм;

$\gamma_ф$ – грязеемкость материала, кг/м^3;

$c_в$ – концентрация взвешенных веществ в фильтруемой воде, мг/кг.

3.22. Величина межпромывочного ремонта фильтров должна быть не менее 8 ч.

Умягчение воды

3.23. Умягчением воды называется удаление из нее до заданных величин катионов накипеобразователей Ca^{2+} и Mg^{2+} с заменой их катионами Na^+ или H^+. Обработка воды однократным или двукратным натрий-катионированием применяется для различных вод с относительно малой карбонатной жесткостью, превращение которой в бикарбонат натрия не вызывает грязеемкого увеличения продувки котлов, а также не создает относительной щелочности котловой воды свыше 20%.

3.24. В ряде случаев натрий-катионирование воды рекомендуется комбинировать с другими методами обработки, которые снижают щелочность натрий-катионированной воды до приемлемых размеров. С этой целью могут быть применены параллельное, последовательное или совместное водород-натрий-катионирование, совместное или параллельное аммоний-натрий-катионирование, предварительное известкование обрабатываемой воды с последующим натрий-катионированием, натрий-катионирование с последующим подкислением.

3.25. В качестве катионита при натрий-катионировании используются отечественные ионообменные материалы – сульфоуголь и катионит КУ-2. Обработка воды методом натрий-катионирования заключается в фильтровании ее через слой катионита, содержащего в качестве обменных ионов катионы натрия. При этом катионит поглощает из воды ионы Ca^{2+} и Mg^{2+}, обусловливающие ее жесткость, а в воду переходит эквивалентное количество ионов Na^+.

3.26. Когда рабочая обменная способность натрий-катионита в процессе фильтрования через него жесткой воды истощается, натрий-катионит подвергается регенерации вытеснением из него ранее

поглощенных ионов кальция и магния концентрированным раствором поваренной соли ($NaCl$).

3.27. Для более глубокого умягчения исходной воды и для улавливания проскоков солей жесткости предусматривается двухступенчатое натрий-катионирование.

При этом исходная вода последовательно проходит натрий-катионитные фильтры первой и второй ступеней.

Аммоний-натрий-катионирование

3.28. Метод аммоний-натрий-катионирования воды нашел широкое применение в промышленных котельных. При этом методе обработки воды снижается щелочность и солесодержание котловой воды, сокращаются размеры продувки котлов и, что очень важно, достигается это без применения кислотостойкой запорной арматуры и материалов, коррозионностойких защитных покрытий оборудования и трубопроводов, кислот и нейтрализации кислых стоков.

Кроме того, отпадает необходимость в специальном подщелачивании питательной воды после термических деаэраторов, обеспечивается отсутствие углекислотной коррозии оборудования питательного тракта и особенно конденсатопроводов, устраняется связанное с этим загрязнение котлов окислами железа.

3.29. Сущность обработки воды аммоний-катионированием заключается в замене катионов всех солей и щелочей, содержащихся в воде, катионами аммония NH_4.

Когда истощается обменная способность аммоний-катионита в процессе фильтрования через него жесткой воды, он подвергается регенерации путем вытеснения из него ранее поглощенных ионов кальция, магния, железа, натрия 2-3%-ным раствором сульфата аммония. Недостаток - наличие аммония в паре.

Водород-катионирование

3.30. Применяется для обработки воды с относительно большой карбонатной жесткостью, требующей снижения в процессе умягчения воды. В качестве катионита применяется сульфоуголь КУ-2. Обработка воды методом водород-катионирования заключается в фильтровании ее через слой катионита, содержащего в качестве обменных ионов

катионы Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+} и другие, а в воду переходит эквивалентное количество H^{+}-ионов. Одновременно происходит разрушение (нейтрализация) H^{+}-ионов бикарбонатной щелочности воды - карбонатной жесткости с образованием свободной углекислоты.

В схемах химического обессоливания воды предусматривается водород-катионитные фильтры второй ступени для улавливания проскоков Na^{+}.

Эти фильтры применяются на установках полного химического обессоливания воды в качестве третьей ступени водород-катионирования.

3.31. Анионирование воды применяется для обессоливания природных вод для питания прямоточных котлов любых давлений и считается экономически целесообразным, когда суммарное содержание сульфатных, хлоридных и нитратных ионов в исходной воде не превышает 3-4 мг-экв/л.

3.32. В качестве обменных анионов, которыми заряжается анионит, используются OH^{-}, CO_3^{2-}, HCO_3^{-}. Аниониты способны достаточно полно и интенсивно поглощать из фильтруемой воды различные анионы, когда те присутствуют в ней в виде соответствующих кислот. Поэтому для достижения глубокого обессоливания воды необходимо перевести все соли, содержащиеся в воде, в соответствующие кислоты. Практически это означает, что обрабатываемую воду в начале необходимо фильтровать через водород-катионит, а затем через анионит.

Регенерация анионитов осуществляется водным раствором 2-4% аммиака.

Для первой ступени натрий-катионирования, водород-катионирования, аммоний-натрий-катионирования и анионирования используются ионообменные параллельные фильтры первой ступени ФИПаI; для второй ступени используются ионообменные параллельно-точные фильтры второй ступени - ФИПаП; для третьей ступени водород-катионирования и анионирования используются ионообменные параллельно-точные фильтры второй ступени - ФИПаП.

Основные характеристики ионообменных фильтров приведены в табл. 53.

3.33. Необходимое количество параллельно-точных фильтров первой ступени, n_I, шт., рекомендуется определять по формуле

$$n_I = \frac{Q}{\omega F} + n_r + 1, \qquad (28)$$

Таблица 53

Основные характеристики ионообменных фильтров, работающих при давлении 6 кгс/см^2

Шифр	Диаметр фильтра, мм	Высота фильтрующей загрузки, мм	Общая высота, мм	Масса конструкции фильтра, кг	Оптовая цена за 1 шт., руб.	Завод-изготовитель
		Параллельно-точные Na-ой ступени				
ФИПа I-0,7-6	700	2000	3450	598	340	Саратовский энергетического машиностроения
ФИПа I-I,0-6	I000	2000	37I4	IOI5	440	Бийский котельный
ФИПа I-I,4-6	I400	2000	-	-	-	Бийский котельный
ХВ-040-I	I000	2000	3592	972	360	Тот же
ХВ-040-2	I500	2000	3920	I6I6	520	- " -
ХВ-042-I	I500	2000	3597	969	420	- " -
ХВ-042-2	I500	2000	3924	I6C8	580	- " -
ФИПа I-2,0-6	2000	2500	4930	2590	920	Таганрогский "Красный котельщик"
ФИПа I-2,6-6	2600	2500	5200	43I0	I320	Тот же
ФИПа I-3,0-6	3000	2500	5470	5260	I480	- " -
ФИПа I-3,4-6	3400	2500	5740	7460	2000	- " -

Продолжение табл. 53

Шифр	Диаметр фильтра, мм	Высота фильтрующей загрузки, мм	Общая высота, мм	Масса конструкции фильтра, кг	Оптовая цена за 1 шт., руб.	Завод-изготовитель
	Параллельно-точные второй ступени					
ФИПаП-I,0-6	I000	I500	–	–	–	Бийский котельный
ФИПаП-I,4-6	I400	I500	–	–	–	– " –
ФИПаП-2,0-6	2000	I500	3630	2II6	860	Таганрогский
ФИПаП-2,6-6	2600	I500	40I5	3757	I320	– " –
ФИПаП-3,0-6	3000	I500	4385	4785	I640	– " –

фильтров второй ступени

$$n_д = \frac{Q}{\omega F} + n_р, \qquad (29)$$

где Q – максимальный расход воды, подлежащей фильтрованию, м³/ч;

$n_р$ – количество резервных фильтров, равное количеству одновременного регенерируемых;

1 – дополнительный резервный фильтр на случай ремонта какого-либо фильтра.

3.34. Проверка допустимой скорости фильтрования ω в периоды совпадения регенераций и ремонтов фильтров выполняется по формуле

$$\omega = \frac{Q}{F(n - n_{рег.ф.} - n_{рем.ф})}, \qquad (30)$$

где $n_{рем.ф.}$ – количество одновременно ремонтируемых фильтров, шт.;

$n_{рег.ф.}$ – количество одновременно регенерируемых фильтров, шт., определяемое по формуле

$$n_{рег.ф} = \frac{n_{рег} \cdot t_{рег}}{24}, \qquad (31)$$

Здесь $n_{рег}$ – общее количество регенераций фильтров в течение суток, шт.;

$t_{рег}$ – продолжительность каждой регенерации, ч.

3.35. Общее количество регенераций фильтров первой ступени при натрий-катионировании определяется

$$n_{рег} = \frac{Q H_0 \cdot 24}{F h (\varepsilon^{Na}_{раб} - a H_0 0{,}5)}, \qquad (32)$$

где H_0 – общая жесткость воды, поступающей в фильтры, мг-экв/л;

h – высота слоя фильтрующей загрузки, м;

$\varepsilon^{Na}_{раб}$ – рабочая обменная способность катионита, г-екв/м³;

a – удельный расход осветленной воды на послерегенерационную отмывку катионита, м³ на 1 м³ катионита;

$0{,}5$ – степень умягчения отмывочной воды.

3.36. Общее количество регенераций фильтров второй ступени при натрий-катионировании в течение суток

$$n_{рег} = \frac{Q \cdot 0{,}1 \cdot 24}{F \cdot h \cdot \varepsilon_{раб}^{Na}}, \qquad (33)$$

где 0,1 – величина средней жесткости воды, поступающей в натрий-катионитные фильтры второй ступени, мг-экв/л.

3.37. Общее количество регенераций фильтров в течение суток при водород-катионировании для установок, работающих по схеме:

полного химического обессоливания и обескремнивания воды

$$n_{рег} = \frac{(Q + \delta_{скв})(H_0 + 2{,}15 N\alpha) 24}{Fh[\varepsilon_{раб}^{H} - 0{,}5\alpha(H_0 + 2{,}15 N\alpha)]}, \qquad (34)$$

частичного обессоливания воды с проскоком части содержащихся в ней катионов натрия

$$n_{рег} = \frac{(Q + \delta_{скв})[H_0 + 2{,}15(N\alpha - N\alpha_{пр})] 24}{Fh[\varepsilon_{раб}^{H} - 0{,}5\alpha[H_0 + 2{,}15(N\alpha - N\alpha_{пр})]]}, \qquad (35)$$

частичного обессоливания с проскоком через фильтр всех катионов натрия, содержащихся в обрабатываемой воде

$$n_{рег} = \frac{(Q + \delta_{скв}) H_0 \cdot 24}{Fh(\varepsilon_{раб}^{H} - 0{,}5\alpha H_0)}, \qquad (36)$$

последовательного водород-натрий-катионирования с "голодной" регенерацией водород-катионитных фильтров

$$n_{рег} = \frac{(Q + \delta_{скв\,Na\text{-}кат}) Щ \cdot 24}{Fh(\varepsilon_{раб}^{H} - 0{,}5\alpha Щ)}, \qquad (37)$$

в случае превышения щелочности обрабатываемой воды над общей ее жесткостью

$$n_{рег} = \frac{(Q + \delta_{скв\,Na\text{-}кат})(2Щ + H_0) \cdot 24}{Fh[\varepsilon_{раб}^{H} - 0{,}5\alpha(2Щ - H_0)]}. \qquad (38)$$

3.38. Для установок, работающих по схеме параллельного водород-натрий-катионирования

$$n_{рег} = \frac{Q^{H} H_0 \cdot 24}{Fh(\varepsilon^{H}_{раб} - 0{,}5\alpha \cdot H_0)} \qquad (39)$$

3.39. Для установок, работающих по схеме совместного водород-натрий-катионирования

$$n_{рег} = \frac{Q H_0 \cdot 24}{Fh(\varepsilon^{H+Na}_{раб} - 0{,}5\alpha H_0)}, \qquad (40)$$

где Q^{H} – расход воды, подлежащей водород-катионированию, м³/ч;

$q_{ска}$ – среднечасовой расход водород-катионированной воды на регенерацию анионитных фильтров, м³/ч;

$q_{скатий-Na}$ – среднечасовой расход водород-катионированной воды на регенерацию натрий-катионированных фильтров, м³/ч;

Na – исходное содержание катионов натрия в обрабатываемой воде, мг-экв/л;

$Na_{пр}$ – расчетная остаточная концентрация катионов натрия в фильтрате водород-катионитных фильтров, мг-экв/л.

2,15 – кратность снижения обменной способности сульфоугля по катионам натрия в сравнении с обменной способностью его по катионам кальция и магния;

$\varepsilon^{H}_{раб}$ – рабочая обменная способность сульфоугля как водород-катионита по кальцию и магнию, г-экв/м³;

$\varepsilon^{H+Na}_{раб}$ – рабочая обменная способность сульфоугля в процессе совместного водород-натрий-катионирования, г-экв/м³.

3.40. Расход поваренной соли G_{NaCl}, кг, на каждую регенерацию фильтра при натрий-катионировании определяется по формуле

$$G_{NaCl} = Fh\varepsilon^{Na}_{раб} \, в \, 0{,}001, \qquad (41)$$

где $в$ – удельный расход поваренной соли на 1 г-экв обменной способности натрий-катионита, г.

3.41. Расход 100%-ной серной кислоты $G_{H_2SO_4}$, кг, на регенерацию одного фильтра при водород-катионировании

$$G_{H_2SO_4} = Fh\varepsilon^{H}_{раб} \, c \cdot 0{,}001 \qquad (42)$$

3.42. Расход 100%-ной серной кислоты на регенерацию фильтра при совместном водород-натрий-катионировании

$$G_{H_2SO_4} = \frac{F h \varepsilon_{раб}^{H+Na} (Щ + Щ_{ост}) c}{H_0 \cdot 1000}, \qquad (43)$$

3.43. Дополнительный расход поваренной соли G'_{NaCl}, кг, на регенерацию фильтра для совместного водород-натрий-катионирования

$$G_{NaCl} = \frac{F h \varepsilon_{раб}^{H+Na} (H_{нк} + Щ_{ост}) b}{H_0 \, 1000}, \qquad (44)$$

где c – удельный расход 100%-ной серной кислоты, г/г-экв;

$Щ_{ост}$ – расчетная остаточная щелочность обработанной воды, мг-экв/л;

$H_{нк}$ – некарбонатная жесткость воды, подлежащей катионированию, мг-экв/л.

Численные значения технологических показателей при загрузке фильтров сульфоуглем даны в табл. 54.

3.44. Расход реагентов на регенерацию катионитного фильтра при совместном или параллельном аммоний-натрий-катионировании G_{NH_4}, G_{Na}, кг, определяется по формулам

$$G_{NH_4} = \frac{V \varepsilon r_{NH_4}}{1000} \quad или \quad G_{NH_4} = V r'_{NH_4}; \qquad (45)$$

$$G_{Na} = \frac{V \varepsilon r_{Na}}{1000} \quad или \quad G_{Na} = V r'_{Na}, \qquad (46)$$

где G_{NH_4} и G_{Na} – соответственно расход соли аммония и хлористого натрия на регенерацию одного фильтра, кг;

V – объем катионита в фильтре, м^3;

ε – емкость поглощения катионита, г-экв/м^3 (ε = 350 г-экв/м^3 при совместном аммоний-натрий-катионировании; ε = 400 г-экв/м^3 при параллельном аммоний-натрий-катионировании);

r_{NH_4} и r_{Na} – соответственно удельный расход соли аммония и хлористого натрия на регенерацию катионита, г/г-экв (табл. 55);

r'_{NH_4} и r'_{Na} – то же, кг/м^3;

3.45. Перерасчет величины α_{NH_4} (см.табл.50) на весовое соотношение $\alpha^{р.б}_{NH_4}$ и $\alpha^{р.б}_{Na}$ производится по формулам:

$$\alpha^{р.б}_{NH_4} = 1{,}13\,\alpha_{NH_4}$$

$$\alpha^{р.б}_{Na} = 0{,}89\left[100 - \frac{H_к - Щ^{усл}_{о.в}}{H_к + (Cl^-) + (SO_4^{2-})}\right], \qquad (47)$$

где $\alpha^{р.б}_{NH_4}$ – относительная концентрация ионов аммония в регенерационном растворе при совместном аммоний-натрий-катионировании;

$\alpha^{р.б}_{Na}$ – относительная концентрация ионов натрия в регенерационном растворе;

$H_к$ – карбонатная жесткость умягченной воды, мг-экв/л;

$Щ^{усл}_{о.в}$ – условная остаточная щелочность обработанной воды (фильтрата аммоний-натрий-катионитных или смеси фильтратов аммоний- и натрий-катионитных фильтров), мг-экв/л.

Числовые величины технологических показателей при загрузке фильтров анионитом даны в табл. 56.

Технические характеристики фильтров приведены в табл. 57 и 58.

3.46. Для приготовления и хранения реагентов в котельных необходимо иметь оборудование, основные характеристики которого приведены в табл. 59.

3.47. Приготовление рабочего раствора кислоты требует полной механизации всех операций. Для приготовления и дозирования раствора кислоты и щелочных легкорастворимых реагентов рекомендуется применять насосы-дозаторы Рижского завода, основные характеристики которых приведены в табл. 60, и насосы-дозаторы:

с регулированием подачи вручную при остановленном электродвигателе НДІ6/400(96), НД25/250(95), НД40/І60(95), НД63/І00(96), НДІ00/(63)(96), НД400/І6(І03), НД630/І0(І07), НДІ000/І0(І32), НДІ600/І0(22І), НД2500/І0(227), НДІ00/250(І82) НД - серия, число перед чертой - номинальная подача, л/ч; число за чертой - давление нагнетания, кгс/см^2; в скобках - масса насоса с электродвигателем А02, кг);

с регулированием подачи вручную на ходу электродвигателя НДО, 5Р2, 5/400; НДО, 5РІО/І00; НДО,5РІ6/63; НДО,5Р25/40; НДО, 5Р40/25; НДО,5Р63/63; НДО,5РІ00/І0; НДО,5Р - см. выше, масса насосов с электродвигателем 42 и 43 кг;

с регулированием вручную, автоматически или дистанционно на ходу, НДО,592,5/400; НДО,59І0/І00; НДО,59І6/63; НДО,5925/40; НДО,5940/25; НДО,5963/І6; НДО,59І00/І0; НДО,58 - см.выше масса насосов с электродвигателем 55 кг.

3.48. Для подогрева баков с реагентами рекомендуется применять теплообменники (табл. 6І) и подогреватели Таганрогского завода "Красный котельщик" (табл. 62).

