

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

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

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

Одобрены Главстройпромом

Москва 1983

## 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. Соловьянич 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. Буриштейн**

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. На многих предприятиях Минтрансстроя, построенных 10-15 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.

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

1.3. 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.

1.4. 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 составе оборудования и устройств котельных установок

2.1. 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 ью следует считать ее мак-

суммарную 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 средне-часовых 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.

## Формулы для определения рабочей мощности котельных

Характер тепловой нагрузки	Теплоноситель, отпускаемый из котельной	Тип котельной	Вид топлива	Схеме горячего водоснабжения	Формула	№ формулы
Отопление и вентиляция, горячее водоснабжение	Горячая вода	Водогрейные	Мазут	Открытая	$Q_k^6 = 1,0519 Q_{o.6} + 1,182 Q_{z.6}$	(1)
				Закрытая	$Q_k^6 = 1,0526 (Q_{o.6} + Q_{z.6})$	(2)
Технологическая	Пар под давлением	Паровые	Мазут	Открытая	$Q_k^6 = 1,0172 Q_{o.6} + 1,182 Q_{z.6}$	(3)
				Закрытая	$Q_k^6 = 1,018 (Q_{o.6} + Q_{z.6})$	(4)
			Твердое		$D_k = D_n (1,273 - 0,00168 \frac{t_{o.k} G_{o.k}}{D_n})$	(5)
					$D_k = D_n (1,217 - 0,00168 \frac{t_{o.k} G_{o.k}}{D_n})$	(6)
			Мазут		$D_k = D_n (1,273 - 0,00153 \frac{t_{o.k} G_{o.k}}{D_n})$	(7)
					$D_k = D_n (1,217 - 0,00153 \frac{t_{o.k} G_{o.k}}{D_n})$	(8)
Твердое		$D_k = D_n (1,25 - 0,00155 \frac{t_{o.k} G_{o.k}}{D_n})$	(9)			
		$D_k = D_n (1,284 - 0,00155 \frac{t_{o.k} G_{o.k}}{D_n})$	(10)			

П р и м е ч а н и я: 1. 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 строительной-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:

- $Q_k^6$  — теплопроизводительность водогрейных котельных, Гкал/ч;
- $Q_{o.6}$  — максимальная нагрузка на отопление и вентиляцию, Гкал/ч;
- $Q_{z.6}$  — средняя часовая нагрузка горячей водоснабжения, Гкал/ч;
- $D_k$  — производительность паровых котельных, т/ч;
- $D_n$  — максимальная нагрузка на технологию, т/ч;
- $G_{o.k}$  — максимальный возврат конденсата, т/ч;
- $t_{o.k}$  — 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:

1 группа. Установка макутаоснабжения; блок оборудования макутаоснабжения (насосы подающие и циркуляционные, подогреватели и фильтры); блок оборудования ввода жидких присадок в макут (насосы-дозаторы, циркуляционные насосы и подогреватели).

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

Оборудование шлакозолоудаления; пневматические системы — блоки (шлакодробилки, отсосывающих устройств, шлакозолопроводов, сводительной станции); гидравлические системы — блоки (шлакодробилки, омыльных и бегерных насосов, шлакозолопроводов).

3 группа. Блоки: редукционно-охладительной установки, подогревателей сетевой воды, сетевых насосов, рециркуляционных насосов, трубопроводов угля 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 декабонированной воды, промывки фильтров, коррекционной обработки воды.

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

Установка обора 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 строительной-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  $\alpha$  при выходе из строя одного из котлов. Зная

$$\alpha = \frac{Q_{н.х.м}}{Q_m}, \quad (II)$$

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

$Q_m$  — максимальная нагрузка котельной (расчетная); Гкал/ч;

определяем

$$z Q_k = Q_m \text{ и } (z-1) Q_k = Q_{н.х.м} \quad (I2)$$

$$\text{и } z = \frac{1}{1-\alpha} \quad (I3)$$

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 воздуха, а также от производительности и конструкции котлоагрегатов. Топочное устройство должно обеспечивать экономичность работы котлоагрегата, бесшлаковочную работу поверхностей нагрева, отсутствие газовой коррозии жареных 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 топку новых конструкций типа ТЧЗ, ЛЗ, ТЧ и ЭП-РПК, выпускаемые Кузнецким 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 шпунжерным 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-ЧЦР 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 ЭТс-2-16 мощностью 1,8 кВт.

Для пневмомеханических забрасывателей типа ЗП-400 и ЗП-600 используется электродвигатель типа АО2-22-6Щ2.

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, смонтированными на раме, и предназначены для комплектации котлоагрегатов типа КЕ. По согласованию с заводами-изготовителями топками ТЛЗМ могут комплектоваться котлоагрегаты типа ДКВр.

Топки 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 тепловым устройством, пригодным для сжигания грохоченных антрацитов АС, АМ под котлами паропроизводительностью 6,5 т/ч и выше.

Т а б л и ц а 2

## Технические характеристики топов типов ТЛЗ, ТЧЗ и ТЧ

Типоразмеры топов	Размеры кромочного полотна, мм		Активная площадь зеркала горения, м <sup>2</sup>	Количество дутьевых зон	Тип редуктора	Забрасыватель		Масса, т	
	ширина	длина				типоразмер	количество	топки	блоке плавной регулировки
ТЧЗ-2,7/4,0 <sup>X</sup>	2700	4000	9,1	3	РТ-1200	ЗП-600	2	21,4	-
ТЧЗ-2,7/5,6 <sup>X</sup>	2700	5600	13,4	4	РТ-1200	ЗП-600	2	25,6	-
ТЧЗ-2,7/6,5 <sup>X</sup>	2700	6500	15,8	4	РТ-1200	ЗП-600	2	28,3	-
ТЧЗ-2,7/8,0	2700	8000	19,9	5	РТ-1200	ЗП-600	2	33,0	-
ТЧЗ-4,92/4 <sup>XX</sup>	4920	4000	16,6	3	РТ-3000	ЗП-600	4	39,0	-
ТЧЗ-4,92/5,6 <sup>XX</sup>	4920	5600	24,4	4	РТ-3000	ЗП-600	4	48,0	-
ТЛЗ-1,87/4,0 <sup>XX</sup>	1870	4000	6,3	3	РТ-1200	ЗП-4000	2	13,0	-
ТЛЗ-2,7/3,0 <sup>X</sup>	2700	3000	6,4	2	РТ-1200	ЗП-600	2	15,6	-
ТЛЗ-2,7/4,0 <sup>X</sup>	2700	4000	9,1	3	РТ-1200	ЗП-600	2	18,0	-
ТЛЗМ-1,87/2,4 <sup>X</sup>	1870	2400	3,3	2	ПТЬ-1000	ЗП-400	2	11,0	7,7
ТЛЗМ-1,87/3,0 <sup>X</sup>	1870	3000	4,4	2	ПТЬ-1200	ЗП-400	2	13,5	8,6
ТЛЗМ-2,7/3,0 <sup>X</sup>	2700	3000	6,4	2	ПТЬ-1200	ЗП-600	2	15,3	10,6
ТЧ-2,7/6,5	2700	6500	15,47	4	РТ-1200	-	-	26,4	-

Типоразмеры топок	Размеры колос- никового посто- ва, мм		Актив- ная пло- щадь зеркала горения, м <sup>2</sup>	Коли- чест- во дустье- вых зон	Тип редуктора	Забрасыватель		Масса, т	
	высота	длина				типораз- мер	коли- чество	топки	блока целной решет- ки
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	-

† Топки изготавливаются Кузнецким машиностроительным заводом им.60-летия Октября.

xx По ОСТ 108.033 Д03-76.

Т а б л и ц а 3

Технические характеристики пневмомеханических  
забрасывателей для механических и полумеханических  
топок

Показатели	Единица измере- ния	Типоразмер забрасывателя	
		ЗП-400	ЗП-600
Производительность котлоагрегата на один забрасыватель независимо от характеристик угля	т/ч	8	12
Ширина ротора	мм	400	600
Максимальная активная длина обслуживаемой решетки	мм	4965	4965
Длина ротора по лопастям	мм	390	590
Диаметр ротора	мм	224	224
Частота вращения ротора при активной длине решетки, м: менее 4 более 4	об/мин	470;660;910 900;1000; 1100;	470;660;910 900;1000; 1100
Частота вращения вала пластинчатого питателя	об/мин	0-4,72	0-4,72
Передачное число: редуктора общее привода		39,76 3877	39,76 3877
Электродвигатель: тип мощность	кВт	АО2-22-6М2 1,1	АО2-22-6Щ2 1,1
Частота вращения	об/мин	930	930
Площадь отверстий воздушной фурмы	м <sup>2</sup>	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$
Площадь двух боковых воздушных сопел	м <sup>2</sup>	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$
Давление воздуха для пневмозаброса	кгс/м <sup>2</sup>	50	50
Расход воздуха на пневмозаброс при температуре 20°C	м <sup>3</sup> /ч	630	940

Продолжение табл. 3

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

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

Т а б л и ц а 4

Типоразмеры полумеханических и механических топков к паровым и водогрейным котлоагрегатам