Таблица 54

Расчетные технологические показатели фильтров, загруженных сульфоуглем

Показатели	Единица измерения	Натрий-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры с "голодной" регенерацией		Фильтры для совместного водород-натрий-катионирования	
		первой ступени		второй ступени	первой ступени		второй ступени				
		Сульфоуголь			Сульфоуголь			Сульфоуголь		Сульфоуголь	
		мелкий	крупный	крупный	мелкий	крупный	крупный	мелкий	крупный	мелкий	крупный
Высота слоя сульфоугля	м	2,0-2,5	2,0-2,5	I,5	2,0-2,5	2,0-2,5	I,5	2,0-2,5	2,0-2,5	2,0-2,5	2,0-2,5
Крупность зерен сульфоугля	мм	0,3-0,8	0,5-I,I	0,5-I,I	0,3-0,8	0,5-I,I	0,5-I,I	0,3-0,8	0,5-I,I	0,3-0,8	0,5-I,I
воздушно-сухой сульфоуголь	мм	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7
набухший сульфоуголь	мм	0,5	0,6	0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,7
коэффициент набухания сульфоугля	-	I,2	I,2	I,2	I,2	I,2	I,2	I,2	I,2	I,2	I,2
годовой износ сульфоугля	%	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
полная обменная способность сульфоугля	г-экв/м³	550	500	500	550	500	500	550	500	550	500
расчетная обменная способность сульфоугля (г-экв./м³) при общем солесодержании воды (менее)	мг-экв/л										
3(Но=2,5)		340	3I0	300	300	280	250	3I0	300	3I0	300
6(Но=5,35)		340	3I0	300	290	270	250	3I0	300	3I0	300
I0(Но=8,9)		320	300	275	-	-	250	300	290	300	290
2I(Но=I4,3)		280	260	250	-	-	225	290	280	-	-
32(Но=2I,4)		260	240	250	-	-	200	280	270	-	-
Скорость фильтрования воды нормальная и максимальная (последняя кратковременная) (м/ч) при общем солесодержании исходной воды (менее)	мг-экв/л										
(Но=2,5)		25-50	25-50	40 80	20-40	20-40	30-60	25-50	25-50	25-50	25-50
6(Но=5,35)		25-40	25-40	35-70	I5-30	I5-30	30-60	20-4	20-40	20-40	20-40
I0(Но=8,9)		I5-30	I5-30	30-60	-	-	30-60	I5-30	I5-30	I5-30	I5-30
2I(Но=I4,3)		I0-20	I0-20	25-30	-	-	30-60	I0 20	I0-20	-	-
32(Но=2I,4)		5-I0	5-I0	20-40	-	-	30-60	5-I0	5-I0	-	-
Сопротивление фильтров, м вод.ст., при фильтровании через них воды со скоростью до 80 (для водород-катионитных фильтров второй ступени до 60) (менее)	м/ч										
50		-	-	I5	-	-	I5	-	-	-	-
40		I5-I8	9-I0	I5	-		I5	I8	I8	I8	I8
		I3-I4	8-9	I4	I3-I4	8-9	I4	I3-I4	8-9	I3-I4	8-9

Продолжение табл. 54

Показатели	Единица измерения	Натрий-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры с "голодной" регенерацией		Фильтры для со-местного водоро; натрий-катионир вания	
		первой ступени		второй ступени	первой ступени		второй ступени				
		Сульфоуголь			Сульфоуголь			Сульфоуголь		Сульфоуголь	
		мелкий	крупный	крупный	мелкий	крупный	крупный	мелкий	крупный	мелкий	крупный
30		I0-II	6-7	I3	I0-II	6-7	I3	I0-II	6-7	I0-II	6-7
20		8-9	5-6	I2	8-9	5-6	-	8-9	5-6	8-9	5-6
I0		6-7	4-5	-	6-7	4-5	-	6-7	4-5	6-7	4-5
5		5-6	4-5	-	5-6	4-5	-	5-6	4-5	5-6	4-5
Удельный расход поваренной соли на регенерацию натрий-катионитных фильтров и I00%-ной серной кислоты на регенерацию водород-катионитных фильтров (г/г-экв) при общем солесодержании воды (менее)	мг-экв/л										
3(Но=2,5)		II0	II0	250	75	75	70	49	49	49	49
6(Но=5,35)		I20	I20	300	I60	I60	70	49	49	49	49
I0(Но=8,9)		I30	I30	350	225	225	70	49	49	49	49
2I(Но=I4,3)		I40	I40	400	-	-	70	49	49	49	49
32(Но=2I,4)		I50	I50	500	-	-	70	49	49	49	49
Крепость регенерационного раствора	%	5-8	5-8	8-I2	I,5	I,5	I,5	I,5	I,5	I,5	I,5
Скорость фильтрования регенерационного раствора через сульфоуголь	м/ч	3-4	3-4	4-5	I0	I0	I0	I0	I0	I0	I0
Взрыхление сульфоугля перед регенерацией											
интенсивность	л/(с·м^2)	2,8	3,0	3,0	2,8	2,8	3,0	2,8	3,0	2,8	3,0
длительность	мин	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2	I2
Скорость фильтрования осветленной отмывочной воды через сульфоуголь после регенерации	м/ч	6-8	6-8	6-8	I0	I0	I0	I0	I0	I0	I0
Удельный расход осветленной воды на отмывку	м^3/м^3	4	4	4	5	5	I0	5	5	5	5
Общая длительность регенерации	ч	~2	~2	~2	~2,5	~2,5	~3	~2,5	~2,5	~2,5	~2,5
Общий удельный расход осветленной воды на регенерацию сульфоугля без использования отмывочной воды для взрыхления	м^3/м^3	5,8	5,8	6,5	7,3	7,8	I3	7,8	7,8	7,5	7,8
для взрыхления с использованием воды		5	5	5	7	7	I2	7	7	6,7	6,7

Продолжение табл.54

Показатели	Единица измерения	Натрий-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры с "голодной" регенерацией		Фильтры для совместного водород-натрий-катионирования	
		первой ступени		второй ступени	первой ступени		второй ступени	Сульфоуголь		Сульфоуголь	
		Сульфоуголь			Сульфоуголь						
		мелкий	крупный	крупный	мелкий	крупный	крупный	мелкий	крупный	мелкий	крупный
пустимая температура обрабатывае-й воды	°С										
при перхлорвиниловых противокор-розионных покрытиях		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
при резиновых покрытиях		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
по схеме непосредственного нат-рий-катионирования с предвари-тельной коагуляцией		20-30	20-30	20-30	-	-	-	-	-	-	-
) же с учетом годового износа сульфо-гля до I2%		60-70	60-70	60-70	-	-	-	-	-	-	-
) схеме натрий-катионирования с пред-арительным известкованием		40-45	40-45	40-45	-	-	-	-	-	-	-
) же при подкисливании известковой ды с учетом годового износа суль-угля до I2%		60-70	60-70	60-70	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 55

Расход реагентов при аммоний-натриевом катионировании воды

Схема обработки воды	Расход сульфата аммония r_{NH_4}				Расход поваренной соли r_{Na}			
	Одноступенчатая схема без повторного использования реагентов		Двухступенчатая схема с повторным использованием реагентов		Одноступенчатая схема без повторного использования реагентов		Двухступенчатая схема с повторным использованием реагентов	
	г/г-экв	кг/м^3	г/г-экв	кг/м^3	г/г-экв	кг/м^3	г/г-экв	кг/м^3
Параллельная:								
NH_4 - фильтра	200	80	140	56	-	-	-	-
Na - фильтра	-	-	-	-	200	70	140	49
Совместная NH_4 - Na - фильтры	$200\,\frac{a^{р.в}_{NH_4}}{100}$	$80\cdot\frac{a^{р.в.}_{NH_4}}{100}$	$140\,\frac{a^{р.в}_{NH_4}}{100}$	$56\,\frac{a^{р.в}_{NH_4}}{100}$	$200\,\frac{a^{р.в}_{Na}}{100}$	$70\,\frac{a^{р.в.}_{Na}}{100}$	$140\,\frac{a^{р.в.}_{Na}}{100}$	$49\,\frac{a^{р.в}_{Na}}{100}$

Таблица 56

Таблица 56

Таблица 56

Таблица 56

Расчетные технологические показатели анионитных фильтров

Показатели	Единица измерения	Фильтры первой ступени (анионит АВ-31)	Фильтры второй ступени (анионит АВ-17-8)	
			Анионит применяется для поглощения всех кислот	Анионит применяется для поглощения SiO_3 и остатков CO_2
Высота слоя	м	2–2,5	I,5	I,5
Насыпная масса	т/м³			
воздушно-сухого анионита		0,72–0,75	0,70–0,74	0,70–0,74
набухшего анионита		0,8	0,74	0,74
Коэффициент набухания		2	I	I
Удельный расход *NaOH*	г/г-экв	55–70	Определяется по Справочнику химика-энергетика. Т1. (М., изд. 197-)	
Расход 100%-ного *NaOH* на I м³ ионита	кг	50	80–I20	I20
Скорость фильтрования воды	м/ч	5–25	25–50	25–50
Крепость регенерационного раствора едкого натра	%	3–4	4	4
Удельный расход воды на отмывку продуктов регенерации	м³/м³	20	I2	I2
Скорость пропуска регенерационного раствора через анионит	м/ч	5–8	5–8	5–8

Продолжение табл. 56

Показатели	Единица измерения	Фильтр первой ступени (анионит АВ-31)	Фильтры второй ступени (анионит АБ-17-8)	
			Анионит применяется для поглощения всех кислот	Анионит применяется для поглощения SiO_3 и остатков CO_2
Взрыхление анионита перед регенерацией				
интенсивность	л/(с·м^2)	1,5–2,0	1,5–2,0	1,5–2,0
скорость	л/ч	5,4–7,2	5,4–7,2	5,4–7,2
Скорость пропуска частично-обессоленной и декарбонизированной воды для отмывки анионита	м/ч	10–12	10–12	10–12
Максимальная температура обрабатываемой воды	°С	25–30	35–40	20

Таблица 57

Технические характеристики фильтров ионообменных параллельно-точных первой ступени

Показатели	Единица измерения	Тип фильтра									
		ФИПа-I-0,7-6	ФИПа-I-I,0-6	ХВ-040-I	ХВ-040-2	ХВ-042-I	ХВ-042-2	ФИПа-I--2,0-6	ФИПа-I-2,6-6	ФИПа-I-3,0-6	ФИПа-I--3,4-6
Давление:	кгс/см^2										
рабочее		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
гидравлическое		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Площадь фильтрования	м^2	0,38	0,8	0,8	I,78	0,8	I,78	3,I4	5,3	7,I	9,I
Диаметр фильтра	мм	700	I000	4000	I500	I000	I500	2000	2600	3000	3400
Высота фильтрующего слоя	м	2	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5
Объем фильтрующей загрузки	м^3	0,76	I,6	I,6	3,56	I,6	3,56	7,85	I3,25	I7,75	22,75
Масса сульфоугля или катионита КУ-2 при $\gamma = 0,7$	т/м^3	0,5	I,I	I,I	2,5	I,I	2,5	5,5	9,3	I2,4	I6
Количество щелевых колпачков в фильтре:	шт.										
рабочих		20	60	32	80	32	80	-	-	-	-
запасных		5	I2	7	I6	7	I6	-	-	-	-
Удельное давление на фундамент	кгс/см^2	~3	4	6,9	6,9	6,5	6,9	6	6,6	7,9	6,6
Масса:	т										
конструкции фильтра		0,598	I,0I5	0,972	I,6I6	0,969	I,608	2,590	4,3I0	5,260	7,460
арматуры фильтра		0,025	0,099	0,II5	0,I85	0,08	0,I65	0,II6	0,3	0,34	0,45
загрузочная		~2,I	5,3	5	I0	5	I0	I5	27	4I	47

Таблица 58

Технические характеристики фильтров ионообменных параллельно-точных второй ступени

Показатели	Единица измерения	ХВ-041-I	ХВ-041-2	ХВ-043-I	ХВ-043-2	ФИПа-П-2,0-6	ФИПа-П-2,6-6	ФИПа-П-3,0-6
Давления:								
рабочее	кгс/см^2	6	6	6	6	6	6	6
гидравлическое		9	9	9	9	9	9	9
Площадь фильтрования	м^2	0,8	I,78	0,8	I,78	3,I4	5,3	7,I
Диаметр фильтра	мм	I000	I500	I000	I500	2000	2600	3000
Высота фильтрующего слоя	м	I,5	I,5	I,5	I,5	I,5	I,5	I,5
Объем фильтрующей загрузки	м^3	I,2	2,7	I,2	2,7	4,7	8	I0
Масса сульфоугля или катионита КУ-2 при γ = 0,7 т/м^3	т	0,84	I,9	0,84	I,9	3,3	5,6	7,5
Количество щелевых колпачков в фильтре:	шт.							
рабочих		68	I76	68	I76	-	-	-
запасных		I4	35	I4	35	-	-	-
Удельное давление на фундамент	кгс/см^2	4,6	5,3	4,6	5,3	5,I	4,9	5,7
Масса:	т							
конструкции фильтра		0,883	I,528	0,880	I,5I4	2,II6	3,757	4,785
арматуры фильтра		0,I43	0,24	0,II5	0,2II	0,28I	0,375	0,669
загрузочная		3,5	7,5	3,5	7,6	I3,I	20	30

Таблица 59

Оборудование для приготовления и хранения реагентов

Шифр	Рабочее давление, кгс/см^2	Объем аппарата, м^3	Габаритные размеры		Масса конструкций, кг	Завод-изготовитель
			Диаметр, мм	Длина (высота), мм		
	Мешалка для реагентов					
	Гидравлические для кислых реагентов					
МК-I	Атмосферное	I	I200	I7I0	278	Таганрогский "Красный котельщик"
МК-2	То же	2	I600	I926	355	То же
	Циркуляционные для известкового молока					
М-4	– " –	4	I600	2900	53I	– " –
М-8	– " –	8	2000	3800	I420	– " –
М-I4	– " –	I4	2600	4600	2I80	– " –
	Механические для известкового молока					
ММ-8	– " –	8	2000	4I80	2623	– " –
ММ-I6	– " –	I6	2600	4720	3995	– " –
ММ-25	– " –	25	3000	5325	6II2	– " –
ММ-40	– " –	40	3400	6270	8024	– " –

Продолжение табл. 59

Шифр	Рабочее давление, кгс/см^2	Объем аппарата, м^3	Габаритные размеры		Масса конструкции, кг	Завод-изготовитель
			Диаметр, мм	Длина (высота), мм		
	Баки для хранения реагентов					
	Для хранения крепкой серной кислоты					
БК-15	6	15	2000	5800	3260	Таганрогский "Красный котельщик"
	Для хранения едкого пара					
БЕ-30	6	30	2600	6050	4840	То же
	Для хранения серной кислоты и щелочи					
-	8 и вакуум	16	2000	5390	4365	- " -
-	- " -	32	2600	6170	8615	- " -
-	- " -	40	2600	-	-	- " -
	Бак-вытеснитель крепкой серной кислоты					
К-28I536	6	0,5	806	I450	273	Бийский котельный
ХВ-190	6	I,5	I0I6	-	507	То же

Таблица 60

Насосы-дозаторы для приготовления и дозирования раствора кислоты и щелочных легкорастворимых реагентов завода "Ригахиммаш"

Характеристика насосов	Единица измерения	Тип насоса						
		НД 25/40	НД 40/25	НД 63/16	НД 100/10	НД 160/10	НД 400/10	НД 630/10
Производительность	л/ч	25	40	63	100	160	400	630
Давление максимальное	мн/м^2	4,0	2,5	1,6	1,0	1,0	1,0	1,0
Максимальный ход плунжера	мм	16	16	16	16	40	60	60
Диаметр плунжера	мм	20	25	32	40	32	40	45
Число ходов плунжера в минуту	ход	100	100	100	100	100	94	147
Условный проход трубопровода	мм	10	10	10	10	12	15	15
Мощность электродвигателя	кВт	0,27	0,27	0,27	0,27	0,6	1,0	1,0

Таблица 61

Теплообменники и подогреватели

Наименование	Поверхность нагрева, м²	Производительность, т/ч	Масса без арматуры, кг	Нагрузочная масса, т
Теплообменник водо-водяной	1,6	5-10	130	0,2
	5	20-40	268	0,4
	21	10-240	700	1,1
	34,2	400	860	1,4
Подогреватель пароводяной	4	25	300	0,4
	8,2	50	376	1
	14,6	100	608	1
	30,3	200	900	1,4
	60	400	1500	2,5

Таблица 62

Подогреватели баков для реагентов, работающие при давлении 6 кгс/см^2

Тип	Поверхность теплообмена, м^2	Диаметр трубки змеевика, мм	Масса конструкций, кг
1	7,2	25	243
2	14,4	25	406

Растворители реагентов предназначены для приготовления растворов для фильтров, когда расход поваренной соли и сульфата аммония на одну регенерацию фильтра составляет не более 50 кг. Применяют солерастворители В-7075/С; К-18881О/С; К-18 1899/А. Технические характеристики которых приведены в табл. 63.

3.49. В ряде случаев возможно применение для приготовления растворов солерастворителей (табл. 63).

Таблица 63

Технические характеристики солерастворителей

Наименование	Единица измерения	В-7075/С	К-1883 10/С	К-18 1899/А
Давление:	кгс/см^2			
рабочее,		6	6	6
гидравлическое		9	9	9
Площадь фильтрования	м^2	0,16	0,3	0,8
Диаметр солерастворителя	м	0,45	0,6	I
Высота фильтрующего слоя:				
фракций кварца	мм			
5-10		0,2	0,2	0,2
2,5-5		0,1	0,1	0,1
I-2,5		0,2	0,2	0,2
фракций антрацита 0,5-I	мм	0,5	0,5	0,5
Фильтрующий материал, загруженный в солерастворитель:				
объем	м^3	0,08	0,15	0,4
масса кварца, γ=1,6	кг	130	240	640
антрацита γ=0,8	кг	65	120	320
Полезная емкость солерастворителя	л/м^3	0,1	0,2	0,5
Удельное давление на фундамент	кгс/см^2	10	~3	2
Масса конструкции солерастворителя	т			
без арматуры		0,152	0,260	0,595
с арматурой солерастворов		0,012	0,095	0,166
загрузочная		0,5	1,2	3,0

3.50. Для снижения жесткости воды рекомендуется применять декарбонизаторы (табл. 64).

Таблица 64

Декарбонизаторы

Производительность, м³/ч	Диаметр внутренний, мм	Площадь поперечного сечения, м²	Расход воздуха, м³/ч	Масса, кг, при высоте, м			
				4,5	4,8	5,1	5,4
15	565	0,25	375	0,9	0,9	I	I
25	730	0,42	625	I,3	I,4	I,4	I,5
50	I030	0,83	I250	2,2	2,4	26	2,7
75	I260	I,25	I880	3,3	3,5	3,7	4
I00	I460	I,67	2500	4,3	4,6	4,9	5,2
I25	I630	2,08	3I00	5,4	5,8	6,2	6,5
I50	I790	2,50	3750	6,5	7	7,5	8
200	2060	3,33	5000	8,4	9	9,6	I0,2
250	2315	4,20	6250	I0,6	II,3	I2,I	I2,8
300	2520	5,00	7500	I2,5	I3,4	I4,3	I5,2

3.5I. С целью предотвращения коррозии трубопроводов и арматуры рекомендуется производить деаэрацию воды. Основное оборудование для деаэрации воды приведено в табл. 65-67.

3.52. В ряде случаев возможно применение деаэрационно-питательных установок (табл. 68).

Таблица 65

Деаэраторы вакуумные (ГОСТ 16860-71) типа ДСВ, водяные эжекторы типа ЭВ и охладители выпара типа ОВВ

Наименование	Единица измерения	Типоразмер							
		5	15	25	50	75	100	150	200
Производительность	т/ч	8	15	25	50	75	100	150	200
Избыточное давление	кгс/см^2	0,075-0,5		0,075-0,5		0,075-0,5		0,075-0,5	
Температура	°С	40-80	40-80	40-80	40-80	40-80	40-80	40-80	40-80
Пробное гидравлическое давление	кгс/см^2	2	2	2	2	2	2	2	2
Допускаемое повышение давления при работе защитного устройстве	кгс/см^2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Общая высота колонки	мм	2400	2400	2500	2600	2600	2600	2670	2670
		Комплектность поставки							
Охладитель выпара	—	ОВВ-2	ОВВ-2	ОВВ-2	ОВВ-8	ОВВ-8	ОВВ-8	ОВВ-16	ОВВ-16
Паровой эжектор	—	ЭП-1-0,2-5-12		ЭП2-0,05-5-6	ЭП2-0,2-10-6		ЭП2-0,2-206		
	—	ЭП-2-0,05-5-12			ЭП2-0,2-10-12				
					ЭП2-0,2-10-6				
					ЭП2-0,2-10-12				
Водяной эжектор	—	ЭВ-10	ЭВ-10	ЭВ-30	ЭВ-30	ЭВ-60	ЭВ-60	ЭВ-100	ЭВ-100
	—	ЭВ-30	ЭВ-30	ЭВ-60	ЭВ-60	ЭВ-100	ЭВ-220	ЭВ-220	ЭВ-220

Продолжение табл. 65

Наименование	Единица измерения	Типоразмер							
		5	I5	25	50	75	I00	I50	200
Регулирующий клапан на воде	–	60-2-I	60-2-I	60-2-I	60-2-I	60-2-2	60-2-2	60-I-2	60-I-2
Регулирующий клапан на паре	–	90-2-3	90-2-3	Т-34б	Т-35б			Т-36б	

Таблица 66

Деаэраторы атмосферные смешивающие барботажные типа ДСА (ГОСТ I6860-7I)

Техническая характеристика	Единица измерения	Типоразмер											
		I	3	5	I0	I5	25	50	75	I00	I50	200	300
Производительность	$м^3/ч$	I	3	5	I0	I5	25	50	75	I00	I50	200	300
Абсолютное давление в деаэраторе	$кгс/см^2$	I,2											
Допускаемое повышение давления при работе защитного устройства	$кгс/см^2$	0,7											
Габаритные размеры деаэратора:	мм												
длина		I300	I300	4800	5046	6504	6504	6504	8550	I2050	9350	I36I2	I36I2
ширина		I200	I200	I600	2200	2200	2400	2400	2400	2400	3200	3200	3400

Продолжение табл. 66

Техническая характеристика	Единица измерения	Типоразмер											
		I	3	5	I0	I5	25	50	75	I00	I50	200	300
высоте		I665	2I05	2709	3I55	3I55	3800	3755	3900	3987	5028	5040	5040
Масса деаэратора в сборе	т	0,63	I,0	2,58	3,79	4,26	5,7I	6,07	7,95	I0,03	I3,08	I7,84	I8,0

Таблица 67

Деаэраторы бесколонковые барботажные

Техническая характеристика	Единица измерения	Производительность, т/ч			
		I0	25	50	75
Избыточное давление	кгс/см^2		0,5		
Поверхность нагрева:	м^2				
теплообменника		8	20	40	60
охладителя		0,5	I	2	2,7
Габаритные размеры:	мм				
длина		3000	3500	5000	6000
ширина		2500	2500	2500	2500
высота		~2700	~2700	~2700	~2700
Масса	т	5,3	5,3	6,07	6,6

Примечание. Деаэраторы бесколонковые барботажные изготавливаются Красносельским литейно-механическим заводом (Ленинградская область).

Таблица 68

Деаэрационно-питательные установки

Наименование установок	Тип деаэратора	Производительность, т/ч	Тип насосов
ПДУ-1	ДСА-5	5	ПДГ-6/20А
ПДУ-2	ДСА-15	15	ПДВ-25/20А
ПСДУ-3	ДСА-25	25	ПДВ-16/20А
ПДУ-4	ДСА-50	50	ПДВ-60/20
ПДУ-5	ДСА-75	75	ПДВ-60/20
ПДУ-6	ДСА-100	100	ПДВ-60/20

Примечание. ПДУ изготавливаются Черновицким машиностроительным заводом им.Дзержинского.

4. АВТОМАТИКА, КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ ПРИБОРЫ КОТЕЛЬНЫХ

4.1. Для автоматизации различных процессов в котельных малой производительности рекомендуется применять систему "Кристалл", основные элементы которой приведены в табл. 69.

4.2. Для регулирования давления, расхода и уровня могут применяться регуляторы, основные характеристики которых приведены в табл. 70-71.

4.3. Для сигнализации, защиты и пуска в котельных установках рекомендуется применять оборудование, краткая характеристика которого приведена в табл. 72.

4.4. Пуск в эксплуатацию новых котельных без автоматики не допускается.

4.5. На действующих котельных вышедшие из строя приборы, датчики, регуляторы во избежание аварий и нерационального расхода топлива и тепловой энергии должны немедленно заменять новыми.

4.6. При переводе действующих котельных на мазут и газ во всех без исключения случаях необходимо устанавливать контрольно-

Таблица 69

Системе автоматического регулирования "Кристалл"

Технические характеристики	Элементы системы								
	Транзисторный усилитель[1]		Гидравлический исполнительный механизм[2]		Редукционный клапан[3]	Блок изодромной обработки связи[4]	Сигнальный магнитный реверсивный контактор	Щит	
	УТ	УТ-ТС	ГИМ	ГИМ-1И ГИМ-Д2Н	РК-2	БИОС-М	СКРО-66	Щ-К1[5], работающий на твердом топливе	Щ-К2[6], работающий на жидком топливе
Назначение	Для суммирования и усиления электрических сигналов переменного тока, поступающих от датчиков	термометров сопротивления и одного дифференциально-трансформаторного датчика	Для перемещения регулирующего органа	Для формирования сигналов жесткой и изодромной обратной связи	Для поддержания в заданных пределах давления воды	Для формирования сигнала изодромной и жесткой обратной связи и ограничения угла поворота исполнительного механизма	Для управления электродвигателем электрического исполнительного механизма	Для автоматического регулирования, теплотехнического контроля, сигнализаций и дистанционного управления	
	Усиление сигналов до величины, необходимой для управления электрогидравлическим реле или магнитным пускателем								
Применение	В системах автоматического регулирования: давления, уровня, разрежения и других параметров и их соотношений	температуры или соотношения температур	С усилителями УТ и УТ-ТС		С гидравлическими исполнительными механизмами	С усилителями УТ и УТ-ТС	-	Котлоагрегаты ДКВр-2,5-ДКВр-20	
								твердое топливо	жидкое и газообразное топливо
Напряжение, В:									
сетевое	220	220	-	-	-	-	На втягивающих катушках 24 постоянного тока или 220 переменного тока, коммутируемое напряжение 380/220В током 2,5 и 5 А	220	
выходное	24 (постоянного тока)		-	-	-	-		-	
аварийное	-	-	-	-	-	-		24	

Продолжение табл.69

Технические характеристики	Элементы системы								
	Транзисторный усилитель[1]		Гидравлический исполнительный механизм[2]		Редукционный клапан[3]	Блок изодромной обработкой связи[4]	Сигнальный магнитный реверсивный контактор	Щит	
	УТ	УТ-ТС	ГИМ	ГИМ-1И ГИМ-Д2Н	РК-2	БИОС-М	СКРО-66	Щ-К1[5], работающий на твердом топливе	Щ-К2[6], работающий на жидком топливе
Мощность, В·А, Вт:									
потребляемая	20	–	–	–	–	–	4	–	–
выходная	6	–	–	–	–	–	–	–	–
Габаритные размеры, мм (высота х ширина х х глубина)	240х120х345	490х380х370	550х380х370	185х120х120	200х307х216	270х220х96	–	2200х600х600	
Масса, кг	~5,6			37	2	7,2	2,8	~ 250	

Примечания: 1. Минимальная зона нечувствительности транзисторного усилителя: с медным термометром сопротивления градуировки 23 составляет 1^{0}С, с платиновым термометром сопротивления градуировки 21 составляет $1,5^{0}$С.

2. Гидравлический исполнительный механизм содержит электрогидравлическое реле и гидравлический сервомотор. Давление воды перед электрогидрореле 1,1-1,6 кгс/см^2. Максимальный момент на выходном валу 700 кгс·см. Время полного хода 30±5 с при давлении 1,3 кгс/см^2 и моменте на выходном валу 400 кгс·см. ГИМ-1И и ГИМ-Д2Н имеют блок обратной связи, снабженный изодромным устройством с одним (ГИМ-1И) и двумя дифференциально-трансформаторными датчиками и одним дифференциально-трансформаторным датчиком жесткой связи (ГИМ-Д2И). Время изодрома 5-1500с. Максимальная степень связи при максимальной крутизне преобразования по каналу регулируемого параметра 100 %.

3. Диапазон настройки от 1 до 2 кгс/см^2. Точность поддержания давления при изменении расхода на 200 л/ч составляет ± 0,2 кгс/см^2.

4. Время изодрома от 5 до 1500 с.

5. Для твердого топлива. В щите смонтированы усилители импульсов от регуляторов топлива, воздуха, разрежения и уровня, системы сигнализации и управления электродвигателями, приборы теплового контроля.

6. Для жидкого и газообразного топлива. В щите смонтировано все, что указано для твердого топлива и система автоматики безопасности.

Система "Кристалл" и щиты изготавливаются Московским заводом тепловой автоматики.

Таблица 70

Регуляторы давления, расхода и уровня

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Среда	Условный проход Ду, мм	Габаритные размеры, мм		Масса, кг
					длина	высота	
		Регуляторы	давления (расхода)				
Регулятор давления "после себя", фланцевый, Ру16, t = 300°С. Пределы регулирования, кгс/см²: 0,15–0,65; 0,65–0,85; 0,85–1; 1–2; 2–2,5; 2,5–3,5; 5–8; 8–9,5; 9,5–13		25ч10нж	Вода, пар, воздух, нефтепродукты и другие жесткие среды	40	200	668	60,6
				50	230	680	61,3
				80	310	750	77,5
				100	350	820	89,6
				150	480	920	131,9
				200	600	1090	244,3
Регулятор давления "до себя", фланцевый, Ру16, t = 300°С. Пределы регулирования, кгс/см²: 0,15–0,65; 0,65–0,85; 0,85–1; 1–2; 2–2,5; 2,5–3,5; 5–8; 8–9,5; 9,5–13	Механический завод г.Бугульма	25ч12нж	То же	40	200	668	60,6
				50	230	680	61,3
				80	310	750	77,5
				100	350	820	89,6
				150	480	920	131,9
				200	600	1090	244,3
Регулятор давления "до себя", фланцевый, Ру20 t =50°С		25ч1нж	Жидкие среды	50	215	370	33
Клапан регулирующий с пневматическим мембранным исполнительным механизмом, фланцевый, Ру16, t =300°С. Величина нечувствительности не	"Красный Профинтерн" г.Гусь-Хрустальный,	25ч30нж 25ч32нж	Пар, воздух, жидкие среды	15	130	585	19
				20	150	645	24,5
				25	160	655	25
				32	180	735	32
				40	200	785	38

Продолжение табл. 70

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Среда	Условный проход Ду, мм	Габаритные размеры, мм: длина	Габаритные размеры, мм: высота	Масса, кг
выше 0,02 кгс/см^2. Исполнение клапанов: 25ч30нж-нормально открытый НО (воздух закрывает) и 25ч32бк-нормально закрытый НЗ воздух закрывает). Характеристика плунжера - линейная	Киевский арматурно-машиностроительный			40	200	785	38
				50	230	805	40
				70	290	980	75
				80	310	995	80
				100	350	1250	115
				125	400	1290	165
				150	480	1515	175
				200	600	1685	330
				250	730	1760	450
				300	850	1895	660
Клапан регулирующий с электромоторным исполнительным механизмом ПР-ГМ, фланцевый, Ру16, t = 300°С, максимальный перепад на плане 10 кгс/см2	Арматурный "Красный Профинтерн" г.Гусь-Хрустальный	25ч931нж	Пар, воздух, жидкие среды	25	195	620	33
				40	230	670	44
				80	310	735	66
				100	350	765	85
Дифференциальный регулятор давления, Ру40. Диапазон настройки перепада давления 0,8-1,6 кгс/см2 при пропускной способности одноимпульсного регулятора питания ОПР-50 30 т/ч. Неравномерность при изменении расхода не более 0,3 кгс/см2	Теплоприбор им.50-летия СССР г.Улан-Удэ	ДРД	Питательная вода	50	500	700	82

Продолжение табл. 70

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Среда	Условный проход Ду, мм	Габаритные размеры, мм		Масса, кг
					длина	высота	
Универсальный регулятор давления с регулятором управления. Максимальное давление на входе 12 кгс/см², на выходе от 0,005 до 0,6 кгс/см² для низкого давления и 0,6-6,0 для высокого давления. Максимальная производительность в нормальных условиях при давлении на выходе 0,01 кгс/см² для низкого и 1 кгс/см² для высокого давления и диаметре седла клапана: 35 мм - 6500 м³/ч, 50 мм - 10500 м³/ч, 70 мм - 2500 м³/ч, 105 мм - 47250 м³/ч, 140 мм - 70250 м³/ч	ДУ-50 - Саратовский з-д газовых приборов ДУ100- и ДУ200 - Саратовский экспериментальный завод газовых приборов и Московский завод "Стройиндустрия"	РДУК-2 КН2 КВ2	Природный газ	50	-	-	-
				100	350	560/440[X]	80
				200	600	650/690[X]	300
Водосяной фильтр к регулятору РДУК-2, давление на выходе 6 и 12 кгс/см²	Саратовский з-д газовых приборов и Московский з-д "Стройиндустрия"	ФБ	Природный газ	80	385	280/314	45
				100	410	280/338	53
				100	280	404/350	53
				200	280	592/105	105
Регулятор низкого давления со сборным предохранительным клапаном. Максимальное давление на входе 16 кгс/см², на выходе 0,035 кгс/см² при диаметре седла 4 мм, максимальная производительность в нормальных условиях при давлении на входе и диаметре седла:	Саратовский з-д газовых приборов	РД-32М	Природный газ	32	345	225/281[X]	8

Продолжение табл.70

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Среда	Условный проход Ду, мм	Габаритные размеры, мм: длина	Габаритные размеры, мм: высота	Масса, кг
3 кгс/см^2, 10 мм - 100 м^3/ч, 10 кгс/см^2, 6 мм - 190 м^3/ч, 16 кгс/см^2, 4 мм - 142 м^3/ч							
Регулирующий мазутный кран. Избыточное давление 6 кгс/см^2. Угол поворота крана 120°. Отклонение действительного расхода от термического не более 5%. Максимальная пропускная способность при перепаде давления 1 кгс/см^2 и вязкости 50ВУ 0,13-4,35 м3/ч	Завод "Теплоприбор", г.Челябинск	КР-5	Мазут	15	90	152/155^x	45
		КР-20		15	90	152/155^x	72
		КР-60		15	90	152/155^x	102
		КР-180		25	140	200/180^x	180
Дроссельный клапан для регулирования давления греющего пара деаэраторов атмосферного типа, фланцевый, Ру2,5 t = 300°С. Длина рычага до присоединительного отверстия 204 мм. Угол порота рычага 75°	Барнаульский котельный завод	12ч-1-1	Пар	200	200	315	45
		12ч-1-2		300	200	435	72
		12ч-1-3		400	200	535	102
		12ч-1-4		600	200	755	180
Игольчатый регулирующий клапан для охлаждавшей воды РОУ, Ру64, t = 425°С. Максимальный перепад на клапане 30 кгс/см^2. Присоединение к трубопроводу на сварке. Диаметр седла 15,17,20 мм. Ход плунжера 10-30 мм. длина рычага 315,905, 900 мм	Барнаульский котельный завод	9С-1	Вода, пар	10	100	192	-
		9С-2-1		20	190	243	-
		9С-2-2		32	210	280	34
		9С-2-3		50	240	286	37

Продолжение табл.70

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Среда	Условный проход Ду, мм	Габаритные размеры, мм		Масса, кг
					длина	высота	
Регулирующий клапан для понижения давления пара и поддержания его в заданных пределах, Ру64, t = 425°С, диаметр седла 85, 130 мм, Ру100, t = 450°С, диаметр седла 65, 85, 100мм. Присоединение к трубопроводу на сварке. Для золотникового двухседельного клапана длина рычага 600 мм, ход золотника 40 мм и постоянный нерегулированный пропуск в пределах 6-8 мм хода заменяется поворотными клапанами	Барнаульский котельный завод	6С-I-2	Пар, вода, неагрессивные среды	I50	420	648	I40
		6С-I-3		200	420	673	I47
		6С-I-4		250	560	822	I77
		6С-I-5		300	590	522	227
		6С-2-I		80	400	527	85
		6С-2-2		I00	400	527	I05
		6С-2-4		I50	470	648	I50
		6С-2-5		200	500	673	I82
				250	600	822	2I2
Питательный регулирующий поворотный клапан. Привод рычага клапана при помощи колонки дистанционного регулирования, колонки автоматического регулирования или термостатов. Полный угол поворота рычагов 54-56°. Нерегулируемый пропуск воды 2 %. Максимальная площадь прохода 2,5; 9,8; 28, 50см². Пропускная способность 6; II,5; 33,2; 58 т/ч.	Таганрогский завод "Красный котельщик"	Т-33б	Питательная вода	50	225	63/238[X]	37,2
		Т-34б		80	320	9I/27I[X]	62
		Т-35б		I00	350	II0/4I0[X]	I0I,2
		Т-36б		I50	450	I62/450[X]	II5
			Регуляторы уровня				
Одноимпульсный регулятор питания Ру40, применяется с дифференциальным регулятором давления ДРД. Пропускная способность при перепаде давления на клапане I,5 кгс/см² 5-30 т/ч. Точность поддержания уровня ±I00 мм	Завод "Теплоприбор" им. 50-летия СССР г.Улан-Удэ	ОРП-50	Питательная вода	50	670	420/540[X]	54
					2550	I80/460[X]	80
					50	460/590	3

Продолжение табл.70

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Среда	Условный проход Ду, мм	Габаритные размеры, мм		Масса, кг
					длина	высота	
Регулятор уровня для регулирования количества воды, поступающей в сосуд (питание) или удаляемой из сосуда (перелив). Состоит из успокоительной камеры с поплавком и корпуса с золотником, регулирующим подвод (удаление) воды, Ру25, t = 350°С	Таганрогский завод "Красный котельщик"	Т-2I-I	Вода	80	798	485/752[x]	2I8,2
		Т-2I-2		I00	808	485/78I[x]	224,2
		Т-22-I		80	798	485/752[x]	2I8,2
		Т-22-2		I00	808	485/78I	224,5
Чугунный регулятор уровня для установки непосредственно на сосудах Ру10, t = 300°С	Таганрогский завод "Красный котельщик"	Т-39	Вода	50	795	460	2I,9
		Т-40		80	780	470	34,0

[x] В числителе указана ширина, в знаменателе – высота.