Тип котлоагрегата	Топки, используемые	
	антрациты АС и АМ	каменные и бурый уголь
ДКВр-6,5-13	ЭП-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
КВ-4-14С	-	ТЛЗМ-1,87/2,4
КВ-6,5-14С	-	ТЛЗМ-1,87/3
КВ-10-14С	-	ТЛЗМ-2,7/3
КВ-25-14С	-	ТЧЗ-2,7/5,6
КВ-7С-10	-	ТЛЗ-2,7/4
КВ-7С-20	-	ТЧЗ-2,7/6,5
КВ-7С-30	-	ТЧЗ-2,7/8

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

Таблица 5

Техническая характеристика устройств возврата уноса и  
острого дутья

Тип котлоагрегата	Вентилятор			Электродвигатель			количество сопел		Количество эжекторов
	Тип	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, кгс/м <sup>2</sup>	Тип	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Возврата уноса	Острого дутья	
КБ-4-14С	Вентилятор возврата уноса	1000	380	А042-2	2,8	2800	4	1	4
КБ-6,5-14С		1000	380	А042-2	2,8	2800	4	1	4
КБ-10-14С		1000	380	А042-2	2,8	2800	4	6	4
КБ-25-14С	1800	395	А051-2	4,5	2800	4	6	4	
КВ-ТС-10	ИЭС-63	1900	630	А02-51-2	10	3000	2	9	2
КВ-ТС-20	30ЦС-85	3000	630	А02-51-2	13	3000	2	9	2
КВ-ТС-30	30ЦС-85	3000	850	А02-52-2	13	3000	2	9	2

2.12. 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 ОИ, 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 ГМГ, ГМГ и ГМГБ (табл. 9), газомазутные горелки типа ГМ (табл. 10), типа ГМП (табл. 11), для водогрейных котлов - ротационные газомазутные горелки Белгородского котлостроительного завода (табл.12), типа ДКЗ (табл.13), типа РГМГ и др.

2.13. Различные типы паровых котлоагрегатов малой мощности оборудуются типами горелок в соответствии с данными, приведенными в табл. 14.

2.14. Водогрейные котлоагрегаты типа КВ-ГМ теплопроизводительностью до 100 Гкал/ч оборудуются горелками РГМГ следующих типоразмеров: РГМГ-10, РГМГ-20, РГМГ-30 теплопроизводительностью 10,20,30 Гкал/ч, что позволяет устанавливать на котлоагрегатах КВ-ГМ-10, КВ-ГМ-20 и КВ-ГМ-30 соответственно по одной горелке. На котлоагрегатах КВ-ГМ-50 устанавливают две горелки РГМГ-20.

2.15. Горелочные устройства для газомазутных котлоагрегатов рекомендуется принимать в соответствии с комплектацией заводоизготовителей. При изменении вида топлива или производительности котлоагрегатов производится выбор и проверочный 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 котлоагрегата

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

Т а б л и ц а 6

## Техническая характеристика газовых горелок

Тип горелки, работающей на природном газе	Способ смешивания с воздухом	Производительность по расходу газа, м <sup>3</sup> /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	-
Шелевая 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 подачей газа		720-6480	30-50	300-400	250
Экзотермическая горелка	С предварительным смешением	До 360	12-16	1000-5000	Не рекомендуется

Таблица 7

Технические характеристики маутовых форсунок  
механического распыливания

Форсунки механические	Типоразмер форсунки	Производительность форсунки, кг/ч, при давлении мезута, кгс/см <sup>2</sup>		Диаметр сопла, мм
		20	35	
Мелкие	ОН-52I-01	80	110	1,5
	ОН-52I-02	120	160	2,0
	ОН-52I-03	160	220	2,5
	ОН-52I-04	210	270	3,0
	ОН-52I-05	250	330	3,5
	ОН-52I-06	180	230	1,5
	ОН-52I-07	280	360	2,0
	ОН-52I-08	400	520	2,5
	ОН-52I-09	520	690	3,0
	ОН-52I-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-52I 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-52I, кроме того, длиной 200 мм.

Т а б л и ц а 8

Технические характеристики мазутных форсунок  
парового распыливания ФП (ОСТ 24.836.04)

Типоразмер форсунки		Производительность форсунки, кг/ч, при давлении пара, кгс/см <sup>2</sup> (избыточное)						
Длиннофокусные	Короткофокусные	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	-	-

П р и м е ч а н и е . Форсунки изготавливаются длиной  $L = 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1800, 2000, 2250, 2500, 3000$  и  $4000$  мм.

Т а б л и ц а 9

Технические характеристики комбинированных горелок типов ГМГ-, ГМГ и ГМГБ

Технические характеристики горелок	Единица измерения	Типоразмер горелки					
		ГМГ-1,5м	ГМГ-2м	ГМГ-4м	ГМГ-5,5/7		ГМГБ-5,6
					Диапазон регули-рования		
					I	II	
Теплопроизводительность номинальная	Гкал/ч	1,5	2,0	4,0	5,5	7,0	5,6
Диапазон регулирования от номинальной теплопроизводительности	%	20-100	20-100	20-100	20-100	15-100	10-100
То же на мазуте при коэффициенте избытка воздуха $\alpha_v \leq 1,2$	%	50-100	40-100	40-100	50-100	40-100	15-100
Давление мазута перед форсункой	кгс/см <sup>2</sup>	16	20	20	20	30	20
Расход распыляющего пара	кг/ч	4,4	6,5	13	18	23	-
Давление пара на распыливание	кгс/см <sup>2</sup>	1,0-1,5	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
Давление газа перед горелкой	мм вод.ст.	500	360	380	200	300-350	500
Вязкость мазута перед форсункой	°Б	3	3	3	3-4	3-4	3-2
Сопротивление по воздуху	кгс/см <sup>2</sup>	120	120	120	80	120	120
Общий расход воздуха	м <sup>3</sup> /ч	1700	2700	5400	8000	10000	7000
Коэффициент избытка воздуха при работе							

Продолжение табл. 9

Технические характеристики горелок	Единицы измерения	Типоразмер горелки					
		ГМГ-1,5м	ГМГ-2м	ГМГ-4м	ГМГ-5,5/7		ГМГБ-5,6
					Диапазоны регулирования		
					I	II	
на мазуте		1,1/1,35	1,15/1,35	1,15/1,35	1,15/1,6	1,15/1,6	1,1/-
на газе		1,15/1,3	1,15/1,3	1,15/1,3	1,15/1,3	1,15/1,3	1,05/-
Длина факела при работе на мазуте	м	1	1,5	1,5-2	2	2	2
Габаритные размеры:	мм						
длина		969	971	1207	1296	1360	850
ширина		520	520	600	730	900	389
высота		312	312	431	600	800	907
Масса	кг	83	83	140	143	143	205

\* Числитель дроби - коэффициент избытка воздуха при номинальной, а знаменатель - при максимальной нагрузке.

Техническая характеристика газовоздушных 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 <sup>2</sup>	80	90	110
Вязкость масла перед форсункой (не более)	°ВУ	3	3	3
Давление газа перед горелкой	кгс/м <sup>2</sup>	2500	2500	2500
Давление пара на распыливание	кгс/см <sup>2</sup>	1-5	1-5	1-5
Коэффициент избытка воздуха при работе на масле при номинальной нагрузке		1,1	1,1	1,1
Масса	кг	295	351	394

Т а б л и ц а 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 <sup>3</sup> /ч	1194	1345
Расход мазута	кг/ч	1,27	1,736
Давление газа перед горелкой	кгс/м <sup>2</sup>	2500	2500
Давление мазута перед горелкой	кгс/см <sup>2</sup>	20	20
Давление пара на распыливании	кгс/см <sup>2</sup>	1-5	1-5
Расход воздуха	м <sup>3</sup> /ч	16546	29742
Коэффициент избытка воздуха при работе на мазуте		1,05	1,05
Аэродинамическое сопротивление горелки по воздуху	кгс/м <sup>2</sup>	160	171
Диаметр камеры и газификации	мм	1200	1200
Теплонапряжение сечения камеры сгорания	$\frac{\text{Гкал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}}$	10,3	16,05
Теплонапряжение объема камеры сгорания	$\frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3 \cdot \text{ч}}$	8,58	13,4
Диапазон регулирования	%	10-100	10-100

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

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

Технические характеристики газомазутных горелок  
Белгородского котлостроительного завода

Показатели	Единица измерения	Тип горелки						
		I	II	III	Для котлоагрегатов 25-75 т/ч			БГ-36М
					1	2	3	
Расход газа	м <sup>3</sup> /ч	500-1280			300	750	750	800
Давление газа на входе в горелку	кгс/м <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	20			20	20	20	20
Названные размеры горелки:								
плата	мм	1000x1000			700x700	1000x1000	970x970	1000x1000
длина	мм	1170			-	-	955	1300
Диаметр обечайки улитки:								
для газа	мм	462	512	562	-	-	-	-
для воздуха	мм	400	450	500	-	-	-	-
Масса (без мазутной форсунки)	кг	344	350	354	-	-	-	-

Т е б л и ц а 13

Технические характеристики газомазутных горелок  
ДКЗ к котлоагрегатам ПТВМ

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

П р и м е ч а н и е . Горелки ДКЗ выпускаются Дорогобужским котельным заводом.