Таблица 71

Электронные регуляторы интегрально-пропорциональные, бесконтактные Московского завода тепловой автоматики (МЗТА)

Тип прибора	Рекомендуемая область	Род тока входного сигнала	Первичные приборы		Примечание
			максимальное количество	основные виды	
РПИБ-Ш, РПИБ-IУ	Регулирование уровня, давления, разрежения, расхода или соотношения любых двух указанных величин в жидких средах и пр.	Переменный, 50 Гц	3 4	С дифференциально-трансформаторными датчиками з-да "Манометр" или индукционными датчиками МЗТА	Приборы могут работать от первичных приборов с реостатными или ферродинамическими датчиками, а также от прочих первичных приборов, развивающих на выходе сигнал переменного тока 50 Гц, синфазный со стабилизированным напряжением питания регулирующего прибора. Сочетание видов приборов с индукционными или дифференциально-трансформаторными датчиками не рекомендуется
РПИБ-Т	Регулирование температуры любых сред при условии ее изменения с помощью термопары	Постоянный	I	Термопара с электродами "хромель-копель"	Прибор может работать от термопар любой стандартной градуировки и прочих первичных приборов, развивающих

Продолжение табл.71

Тип прибора	Рекомендуемая область	Расход токе входного сигнала	Первичные приборы		Примечание
			максимальное количество	основные виды	
					не выходе малый постоянный ток. Допускается последовательное включение с обычной термопарой "скоростной термопары"
РПИБ-Т2	Регулирование температуры t любых сред при условии ее измерения с помощью термопары с коррекцией по параметру, измеряемому первичными приборами с индукционными или дифференциально-трансформаторными датчиками, либо регулирование параметра, измеряемого первичным прибором с индукционным или дифференциально-трансформаторным датчиком с коррекцией по t измеряемой термопарой	Постоянный Переменный 50 Гц	I 2	Термопара с электродами "хромель-копель" с индукционными датчиками МЗТА или дифференциально-трансформаторными датчиками завода "Манометр"	См. примечания к приборам РПИБ-Ш и РПИБ-Т
РПИБ-С	Регулирование температуры t любых сред при условии ее измерения с помощью стандартного электротермометра сопротивления	Переменный 50Гц		Стандартный электрический медный термометр сопротивления типа ТЕМ-Х	Прибор может работать от любых стандартных электротермометров сопротивления

Тип прибора	Рекомендуемая область	Расход тока входного сигнала	Первичные приборы		Примечание
			максимальное количество	основные виды	
РПИБ-ЗС	Регулирование температуры t любых сред при условии ее измерения с помощью стандартного электротермометра сопротивления с введением автоматической коррекции по t другой среды, в том числе окружающего воздуха, измеряемых термометрами сопротивления	Переменный 50 Гц	2	Любые стандартные электротермометры сопротивления	См. примечание к прибору РПИБ-С
РПИБ-ШИ	Обеспечение прерывистого управления насосами-дозаторами реагентов химводоочистительных установок	То же	3	То же, что и для РПИБ-Ш	См. примечание к прибору РПИБ-Ш. Диапазон изменения периода выходного сигнала при средней скважности 50-1000. Диапазон изменения скважности при 100%-ном входном сигнале 0,7-0,9
РПИБ-М	Регулирование активной мощности в трехфазных цепях переменного тока	- " -	3	С дифференциально-трансформаторным датчиком завода "Манометр" и датчиком трансформатора тока ДТТ-58 МЭТА	Вместо указанного первичного прибора с дифференциально-трансформаторным датчиком могут применяться первичные приборы с ферродинамическими, индукционными или реостатными датчиками

Продолжение табл. 71

Тип прибора	Рекомендуемая область	Род тока входного сигнала	Первичные приборы		Примечание
			максимальное количество	основные виды	
РПИБ-IУ-Ф	Регулирование уровня, давления, разрежения, расходов или их соотношения в жидких или газообразных средах и др.	Переменный 50Гц	4	С ферродинамическими датчиками	
РПИБ-МК-Н	Регулирование содержания свободного кислорода в продуктах сгорания топлива	Постоянный	I	Датчик магнитного кислородомера КМК-Н-66 с унифицированным сигналом 0-5 мА постоянного тока	

Таблица 72

Устройство для сигнализации, защиты и пуска

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Сигнализатор уровня воды в паровом котле для автоматического контроля предельных значений и подачи звуковых и световых сигналов. Состоит из датчика и вторичного прибора (релейного блока). Избыточное давление 13 кгс/см^2, t = 200°С, напряжение 220 В, частота 50 Гц, потребляемая мощность 30 Вт.	Московский завод "Нефтехим"	СПУ	Датчик 670х175х80 Релейный блок 335х225х215	15
Сигнализатор предельных уровней воды в паровом котле для автоматической подачи сигнала (свистка). Диапазон настройки и подачи сигнала 75-125 мм в обе стороны от среднего уровня. Расстояние между присоединительными фланцами 600 мм. Диаметр условного прохода Ду40	"Теплоприбор" г.Улан-Удэ	СПУ-25 СПУ-64	Ру25 1220х295х325 Ру64 1220х295х345	80 85
Сигнализатор уровня воды в барабане парового котла для выдачи электрического сигнала при достижении предельных уровней. Диапазон настройки подачи сигнала - 75 мм от среднего уровня воды. Максимальное давление измеряемой среды 18 кгс/см^2, t = 200°С. Длина импульсных линий 4-20 м. Напряжение питания 24 В	Опытный завод "Нефтеавтоматика" г.Бугульма	СУВ-1	387х346х387	55
Сигнализатор давления для фиксирования уменьшения или увеличения давления или разрежения неагрессивного газа. Диапазон настройки по давлению 10-100 кгс/см^2, зона возврата до 1 кгс/см^2. Давление среды до 300 кгс/см^2.	Московский "Тепловой автоматики"	СПД-1	320х218	5,5

Продолжение табл. 72

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Габаритные размеры, мм	Масса кг
Автомат защиты от повышения давления в топке. Максимальное давление 200 кгс/м². Диапазоны настройки по давлению срабатывания 50–150 кгс/м². Напряжение постоянного тока 220 В. Максимальная разрывная мощность контактов 20 Вт.	Московский "Тепловой автоматики"	АПДТ	244х218х236	5
Реле давления для автоматического управления или сигнализации замыкания и размыкания электрической цепи при контроле давления. Срабатывание при повышении давления до заданного настройкой значения и возврат в исходное положение при понижении давления на величину установленного дифференциала. Диапазон настройки по давлению срабатывания: 300 мм. 300 мм.рт.ст. – 3; 2–8; 5–20 кгс/см². Диапазон настройки дифференциала (разность давлений срабатывания и возврата в исходное положение): 0,4–1,6; 0,75–2,75; 1,5–4,5; 2–7 кгс/см². Разрывная мощность контактов реле: до 50 Вт, 220 В постоянного тока; до 150 Вт, 380 В переменного тока.	Тарусский приборостроительный	РД-12	155х93х52	0,9
Комбинированное реле для автоматического управления и защиты по температуре и давлению с чувствительными элементами и контактными устройствами. Диапазон настройки: по температуре 30–165°С, по давлению 0,25–4 кгс/см². Количество чувствительных элементов от 1 до 4, максимальная температура чувствительного элемента 110°С, максимальное давление 8 кгс/см². Нерегулируемая разность: по температуре $t \leq 3$°С, по давлению $P < 0,25$ кгс/см². Максимальная сила тока 2,5 А при напряжении постоянного тока 24 В. Разрывная мощность контактов 60 Вт. Длина термобаллона 4 м.	То же	КР-1 КР-2 КР-3 КР-4	220х103х63 225х124х85 212х132х77 212х172х75	2 2,5 4,5 5,5

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Автомат контроля пламени для применения в схемах защиты и сигнализации при погасании факела газов в топках котлов малой производительности. Напряжение питания 220 В переменного тока, потребляемая мощность 35 В·А. В комплект входят следующие приборы:	Московский "Тепловой автоматики"			
I. Автомат контроля пламени сдвоенный – I шт. Максимальное количество подключаемых к прибору чувствительности элементов – 2 шт.		АКП-I	296х200хI53	6
Длительно пропускаемый через контакты реле ток ≤ 5 А. Монтаж настенный на вертикальной плоскости		КЗ	Длина электрода 340, 540, 800, I050	0,9 I,2 I,6 2
2. Контрольный электрод диаметром 80 мм – 2 шт. Температура контролируемого факела газов до I600°С				
Автоматический газовый электрозапальник для применения в схемах автоматического дистанционного розжига одновременно двух горелочных устройств (газовых горелок, мазутных форсунок) котлов малой производительности, контроля в период пуска пламени двух запальников и горелочных устройств при нормальной работе котла. Напряжение питания 220 В. Потребляемая мощность 35 В·А. Давление (разрежение) в топочной камере I-5 кгс/м². Температура в зоне стабилизатора пламени запальника 700-900°С. В комплект электрозапальника входят следующие приборы:	Московский "Тепловой автоматики"			

Продолжение табл. 72

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
I. Электрозапальник (шириной I30 и высотой I80 мм) 2 шт. на давление газа I00-5000 кгс/м²		ЭЗ	Длина электрозапальника 500, 800, I400, 2000	9,3 I0 II,5 I5
2. Клапан электромагнитный газовый - I шт., напряжение питания 220 В. Потребляемая мощность 80 В·А. Диаметр условного прохода Ду10		КГ-I0	I85xI35xI22	2,5
3. Трансформатор зажигания - 2 шт. Напряжение питания 220 В. Потребляемая мощность $\mathcal{N} \leq$ I00 В·А		ТЗ-2	296xI50xI58	4,6
4. Автомат контроля пламени сдвоенный - I шт.		АКП-II	296x200xI58	6
5. Фотоэлектрический датчик. Интегральная чувствительность 90-260 мк·А/лм.		ФД	I06xI06xI25	0,7
6. Контрольный электрод диаметром 80 мм - 2 шт.		КЭ	Длина электрода 340, 540, 800, I500	0,9 I,2 I,6 2,0
Запально-защитное устройство. Напряжение питания 220 В. Разрывная мощность выходного реле управления прибора $\mathcal{N} \leq$ 20 В·А. Номинальная теплота сгорания газа 3500-2900 ккал/м³. Давление газа 0,I-5 кгс/см². Потребляемая мощность 0,3 кВт. Температура окружающей среды при относительной влажности 80% 5-40°С	"Ильмарине" г.Таллин	ЗЗУ-I ЗЗУ-3 ЗЗУ-4 ЗЗУ-6 ЗЗУ-7 ЗЗУ-8 ЗУ-I	- - - - - - -	I5,5 20-34 24-39 20-26 I9 280 2,I

измерительные и регулирующие приборы и системы автоматики, соответствующие виду топлива. При этом необходимо своевременно проводить подготовку обслуживающего персонала котельной, усиливать в котельных группу КИП и автоматики.

5. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ЖИДКОСТЕЙ, ГАЗОВ И ПАРА

5.1. Расходом называют количество вещества, протекающего через данное сечение в единицу времени, количеством - суммарный расход за определенный промежуток времени. При измерении расхода наибольшего распространения получил метод переменного перепада, основанный на использовании дроссельного (сужающего) устройства постоянного сечения.

5.2. Для измерения перепада давлений, создаваемого сужающим устройством, применяют дифференциальные манометры-дифманометры: U - образные поплавковые, кольцевые, колокольные, сильфонные и мембранные. Основные характеристики дифманометров-расходомеров приведены в табл. 73. Действие приборов для измерения количества основано на суммировании мгновенных значений расхода или объема вещества, проходящего через трубопровод за определенный промежуток времени.

Для измерения расхода газов и жидкостей в промышленности наиболее широко применяют нормализованные сужающие устройства (диафрагмы, сопла, трубы и сопла Вентури).

Нормализованное сужающее устройство устанавливают только на прямом участке трубопровода. Длина прямого участка трубопровода за сужающим устройством ℓ_2 должна быть не менее 5 диаметров. Задвижки и регулирующие клапаны следует устанавливать за дроссельным устройством тоже на расстоянии не менее 5Д.

5.3. При измерении расхода дифманометры устанавливают вблизи места измерения. Для передачи на большие расстояния значений расхода вещества, измеренного дифманометром, последние снабжают датчиками. Сигналы этих датчиков поступают на вторичные приборы по системе электрической или пневматической дистанционной передачи показаний.

5.4. Для вычисления суммарных (и интегральных) значений расходов, а также суммирования других параметров с приборами частотной

Таблица 73

Характеристика дифманометров

Тип	Верхний предел измерения	Статическое давление, кгс/см^2	Класс точности	Дополнительные устройства	Габаритные размеры
	Поплавковые показывающие				
ДП-780Р	630; 1000; 1600; 2500; кгс/м^2 0,4; 0,63; 1 кгс/см^2	250	1,0; 1,5	-	562÷439х417х568÷922
ДП-781Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,4; 0,63; 1 кгс/см^2	250	1,0; 1,5	И	315х325х734÷1450
ДП-778Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,4; 0,63; 1 кгс/см^2	250	1,0; 1,5	С	315х325х734÷1450
ДП-787Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,4; 0,63; 1 кгс/см^2	250	1,0; 1,5	ПИ	315х325х734÷1450
ДПМ-780Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,4; 0,63; 1 кгс/см^2	2,5	1,0; 1,5	-	315х325х734÷1450
	Поплавковые самопишущие с дисковой диаграммой				
ДП-710чР	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,63; 1 кгс/см^2	250	1	-	562÷439х417х568÷922
ДП-710Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,4; 0,63; 1 кгс/см^2	250	1	-	562÷439х417х568÷922
ДП-712Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,63; 1 кгс/см^2	250	1	И	315х325х734÷1450

Продолжение табл. 73

Тип	Верхний предел измерения	Статическое давление, кгс/см^2	Класс точности	Дополнительные устройства	Габаритные размеры
ДПМ-710чР	63; 100; 160; 250; 400 кгс/см^2	2,5	1; 1,5	–	562÷439х417х568÷922
ДПМ-710Р	63; 100; 160; 250; 400 кгс/см^2	1,5	1; 1,5	–	562÷439х417х568÷922
	Мембранные бесшкальные				
ДМИ-Р	63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,4; 0,63; 1 кгс/см^2	6	1,6	ФП	246х288х232
ДМИК	100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600 кгс/м^2	6;10;16	1,6	ФП и УК	386х734х324
ДМИКВ	100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600 кгс/м^2	6;10;16	1,6	ФП и УКВ	386х734х324
ДМ	160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2; 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3 кгс/см^2	6,3	1; 1,5	ДТД	200х505х200
ДМ	160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3 кгс/см^2	250	1; 1,5	ДТД	200х580х200
	160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,4; 0,63; 1 кгс/см^2	160, 250	1,5	ФП	200х515х200

Продолжение табл. 73

Тип	Верхний предел измерения	Статическое давление, кгс/см^2	Класс точности	Дополнительные устройства	Габаритные размеры
ДМ-6	16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630 кгс/м^2	2,5	1; 1,5	ТД	350x675x315
	16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630 кгс/м^2	10	1; 1,5	ТД	345x500x253
ДМ-П	10; 16; 25 кгс/м^2	2,5	2,5	Ш	350x315x675
	40; 63; 100 кгс/м^2	2,5	1	Ш	350x315x675
	100; 160; 250; 400; 630 кгс/м^2	10	1	Ш	345x250x500
ДМ-П	630; 1000; 1600; 2500; 4000кгс/м2 0,4; 0,63; 1; 1,6 кгс/см^2	100	0,6; 1	Ш	325x167x245
	Сильфонные бесшкальные				
ДС-П	400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3 кгс/см^2	100;400	0,6; 1; 1,5	Ш	480x225x270
ДС-Э	400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м^2 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3 кгс/см^2	100;400	0,6;1;1,5	ТД	480x225x270
	Сильфонные показывающие				
ДСП-778Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	160	1; 1,5	С	315x353x600
ДСП-780Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	160	1; 1,5	-	315x335x600
ДСП-781Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	160	1; 1,5	И	315x335x600

Тип	Верхний предел измерения	Статическое давление, кгс/см^2	Класс точности	Дополнительные устройства	Габаритные размеры
ДСП-787Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	160	1; 1,5	ШП	315х335х600
ДСП-786Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	160	1; 1,5	ТД	315х335х600
ДСП-778В	0,63; 1; 1,6 кгс/см^2	320	1; 1,5	С	315х315х583
ДСП-780В	0,63; 1; 1,6 кгс/см^2	320	1; 1,5	-	315х315х583
ДСП-781В	0,63; 1; 1,6 кгс/см^2	320	1; 1,5	И	315х315х583
ДСП-787В	0,63; 1; 1,6 кгс/см^2	320	1; 1,5	ШП	315х315х583
ДСП-786В	0,63; 1; 1,6 кгс/см^2	320	1; 1,5	ТД	315х315х583
	Сильфонные самопишущие с дисковой диаграммой				
ДСС-710Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	160	1; 1,5	-	315х335х600
ДСС-712Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	160	1; 1,5	И	315х335х600
ДСС-710чН	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	160	1; 1,5	-	315х335х600

Продолжение табл. 73

Тип	Верхний предел измерения	Статическое давление, кгс/см^2	Класс точности	Дополнительные устройства	Габаритные размеры
ДСС-7I0В	0,63; I; I,6 кгс/см^2	320	I; I,5	–	3I5x3I5x583
ДСС-7I2В	0,63; I; I,6 кгс/см^2	320	I; I,5	И	3I5x3I5x583
ДСС-7I0чВ	0,63; I; I,6 кгс/см^2	320	I; I,5	–	3I5x3I5x583
ДСС-734Н	0,063; 0,I; 0,I6; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	I60	I; I,5	Д	3I5x335x600
ДСС-734чН	0,063; 0,I; 0,I6; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	I60	I; I,5	Д	3I5x335x600
ДСС-732Н	0,063; 0,I; 0,I6; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	I60	I; I,5 4	Ин,Д И,Д и УК	3I5x335x600 3I5x335x600
ДСКС-7I2Н	0,063; 0,I; 0,I6; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	I60			
ДС-7IIР-I	0,063; 0,I; 0,I6; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см^2	I60	I; I,5	ПР	3I5x335x600
ДСС-734В	0,63; I; I,6 кгс/см^2	320	I; I,5	Д	3I5x3I5x588
ДСС-734чВ	0,63; I; I,6 кгс/см^2	320	I; I,5	Д	3I5x3I5x588
ДСС-732В	0,63; I; I,6 кгс/см^2	320	I; I,5	И и Д	3I5x3I5x588
ДСКС-7I2В	0,63; I; I,6 кгс/см^2	320	4	И,Д и УК	3I5x3I5x588
ДС-7IIР-2	0,63; I; I,6 кгс/см^2	320	I; I,5	ПР	3I5x3I5x588

Условные обозначения: ДТД – дифференциально-трансформаторный датчик; ФП – ферродинамический преобразователь; И – интегратор; С – сигнальное устройство, рассчитанное на силу тока 3 А при 220 В, 50 Гц; ПП – пневматический преобразователь; УК – устройство коррекции по давлению и температуре; УКВ – устройство коррекции по давлению, температуре и влагосодержанию ; ТД – токовой датчик ; Д – дополнительная запись давления; ПР – пневматический регулятор

системы используют сумматоры СЧ, СЧИ, СИ-У, С и интеграторы. Интеграторы выпускают самопишущими (ИЧС), показывающими (ИЧП), а также дифференциальными - самопишущими (ИЧС-Д) и показывающими (ИЧП-Д). ИЧС-Д и ИЧП-Д имеют два входа: суммирующий и вычитающий.

5.5. Для передачи сигналов на вторичные приборы используют струнные, ферродинамические, дифференциально-трансформаторные или токовые датчики.

Характеристики приборов дифференциально-трансформаторной системы приведены в табл.74, с приборами ферродинамической системы в табл. 75, частотной системы (от струнных датчиков) в табл. 76 и токовой системы в табл. 77.

5.6. При заказе дифманометра рекомендуется пользоваться следующим описанием: дифманометр-расходомер сильфонный (поплавковый, колокольный мембранный), показывающий (безшкальный, самопишущий), с преобразователем (ферродинамическим, дифтрансформаторным, частотным).

Дополнительное устройство: перепад (предел измерения); шкала (шкала по давлению); привод диаграммы.

5.7. При заказе вторичных приборов рекомендуется пользоваться следующим описанием:

прибор вторичный показывающий и самопишущий (показывающий) с ферродинамическим компенсатором (дифтрансформаторный с датчиком унифицированного сигнала постоянного тока, с датчиком унифицированного сигнала напряжения постоянного тока) .....

тип выходного преобразователя .....

регулирующее устройство .....

дополнительное устройство .....

шкала .....

время прохождения отсекой шкалы, с .....

скорость продвижения диаграммной ленты, мм/ч .....

кулачок .....

питание, В .....

сопротивление датчика дистанционной передачи показаний, Ом .....

количество точек измерения .....

5.8. Измерение расхода жидкостей, газов и пара при помощи сужающих устройств (диафрагм и сопл) определяется по следующим формулам.

Таблица 74

Приборы дифференциально-трансформаторной системы

Тип, число точек измерения n, время компенсации 100% шкалы τ, с	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
Самопишущие с ленточной диаграммой		
КСДІ	–	ЧП
n = I	Т	ЧП
τ = 5	Т	ФП
	–	ФП
	–	ПТН
	Т	ПТН
	–	ПП
	–	ДПП
	Д	ДПП
	Д	–
	РЗІОО	–
	РЗІОО	ДПП
	ДиРЗІОО	ДПП
	ДиРЗІОО	–
Самопишущие с круглой диаграммой		
КСДЗ	–	ФП
n =I	–	ПП
τ =5; 16	–	ЧП
	Д	ЧП
	Д	–
	РЗІОО	–
	РЗІОО	ЧП
	РЗ20	ЧП
	РЗ20	–
	ПР	–
	ПР	ЧП
	Показывающие	
КПДІ	–	ЧП
n =I	Т	ЧП

Тип, число точек измерения n время компенсации 100% шкалы τ, с	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
τ =5	Т	ФП
	Т	
	Т	ДПП
	Т и Р3100	ДПП
	Т и Р3100	–
КСД2	Т23	–
n =1	Т23	ПП
τ = 10	Т23	ЧП
	Т23	ПТН
	Т23	ДПП
	–	ДПП
	Р3100	–
	Р3100	ДПП
	Р3100 и Т23	ДП
	Р100 и Т23	–
	–	ФП
	–	ПТН
	Т	ПТН
	Т	ПП
	–	ПП
	–	ДПП
	Д	ДПП
	Д	–
	Р3100	–
	Р3100	ДПП
	Д и Р3100	ДПП
	ТИ,Р3100	ДПП
	Т и Р3100	–
	С	–

Условные обозначения: Т – трехпозиционное; Д – двухпозиционное; Р3100 – реостатный задатчик с зоной пропорциональности 100 %; Т23 – трехпозиционное с двумя указателями задачи; ПР – пневматический регулятор; С – сигнальное устройство; Р320 – реостатный задатчик с зоной пропорциональности 10 (20) %; ЧП – частотный преобразователь; ФП – ферродинамический преобразователь; ПТН – преобразователь постоянного тока (0–5 мА) или напряжения (0–10 В); ПП – пневматический преобразователь; ДПП – датчик для дистанционной передачи показаний; СП – струнный преобразователь

Таблица 75

Приборы ферродинамической системы

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
	Самопишущие с ленточной диаграммой	
ВФС-40000	С	–
	2С	–
ВФС-Ф4000	–	ФП
	С	ФП
	2С	ФП
ВФС-ФОС00	–	СП
	С	СП
	2С	СП
ВФС-ФОГ00	–	ЧП
	С	ЧП
	2С	ЧП
ВФС-ФПГ00	–	ЧП и ПП
	С	ЧП и ПП
	2С	ЧП и ПП
	Самопишущие с дисковой диаграммой	
КСФ8	–	ФП
	–	ЧП
	–	ПП
	РЗ2О	–
	РЗГОО	–
	Д и Т	–

Продолжение табл. 75

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
	Показывающие	
ВПФ-ФОООО	-	-
	С	-
	2С	-
ВФП-ФФООО	-	ФП
	С	ФП
	2С	ФП
ВФС-ФПООО	-	ПП
	С	ПП
	2С	ПП
ВФС-ФФФОО	-	Два ФП
	С	Два ФП
	2С	Два ФП
ВФС-ФФГОО	-	ФП и СП
	С	ФП и СП
	2С	ФП и СП
ВФС-ФФГОО	-	ФП и ЧП
	С	ФП и ЧП
	2С	ФП и ЧП
ВФС-ФПФОО	-	ФП и ПП
	С	ФП и ПП
	2С	ФП и ПП
ВФС-ФПСОО	-	СП и ПП
	С	СП и ПП
	2С	СП и ПП
ВПФ-ФФФОО	-	Два ФП
	С	Два ФП
	2С	Два ФП
ВФП-ФФГОО	-	ФП и ЧП
	С	ФП и ЧП
	2С	ФП и ЧП
ВЭП-ФПООО	-	ПП
	С	ПП
	2С	ПП

Продолжение табл. 75

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
ВФП ФПФОС	–	ПП и ФП
	С	ПП и ФП
	20	ПП и ФП
ВФП–ФПГОС	–	ПП и ЧП
	0	ПП и ЧП
	20	ПП и ЧП
ВФП–ФПСОО	–	СП и ПП
	0	СП и ПП
	20	СП и ПП
ВФП ФОГОО	–	ЧП
	С	ЧП
	20	ЧП
ВФП–ФОСОО	–	СП
	С	СП
	20	СП
ВФП–ФФСОО	–	ФП и СП
	С	ФП и СП
	20	ФП и СП

Примечания I. Условные обозначения те же, что и в табл. 74.

2. При заказе вместо последних двух букв ОО в обозначении прибора пишут буквы 90 в зависимости от количества регулирующи устройств например ВПТ–ФФОГО ВЭС–ФФОГО.

Таблица 76

Приборы частотной системы

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
	Самопишущие с ленточной диаграммой	
ВЧЭ–ОООО	–	–
	0	–
	20	–
ВЧЭ–ФОСО	–	ФП
	С	ФП

Продолжение табл. 76

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
	2С	ФП
ВЧС-ОСОО	–	СП
	С	СП
	2С	СП
ВЧС-ФФОО	–	Два ФП
	С	Два ФП
	2С	Два ФП
	Показывающие	
ВЧП-ОООО	–	–
	С	–
	2С	–
ВЧП-ФООО	–	ФП
	С	ФП
	2С	ФП
ВЧП-ОСОО	–	СП
	С	СП
	2С	СП
ВЧП-ФФОО	–	Два ФП
	С	Два ФП
	2С	Два ФП
ВЧС-ФСОО	–	ФП и СП
	С	ФП и СП
	2С	ФП и СП
ВЧС-ПСОО	–	ПП
	С	ПП
	2С	ПП
ВЧС-ПФОО	–	ФП и ПП
	С	ФП и ПП
	2С	ФП и ПП
ВЧС-ПСОО	–	ПП и СП
	С	ПП и СП
	2С	ПП и СП
ВЧП-ФСОО	–	ФП и СП
	С	ФП и СП

Продолжение табл. 76

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
	20	ФП и ОП
ВЧП-П000	–	ПП
	0	ПП
	20	ПП
ВЧП-ПФ00	–	ФП и ПП
	0	ФП и ПП
	20	ФП и ПП
ВЧП-ПС00	–	ПП и ОП
	0	ПП и ОП
	20	ПП и ОП

Таблица 77

Вторичные приборы токовой системы
(вход: унифицированный сигнал постоянного тока
или напряжения постоянного тока)

Тип, число точек измерений n, время компоновки 100 % шкалы τ, с	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
Самопишущие с ленточной диаграммой		
КСУ1	–	–
n =1, τ = 5	–	ЧП
	Т	ЧП
	Т	ФП
	–	ФП
	–	ПТИ
	Т	ПТИ
	Т	ПП
	–	ПП
	–	ДПП
КСУ1	Д	ДПП
n =1, τ = 2,5; 5	Д	–
	РЗ100	–
	РЗ100	ДПП

Продолжение табл. 77

Тип, число точек измерения n, время компенсации 100 % шкалы τ, с	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
КСУ2	ТР8	–
n = 3;6;12	ТРТ	–
τ = 10	ТРВТ	–
	ТРВТБ	–
КСУ4	–	ПТН
n = 1. τ = 1; 2; 5; 10	–	
КСУ4	–	–
n = 3;6 12	Д и Т	
	Д и Т	ПТН
	Д и Т	ДПП
	–	ДПП
	Д и Р8100	–
	Т	–
	Т	ДПП
	Т и Р8100	ДПП
	Т и Р8100	–
	–	–
КСУ2	–	–
n = 1; 3;6; 12	Т23	–
τ = 2; 5; 10	Т23	ПП
КСУ2	Т23	ЧП
n = 1, τ = 10	Т23	ПТН
	Т23	ДПП
КСУ2	–	ДПП
n = 1, τ = 2;5; 10	–	ПТН
	–	ЧП
КСУ2	Р8100	–
n = 1, τ = 10	Р8100	ДПП
	Р8100 и Т23	ДПП
	Р8100 и Т23	–
	–	ДПП
КСУ4	Р8100	ДПП
n = 1	Р8100	–
τ = 2;5; 10	С	ДПП

Продолжение табл. 77

Тип, число точек измерения n, время компенсации 100 % шкалы τ, с	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
	РВ100 и С	ДПП
КСУ4	ТРВТ	–
n = 3;6; 12	ТРВТ и СК	–
τ = 2;5; 10	ДО и СО	–
	ДО и СК	–
Самопишущие с круглой диаграммой		
КСУ3	–	–
n = 1, τ=5; 16	–	ФП
	–	ЧП
	–	ПП
	Д	–
	РВ20	–
	РВ100	–
	ПР	–
Показывающие		
КПУ1	–	ЧП
n = 1, τ = 5	Т	ЧП
	Т	ФП
	–	ФП
	–	ПТИ
	Т	ПТИ
	Т	ПИ
	–	ПП
	–	ДПП
КПУ1	Д	ДПП
n = 1	Д	–
τ = 2;5; 5	РВ100	–
	РВ100	ДПП
КПУ1	РВ100 и Д	ДПП
n = 1,	РВ100 и Д	–
τ = 2;5; 5	Т	–
	Т	ДПП

Продолжение табл. 77

Тип, число точек измерения n, время компенсации 100 % шкалы τ, с	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
	РЭ100 и Т	ДПП
	РЭ100 и Т	–
АСК	–	–
n = 1, τ = 2;5; 5	С	–
	Т	–
	ДП	–
АСК	ДП	–
n = 3; 4; 8; 12	–	–
τ = 2;5 ; 5		

У о л о в н ы е о б о з н е ч е н и я: ТРЗ – трехпозиционное с раздельной задачей на каждую точку; ТРТ – трехпозиционное для регулирования одной точки на одно значение; ТРВТ – трехпозиционное для регулирования всех точек на одно значение; ТРВТБ – трехпозиционное для регулирования всех точек на одно значение с блокировкой сигнала; СК – сигнальное устройство по каждому сигналу; ДП – двухпозиционное с левым контактом.

Объемный расход, м³/ч

$$Q_o = 4 \cdot 10^3 \alpha \varepsilon d^2 \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}} = 4 \cdot 10 \alpha \varepsilon m D^2 \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}} \; ; \qquad (48)$$

Расход по массе, кг/ч

$$Q_M = 4 \cdot 10^3 \alpha \cdot \varepsilon' d^2 \sqrt{(P_1 - P_2)\rho} = 4 \cdot 10^3 \alpha \varepsilon m D^2 \sqrt{(P_1 - P_2)\rho}, \qquad (49)$$

где α – коэффициент расхода (табл. 78);

ε' – поправочный коэффициент на расширение измеряемой среды (табл. 79);

m – модуль сужающего устройства, равный $d^2 : D^2$;

D и d – диаметры трубопровода и сужающего устройства при рабочей температуре t, м;

P_1 и P_2 – статическое давление измеряемой среды до и после сужающего устройства, Па;

ρ – плотность измеряемой среды по состоянию до сужающего устройства, кг/м^3.

6. ПИТАТЕЛЬНЫЕ, ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ, СЕТЕВЫЕ, КОНДЕНСАТНЫЕ, МАЗУТНЫЕ НАСОСЫ

6.1. Для питания котлов водой рекомендуется использовать вихревые и центробежно-вихревые многоступенчатые, центробежные горизонтальные насосы и насосы с шнуром, а для подачи пара – паровые питательные турбонасосы. Основные характеристики насосов приведены в табл. 80-86.

6.2. Кроме перечисленных в табл. 84 паровых насосов, рекомендуется применять паровые питательные насосы, характеристики которых приведены в табл. 86.

6.3. Для циркуляции горячей воды потребителям рекомендуется применять циркуляционные и сетевые насосы, основные характеристики которых приведены в табл. 87-91.

6.4. Для перекачки конденсата рекомендуются насосы типов КС и КСД, основные характеристики которых приведены в табл. 92.

6.5. Для перекачки мазута и масел, а также и для других различных жидкостей рекомендуется использовать насосы, основные характеристики которых приведены в табл. 86 и 93-95.

6.6. Для перекачки воды, нефтепродуктов могут быть использованы ручные насосы, основные характеристики которых приведены в табл. 96.

7. ОСНАЩЕНИЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРУДОВАНИЕМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИМ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Тепловое и циркуляционное оборудование сушильных устройств

7.1. Для обеспечения нормального теплоснабжения сушильных устройств необходимо иметь тепловое оборудование: калориферы, теплообменники, конденсатоотводчики, паропроводы, топки, запорно-регулировочная и контрольно-измерительная аппаратура.

Таблица 78

Расчетные значения коэффициента расхода

Диаметр, мм	Модуль m								
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7
	Нормализованные диафрагмы								
50	0,613	0,616	0,629	0,649	0,676	0,713	0,761	0,791	0,827
100	0,609	0,612	0,624	0,643	0,669	0,706	0,752	0,782	0,817
200	0,604	0,607	0,618	0,637	0,663	0,699	0,744	0,773	0,805
300	0,601	0,604	0,615	0,634	0,660	0,695	0,740	0,768	0,802
400 и более	0,598	0,602	0,615	0,634	0,660	0,695	0,740	0,768	0,802
	Нормализованные сопла и сопла Вентури								
50	0,987	0,989	0,999	1,018	1,046	1,089	1,157	1,204	–
100	0,987	0,989	0,999	1,017	1,045	1,086	1,152	1,198	–
200	0,987	0,989	0,999	1,017	1,044	1,083	1,147	1,191	–
300 и более	0,987	0,989	0,999	1,017	1,043	1,081	1,141	1.183	–

Таблица 79

Поправочный коэффициент

$\frac{P_1-P_2}{P_1}$	$\varkappa = 1,2$			$\varkappa = 1,3$			$\varkappa = 1,4$		
	$m = 0,05$	$m = 0,4$	$m = 0,7/0,65^{x}$	$m = 0,05$	$m = 0,4$	$m = 0,7/0,65^{x}$	$m = 0,05$	$m = 0,4$	$m = 0,7/0,65^{x}$
				Нормализованные диафрагмы					
0,02	0,992	0,991	0,989	0,993	0,992	0,990	0,994	0,993	0,990
0,06	0,977	0,974	0,968	0,979	0,976	0,970	0,981	0,978	0,972
0,10	0,964	0,959	0,948	0,966	0,962	0,952	0,968	0,963	0,955
				Нормализованные сопла и сопла Вентури					
0,02	0,987	0,984	0,974	0,988	0,986	0,977	0,989	0,987	0,978
0,06	0,961	0,952	0,925	0,965	0,957	0,932	0,967	0,960	0,936
0,10	0,935	0,921	0,882	0,940	0,927	0,890	0,943	0,931	0,895

Примечание. До черты – значение m для нормализованных диафрагм, после черты – для нормализованных сопл; $\varkappa$ – показатель адиабаты расширения измеряемой среды.