Т е б л и ц а 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	Одноручное
ДКВр-20-13	ГМГБ-5,6	2	5,6	- " -
ДЕ-4-141М	ГМ-2,5	1	2,5	Фронтальное
ДЕ-6,5-141М	ГМ-4,5	1	4,5	- " -
ДЕ-10-141М	ГМ-7	1	7,0	- " -
ДЕ-16-141М	ГМП-10	1	10,0	- " -
ДЕ-25-141М	ГМП-14	1	14,0	- " -

Для теплового расчета котлоагрегата принимают:  
 часовый расход топлива .....  $B_k$ , кг/ч ( $\text{м}^3/\text{ч}$ );  
 теоретическое количество воздуха, необходимо-  
 димое для полного сгорания топлива .....  $V_{\text{т}}$ ,  $\text{м}^3/\text{кг}$  ( $\text{м}^3/\text{т}$ );  
 температура горячего воздуха .....  $t_{\text{г.г}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 теплота сгорания топлива .....  $Q_{\text{н}}$ , ккал/кг ( $\text{ккал}/\text{м}^3$ ).

Необходимая производительность одной горелки по топливу, кг/ч ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), для принятого на топку количества горелок  $\mathcal{X}$  определяют как

$$B_{\text{гор}} = \frac{B_k}{\mathcal{X}} \quad (14)$$

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

$$(B_{\text{гор}})_{\text{пр}} = \frac{B_{\text{гор}} Q_{\text{н}}^{\text{р}}}{(Q_{\text{н}}^{\text{р}})_{\text{р}}} \quad (15)$$

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

$$\omega_{\text{г}} = \frac{B_{\text{гор}} V^{\circ}}{3600} \cdot \frac{273 + t_{\text{г.г}}}{273} \cdot \frac{1}{0,785 D_{\text{г}}^2} \quad (16)$$

где  $D_{\text{г}}$  - диаметр выреза горелки, м.

Полученное значение  $\omega_{\text{г}}$  сравнивается с допустимыми скоростями (для вихревых горелок 20 м/с), при превышении скорости принимают типоразмер горелки переопределяется.

#### Выбор котлоагрегатов

2.18. Котлоагрегаты первого. В зависимости от потребностей предприятия в котельной могут устанавливаться паровые или водогрейные котлоагрегаты.

На предприятиях отойндуотрии, использующих пар на технологические нужды, рекомендуется устанавливать паровые котлоагрегаты ДКвр, КЕ, ДЕ и Е-ГМН-двухбарисвинные вертикально-водотрубные с естественной циркуляцией, низкого и среднего давления, изэнергетического назначения.

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

Т а б л и ц а 15  
Максимальная производительность котлоагрегатов ДКВр

Тип котлоагрегата	Производительность, т/ч		
	номинальная	максимальная на топливо	
		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 безаварийным 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 проведки ВНИИП-106 при сжигании сернистого мазута;

наличия температуры газов за котлоагрегатом перед хаостовками поверхностями нагрева не более 450<sup>0</sup>С как по условиям циркуляции, так и вскипания воды в чугунных водяных экономайзерах;

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

Типоразмеры котлоагрегатов ДКВр

Номинальная производи- тельность, т/ч	Избыточное давление пара, кг/см <sup>2</sup>				
	13		23		39
	насыщенного	перегретого	насыщенного	перегретого	перегретого
2,5	ДКВр-2,5-13 <sup>х</sup>	-	-	-	-
4	ДКВр-4-13 <sup>х</sup>	ДКВр-4-13-225 ДКВр-4-13-250 <sup>х</sup>	-	-	-
6,5	ДКВр-6,5-13 <sup>х</sup>	ДКВр-6,5-13-225 ДКВр-6,5-13-250 <sup>х</sup>	ДКВр-6,5-23 <sup>х</sup>	ДКВр-6,5-23-250 <sup>х</sup>	
10	ДКВр-10-13	ДКВр-10-13-225 ДКВр-10-13-250 <sup>х</sup>	ДКВр-10-23 <sup>х</sup>	ДКВр-10-23-250 ДКВр-10-23-370 <sup>х</sup>	ДКВр-10-39-440
20	ДКВр-20-13	ДКВр-20-13-225	ДКВр-20-23	ДКВр-20-23-250	

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

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

Котлоагрегаты предназначены:

КЕ - для сплошного сжигания твердого топлива;

ДЕ - газомазутные для работы на уравновешенной тяге;

Е-ГМН - газомазутные для работы под наддувом.

Типоразмеры котлоагрегатов этих типов приведены в табл. 17.

Т а б л и ц а 17

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

Тип котлоагрегата	Номинальная производительность т/ч	Давление пара, кгс/см <sup>2</sup>			
		14		24	
		насыщенного	перегретого о температурой 225 <sup>0</sup> С	насыщенного	перегретого о температурой 250 <sup>0</sup> С
КЕ	2,5	КЕ-2,5-14С	-	-	-
	4	КЕ-4-14С	-	-	-
	6,5	КЕ-6,5-14С	КЕ-6,5-14-225С	КЕ-6,5-24С	КЕ-6,5-24-250С
	10	КЕ-10-14С	КЕ-10-14-225С	КЕ-10-24С	КЕ-10-24-250С
	25	КЕ-25-14С	КЕ-25-14-225С	КЕ-25-24С	КЕ-25-24-250С
ДЕ	4	ДЕ-4-14ГМ	ДЕ-4-14-225ГМ	-	-
	6,5	ДЕ-6,5-14ГМ	ДЕ-6,5-14-225ГМ	-	-
	10	ДЕ-10-14ГМ	ДЕ-10-14-225ГМ	ДЕ-10-24ГМ	ДЕ-10-24-250ГМ
	16	ДЕ-16-14ГМ	ДЕ-16-14-225ГМ	ДЕ-16-24ГМ	ДЕ-16-24-250ГМ
	25	ДЕ-25-14ГМ	ДЕ-25-14-225ГМ	ДЕ-25-24ГМ	ДЕ-25-24-250ГМ
Е-ГМН	4	Е-4-14ГМН	Е-4-14-225ГМН	-	-
	6,5	Е-6,5-14ГМН	Е-6,5-14-225ГМН	-	-
	10	Е-10-14ГМН	Е-10-14-225ГМН	-	-
	16	Е-16-14ГМН	Е-16-14-225ГМН	-	-
	25	Е-25-14ГМН	Е-25-14-225ГМН	-	-

Технические характеристики котлоагрегатов КЕ и ДЕ приведены в табл. 18 и 19.

Т а б л и ц а 18

Технические характеристики котлоагрегатов КЕ,  
вырабатывающих насыщенный пар

Показатели	Едини- цы из- мере- ний	Типоразмер котлоагрегатов			
		КЕ-4-14С	КЕ-6,5-14С	КЕ-10-14С	КЕ-25-14С
Номинальная произ- водительность	т/ч	4	6,5	10	25
Рабочее давление па- ра	кгс/см <sup>2</sup>	14	14	14	14
Температура пита- тельной воды	°С	100	100	100	100
Полная поверхность нагрева	м <sup>2</sup>	114,54	176,73	244,20	532,00
В том числе:					
радиационная		20,51	27,78	30,30	125,00
конвективная		94,03	148,95	213,9	407,0
Водяной объем	м <sup>3</sup>	5,60	7,65	9,85	15,60
Температура:	°С				
холодного воздуха		20	20	20	30
газов в котлом		230	310	310	395
газов за эконо- майзером		165	160	160	191
КПД котлоагрегата	%	81,25	82,35	83,40	86,30
Расчетный расход топлива	кг/ч	1120	1500	2270	5500
Размеры по обмуровке	мм				
длина		4345	5550	6335	10589
ширина		2580	2580	3135	3222
высота		4285	4285	4355	5680
Отметка верхнего ба- рабана	мм	4150	4150	4150	6000

Продолжение табл. 18

Показатели	Единица измерения	Типоразмер котлоагрегатов			
		KE-4-I4C	KE-6,5-I4C	KE-10-I4C	KE-25-I4C
Габаритные размеры:	мм				
длина		6900	7940	8350	13572
ширина		4170	4170	4634	5950
высота		5190	5190	5355	7600
Масса:	т				
металла под давлением		6,55	8,75	10,69	26,83
в объеме заводской поставки		11,33	13,94	16,54	46,67
Число поставочных блоков	шт.	1	1	1	3

Примечание. Расчетные характеристики приведены для хариборского угля марки 5I с теплотой сгорания  $Q_H = 2980$  ккал/кг.

2.2I. Котлоагрегаты Е-ГМИ предназначены для работы под наддувом. В серию включены котлоагрегаты производительностью 4; 6,5; 10; 16 и 25 т/ч, имеющие единый конструктивный профиль и различную длину. Технические характеристики котлоагрегатов приведены в табл. 20.