Таблица 80

Вихревые и центробежно-вихревые питательные насосы типов ВС, В и ЦВМ

Показатели	Единица измерения	Вихревые одноступенчатые и одноступенчатые самовсасывающие					Центробежно-вихревые			
		ВС 1В-0,5М	1,5ВС 1,5В-1,3М	2ВС 2В-1,6М	2,5ВС 2,5В-1,8М	3ВС 3В-2,7М	2,5 ЦВС			
							0,8	1,1	1,3	1,5
Производительность	$м^3/ч$	1-3,5	4-8	7-15	11-18	20-35	5-14	10-21	15-23	20-30
Полный напор	м вод. ст.	35-12,5	50-18	55-20	60-20	80-35	190-90	190-78	190-82	190-71
Частота вращения	об/мин	1450	1450	1450	1450	1450	2900	2900	2900	2900
Температура перекачиваемой воды	°С	До 90					До 105			
Мощность на валу насоса	кВт	0,9-0,4	3,0-1,3	5,25-2,15	6,5-2,6	22-11	17	22	30	40
Высота всасывания	м	4; 5	4; 6-4	4-5,5-3,54	5,5-3,5	4:4-3,5	7	7	7	7
Коэффициент полезного действия	%	7-19	16-20	19-37	20-25	16-24	29	38	32	37
Диаметр патрубков	мм									
всасывающего		25	40	40	50	70	-	-	-	-
напорного		25	40	40	50	70				

Примечание. Насосы типов ВС, В и 2,5 ЦВМ изготавливаются Ливенским объединением "Ливгидромаш" и Щелковским насосным заводом.

Таблица 81

Центробежные многоступенчатые питательные насосы типа МСГ (ЗМСГ-10, 4МСГ-10) с частотой вращения 2950 об/мин

Насосы, изготавливаемые Ясногорским машиностроительным заводом	Номинальная производительность, $м^3/ч$	Напор воды на I ступень к вод. ст.	Количество ступеней, шт.	Полный напор насоса, м.вод.ст.	Потребляемая мощность, кВт	Тип электродвигателя	Мощность, кВт	Размеры патрубков, мм	
								всасывающего	напорного
ЗМСГ-10	34	23	2	15	6,6	А51-2; А052-2	7	80	80
	34	23	3	69	8,8	А52-2; А062-2	10	80	80
	34	23	4	92	13,4	А61-2; А063-2	14	80	80
	34	23	5	115	17	А62-2; А072-2	20	80	80
	34	23	6	138	20,2	А71-2; А073-2	28	80	80
	34	23	7	161	23,6	А71-2; А093-2	28	80	80
	34	23	8	184	26	А72-2; А073-2	28	80	80
	34	23	9	207	30,4	А72-2; А082-2	40	80	80
	34	23	10	230	33,7	А72-2; А082-2	40	80	80
4МСГ-10	60	33	2	66	16,2	А62-2; А072-2	20	100	80
	60	33	3	99	24,3	А71-2; А073-2	28	100	80
	60	33	4	132	32,5	А72-2; А082-2	40	100	80
	60	33	5	165	40,7	А81-2; А083-2	55	100	80
	60	33	6	198	49	А82-2; А093-2	55	100	80
	60	33	7	231	57	А82-2;	75	100	80
	60	33	8	264	65	А82-2; А093-2	75	100	80
	60	33	9	297	73	А82-2; А093-2	75	100	80
	60	33	10	330	81	А91-2; А094-2	100	100	80

Таблица 82

Питательные электронасосы типов ПЭ; ЦНС и 8М-8/6

Наименование	Единица измерения	Типоразмер									
		ПЭ-65-42-2	ПЭ-65-56-2	ПЭ-65-85	ПЭ-100-42-2	ПЭ-100-56-2	ПЭ-150-56	ПЭ-150-67	ЦНС-150-23	ЦНС-150-38	8М-8х6
Номинальная производительность	$м^3/ч$	65	65	60	100	100	150	150	150	150	200-280
Полный напор	м вод.ст.	440	580	850	440	580	580	700	240	390	725-625
Давление воды на входе	м вод.ст.	4	4	4	4	4	5	5	4,7	4,7	4,2-3
Частота вращения	об/мин					2920-2980					
Температура перекачиваемой воды	°С	160	160	160	160	160	160	160	105	105	105
Коэффициент полезного действия	%	64	64	68	66	66	70	70	70	70	70
Мощность на валу насоса	кВт	120	160	200	180	240	325	392	140	218	700
Количество ступеней	шт.	6	8	-	6	8	-	6	3	5	6
Тип электродвигателя		А2-92-2	АВ-315М-2	АИ3-2	А3-315М-2	АИ3-2	АРМ-400	АРМ-400	АИ01-2	АИ3-2	АТД-800
мощность	кВт	125	200	320	200	320	400	400	160	320	800
напряжение	В	380	380	6000	380	6000	6000	6000	380	6000	6000
Диаметр патрубка:	мм										
всасывающего		150	150	150	150	150	150	150	150	150	200
нагнетательного		100	100	100	150	150	150	150	125	125	175

Примечание. Насосы выпускаются Сумским насосным заводом.

Таблица 83

Центробежные горизонтальные насосы типов К и КМ

Наименование	Единица измерения	Марка насоса						
		I,5К-8/I9 I,5КМ-6	I,5К8/I9а I,5КМ-6а	I,5-8/I9б I,5КМ-6б	2К-20/30 2КМ-6	2К-20/30а 2КМ-6а	2К-20/30б 2КМ-6б	2К-20/I8 2КМ-9
		Производительностью до 30 м³/ч						
Производительность	м³/ч	6-I4	5-I3,5	4,5-I3	I0-30	I0-30	I0-30	II-22
Полный напор	м вод.ст.	20,3-I4	I6-II,2	I2,8-8,8	34,5-24	28,5-20,6	22-I6,4	2I-I7
Допустимая высота всасывания	м	6	6	6	6	6	6	6
Допустимое давление на всасе	кгс/см²	2						
Частота вращения	об/мин	2900						
Мощность на валу насоса	кВт	0,7-I,0	0,6-0,9	0,5-0,7	I,8-3,I	I,4-2,6	I,2-I,7	I,2-I,6
Коэффициент полезного действия	%	44-53	38-5I,5	35-45	50,6-63,5	54,5-64,I	54,9-64	56-66
Размеры патрубков:	мм							
всасывающего		40	40	40	50	50	50	50
нагнетательного		32	32	32	40	40	40	40

Наименование	Единица измерения	3К-6 3КМ-6	3К-6а 3КМ-6а	4К-6	4К-6а	4К-8 4КМ-8	4К-8а 4КМ-8а	4К-I2 4КМ-I2	4К-I2а 4КМ-I2а	6К-8	6К-8а	6К-8б	6К-I2а 6КМ-I2	6К-I2 6КМ-I2а	8К-I2	8К-I2а	8К-I8	8
		Производительностью более 30 м³/ч																
Производительность	м³/ч	30,6-6I	27,7-56	65-II7	6I-I08	65-II2	6I-I04	65-II2	6I-I00	I22-I98	II5-I84	I06-I70	I26-I82	I08-I65	220-330	I94-300	220-330	
Полный напор воды	м вод.ст.	58-45	47-33,5	98-72	85-64	6I-45	40-36,5	40-27,5	32,5-23	36,5-28	3I-24	26-I8	22,5-I5,5	I8-I4	33-25	27-20	20,7-I5	
Допустимая высота всасывания	м	7-4,5	7-4,5	6,2-3,5	6,2-3,5	6-4	6-4	6,5-3,5	6,5-5,5	6,5-5,5	6,5-5,5	6,5-5,5	6,5-5,5	6,5-3,5	6,5-4,5	6,5-4,5	6,2-5	
Допустимое давление на всасе	кгс/см²	до I5																
Частота вращения		2900											I450					
Мощность на валу насоса	кВт	8,8-I2,5	6,7-9	29-38,2	29,I-3I	I6,5-20,I	I3,9-I6,5	9,8-I2	8-9,6	I6,5-20,7	I3,8-I6,9	I0,9-I4	I0-II,3	6,8-8,5	25-28,8	I8,I-2I,8	I5,6-I7,5	
Коэффициент полезного действия	%	52-57	50-59	57-60	50-58	62-65	62-64	69-67	70-69	69-70	67-68	68-66	75-76	70-74	76-79	76	77-75	
Размеры патрубков:	мм																	
всасывающего		80	80	I00	I00	I00	I00	I00	I00	I50	I50	I50	I50	I50	200	200	200	
нагнетательного		50	50	70	70	70	70	80	80	I00	I00	I00	I00	I00	I25	I25	I50	

Примечания: I. Центробежные горизонтальные насосы типов К и КМ производительностью до 30 м³/ч изготавливаются Бобровским насосным заводом.

2. Центробежные горизонтальные насосы типов К и КМ производительностью более 30 м³/ч изготавливаются Катайским насосным заводом.

Таблица 84

Паровые питательные турбонасосы

Наименование	Единица измерения	Марки турбонасоса														
		ПТ-15-60У ПТИ60-27-15	ПТ-35-30М ПТИ3054-35	ПТ-29-50	ПТ-35-50 -	ПТ-35-50У ПТИ70-60-35	ПТ-29-100 -	ПТ-35-100	ПТ-35-100У ПТИ115-60-35	ПТ-29-200 -	ПТ-35-200 -	ПТ-35-200У -	ПТ-40-20 -	ПТ-40-80М	ПТ-40-110М -	ПТ-26-100М
Производительность насоса	м³/ч	60	30	50	50	70	100	100	115	200	200	200	20	80	102	95
Избыточное давление в патрубке:	кгс/см²															
напорном		26	53	45	52	59	45	52	59	45	52	59	50	55	58	45
приемном		0,4	0,3	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	1,2	0,9	1,15	1,1
Температура питательной воды	°С	105											133	133	132	104
Давление поступающего пара	кгс/см²	14	34	28	34	34	28	34	34	28	34	34	39	39	39	25
Температура поступающего пара	°С	350	435	400	435	435	400	435	435	400		435	290	290	280	295
Давление отработавшего пара	кгс/см²	2														
Потребляемая мощность	кВт	70	80	100	116	180	188	23	260	340	398	455	63	187	268	168
КПД	%	-	-	-	-	-	25	25	-	27	27	-	43	61	63,5	-
Завод-изготовитель		Каунасский завод "Пяргале"				Харьковский завод "Энергомаш"							Завод "Экономайзер"			

Таблица 85

Поршневые насосы с паровым приводом

Марка насоса	Производительность, $м^3/ч$	Давление нагнетания, $кг/см^2$	Количество двойных ходов в минуту	Наибольшая высота всасывания, м вод.ст.	Избыточное давление пара, $кгс/см^2$			Допустимая температура пара, °С	Расход пара, кг/ч	
					максимальное	нормальное	отработавшего		перегретого	насыщенного
1. Горизонтальные двухцилиндровые для питания котлов, подачи топлива к форсункам (ПДГ-2/20 и ПДГ-6/20), перекачки конденсата (ПДГ-6/4), пресной и морской воды, темных нефтепродуктов (мазута) температурой до 100°С и вязкостью до 110°ВУ										
ПДГ-2/20В	0,5-2,5	20	40-120	6	15	11	2	270	150	220
ПДГ-6/4А	1-6,3	4	25-110	6	15	11	2	350	-	140
ПДГ-6/20А	1-6,3	20	25-110	6	15	11	2	350	-	200
2. Вертикальные двухцилиндровые для питания котлов при давлении нагнетания у насоса 20,30 и 50 $кгс/см^2$ и перекачки конденсата при давлении нагнетания у насосов 4 $кгс/см^2$, пресной и морской воды, темных нефтепродуктов с температурой до 120°С и вязкостью до 110°ВУ										
ПДВ-10/20	2-10	20	20-80	6	15	11	2	350	-	500
ПДВ-10/30	2-10	32	30-80	6	28	22	2	350	-	600
ПДВ-10/50А	2-10	50	25-80	6	38	34	2	350	-	530
ПДВ-16/20А	4-16	20	20-70	6	15	11	2	350	-	550
ПДВ-16/30А	4-16	32	20-70	6	28	22	2	350	-	650
ПДВ-16/50	4-16	50	20-70	6	38	34	2	350	-	850
ПДВ-25/4	10-25	4	25-60	6	15	11	2	350	-	250
ПДВ-25/20А	10-25	20	25-60	6	15	11	2	350	-	850
ПДВ-25/30А	10-25	32	25-60	6	28	22	2	350	-	950
ПДВ-25/50	10-25	50	25-60	6	38	34	2	350	-	1200
ПДВ-25/40[X]	10-25	45	28-60	6	15	10	2	350	-	1800
ПДВ-60/8	25-60	8	20-50	6	15	11	2	350	-	800
3. Одноцилиндровый вертикальный для передачи темных нефтепродуктов (мазута) с температурой до 220°С										
ПНП-10/40Н	2-10	40	10-30	5	15	11	1	270	-	480
4. Двухцилиндровые горизонтальные двойного действия для перекачки темных нефтепродуктов с температурой до 220°С										
ПДГ-25/40Н	10-25	45	28-60	5	15	10	2	350	-	1800
ПДГ-40/30	15-40	30	20-50	5	15	10	2	350	-	2400
ПДГ-60/20В	15-60	25	15-50	5	15	10	2	350	-	2400
ПДГ-125/30Н	50-125	32	15-45	4,5	15	10	2	350	-	6200
5. Двухцилиндровые вертикальные двойного действия для перекачки темных нефтепродуктов с температурой до 100°С										
ПНП-125/8	45-125	8	20-55	6	15	11	2	270	1400	1600
ПНП-125/16	30-160	16	16-50	5	15	13	2,5	270	3000	4000
ПНП-250	75-250	10	15-38	5	15	11	2	270	-	4100

Примечания: 1. Допустимая температура нефтепродуктов до 400°С.
2. Насосы изготавливаются Свесским насосным заводом.

Таблица 86

Питательные насосы с плунжером типа ПМ

Наименование	Единица измерения	Типоразмер				
		ПМ-0,4/16	ПМ-0,8/16	2ПМ-0,8/20	2ПМ-1,6/20	2ПМ-3,2/20
Производительность	$м^3/ч$	0,4	0,8	0,8	1,6	3,2
Напор воды	м вод. ст.	160	160	200	200	200
Частота вращения вала	об/мин	600	600	600	600	600
Диаметр плунжера	мм			45		
Ход плунжера	мм			30		
Диаметр мембраны	мм			119		
Мощность электродвигателя	кВт	0,8	1,1	1,1	2,2	4
Частота вращения	об/мин			3000		

Примечание. Питательные насосы с плунжером типа ПМ изготавливает Сызранский насосный завод.

7.2. Для создания организованной циркуляции сушильного агента необходимо иметь циркуляционное оборудование; вентиляторы, вентиляторные и эжекторные установки.

Таблица 87

Характеристика багерных насосов

Тип	Производительность, м³/ч	Давление на входе из насоса, МПа	Диаметр рабочего колеса мм	Мощность Рв на валу насоса, кВт	Мощность Рн электродвигателя, кВт	Число оборотов Пн, об/мин
8ГР-6	36-75	0,17-0,135	225	3,33-4,7	10	1450
5ГР-6	100-230	0,36-0,28	325	20-32	40	1450
5ГРУ-12	100-150	0,18-0,165	254	10,5-13	20	1450
8ГРУ-12	250-550	0,21-0,17	400	26,4-46,2	55	985
8ГР-8Г	280-500	0,39-0,3	500	49,7-74,5	125	985
12ГР-8Т	1000-2000	0,57-0,48	840	270-422	500	730
20ГР-8Т	3000-5500	0,7 -0,52	1390	928-1190	1600	485

Таблица 88

Циркуляционные насосы типов НКУ и КЦ

Наименование	Единица измерения	Типоразмер					
		НКУ-90	НКУ-140	НКУ-150	НКУ-250	ЧКЦ-6	10НКУ-7-2
Производительность	$м^3/ч$	90	140	150	250	100	500
Развиваемый напор	м вод.ст.	38	49	35	32	84	75
Подпор на всасывающей стороне	$кгс/см^2$	20	20	47	47	25	3-51
Избыточное давление на нагнетательной стороне	$кгс/см^2$	23,8	24,9	50,5	50,2	33,4	10,5-58,5
Наибольшая температура перекачиваемой воды	°С	210	210	255	255	190	260
КПД	%	64	65	66	66	61	80
Мощность на валу насоса	кВт	14,5	28,7	21,6	33	37,5	128
Типы электродвигателей		А2-71-4	А2-81-4	А2-72-4	А2-81-4	АО2-82-2	АП2-4М
		АО2-71-4	АО2-81-4	АО2-72	АО2-81-4		-
Мощность	кВт	22	40	30	40	55	160
Частота вращения	об/мин	1455	1460	1455	1460	2940	1475

Примечания: 1. Насосы НКУ-90, НКУ-140, НКУ-150, НКУ-250 и ЧКЦ-6 изготавливаются Катайским насосным заводом.

2. Насосы 10НКУ-7-2 изготовливаются Бердянским заводом "Южгидромаш" им. 60-летия Советской Украины.

Таблица 89

Сетевые насосы типов СД и СВ

Наименование	Единица измерения	Типоразмер					
		1ОСД-6	СВ-800-55 (12СД-9)	СВ-800-100 (12Д-10х2)	СВ-1250-70 (14СД-9)	14СД-10х2	СВ-2500-60 (24СД-15)
Производительность	$м^3/ч$	486	800	800	1250	1260	2500
Напор	м вод.ст.	74	55	100	70	123	60
Напор на входном патрубке	м вод.ст.	4	5,5	5,5	10	7,5	12
Мощность на валу насоса	кВт	133	150	275	295	540	500
Коэффициент полезного действия	%	76	81	81	82	77	83,5
Диаметр патрубков:	мм						
всасывающего		250	300	300	350	350	600
нагнетательного		150	250	250	300	300	500
Тип электродвигателя		АІОЗ-4М	А-Ш-4М	А3-355М-4	А3-355М-4	АІ2-52-4	А3-12-4І-4
Мощность	кВт	160	200	320	320	630	500
Частота вращения	об/мин	1475	1475	1475	1475	1485	14800
Напряжение	В	3000	3000	380	380	6000	6000
Температура перекачиваемой воды	°С	до 180°					

Примечание. Насосы типов СД и СВ изготавливают "Дивгидромаш" и "Сумский насосный".

Таблица 90

Центробежные насосы АЦНИ

Наименование	Единица измерения	АЦНИ-40		АЦНИ-65		АЦНИ-80	
Производительность	$м^3/ч$	8-12,6	10,8-24	26-37	30-70	28-49	50-103
Полный напор	м вод.ст.	6-4	26-18	6-4	30-20	10-6	38-24
Допустимая высота всасывания	м	8	8	7	7	6	6
Тип электродвигателя	-	А02-12-4	А02-32-2	А02-32-4	А02-51-2	А02-32-4	А02-52-2
Мощность	кВт	0,8	4	3	10	3	13
Частота вращения	об/мин	1410	2870	1420	2920	1420	2920

Примечание. Центробежные насосы АЦНИ изготавливаются Московским заводом сантехоборудования № 1.