Технические характеристики газомазутных котлоагрегатов ДЕ

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегатов				
		ДЕ-4-14ГМН	ДЕ-6,5-14ГМН	ДЕ-10-14ГМН	ДЕ-16-14ГМН	ДЕ-25-14ГМН
Номинальная производительность	т/ч	4	6,5	10	16	25
Рабочее давление пара	кгс/см <sup>2</sup>	14	14	14	14	14
Температура питательной воды	°С	100	100	100	100	100
Площадь поверхности нагрева	м <sup>2</sup>	69,6	96	156	214,13	272,82
В том числе:						
радиационная		22,2	28	40	48,13	60,46
конвективная		47,4	67	116	156	212,36
Водяной объем	м <sup>3</sup>	4,42	5,7	8,32	13,3	16,5
Температура:	°С					
комодного воздуха		30	30	30	30	30
газов за котлом		<u>325</u>	<u>310</u>	<u>264</u>	<u>310</u>	<u>320</u>
		377	362	311	364	378
газов за экономайзером		<u>156</u>	<u>155</u>	<u>142</u>	<u>157</u>	<u>140</u>
		192	191	172	194	172

Продолжение табл. 19

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегатов				
		ДК-4-14ГМН	ДК-6,5-14ГМН	ДК-10-14ГМН	ДК-16-14ГМН	ДК-25-14ГМН
КПД котлоагрегатов	%	<u>90,31</u> 88,68	<u>90,96</u> 89,32	<u>92,15</u> 90,85	<u>91,76</u> 90,07	<u>92,79</u> 91,35
Расчетный расход топлива	м <sup>3</sup> /ч (кг/ч)	<u>304</u>	<u>489</u>	<u>743</u>	<u>1194</u>	<u>1845</u>
		286	461	698	1127	1736
Размеры по обмуровке:	мм					
ширина		2915	2915	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	11500
ширина		4300	4300	4300	4665	4775
высота		5050	5050	4425	4720	4634
Высота от пола до оси горизонтальной	мм	1695	1695	1695	1935	1935
Масса:	т					
металле под давлением		4,67	5,82	8,38	10,54	13,45
прочего металла		3,34	3,82	4,84	6,58	7,96
Число постовочных блоков	шт	1	1	1	1	1

Примечания: 1. Расчетные характеристики приведены для газа с теплотой сгорания 8480 ккал/м<sup>3</sup>, для мазута — 9170 ккал/кг.

2. В числителе дроби — при сжигании газа, в знаменателе — мазута.

Технические характеристики котлоагрегатов Е-ГМН

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегата					
		Е-4-14ГМН		Е-16-14ГМН		Е-25-14ГМН	
		Гкал	Масут	Гкал	Масут	Гкал	Масут
Производительность	т/ч	4,0		16,0		25,0	
Рабочее давление пара	кгс/см <sup>2</sup>	14		14		14	
Температура перегретого пара	°С	-	-	223	214	239	224
КПД котлоагрегата	%	92,0	89,4	93,7	91,2	93,0	90,0
Поверхность нагрева пароперегревателя	м <sup>2</sup>	-	-	5,94		8,80	
Поверхность нагрева котельного пучка	м <sup>2</sup>	42,75		139,90		151,43	
Поверхность нагрева экономайзера	м <sup>2</sup>	27,2		68,0		98,0	
Температура воды на входе в экономайзер	°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 основными механическими толчками с пневмомеханическими эбросывателями и решетками обратного хода (ТЛЭМ и ТЧЭ), предназначенными для сжигания каменных и бурых углей. Геометрические размеры топочных камер котлоагрегатов КЕ-4 соответствуют тепловым 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. Котлоагрегаты водогрейные и пароводогрейные. Для котельных теплопроизводительности до 100 ткал/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-4-143	КЕ-6,5-14С	КЕ-10-14С	КЕ-25-14С
Экономизер питательной воды	ЭП2-142	ЭП2-236	ЭП2-330	ЭП1-646
Воздухоподогреватель	ВП-140 <sup>х</sup>	ВП-233 <sup>х</sup>	ВП-300 <sup>х</sup>	ВП-228
Волокновитель	Ц2х2-500	БЦ2-4хх(3+2)	БЦ-2-5хх(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	-	-	-	ВД-9

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

2. Котлоагрегаты комплектуются также точечными 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.

Основное котельно-вспомогательное оборудование  
и 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
Дымсосос (тип)	ВДН-9х98С	ВДН-10х98С	ВДН-11,2х98С	ВДН-11,2х1500	ВДН-12,5х1500
Мощность привода, кВт	5,7	5,7	10,7	10,7	10,7

## Типоразмеры водогрейных котлов-агрегатов

Номинальная теплоэнергетическая водительность	Топливо						
	Газ	Газ и мазут			Твердое		
	Тип котлоагрегата						
	Горизонтальной компоновки	Горизонтальной компоновки	П-образного типа	бабечного 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	ШТВМ-30М	-	-	-	КВ-ТН-30
50	-	-	КВ-ГМ-50	ШТВМ-50	-	-	КВ-ТН-50
100	-	-	КВ-ГМ-100	ШТВМ-100	-	-	КВ-ТН-100

Т а б л и ц а 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 тепловая мощность	Гкал/ч	10	20	30
Давление воды:	кгс/см <sup>2</sup>			
расчетное		25	25	25
минимальное на выходе из котла		8	8	8
Температура воды:	°C			
на входе		70	70	70
на выходе		150	150	150
Расход воды	м <sup>3</sup> /ч	123,5	247	370
Гидравлическое сопротивление	кгс/см <sup>2</sup>	1,5	2,3	1,9
Температура уходящих газов	°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 <sup>3</sup> /ч (кг/ч)	1290/1220	2580/2460	3860/3700
Объем теплообменной камеры	м <sup>3</sup>	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		
		гва/мазут	гва/мазут	гва/мазут
Высота габаритная (высшая) отметка по бункеру дрови	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

Т а б л и ц а 25

Технические характеристики водогрейных котлоагрегатов  
серии КВ-ТС со словым 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 <sup>2</sup>				
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 <sup>3</sup> /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	Едини- ца из- мерения	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 <sup>3</sup>	38,5	30,5	61,6	61,6
Основные размеры:	мм				
ширина по обмуровке		3200	3200	3200	3200
длина по обмуровке		6400	6400	9600	9600
высоте от отметки обслуживания до верх обмуровки		7830	5850	7830	5850
ширина габаритная		600	5580	6000	5580
длина габаритная		7580	8560	10600	13400
высоте 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
всдухоподогревателя		-	5,33	-	10,66
Полная масса котлоагрегата	т	16,8	22,13	22,4	35,06

Примечание. Габаритные размеры приводятся с площадками и уступками вверху и внизу.

Технические характеристики газовых котлов П-образного типа

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегата					
		ПТВМ-30М		КВ-ГМ-50		КВ-ГМ-100	
		Топливо					
		Газ	Мазут	Газ	Мазут	Газ	Мазут
Номинальная теплотворная способность	Гкал/ч	40	35	50		100	
Давление воды:	кгс/см <sup>2</sup>	20		25		25	
расчетное		20		25		25	
минимальное на выходе из котла		8		8		8	
Расход воды	м <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /ч (кг/ч)	5230	4355	6360	5900	12720	11960
Объем топочной камеры	м <sup>3</sup>	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	

Т а б л и ц а 27

## Техническая характеристика водогрейных газомазутных котлоагрегатов башенной компоновки

Показатели	Единица измерения	Тип котлоагрегата			
		ПТВН-50		ПТВМ-100	
		Топливо			
		Газ	Мазут	Газ	Мазут
Номинальная теплопроизводительность	Гкал/ч	50		100	
давление воды расчетное	кгс/см <sup>2</sup>	10-25		10-25	
Температура воды:	°C				
на входе		70/110		70/110	
на выходе		150		160	
Расход воды	м <sup>3</sup> /ч	618/1230		1235/2460	
Температура уходящих газов	°C	180	190	185	230
КПД при номинальной нагрузке (брутто)	%	89,6	87,8	88,6	86,8
Расход топлива	м <sup>3</sup> /ч (кг/ч)	6780	6340	14100	12800
Объем топочной камеры	м <sup>3</sup>	124,5		245	
Основные размеры:	мм				
длина габаритная		9350		11900	
ширина габаритная		2780		10620	
высота отметка котла		14200		14500	
Масса:	т				
приблизительно тяжелого постановочного блока		-		-	
сборочных материалов		48		55	
котла и объема заводской поставки		119		168	

П р и м е ч а н и е . В числителе дроби - данные для основного режима, в знаменателе - для пикового.

Т а б л и ц а 28

Основные технические данные пароводогрейных  
котлоагрегатов КВП-30/8-1

Показатели	Единица измере- ния	КВП-30/8-1	
		Ген	Мазут
Общая теплопроизводительность	Гкал/ч	40	35
Теплопроизводительность водо- грейной части	Гкал/ч	35	29,7
Предельная паропроизводитель- ность парового контура	т/ч	8,45	8,96
Давление насыщенного пара	кгс/см <sup>2</sup>	7,20	7,20
Давление воды на выходе не менее	кгс/см <sup>2</sup>	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 подводные и отводящие трубы, змеевики, ширмы, коллекторы и другие элементы, разграничивающие поверхности нагрева между собой. Наименование поверхностей нагрева и их элементы приведены в табл. 29.

Т а б л и ц а 29

## Поверхности нагрева и их элементы

Тип поверхности нагрева	Вид теплообмена	Поверхности нагрева	Элементы поверхностей нагрева
Водо-, воздухоподогреватели	Конвективный	Водяные экономайзеры	Гладкотрубный змеевик
		Конвективные пакеты водоподогревни котла агрегатов Воздухоподогреватели	Рёбристая труба U-образный змеевик Трубная секция
Парогенерирующие	Радиационный	Топочные экраны	Экранные трубы, коллектор, камера
	Конвективный	Конвективные пучки	Фестон, кипитильные 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.

Т а б л и ц а 30

## Характеристика топочных экранов паровых котлоагрегатов

Основные данные	Тип котлоагрегата		
	ДКВр	КЕ	ДЕ
Диаметр труб, мм	51x2,5		51x2,5
Относительный шаг экранов:			
	боковых	1,57	0,98-1,08
заднего и фронтального	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 Куусинского машиностроительного завода, основные характеристики которых приведены в таб. 31.

Т а б л и ц а 31

Характеристики чугунных блочных водяных экономайзеров  
по ОСТ 24.271.30-74МЭМ

Тип экономайзера	Тип котлоагрегата	Площадь поверхности нагрева, м <sup>2</sup>	Длина трубы, мм	Количество труб, шт.	Количество колоннок, шт.
ЭП2-94	ДЕ-4-14ГМ	94,4	2000	16x2	2
ЭП2-142	КЕ-4-14С ДЕ-6,5-14ГМ	141,6	2000	16x3	2
ЭП2-236	КЕ-6,5-14С ДЕ-10-14ГМН	236	2000	16x5	2
ЭП1-236	ДКВр-6,5-13	236	2000	16x7	2
ЭП1-330	ДКВр-10-13 КЕ-10-14С	330,4	2000	16x7	1
ЭП2-330 <sup>х</sup>	ДЕ-16-14ГМН	330,4	2000	16x7	2
ЭП1-646	ДКВр-20-13 КЕ-25-14С	646	3000	16x9	1
ЭП1-808	ДКВр-20-13 ДЕ-25-14ГМ	808	3000	16x9	1

<sup>х</sup> Этот тип экономайзера Куусинский машиностроительный завод им. 60-летия Октября не выпускает.

2.29. Применяются ракуперативные и регенеративные воздухоподогреватели. Ракуперативные 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 эконсмайверы с поверхностью нагрева 85, 140, 228, 233 и 300 м<sup>2</sup>. Технические характеристики различного вида вспомогательного оборудования для котлов ДКВр приведены в табл. 32-35.

#### Очистка поверхностей нагрева котлоагрегатов от загрязнения

2.30. В о л о у д а в л и в а н и е и ш л а к о у д а л е - н и е . Котлоагрегаты должны оснащаться эффективными средствами очистки поверхностей нагрева от загрязнений. При эксплуатации котлоагрегатов применяются следующие средства защиты: обдувка и обмывка, вибросистема, 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 "Ильмерине". Для подвода рабочего агента к аппаратам обдувки необходимо в котельной предусмотреть 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 дробы под давлением или разрежением. Паропроизводительность котлоагрегатов для дробеструйной очистки не ограничивается. Для пневмотранспорта дробы рекомендуется применять следующие устройства и машины: паровые или воздушные элеваторы, вакуум-насосы типа РМК-4, воздушные машины ТВ-80-1,4; ТВ-80-1,6; ТВ-60-1,9 и ТВ-80-1,9, газсвоздуховки ГРМК-4.

2.34. Для улавливания золи 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 толками рекомендуется применять устройства и оборудование, основные характеристики которых приведены в табл. 41-43.



Продолжение табл.32

Тип котла	Исходные данные				Экономйвер		Золуловитель		Дымосос			Вентилятор		
	Топливо	Топочное устройство	Расчетная паропроизводительность котла/грейфера, т/ч	Температура газов в котлом, °С	Питательный	Теплофиционный	Блок циклонов	Батарейные циклоны	Тип	Электродвигатель		Тип	Электродвигатель	
										тип	мощность, кВт		тип	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	ГМГ-55/7 2 шт.		295	ЭПИ-330	ЭТИ-248			Д-12	А02-81-8	22	ВД-10	А02-62-8	10
ДКВр-20-13	Каменный и бурый уголь Антрацит АС, АМ	ПМЗ-ЦР 2-2700-4000	11,5	310			-	БЦ-2-5х (4+2)	ДН-10	А083-6	40	ВДН-9	А073-8	14
				315							А02-81-6	30		А02-71-8
ДКВр-20-13	Мазут	ГМГБ-5,6 3 шт.	27,5	395	ЭПИ-646	ЭТИ-646	-	-	Д-15,5	А094-12		ВД-10	А082-8	20
					ЭПИ-808					(Д-13,5)	$\frac{25}{40}$			ВДН-11,2
ДКВр-20-13-250	Каменный и бурый уголь	ПМЗ-ЦР ПМЗ-ЦР 2-2700х х5000	21,2	390	ЭПИ-646 ЭПИ-808	ЭТИ-646	-	БЦ-2-7х (5+3)	Д-13,5 (Д-15,5)	А094-8	55	ВД-10 ВДН-12,5	А082-8 А02-818	20 22
											А02-92-8	55		
ДКВр-20-13-250	Антрацит АС, АМ	ЦР 2700х8000	415						Д-13,5	А094-8 А02-92-8	55	ВД-12	А083-8 А02-828	28 30
												55		

Т а б л и ц а 33

Стальные водяные экономизеры БЭС для котлов ДКВр, работающих на газе,  
при коридорном расположении труб

Основные данные	Единица измерения	Типоразмер экономизеров				
		I-2	II-2	III-I III-2	IV-I	V-I
Тип котла ДКВр		2,5	4	6,5	10	20
Поверхность нагрева водяного экономизера	м <sup>2</sup>	28,6	57,6	86,4	113,8	240,2
диаметр и толщина стен труб	мм	28x3	28x3	28x3	28x3	28x3
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	1,71
воды		0,00228	0,00456	0,00684	0,00912	0,0159
Скорость:	м/с					
газов		7,3	6,4	6,85	8,2	9,4
воды		0,5	0,406	0,441	0,51	0,53
Температура газов:	°С					
на входе		230	280	280	295	370
на выходе		100	160	160	170	180

Основные данные	Единицы измерения	Типоразмер экономизеров				
		I-2	II-2	III-I III-2	IV-I	V-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. Экономизеры изготавливаются Кусинским машиностроительным заводом им. 60-летия октября.

## Чугунные ребристые водоподогреватели

Число кубов по выводу, шт	Высота, мм	Площадь нагрева, м <sup>2</sup>									
		Номера кубов водоподогревателя									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число кубов в плане 2, размер 2012											
2	2332	115	158	192	230	268	308	346	384	420	460
3	3500	172,5	237	288	345	402	462	519	576	630	690
4	4668	230	316	384	460	536	616	692	758	840	920
5	5836	287,5	395	480	575	670	770	865	960	1050	1150
6	7004	345	474	576	690	804	924	1038	1152	1260	1380
Число кубов в плане 3, размер 3016											
2	2332	173	238	288	345	402	462	518	576	630	690
3	3500	259,5	357	432	517,5	603	693	777	864	945	1035
4	4668	346	476	576	690	804	924	1036	1152	1260	1380
5	5836	432,5	595	720	862,5	1005	1155	1295	1440	1575	1725
6	7004	519	714	864	1035	1200	1386	1554	1728	1890	2070
Число кубов в плане 4, размер 4012											
2	2332	230	316	384	460	536	616	692	758	840	920
3	3500	345	474	576	690	804	924	1038	1152	1260	1380
4	4668	400	532	668	820	1072	1232	1384	1536	1620	1840
5	5836	575	790	960	1150	1340	1540	1730	1920	2100	2300
6	7004	690	948	1152	1380	1608	1848	2076	2304	2520	2760

Примечание. Чугунные ребристые водоподогреватели изготавливались на Кузнецком машиностроительном заводе.

5

Т а б л и ц а 35

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

Основные данные	Единица измерения	Тип воздухоподогревателя					
		I		II		III	
Площадь нагрева	м <sup>2</sup>	85	140	233	300	228	496
Количество ходов: газа	шт.	2	2	2	2	I	I
воздуха		2	2	2	2	-	-
Количество труб	шт.	378	610	508	653	1349	1312
Длина труб	мм	1930	1930	3830	3830	1400	3140
Шаг труб:	мм						
вдоль потока		-	-	84	84	-	-
поперек потока		-	-	60	60	-	-
Сечение для прохода:	м <sup>2</sup>						
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 газовой системой Шершанава.

## Аппараты для обдувки поверхностей нагрева котельных агрегатов

Наименование и назначение	Тип	Максимальный расход пара, кг/мин	Рядус действия, м	Масса, кг
Обдувочный прибор малоподвижной для очистки радиационных поверхностей нагрева (настенных экранов)	СМ-0,35 (ОПР-5-58)	120	До 3	156
Обдувочный прибор неподвижной для очистки конвективных поверхностей нагрева в зоне температур до 600°C	СН (ОПК-7-58)	До 270	До I	240
Обдувочный аппарат глубоководной для очистки фестонов, пароперегревателей и других котельных пучков	ОГ (ОПК-8-6I)	80	I-2	300-780
Сдвоенный обдувочный аппарат глубоководной для очистки фестонов пароперегревателей и других котельных пучков	ОГД (ОПК-8-6I сдвоенный)	120-140	I-2	840-1485
Обдувочный аппарат глубоководной для очистки фестонов и пароперегревателей	ОГ-8	80	I-2	875-1470
Обдувочный аппарат глубоководной для очистки двухсветных экранов, экономайзеров и грубчатых воздухоподогревателей	ОГ-Н	60-70	I-2	317-670
Аппарат для обдувки и прогнвки поверхности нагрева регенеративных воздухоподогревателей	ОП	45	До I,5	230
Обдувочный прибор для очистки поверхностей нагрева котлов ДБВ с избыточным давлением до 23 кгс/см <sup>2</sup>	ОП-ДБВр	135	До I	35
Обдувочный прибор для очистки поверхностей нагрева котлов ДБВ с избыточным давлением до 39 кгс/см <sup>2</sup>	ОП-ДБВр-ВД	240	До I,5	55

Т а б л и ц а 37

Рекомендуемые типы оуких золоуловителей для котлов малой производительности

Номинальная производи- тельность котла, т/ч	Типоразмер золоуловителя	
	Блок циклонов ННЮГаз или ЦКТИ	Быхарвини циклон
0,4	Один циклон $\phi$ 400 Два циклона $\phi$ 400	-
0,8	Два циклона $\phi$ 400 Два циклона $\phi$ 450	-
1,0	Два циклона $\phi$ 450 Два циклона $\phi$ 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)
20	ЦН; Ц-4х800	БЦ-2-7х(5+3)

П р и м е ч а н и я. Для чугунных секционных котлов производи-  
тельностью:  
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.