7.3. В сушилках рекомендуется использовать сборные калориферы из чугунных ребристых труб с фланцевыми соединениями длиной 1; 1,5; 2 м и поверхностью нагрева соответственно 2,3 и 4 $м^2$ на одну трубу (ГОСТ 7816-76) и пластинчатые калориферы марок КФ, КВ, КП.

Допускается монтаж калориферов из гладких паропроводных труб (ГОСТ 3262-75; ГОСТ 8732-78).

Схема монтажа труб должна определяться конструктивным оформлением сушильных устройств. Однако во всех случаях трубы необходимо собирать в секции, имеющие самостоятельное питание паром.

7.4. Трубы калорифера и паропроводов необходимо прокладывать с уклоном 0,005-0,01, а конденсатные трубы - 0,01 в направлении движения пара или конденсата. Секции труб монтируют в сушилках на специальных подвесках.

Таблица 91

Подпиточные и подкачивающие одноступенчатые насосы с колесом двухстороннего входа типов НДв, НДс, НДн и Д

Наименование	Единица измерения	Марка насоса										
		4НДв	5НДв	6НДв	8НДв	16НДс	12НДс	14НДсМ	16НДн	10Д-6	12Д-9М	12Д-9
Производительность	м³/ч	180-126	216-150	360-216	720-540	330-216	1260-900	1260-900	1980	600-400	900-580	850-550
Напор	м вод.ст.	84-94	28-33	33-42	76-84	64-80	54-60	32-37	21	57-70	14,2-21	38,5-50
Высота всасывания	м вод.ст.	2-4	5,8-7	4-5,6	1,4-4	3-5,3	3,6-5	5	5,5	3,8-6,4	3,7-6,4	6,3-7,2
Мощность на валу насоса	кВт	59-40,3	18,4-15,4	52,2--40,5	192-155	77,4-62	210-177	129-105	141	126-102	44,5-43	118-97
КПД	%	70-65	70-69	76-73	80	76-80	87	85-86	80	74--76	87-77	75-77,5
Температура перекачиваемой воды	°С	до 100	до 100	до 100	до 100	до 100	до 100	до 80	до 100	до 100	до 100	до 100
Диаметр патрубков: всасывающего	мм	150	150	200	250	200	350	400	400	250	300	300
нагнетательного		100	125	150	200	150	300	350	350	150	250	250
Тип электродвигателя	-	А02-82-2	А2-72-4	А2-91-4	А103-4М	А2-91-2	А0-113-4М	А103-6М	А103-6М	А0102-4М	А2-82-4	А102-4М
Мощность	кВт	55	30	75	200	100	250	160	160	160	55	125
Частота вращения	об./мин.	2920	1455	1470	1475	2950	1480	985	985	1470	1470	1470

Примечания. 1. Насосы 4НДв, 8НДв, 6НДс, 12НДс, 10Д-6 - сетевые, насосы 5НДв, 6НДв, 14НДсМ, 16НДн, 12Д-9М, 12Д-9 - подпитывающие или подкачивающие.

2. Все насосы, кроме насосов 16НДн изготавливаются объединением "Ливгидромаш", насосы 16НДн - Сумским насосным заводом, насосы 6НДв - Владивостокским заводом "Металлист".

Таблица 92.

Конденсатные насосы типов КС и КСД

Наименование	Единица измерения	КС-10-55/2	КС-10-55/2а	КС-10-55/2б	КС-10-110/4	КС-10-110/4а	КС-10-110/4б	КС-20-60/2	КС-20-60/2а	КС-20-60/2б	КС-20-110/4	КС-30-150/6	КС-50-55/2	КС-50-110/4	КС-80-155/3	КСД-120-55/3	КСД-140-140/3	КСД-230-55/3	КСД-230-115/3
Производительность	м³/ч	10	9	8	10	9	8	20	18	16	20	30	50	50	80	85-140	80-140	230	160-280
Напор	м вод. ст.	55	47,5	40	110	95	80	60	50	44	110	150	55	110	155	62-50	150-140	55	123-108
Подпор на входном патрубке	м вод. ст.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	1	0,85-1,1
Мощность на валу насоса	кВт	3,7	3	2,4	7,8	6,15	4,9	6,2	4,8	6,5	12	15	9,5	23	53	23-50	60-84	48	104-130
КПД	%	48	45	44	43	40	38	53	50	47	48	40	71	66	63	62-63	55-63	37	65-50
Диаметр патрубков:	мм																		
всасывающего		70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	100	150	150	150	200	200	300	250
нагнетательного		40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	70	100	100	100	100	100	175	150
Количество ступеней	шт.	2	2	2	4	4	4	4	2	2	4	6	2	4	3	3	3	3	3
Тип электродвигателя		А02-41-2			А02-51-2		А02-42-2	А02-51-2		А02-42-2	А02-62-2	А02-72-2	А02-62-4	А02-72-4	А02-91-2	А02-81-4	А-101-4	А-92-6	А-114-6
Мощность	кВт	5,5			10		7,5	10		7,5	17	22	17	30	75	40	100	75	200
Частота вращения	об/мин				200		2900	2900		29000	2900	2900	1450	1455	2940	1485	1480	980	985

Примечания: 1. Температура перекачиваемого конденсата до 120°С.
2. Насосы КС-10 и КС-20 изготавливаются Китайским насосным заводом.
3. Насосы КС-30, КС-50, КС-80 и КСД изготавливаются Сумским насосным заводом.

Таблица 93

Агрегаты с ротационно-зубчатыми (шестеренчатыми) насосами типа РЗ для перекачки мазута и масел

Наименование	Единица измерения	Типоразмер насосного агрегата								
		ЭМН-I	ЭМН-I/$_{I}$П	ЭМН-I	ЭМН-I,П	РЗ7,5	ЭМН-2	ЭМН-2/$_{I}$П	ЭНпН-8М	ЭМлН8М/$_{I}$П
		Типоразмер насоса								
		РЗ-3 РЗ-3а	РЗ-3 РЗ-3б	РЗ-4,5 РЗ-4,5а	РЗ-4,5 РЗ-4,5б	РЗ-7,5	РЗ-30 РЗ-30а	РЗ-30 РЗ-30а	РЗ-60	РЗ-60
Производительность	$м^3/ч$	I,I	I,I	3,3	3,3	5	I8(I6,5)	I8(I6,5)	38	38
Полный напор	м вод.ст.	I45	I45	33	33	30	36(53)	36(53)	35	35
Высота всасывания	м вод.ст.	5	5	3	3	3	6(5)	6(5)	7	7
Частота вращения	об/мин	~I450	~I450	~I450	~I450	~I450	~I000	~ I000	~ I000	~ I000
Вязкость перекачиваемой жидкости	^{0}ВУ	25-35	25-35	I8-24	I8-24	25-35	8-200	8-200	65-240	80-200
Электрооборудование:										
ток		Постоянный	Переменный	Постоянный	Переменный	Переменный	Постоянный	Переменный	Постоянный	Переменный
напряжение	В	II0,220	220,380	II0,220	220,380	220,380	II0,220	220,380	II0,220	220,380
Мощность электродвигателя	кВт	I,5-2	2-3	I,5-2	2-3	2-3	5-5,5	4,5-6	9-II	9-II
Диаметр патрубков:	дюймы/мм									
всасывающего		3/4	3/4	I	I	I$^{I}/_{2}$	70	70	I00	I00
нагнетательного		3/4	3/4	I	I	I$^{I}/_{2}$	70	70	I00	I00

Примечание. Насосы изготавливает "Ливгидромаш".

Таблица 94

Центробежные насосы для нефтепродуктов с температурой до 200°С

Наименование	Единица измерения	Тип												
		Консольные					Разъемные					Разъемные двухстороннего вхо		
		4НК-5х1	5НК-5х1	5НК-9х1	6НК-6х1	6НК-9х1	4Н-5х2	5Н-5х2	6Н-7х2	6Н-5х4	5Н-5х4	6Н-10х4	8НД-6х1	10НД-6х1
Производительность	$м^3/ч$	55	90	90	120	135	55	90	140	36	90	170	200	450
Давление нагнетания	м вод.ст.	57	97	45	112	55	105	170	180	220	338	270	100	60
Частота вращения	об /мин	2950							1470	2950	2950	2950	2950	1470
Допустимый подпор во входном патрубке	м вод.ст.	5-7					4-5					5-7		
Потребляемая мощность	кВт	18	50	20	75	40	32	90	110	48	145	210	100	120
КПД	%	62	57	68	63	73	57	58	61	47	60	60	65	80
Диаметр рабочих колес	мм	220	275	210	305	240	220	275	290	220	265	258/246	280	435
Количество ступеней	шт.	1	1	1	1	1	2	2	2	4	4	4	1	1
Диаметр патрубков	мм													
всасывающего		100	125	125	150	150	100	125	150	100	125	150	200	250
напорного		60	75	75	100	100	60	75	100	75	75	100	150	200

Примечания: 1. Насосы 4Н-5х2; 4Н-5х4; 5Н-5х2; 5Н-5х4; 6Н-7х2; 6Н10х4 изготавливаются Марийским машиностроительным заводом

2. Насосы 4НК-5х1; 5НК-5х1; 5НК-9х1; 6НК-6х1; 6НК-9х1 изготавливаются Катайским насосным заводом.

Таблица 95

Винтовые насосы типов МВН для перекачки масла и мазута

Наименование	Единица измерения	МВН-0,8	МВН-1,5	МВН-6	МВН-10	МВН-25
Производительность	$м^3/ч$	2,9	5,4	21,6	39,6	90
Максимальное давление на нагнетательной стороне	$кгс/см^2$	5	25	25	25	25
Частота вращения	об/мин	1430	2930	1400	1400	1400
Допустимая высота всасывания	м	5	5	5	5	5
Условная вязкость жидкости	°ВУ	10	10	10	10	10
КПД	%	66	63	71	72	74
Мощность на валу насоса при плотности жидкости, равной единице, и при максимальном давлении нагнетания	кВт	0.6	5,8	21	37,5	83
Конструктивные характеристики винтов:	мм					
диаметр начальной окружности		21,6	21,6	42	51	66
длина рабочей части		90	107	214	255	330

Таблица 96

Ручные насосы

Наименование	Единица измерения	Марка насоса					
		РН-0,8/80	НР-20	НР-40	БКФ-2М БКФ-2	БКФ-4	ГН-60
Производительность	м³/ч	0,8	0,72-1,2	2,1-3,9	0,9-1,4	2,34-3,54	0,096
Давление нагнетания	м вод.ст.	80	30	30	30	30	600
Диаметр цилиндра	мм	65	65	100	75	100	25
Ход поршня	мм	100	50	86	70	90	90
Количество цилиндров	шт.	1	1	1	1	1	1
Диаметр патрубков:	мм						
всасывающего		25	20	38	25	38	15
нагнетательного		25	20	38	25	38	15
Масса	кг	27,5	16	38	13/19	27	13,7

Примечания: 1. Все насосы, кроме насоса ГН-60, поршневые, одноцилиндровые, двойного действия для воды с температурой до 100°С и нефтепродуктов с вязкостью до 110 ВУ и температурой до 65°С могут быть использованы для питания небольших паровых котлов.

2. Насос ГН-60 гидравлический одноплунжерный предназначен для опрессовки труб и резервуаров.

3. Насосы изготавливаются Андижанским машиностроительным заводом.

7.5. Пластинчатые калориферы заводского изготовления марок КФ (ГОСТ 7201-62) и КП (ГОСТ 7201-70), обогреваемые паром, и КВ, обогреваемые водой, компактны, имеют повышенную по сравнению со сборными калориферами интенсивность теплопередачи, однако их каналы часто загрязняются мусором и пылью, а пластинки разрушаются вследствие коррозии. Также калориферы рекомендуется применять как при строительстве новых, так и при реконструкции действующих сушильных камер, особенно в тех случаях, когда требуется обеспечить увеличение внутренних габаритов камер.

7.6. За калориферами необходимо устанавливать конденсатоотводчики, пропускающие образовавшийся в калориферах конденсат, но выпуская пара. Конденсатоотводчики рекомендуется устанавливать на каждую самостоятельно работающую секцию калориферов.

Если же на один конденсатоотводчик приходится несколько раздельно управляемых секций калориферов, то в конце каждой секции необходимо устанавливать обратный клапан.

7.7. В сушилках рекомендуется применять гидростатические (поплавковые) или термодинамические конденсатоотводчики.

Характеристики гидростатических конденсатоотводчиков рекомендуется выбирать в соответствии с ГОСТ 14186-69, а термодинамических - по ГОСТ 12866-67. Термодинамические конденсатоотводчики компактнее и более надежны в работе по сравнению с гидростатическими.

7.8. Для повышения степени насыщения сушильного агента в сушилках рекомендуется прокладывать увлажнительные трубы из водогазопроводных труб (ГОСТ 3262-75) диаметром 50-65 мм. В стенке трубы с шагом 300 мм необходимо высверливать отверстия диаметром 5 мм.

7.9. Паропроводы и конденсатопроводы рекомендуется изготавливать из стальных водогазопроводных труб (ГОСТ 3262-75), магистральные паропроводы из электросварных стальных труб (ГОСТ 10704-76), а при давлении в сети более 1,2 МПа - паропроводных труб (ГОСТ 8732-78

Трубы диаметром до 70 м рекомендуется соединять с помощью фасонных частей: соединительных муфт, отводов, тройников, крестовин. Трубы большего диаметра необходимо соединять с помощью сварки или на фланцах.

7.10. К запорно-регулировочным устройствам относятся:

вентили для регулирования подачи пара в калорифере, включения или отключения калориферов, конденсатоотводчиков, увлажнительных труб и других устройств;

редукционные клапаны для регулирования давления пара перед калориферами;

обратные клапаны.

7.11. При выборе контрольно-измерительных устройств необходимо руководствоваться данными, приведенными в настоящих Рекомендациях ниже.

7.12. Для создания циркуляции сушильного агента камер рекомендуется использовать радиальные (центробежные) или осевые вентиляторы.

Промышленность выпускает центробежные вентиляторы низкого (до 1000 Па), среднего (1000-3000 Па) и высокого (3000-10000 Па) давления (ГОСТ 5976-73). Размеры вентилятора определяются его номером, выражающим диаметр ротора в дециметрах. Так, вентилятор с диаметром ротора 1000 мм обозначается № 10.

В сушилках чаще всего рекомендуется использовать вентиляторы Ц-ЦЧ-70, перемещающие воздух с температурой до 180°С.

Промышленность выпускает осевые вентиляторы (ГОСТ 11442-74) четырех типов: МЦ, У, В и ВОК. В сушильной технике рекомендуется применять вентиляторы типа ВОК с литым (из легких сплавов) крученым лопатками, имеющие повышенный КПД и менее подвергаемые коррозии.

7.13. Для осуществления циркуляции в ряде случаев рекомендуется использовать эжекционные установки, принцип действия которых основан на эффекте эжекции.

Сушильные камеры для пиломатериалов

7.14. Сушильные камеры классифицируются по принципу действия, характеру применяемого сушильного агента, принципу устройства ограждений.

По первому признаку лесосушильные камеры делятся на камеры периодического и непрерывного действия. Основные характеристики таких камер приведены в табл. 97 и 98.

По характеру сушильного агента различают камеры воздушные, газовые и действующие на перегретом паре.

Таблица 97

Технические характеристики основных стационарных и сборных камер периодического действия

Показатели	Единица измерения	ВНИИДмаш-Гипродревпром	ЦНИИМОД-23	МТИ системы Л.В.Сахновского и Б.С. Царева	ЛТА-Гипродрев	СПВ-62	ЛетНИИЛХП	ПАП-32	ЦНИИМОД-55
Внутренние размеры (длина х ширина х высота)	м	I9x3,Ix4,45	I4,5x4,8x4,5	I4x3,Ix4,2	I3,7x5,7x4,4	7x2,8x4,26	I4x3x3	8x2x2	I4x5,7x3,9
Число штабелей в камере при длине досок 6,5 м	шт.	2	4	2	4	I	2	I	4
Ширина и высота штабеля	м	I,8x2,6	I,8x2,6	I,8x2,6	I,8x2,6	I,8x2,6	I,8x2,6	I,8x2,6	I,8x2,6
Вместимость камеры условного материала	$м^3$	29,2	58,4	29,2	58,4	I4,7	29,4	6,8	58,8
Годовая производительность камеры условного материала	$м^3$	2300	4600	4700	6800	2400	4I00	I500	6800
Давление пара в калориферах	МПа	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4-0,5	0,4-0,5	-	-
Поверхность нагрева калориферов	$м^2$	480	288	520	962	327	456	-	-
Часовой расход пара на камеру	кг/ч	400	480	400	540	500	500	-	-
Тип и номер вентилятора		Ц4-70 № I2	ЦАГИ № I2	У-I2 № I0	У-I2 № I0	У-I2 № I0	Центробежный специальный № 20	Центробежный специальный I	В № 9
Число вентиляторов	шт.	I	6	6	6	4			2
Объем циркулирующего агента сушки	$м^3/с$	37,5	40	30	33,5	28	27,8	-	-
Установленная мощность электродвигателей	кВт	28	7	27	27	I8	20	75	20
Ориентировочный расход электроэнергии	кВт·ч/$м^3$ условного материала	53	I3	28	2I	30	24	300-400	-

Таблица 98

Технические характеристики камер непрерывного действия

Показатели	Единица измерения	ЦНИИМОД-32	ЦНИИМОД-49	СП-5КМ	ЛатНИИЛХП	Годовая системы И.В.Кречетова
Внутренние размеры (длина х ширина х высота)	м	44 х2,75х5,66	24х6,85х5,08	28х7,2х5	42х5,85х3	36,7х2,6х5,6
Число штабелей в камере при длине досок 6,5 м	шт.	6	II	I2	I2	5
Ширина и высота штабелей	м	I,8х2,6	I,8х2,6	I,8х3,0	I,8х2,6	I,8х2,6
Вместимость камеры	$м^3$ условного материала	88,5	I62	201	I77	73
Годовая производительность камеры	$м^3$ условного материала	6300	I4200	II000	-	5250
Поверхность нагрева калориферов	$м^2$	4II	640	380	I032	-
Тип и номер вентилятора		У № I4	В № I2	У-I2 № I4	Собственного изготовления	Ц9-57 № I6
Число вентиляторов	шт.	I	3	3	4	I
Объем циркулирующего агента сушки	$м^3/с$	I5	33	-	~ 42	-
Мощность электродвигателя	кВт	I0	54	66	80	75

По принципу устройства ограждений камеры делятся на стационарные и сборные.