## Сухие золоуловители и блоки циклонов ЦБ ЛНКОГаз

Типораз- мер	Диаметр цикло- на, мм	Количество цикло- нов в блоке, шт.			Услоб- ное се- чение в блоке, м <sup>2</sup>	Расход газа при темп. за- туре 1500С, тыс. м <sup>3</sup> /ч, и сопротивления кгс/см <sup>2</sup>		Габаритные размеры, мм			Масса при отводе газов, т, безовом/ верхнем	
		по глу- бина	по выри- на	всего			35	50	длина	ширина		высота при отводе га- зов безо- вом/верх- нем
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	2781	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	

Т а б л и ц а 39

## Сухие золоудовители "Блоков циклонов Ц" ЦКТИ

Типоразмер	Длина циклона, мм	Количество циклонов в блоке, шт.			Условное сечение в блоке, мм	Расход газа при температуре 150°C, тыс. м <sup>3</sup> /ч, и сопротивление, кгс/см <sup>2</sup>		Габаритные размеры, мм			Масса блока, т
		по глубине	по ширине	все-го		35	50	длина	ширина	высота	
Ц-2x2x400	400	2	2	4	0,5	5,02	6,1	1515	1540	3500	1,2
Ц-2x2x500	500	2	2	4	0,79	7,9	9,85	1840	1920	4350	1,8
Ц-3x2x500	500	3	2	6	1,18	11,88	14,4	2960	1920	4350	2,35
Ц-3x2x650	650	3	2	6	1,98	19,9	23,7	3620	2490	5575	3,79
Ц-4x2x650	650	4	2	8	2,64	26,8	31,6	350	3010	6075	5,69
Ц-4x2x750	750	4	2	8	3,52	35,8	42,3	5555	3470	6925	7,36
Ц-4x2x800	800	4	2	8	4,02	40,5	49,0	5900	3700	7400	8,3

Сухие золоудовитатели и блочные батарейные циклоны

Типоразмер	Количество секций, шт	Количество пыленосов в батарее, шт.			Расход газа при температуре 1500°C, тыс.м <sup>3</sup> /ч, а сопротивлений, кгс/м <sup>2</sup>		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	800х450	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	1300х900	3410	2340	5070	7,95

Т а б л и ц а 41

## Устройство для удаления шлыкы

Шлакоудаляющие устройства и дробилки	Вид шлыкы	Выход шлыка на траппортеры или в дробилку, т/ч	Производительные траппортеры или дробилки, т/ч	Удельные затраты электроэнергии на шлакоудаление, квт·ч/т
Скребокковые траппортеры	Твердый и жидкий	1,5-3	25-35	0,3-0,5
Шпакельковые траппортеры	то же	1-2	4-8	0,5-0,8
Роторное шлакоудаление	Жидкий	1,5-2	10	0,7-1
Шлакообросные багеты	Твердый	2-2,5	20-25	До 0,1
Одновалковые дробилки	Твердый и жидкий	1-3	10-12	0,4-0,8
Трехвалковые дробилки	Жидкий	1-3	6-10	0,6-1

Т а б л и ц а 42

Характеристики волосливных аппаратов  
непрерывного действия

Производительность на сухой золе, т/ч	Давление воды перед омивным соплом, МПа	Кривность смыва т. воды/т. зола, мг.
1,0	0,2	3,9
1,5	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

I Расход воды на один волосливной аппарат не менее 4 м<sup>3</sup>/ч.

Различные устройства для непрерывного удаления шлака из воронок под топками

Устройства	Основное оборудование	Высти- мость, м <sup>3</sup>	Максимальный размер кус- ков шлака, мм	Проектный удельный расход топлива на 1 м шлака	
				электроэнергии, кВт/ч	воды, м <sup>3</sup> /т
Поворотное	Чугунная ванна с водой. Водяной затвор	0,5-0,8	Не ограни- чен	2-3	0,7-0,8
Цепной транс- портёр	Ванна с водой. Скребок цель. Водяной затвор	1,0-1,5	То же	0,5-1,0	0,2-0,5
Лопастный бе- рябан	Ванна с вращающимся лопа- стым барабаном. Водяной затвор	1,0-1,5	80	0,5-0,7	0,1-0,25
Шлаковиталькиве- тель	Ванна со скребком. Водяной затвор	1,0-2,0	Не ограничен	0,7-2,0	0,2-0,5

П р и м е ч а н и е. Устройства для непрерывного удаления шлака предусматривают прием шлаков из воронок под топками, разделение и иногда дробление шлака и транспорт последнего в систему удаления шлака поставляется вместе с котельными агрегатами заведомо-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 нагрузке 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 ОТ 24.030.46-74 "Котлы паровые стационарные. Поставка. Общие технические условия" и техническими условиями заводо-изготовителя. Поставка водогрейных котлоагрегатов регламентируется техническими ТУ 24-3-38С-72 "Котлы теплофикационные водогрейные. Технические условия. Поставка".

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

## Электрофильтры вертикальные

Показатели	Единица измерения	УВ-2х10	УВ-3х10	УВ-2х16	УВ-2х24	УВ-3х24
Общая площадь осаждения электродов	м <sup>2</sup>	1170	1760	1760	2600	3900
Ширина и длина (по осям опор)	м	6х4,5	9х4,5	9х4,5	9х6	13,5х6
Высота	м	19,9	19,9	19,9	21,4	21,4

П р и м е ч а н и е. Типоразмер УВ-2х10: унифицированный вертикальный; первая цифра — количество секций, число за цифрой — площадь активного сечения секции, м<sup>2</sup>; количество полей в электрофильтрах — I; шаг между одноименными электродами 275 мм; активная длина поля 7,4 м.

Т а б л и ц а 45

## Электрофильтры горизонтальные

Типоразмерный филь ов	Общая площадь обожжения электронов, м <sup>2</sup>	Длина, м	Высота, м	Ширина (по осям край- них оптр), 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

П р и м е ч а н и я: 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<sup>2</sup>. 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, в 2-го и 3-го габарита - 3 и 4-польными).

4. Корпуса электрофильтров УГ рассчитаны на работу под разряжением до 3-4 впа и запыление бункеров пылью с насыпкой маковой до 1500 кг/м<sup>3</sup>.

## Дутьевые вентиляторы

Тип	Параметры при номинальном режиме			Потребляемая мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, т
	Производительность, тыс. м <sup>3</sup> /ч	Давление, кПа	Число оборотов/мин			
Вентиляторы при $t = 20$ и $30^{\circ}\text{C}$						
ВД-18	105	5,0	730	210	2,9x2,8x3	3,5
ВДН-18-11-У	115	3,6	1000	140	3,4x1,8x4,1	5,4
ВДН-18-П	170	3,7	1000	210	3,4x1,7x4,1	5,5
ВДН-19	125	4,3	980	180	3,4x3,9x3,7	6,3
ВДН-20	140	6,3	730	350	8x3,1x3,3	3,9
ВДН-20,5	160	4,8	980	255	3,4x3,9x3,8	5,9
ВДН-20-ПУ	165	4,5	1000	260	4,6x1,7x3,6	6,0
ВДН-20-П	225	4,8	1000	355	4,6x1,9x3,5	6,2
ВДН-22-П	210	3,3	740	230	3,9x5x4	7,9
ВДН-24	200	3,9	735	255	4x3,9x5	7,9
ВДН-24-П	275	3,9	740	350	4,2x5,5x4,4	8,9
ВДН-24-х2-П	600	4,2	735	720	7,5x4,5x5,4	19
ВДН-25-х2	520	8,0	980	1265		26,8
ВДН-26	240	4,7	735	372	4,2x4,7x5,4	8,4
ВДН-26-П	350	4,6	740	521	4,6x6x4,7	9,8
ВДН-32Н-Г	500	5,8	730	925	4,9x5,4x6,9	16
Вентиляторы горячего дутья при $t = 400^{\circ}\text{C}$						
ВД-13,5	60	2,2	970	51	2,6x2,1x2,3	2,4
ВД-15,5	85	2,9	970	95	2,7x2,4x2,9	2,8
ВД-20	146	2,7	730	156	3,3x3,3x3	4,8

П р и м е ч а н и я: 1. ВД - вентилятор дутьевой; ВДН - вентилятор дутьевой с согнутыми назад лопатками; ВД - вентилятор дутьевой.

2. Число - диаметр рабочего колеса, мм.

Т а б л и ц а 47

## Дымососы

Тип	Параметры при номинальном режиме			Потребляемая мощность, кВт	Масса,
	производительность, тыс. м <sup>3</sup> /ч	давление, кПа	число оборотов /л, 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
ЛОД-29,5	585	3,8	570	750	46,5
ЛОД-31,5	725	3,3	475	790	50,3
ЛОД-33,5	840	3,7	570	1015	54,6
ЛОД-41	1140	3,2	370	1140	98,3
ЛОД-43	1335	3,6	370	1570	103,5

П р и м е ч е н и я: Д - дымосос; Н - загнутые назад лопажки; О - оловяной; Д - двухотпущенчатый; первое число - диаметр рабочего колеса, мм; второе число - число вооротов; 0,62 - отношение диаметра входа в крыльчатку к диаметру по выходным кройкам лопаток.

2. Дымососы для отсосывания дымовых газов из топков работают при  $t$  не выше 200°C, а дымососы для рециркуляции газов - при  $t \leq 400^\circ\text{C}$ .

тельность до 100 Гкал/ч поставляются и комплектуются трестом Союзкотлокомплект при Цюагглавтяжмаше Гроднаба СССР. Паровые котлоагрегаты Белгородского котлоагрегатного завода и водогрейные теплопроизводительности 100 Гкал/ч и выше поставляются и комплектуются трестом Энергокомплектосорудование 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 одедующая документация.

Спецификация не объемные, традиционные материалы и набивную массу ошпированных анкеров; опацификация и чертежи на фланцевые шланговые изделия чертежи обмуровки поставляются на отдельную плату и не входят в стоимость оборудования. Монтажные чертежи и их список, ведомость изменений и монтажных укзаваний, 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 резиновые набивки, основные характеристики которых приведены в табл. 48-49.

2.45. Трубопроводы в котельных должны быть ошпированы 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 котла, степени чистоты воды.

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

## Прокладки и уплотнительные материалы

Материал	Размер, мм	Рабочая среда	Температура, С°, не более	Рабочее давление, МПа, не более
Парокит	Листы 300x400, 400x500, 500x500, 550x550, 600x600, 750x1000, 700x1200, 1000x1200, 1000x1500, 1200x1250, 1200x1350, 1200x1450, 1200x1500, 1200x1700, толщиной 0,3-6	Вода, пар Нефть, тяжелые и легкие нефтепродукты Жидкий и газообразный кислород	До 450 До 400 До 200 От 62 до 182	До 5 До 4 До 7 До 0,25
Картон (непродитанный)	Толщина 0,2-1,5	Вода питьевая, пар, масла, органические растворители и углеводороды	90	1,6
Картон (пропитанный)	Лист 800x900, толщина 0,3-1,5	Вода, бензин, керосин и мазут	120	1,6
Пластикат (поливинилхлоридный)	Лист 1000x600, толщина 1,3-и 3,5	Кислоты, растворы щелочей, спирты, легкие нефтепродукты, газы агрессивные	40	1,6
Резина:				
кислотоупорная стойкая	Пластину от 250 до 1000; рулоны от 500 до 1000 шириной 200-1750	Вода, воздух, слабые растворы (20%) кислот и щелочей (кроме уксусной и азотной)	От -20 до +50	1,6
теплостойкая	Толщина пластин от 2 до 60; в рулоне толщиной от 0,5 до 50	Воздух	От -35 до +90	1,6
морозостойкая		пар	До +140	1,6
		Воздух и нейтральный газ	От -45 до +50	1,6

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	1,6
вакуумная	Рудонная, листы 1500x750 и более, толщина 2-6	Воздух и нейтральный газ	От -30 до +90	1,6
Фибра	Листы 1800x1200, толщина 1-3	Бензин, керосин, масла, кислород	100	15
Алюминий АД1-М	Лист 2000x800, толщина 0,3-10	Газы и пары инертные	100	1,6
Латунь Л-62	Лента 7-20 x 20-600, толщина 0,5-2	Газообразные и жидкие неагрессивные среды	250	Не ограничиваются
Медь М3	Лист 1410x710, толщина 0,4-10	Вода, пар, кислород	300	15
Свинец С2	Польный 5000x2800, толщина 1-15	Сернистая сернистый газ и растворы других кислот	100	0,6
Сталь 1Х1З, 1ХВН10Т, 1У1ЗХ1ВН10Т	Лист 1410x710, толщина от 0,4 до 10	Вода, пар	570	25
Сталь зубчатая	Для условных проходов	- " -	570	6,4-40

Сальниковые набивки (по ГОСТ 5152-66)

Среда	Пределные параметры		Сальниковая набивка	
	$P_T$ , МПа	$t$ , °C	Марка	Обозначение
Воздух, смазочные масла, питьевая вода	20	10	Плетеные 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, слабощелочные 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

Среда	Предельные параметры		Сальниковая набивка	
	$P_T, \text{МПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	Марка	Обозначение
Вода, пар, воздух	90	200	Асбестопроволочная прорезиненная	АПРПД
	90	450	Асбестопроволочная сухая	АПРПС
	35	510	Асбестовая проклеен- ная с графитом	АГ-I для ар- матуры, для центробежных насосов
	20	260		
Промышленная вода	20	100	Скатанные Прорезиненная хлопча- тобумажная	ПХБ
			Прорезиненная хлопча- тобумажная с резиновым сердечником	ПХБРС
			Прорезиненная льняная	ПЛ
Промышленная вода, перегретый и насыщенный пар	10	400	Прорезиненная льняная с резиновым сердечником	ПЛРС
			Прорезиненная асбесто- вая	ПА
			Прорезиненная асбесто- вая с резиновым сердеч- ником	ПАРС
			Прорезиненная асбесто- металлическая	ПАМ
			Прорезиненная асбесто- металлическая с рези- новым сердечником	ПАРМС

Продолжение табл. 49

Среда	Пределные параметры		Сальниковая набивка	
	$P_{г}, \text{МПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	Марка	Обозначение
Промышленная вода, соленая вода	20	100	Компенсирующая хлопчатобумажная	КХБ
			Компенсирующая льняная	КЛ
Воздух, промышленная вода, пар, нефтепродукты	40	100	Кольцевые Манжеты хлопчатобумажные	МХБ
			Манжеты льняные	МЛ
Нефтепродукты	20	300	Манжеты асбестовые	МА
			Кольца разрезные асбесто-алюминиевые	КРАА

природный газ могут наблюдаться аварии котлов из-за разрыва ак-  
тивных и кипящих труб. Поэтому перевод котлов на высококало-  
рийные топлива, т.е. природный газ или мазут, рекомендуются соче-  
тать с улучшением качества питательной воды.

3.3. Скорость образования накипи  $A$ ,  $\text{м}^2/\text{см}^2 \cdot \text{ч}$ , определяется по формуле

$$A = \kappa S g^2 \quad (17)$$

где  $\kappa$  — коэффициент пропорциональности, равный для соедине-  
ний кальция и магния  $\kappa = 1,5 \cdot 10^{-13}$  и железосили-  
катных отложений  $\kappa = 5,7 \cdot 10^{-14}$ ;

$S$  — концентрация накипеобразователей в котловой воде,  
мг/лг;

$g$  — теплонапряжение,  $\text{т}/\text{м}^2$ , ( $1 \text{ ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} = 1,163 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ).

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

$$i_{от} = \frac{80 \kappa S g^2}{\rho_{отл}} \quad (18)$$

где  $\rho_{отл}$  — плотность отложений,  $\text{г}/\text{см}^3$ .

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

3.5. Результатом образования отложений на внутренней поверх-  
ности является увеличение температурного напора

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

где  $t_{ст}$ ,  $t_{кип}$  — соответственно температура стенки трубы и кипения  
жидкости,  $^{\circ}\text{C}$ .

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

$D'$ , мм/м <sup>2</sup>	$\Delta t_{пред}$ , $^{\circ}\text{C}$
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

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

где  $\delta_{от}, \lambda_{от}$  - толщина, м, и теплопроводность отложения, Вт/(м·°C);  
 $\alpha_2$  - коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к кипящей жидкости, т/(м<sup>2</sup>·°C);

$q$  - тепловой поток, Вт/м<sup>2</sup>.

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

В качестве предельной толщины отложений при высоких тепловых потоках для давления 0,5-1,8 МПа<sup>2</sup>-0,4 мм и для 2-4 МПа<sup>2</sup>-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 накинеобразования 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 вместо питательной водой достигаются оптимальные условия для образования шлама и тем же 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, Гарбе, Шухова, Шухова-Берлина) при тепловом напряжении поверхностей нагрева не выше 100000 Вт/м<sup>2</sup> и общей жесткости питательной воды до 3,0 мг-экв/кг.

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

$$D_c = Ж_{п.в} - \frac{Ш_{к.в} P_r}{100}, \quad (21)$$

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

Т а б л и ц а 50

Рекомендуемый размер продувки, % к производительности котла

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

3.9. Суточный расход технической кальцинированной соды  $B_c$ , кг, рекомендуется определять на каждые последующие сутки

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

где  $Q$  — предполагаемая среднечасовая паропроизводительность котельной, т/ч.

3.10. Раствор омеги реагентов рекомендуется готовить в специальном растворном бачке емкостью 0,2–0,5 м<sup>3</sup> и при помощи специального дозирочного 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.