7.15. Воздушные и паровоздушные камеры периодического действия подразделяются на камеры с естественной циркуляцией, эжекционные камеры, камеры с поперечно-вертикальной циркуляцией и поперечно-горизонтальной циркуляцией и камеры с аэродинамическим подогревом.

7.16. В случае применения естественной циркуляции рекомендуется использовать камеры системы проф. Грум-Гржимайло.

7.17. Эжекционные камеры по конструктивному исполнению могут быть применены типов ЦНИИМОД-39, ВНИИДмаш, ВНИИДмаш-Гипродревпром. Достоинством эжекционных камер является сравнительная простота их монтажа и обслуживания, недостаток - значительный расход электроэнергии на привод вентилятора для интенсивной циркуляции и хорошей равномерности сушки.

7.18. Камеры с поперечно-вертикальной циркуляцией, осуществляемой непосредственно вентиляторами, выпускаются типа ВИАМ-2, ЦНИИМОД-23, Гипроавтопрома, а также МТИ (системы Л.В.Сахновского и Б.С.Царева); ММСК-I с наклонными экранами в вентиляторном помещении и установкой вентиляторов на наклонных валах; ВПКТИМ без верхнего вентиляторного помещения с вентиляторами на вертикальных валах, а также камера типа ЛТА-Гипродрев с цепным приводом вентиляторов и съемными вентиляторно-приводными узлами, устанавливаемыми в люках перекрытия.

На предприятиях стройиндустрии Минтрансстроя для использования может быть рекомендована камера ЛТА-Гипродрев как наиболее рациональная.

Рекомендуется также использовать сборно-металлическую высокотемпературную камеру с поперечно-вертикальной циркуляцией типа СПВ-62.

7.19. Для внедрения на предприятиях стройиндустрии Министерства рекомендуются камеры с поперечно-вертикальной циркуляцией в ЛатНИИЛХП, Латгипропром и ВНИИдрев - Гипродревпром, а также I (на один нормальный штабель) и СПЛК-2 (на два штабеля) в сборно-металлическом исполнении.

7.20. В местах, где имеется дешевая электрическая энергия, к применению могут быть рекомендованы камеры с аэродинамическим подогревом типа ПАП-32 и Урал -72.

7.21. В случае применения воздушных камер непрерывного действия рекомендуется применять следующие:

камера с продольной штабельной и прямолинейной циркуляцией, в которой штабель занимает все поперечное сечение сушильного пространства, а материал укладывается со шпациями;

камера с продольной штабельной и зигзагообразной циркуляцией системы И.В.Кречетова. Материал в ней укладывается без шпаций, а зигзагообразные стены или системы экранов, примыкающих к прямым стенам, направляют движение воздуха в камере. При перемещении штабеля с одного места на другое поток воздуха меняет свое направление относительно материала, т.е. реверсируется;

камера с поперечной штабельной и прямолинейной циркуляцией системы Л.В.Сахновского, в которой штабель занимает всю площадь поперечного сечения, а материал укладывается без шпаций, так как движение воздуха относительно штабеля поперечное.

Основной конструктивный вариант стационарных камер непрерывного действия - камеры ЦНИИМОД-49 и ЦНИИМОД-56, а сборных камер - импортная камера финской фирмы "Валмет" и отечественная СП-5КМ.

7.22. При проектировании и реконструкции предприятий при выборе типа камеры необходимо учитывать следующее.

1. Обоснованно выбрать принцип действия сушилки (периодического или непрерывного действия).

2. Оценить целесообразность и экономичность применения того или иного источника теплоснабжения камер и сушильного агента.

3. Принять рациональный конструктивный вариант камеры, выбранный по принципу действия и типу теплоносителя.

Целесообразность применения камер периодического или непрерывного действия должна определяться главным сбразом профилем предприятия и его производственной мощностью.

По особенностям сушки пиломатериалов деревообрабатывающие предприятия разделяются на две группы:

1. Предприятия, готовой продукцией которых являются товарные пиломатериалы (доски, заготовки).

2. Предприятия, перерабатывающие товарные материалы в готовые изделия.

Пиломатериалы на предприятиях первой группы сушатся до транспортной влажности (18-25%), а на предприятиях второй группы до эксплуатационной влажности (7-12%).

На предприятиях первой группы рекомендуется применять камеры непрерывного действия, а на предприятиях второй группы - периодического.

7.23. Для сушки товарных материалов до транспортной влажности рекомендуется применять:

на предприятиях большой производственной мощности – противоточные камеры непрерывного действия с поперечной штабелевкой (ЦНИИМОД-49, "Валмет", ОП-5КМ);

на предприятиях средней производственной мощности – противоточные камеры непрерывного действия с зигзагообразной циркуляцией (ЦНИИМОД-32).

7.24. Для сушки пиломатериалов до эксплуатационной влажности:

на крупных и средних предприятиях – четырехштабельные и двухштабельные камеры периодического действия с реверсивной циркуляцией, осуществляемой непосредственно осевыми вентиляторами с околоштабельными каналами переменного сечения (ДТА-Гипродрев, СПЛК-2);

на мелких предприятиях – двухштабельные и одноштабельные камеры такого же типа (СПЛК-2, СПЛК-I. СПВ-62).

7.25. На мелких предприятиях, не имеющих дешевого пароснабжения и при невысокой цене за электроэнергию, – камеры с аэродинамическим подогревом (УРАЛ-72); при необходимости влаготеплообработки пиломатериалов эти камеры следует снабжать небольшими паровыми котлами низкого давления.

Приборы для контроля, регулирования и испытания установок для гидротермальной обработки древесины

7.26. Для контроля температуры используют термометры следующих типов:

а) термометры расширения, действующие на принципе расширения жидкости (ртути, спирта) или твердых тел;

б) манометрические термометры в которых используются зависимость давления жидкости или газа при постоянном объеме от температуры;

в) *термометры сопротивления*, в которых используется зависимость электрического сопротивления металлов и полупроводников от температуры окружающей среды;

г) термопары – термоэлектрические приборы, в которых используется зависимость электродвижущей силы в замкнутой цепи из двух разнородных металлических проводников от разности температур их спаев.

7.27. В качестве *термометров расширения рекомендуется использовать* ртутные стеклянные технические термометры ТТ, которые можно

применять для психрометров Августа и недистанционных стационарных психрометров. В сушилках рекомендуется использовать термометры типа ТТ-2Б (пределы измерений 0-100°С, цена давления 1°С.) и ТТ-3Б (пределы измерений 0-150°С, цена деления 1°С).

7.28. Для точных измерений и в качестве контрольных приборов рекомендуется применять лабораторные ртутные термометры расширения ТЛ-4.

7.29. Для дистанционного измерения, а также измерения и непрерывной записи температур рекомендуется применять манометрический одноканальный парожидкостный показывающий термометр ТПП4-1У с диапазоном измерения 0-100°С и двухканальные самопишущие жидкостные термометры ТКЗС-711 и ТКЗС-712.

7.30. Для измерения температуры и особенно пределов охлаждения с минимальной погрешностью рекомендуется применять малоинерционные термометры сопротивления, такие как ТСП-753 и ТСП-6106 градуировки 21.

7.31. В качестве вторичных показывающих приборов в электрических схемах измерения температуры термометрами сопротивления рекомендуется применять логометры Л-64 и уравновешенные электронные автоматические мосты:

электронный показывающий уравновешенный мост с вращающимся цилиндрическим циферблатом ЭМВ2-114, работающий на постоянном токе и измеряющий температуру в 12 точках;

малогабаритный уравновешенный мост КСМ2-004 - одноканальный показывающий, регулирующий и самопишущий прибор с записью на ленточную диаграмму шириной 160 мм;

малогабаритный автоматический показывающий и самопишущий мост КСМ2-023, записывающий температуру в 12 точках на ленточной диаграмме.

7.32. Для лабораторных исследований, а в некоторых случаях и для контроля температуры рекомендуется применять малоинерционные унифицированные хромель-копелевые термопары ТХК-1479 с показывающими приборами: магнитоэлектрическим щитовым милливольтметром М1102р-53; электронным автоматическим потенциометром с вращающимся циферблатом ЭПВ-2-01; самопишущим потенциометром с трехпозиционным регулирующим устройством КСЛ2-005.

7.33. Для измерения степени насыщенности воздуха и других газообразных агентов обработки рекомендуется применять психрометры ЦНИИМОД.

7.34. Для измерения скорости движения воздуха или газа в сушильных устройствах рекомендуется применять анемометры: крыльчатые или чашечные. Первые применяются для измерения скорости от 0,5 до 10 м/с, вторые - от 2 до 30 м/с.

7.35. Для регулирования состояния среды в сушильных камерах рекомендуется применять системы автоматического регулирования состоящие из датчиков, регулирующих приборов и исполнительного механизма.

7.36. В качестве исполнительных механизмов рекомендуется применять различного типа электромагнитные вентили, например, типа РКЭТ-40, КДУ-IП, а также мембранные клапаны 25ч32нж.

7.37. В качестве регулирования температуры рекомендуется применить одноканальный прибор ЭРА-М, электронный уравновешенный мост ЭМВ2-2II, малогабаритный автоматический самопишущий мост КСМ-2, двухпозиционный шаговый регулятор ДШ-2М, систему пневморегулирования ПУСК-3Д с дилатометрическими термометрами ПТПД-I-I.

7.39. Для регулирования состояния среды по психрометрической разности рекомендуется применять самопишущий мост КСМ2.

8. ОСНАЩЕНИЕ ЗАВОДОВ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ОБОРУДОВАНИЕМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИМ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Пропарочные камеры и их теплотехническое оборудование

8.I. Тепловлажностная обработка железобетонных конструкций производится:

в ямных и тоннельных пропарочных камерах путем подачи пара;

в теплоизолированных формах за счет саморазогрева бетона при гидратации цемента;

в неизолированных или изолированных термоформах за счет подачи теплоносителя (пара, горячей воды или масла) в полости термоформ или применения электропрогрева в сочетании с саморазогревом;

в электроиндукционных камерах;

в камерах с непосредственной подачей и сгоранием газа в них.

8.2. Ограждающие конструкции пропарочных камер должны быть прочными, паронепроницаемыми и обеспечивать надежную герметизацию при давлении паровоздушной смеси 50 мм вод.ст. при запол-

нении гидрозамка водой или при закрытии ворот. Для сообщения паровоздушной смеси с воздухом цеха в герметизированных ямных и тоннельных пропарочных камерах следует устраивать гидравлические клапаны. Возникающие в камерах разуплотнения должны устраняться к следующему циклу тепловой обработки.

8.3. Конструкция ограждений камер тепловлажностной обработки должна выбираться в соответствии с "Рекомендациями по совершенствованию тепловлажностной обработки элементов опор и пролетных строений железобетонных мостов северного исполнения", М., изд. ЦИМИСв, 1980.

8.4. Сооружение и капитальный ремонт камер должны осуществляться согласно технической документации с обязательным выполнением всех требований для обеспечения нормальной эксплуатации камер. При необходимости камеры могут быть оборудованы устройствами для орошения изделий и охлаждения массивных ограждений в период снижения температуры среды.

8.5. При устройстве теплоизолированных форм не допускается оставлять открытыми любые поверхности изделий во избежание нерационального использования тепла, высушивания и снижения качества изделий.

8.6. Все пропарочные камеры необходимо оборудовать программными регуляторами, обеспечивающими управление температурным режимом твердения конструкций и дающими информацию о наборе прочности бетоном.

8.7. Пропарочные камеры необходимо оборудовать системами конденсатоотвода, которая должна быть оборудована гидравлическими запорными устройствами, препятствующими утечкам пара.

8.8. Пропарочные камеры рекомендуется оборудовать устройствами для равномерного распределения пара и выравнивания температур по их объему - насосами-кондиционерами.

8.9. Заводы мостовых железобетонных конструкций, расположенные в районах с суровыми климатическими условиями, должны иметь камеры температурного шлюзования для ликвидации теплового удара в холодный период года при выкатке конструкций из цеха на улицу.

8.10. Камеры температурного шлюзования необходимо оборудовать устройствами автоматики для регулирования температуры среды.

Приборы для автоматизации тепловой обработки железобетонных изделий

8.II. Для программного регулирования тепловой обработки изделий могут применяться как пневматические, так и электронные регуляторы.

8.I2. Пневматическая установка централизованного контроля, автоматического регулирования и дистанционного управления "Пуск-3П" предназначена для автоматического регулирования процесса тепловой обработки железобетонных изделий в зависимости от заданной программы. Создана она на базе элементов УСЭППА (*универсальной системы* элементов промышленной пневмоавтоматики).

8.I3. Установка "Пуск-3П" осуществляет следующие функции:

автоматическое позиционное регулирование температуры по заданной программе;

индивидуальную сигнализацию места и знака отклонения регулируемого параметра от задания;

контроль за ходом технологического процесса по показывающим приборам (величина параметра, заданий и положение исполнительного механизма) в избранной точке регулирования;

регистрацию хода технологического процесса такой точки;

дистанционное управление исполнительными механизмами с контролем их положений;

индивидуальную настройку двух уровней технологических допусков для нормального протекания процесса в зоне;

контроль целостности сигнальных ламп;

автоматическую остановку процесса при отклонении параметра от заданной нормы с блокировкой сигнала автоматической установки.

8.I4. Установка "Пуск-3П" может регулировать одновременно процесс тепловлажностной обработки в I0 или 20 точках (камерах) одновременно.

8.I5. Питание установки "Пуск-3П" осуществляется воздухом, очищенным от влаги, пыли и масла, давлением 3–6 кгс/см^2. Расход воздуха на каждые I0 регулируемых точек – 6 м^3/ч. Входной сигнал подается в виде сжатого воздуха – в пределах от 0,2 до I кгс/см^2, а выходной сигнал измеряется в пределах 0–I,4±0,I4 кгс/см^2.

Класс точности регулирования установки – 2,5;

радиус действия ее при внутреннем диаметре соединительных пневмоприводов 4 мм равен 300 м, площадь занимаемая установкой, не превышает I0 м^2.

8.16. Блок регулирования программный РЗIМ предназначен для применения в схемах автоматического регулирования температуры по заданной во времени программе. Программа задается сменным профилированным лекалом. Возврат программы в начальное положение после окончания рабочего цикла производится вручную.

8.17. Блок рассчитан на эксплуатацию в закрытых взрывобезопасных помещениях с температурой воздуха от 5 до 50^0С, относительной влажностью от 30 до 80% и имеет следующие технические данные:

1. Параметры питания 220^{+}, 10 %, 50^{+1} Гц.

2. Потребляемая мощность не более 15 В·А.

3. Диапазон регулирования температуры по заданной программе:

а) $0-100^0$ – при работе блока с термометром сопротивления типа ТСМ гр. 23 ГОСТ 6651-59;

б) $0-200^0$С – при работе блока с термометром сопротивления типа ТСП гр.21;

4. Время максимального цикла программы 24 ч.

5. Максимальная скорость подъема температуры по программе на 1 ч не менее 35 % от верхнего диапазона регулирования.

6. Выходной сигнал блока:

а) переменное напряжение 220 В, частотой 50 Гц, мощностью 1 кВт;

б) переменное напряжение 220 В, частотой 50 Гц, мощностью 150 Вт.

7. Минимальная зона возврата блока должна быть не более 1 % верхнего диапазона регулирования.

8. Габаритные размеры 160х80х537 мм;

9. Масса блока не более 8 кг.

10. Блок рассчитан на щитовой утопленный монтаж в вертикальной плоскости.

8.18. Системы автоматики "Пуск-3П" и "Р-31м" имеют существенный недостаток – не дают информации о нарастании прочности бетона в период тепловой обработки. Поэтому для регулирования температуры бетона в период тепловой обработки (и в первую очередь бетона мостовых железобетонных конструкций) рекомендуется шире применять моделирующее устройство для управления тепловой обработкой бетона с непрерывной информацией о прочности – прибор А351-01, разработанный НПО "Буровестник" совместно с ЦНИИСом Минтрансстроя и Днепропетровским филиалом НИИСП Госстроя УССР. Прибор разработан на основе микропроцессора и позволяет:

по температуре бетона автоматически регулировать подачу теплоносителя, обеспечивая заданный температурный режим выдерживания изделий;

обеспечивать автоматическую корректировку заданного температурного режима, не допуская тепловых ударов на бетон при перебоях в подаче теплоносителя;

осуществлять цифровую индикацию по вызову текущих значений температуры и прочности бетона;

корректировать продолжительность прогрева железобетонных изделий до получения бетоном заданной прочности.

8.19. Прибор А35I-0I имеет следующие технические характеристики:

пределы измерения и регистрации температуры 0-I00 °С;

погрешность измерения и записи температуры не более ±I %;

пределы регулирования температуры 0-I00 °С;

погрешность регулирования температуры не более ±I %;

погрешность расчета прочности бетона по математической модели не более ±I%;

программные скорости подъема и снижения температуры 0-60 °С/ч;

скорость продвижения диаграммной ленты 20 мм/ч;

время прохождения указателем температуры всей шкалы I с;

мощность потребляемая прибором 30 В·А;

масса прибора 20 кг;

габаритные размеры I60 х 564 х 400 мм;

средний срок службы прибора не менее I0 лет.

Приложение

ОПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ ОКРАСКА ТРУБОПРОВОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ (ПО ГОСТ 14202-69)

1. Вода – зеленый
2. Пар – красный
3. Воздух – синий
4. Газы горючие (включая сжиженные газы) } желтый
5. Газы негорючие (включая сжиженные газы)
6. Кислоты – оранжевый
7. Щелочи – фиолетовый
8. Жидкости горючие } коричневый
9. Жидкости негорючие
10. Прочие вещества – серый

Опознавательную окраску трубопроводов следует выполнять со сплошной по всей поверхности коммуникаций или отдельными участками.

Ширина участков опознавательной окраски:

диаметр трубопровода (с учетом изоляции) при ширине участка до 300 мм не менее 4 ; свыше 300 мм не менее 2

Надписи на трубопроводах:

а) на магистральных линиях ставится номер магистрали римской цифрой и стрелка, указывающая направление движения рабочего тела;

б) на ответвлениях вблизи магистрали ставится номер магистрали римской цифрой, буквенное обозначение агрегата, номер агрегата и стрелка, указывающая направление движения рабочего тела.

Буквенные обозначения агрегата:

Водоподогреватель	В	Подогреватель регенеративный	П
Градирня	Гр	Разные потребители	Р
Испаритель	И	Турбина	Т
Конденсатор	Кр	Турбонасос	ТН
Котел	К	Химводоочистка	ХО
Насос	Н	Экономайзер	Эк
Пароперегреватель	ПП	Электронасос	ЭН

Ремонт трубопроводов и арматуры производится одновременно с ремонтом соответствующих агрегатов.

gost.e-ecolog.ru