3.11. 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).

3.12. Режим периодической продувки рекомендуется задавать числом продувок котла за смену или за сутки по данным анализа.

3.13. 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

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

3.15. Осветление воды рекомендуется производить непосредственно на осветлительных (механических) фильтрах напорного типа. Основные характеристики осветлительных фильтров приведены в табл. 51.

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

3.17. Для увеличения гряземкости фильтрующего материала рекомендуется применять двухслойную загрузку, состоящую из более крупного антрацита и более мелкого песка.

3.18. При выборе фильтрующего материала необходимо учитывать его химическую стойкость. Так, при фильтровании через кварцевый песок щелочной воды с температурой 15<sup>0</sup>С выносятся около 5 мг/л кремниесиликатов. Поэтому в тех случаях, когда вода предназначена для питания котлов высокого давления, в качестве фильтрующего ма-

Фильтры осветительные, работающие при давлении 6 кгс/см<sup>2</sup>

Шифр	Диаметр фильтра, мм	Высота филь- трующей наг- рушки, мм	Общая высота, мм	Масса конст- рукция филь- тра, кг	Завод-изготовитель
Фильтры вертикальные однокамерные					
ФОВ-1,0-6	1000	1000	-	-	Вийский котельный
ФОВ-1,4-6	1400	1000	-	-	- " -
УВ-С44-1	1000	1000	2912	932	- " -
УВ-С44-2	1500	1000	3298	1600	- " -
ФОВ-2,0-6	2000	1000	3620	2120	Таганрогский "Красный котельщик"
ФОВ-2,6-6	2600	1000	4015	3755	То же
ФОВ-3,0-6	3000	1000	4385	4780	- " -
ФОВ-3,4-6	3400	1000	4530	6254	- " -
Вертикальные двухкамерные					
ФОВ-2К-3,4-6	3400	900x2	5520	9195	- " -
Вертикальные трехкамерные					
ФОВ-3К-3,4-6	3400	900x3	6635	13135	- " -
Горизонтальные однокамерные					
ФОВ-3,0-6-5,5	3000	1000	4630	8320	- " -
ФОВ-3,0-6-10,5	3000	1000	4630	14220	- " -

териала для осветлительных фильтров следует применять только антрацит.

Кварцевый песок применяют во всех схемах водоподготовки, кроме магnezияльного обескремивания 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

$$n_{м.ф.} = \frac{D_{х.об} + \delta_{м.ф.} + \delta_{н.ф.} + \delta_{г.}}{\omega F} + n, \quad (26)$$

где  $D_{х.об}$  — максимальное количество воды, поступающее в установку после ионообменных фильтров, м<sup>3</sup>;

$\delta_{м.ф.}$  — средний расход осветленной воды на промывку осветлительных фильтров, м<sup>3</sup>/ч;

$\delta_{н.ф.}$  — средний расход осветленной воды на регенерацию ионитовых фильтров, м<sup>3</sup>/ч;

$\delta_{г.}$  — максимальный расход осветленной воды на теплосеть и прочие нужды без обработки ее в ионитных фильтрах, м<sup>3</sup>/ч;

$\omega$  — допускаемая скорость фильтрования, м/ч;

$n$  — число резервных фильтров;

$F$  — площадь фильтрования одного осветлительного фильтра, м<sup>2</sup>.

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

Т а б л и ц а 52

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

Фильтрующий материал	Диаметр зерен, мм		
	минимальный	максимальный	эквивалентный
Кварцевый песок	0,5	1,2	0,8
Антрацит	0,8	1,8	1,1

3.21. Межпромывочный период осветлительных фильтров рекомендуется определять по формуле

$$T = \frac{h_{\text{ф}} \Gamma_0}{\omega C_{\text{г}}} 10^3 \quad (27)$$

где  $h_{\text{ф}}$  — высота слоя, фильтрующего материала, мм;  
 $\Gamma_0$  — гряземкость материала, кг/м<sup>3</sup>;  
 $C_{\text{г}}$  — 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 накипобразователей  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  с заменой их катионами  $\text{Na}^+$  или  $\text{H}^+$ . Обработка воды однократным или двукратным натрий-катионированием применяется для различных вод с относительно малой карбонатной жесткостью, превращение которой в бикарбонат натрия не вызывает гряземерного увеличения продувки котлов, в 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 стечественные ионообменные материалы — ольфуголь 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 подкисляет из воды ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , обуславливающие ее жесткость, в воду переходит эквивалентное количество ионов  $\text{Na}^+$ .

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 соленосодержания котловой воды, сокращаются размеры продувки котлов и, что очень важно, достигается это без применения кислотостойкой запорной арматуры и материалов, коррозиестойких защитных покрытий оборудования и трубопроводов, кислот и нейтрализации кислотных 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 применяются сульфуголь КС-2. Обработка воды методом водород-катионирования заключается в фильтровании ее через слой катионита, содержащего в качестве обменных ионов

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

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

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

3.31. Анионирование воды применяется для обезоливания 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  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . Аниониты способны достаточно полно и селективно поглощать из фильтруемой воды различные анионы, когда те присутствуют в ней в виде соответствующих кислот. Поэтому для достижения глубокого обезоливания 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 — ФИПаII; для третьей ступени водород-катионирования и анионирования используются ионообменные параллельно-точные фильтры второй ступени — ФИПаII.

Основные характеристики ионообменных фильтров приведены в табл. 53.

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

$$n_r = \frac{Q}{\omega_F} + n_r + 1, \quad (28)$$

Основные характеристики ионообменных фильтров, работающих при давлении  
6 кгс/см<sup>2</sup>

Шифр	Диаметр фильтра, мм	Высота фильтру- ющей загрузка, мм	Общая высота, мм	Масса конструк- ции филь- тра, кг	Оптовая цена за 1 шт., руб.	Завод-изготовитель
		Параллельно-точные первой степени				
ФИПа I-0,7-6	700	2000	3450	598	340	Саратовский энергетичес- кого машиностроения
ФИПа I-1,0-6	1000	2000	3714	1015	440	Бийский котельный
ФИПа I-1,4-6	1400	2000	-	-	-	Бийский котельный
XB-040-I	1000	2000	3592	972	360	Тот же
XB-040-2	1500	2000	3920	1616	520	- " -
XB-042-I	1500	2000	3597	969	420	- " -
XB-042-2	1500	2000	3924	1608	580	- " -
ФИПа I-2,0-6	2000	2500	4930	2590	920	Таганрогский "Красный котельный"
ФИПа I-2,6-6	2600	2500	5200	4310	1320	Тот же
ФИПа I-3,0-6	3000	2500	5470	5260	1480	- " -
ФИПа I-3,4-6	3400	2500	5740	7460	2000	- " -

№№Др	Диаметр фильтра, мм	Высота фильтру- ющей загрузки, мм	Общая высота, мм	Масса конструк- ции филь- тра, кг	Оптовая цена за шт., руб.	Завод-изготовитель
Параллельно-точные второй степени						
ФИПаП-1,0-6	1000	1500	-	-	-	Бийский котельный
ФИПаП-1,4-6	1400	1500	-	-	-	- " -
ФИПаП-2,0-6	2000	1500	3630	2116	860	Тагакрогский
ФИПаП-2,6-6	2600	1500	4015	3757	1320	- " -
ФИПаП-3,0-6	3000	1500	4385	4785	1640	- " -

фильтров второй ступени

$$n_{II} = \frac{Q}{\omega F} + n_r, \quad (29)$$

- где  $Q$  - максимальный расход воды, подлежащий фильтрованию, м<sup>3</sup>/ч;  
 $n_r$  - количество резервных фильтров, равное количеству одновре-  
 временного регенерируемых;  
 $1$  - дополнительный резервный фильтр на случай ремонта како-  
 го-либо фильтра.

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

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

- где  $n_{рем.ф.}$  - количество одновременно ремонтируемых фильтров, шт. ;  
 $n_{рег.ф.}$  - количество одновременно регенерируемых фильтров, шт., определяемое по формуле

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

- 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

$$n_{рег.} = \frac{Q \cdot H_0 \cdot 24}{Fh(\epsilon_{роб} \cdot \alpha - \alpha H_0 \cdot 0.5)}, \quad (32)$$

- где  $H_0$  - общая жесткость воды, поступающей в фильтры, мг-экв/л;  
 $h$  - высота слоя фильтрующей загрузки, м;  
 $\epsilon_{роб}$  - рабочая обменная способность катионита, г-экв/м<sup>3</sup>;  
 $\alpha$  - удельный расход осветленной воды на послерегенера-  
 ционную отмывку катионита, м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> катионита;  
 $0.5$  - степень умягчения отмывочной воды.

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

$$\Gamma_{рег} = \frac{Q \cdot 0,1 \cdot 24}{F \cdot H \cdot \epsilon_{рав} N_0}, \quad (33)$$

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

$$\Gamma_{рег} = \frac{(Q + \delta_{ска}) (N_0 + 2,15 N_{ка}) \cdot 24}{F \cdot H [\epsilon_{рав}^H - 0,5 \alpha (N_0 + 2,15 N_{ка})]}, \quad (34)$$

частичного обессоливания воды с прококом части содержащихся в ней ионов натрия

$$\Gamma_{рег} = \frac{(Q + \delta_{ска}) [N_0 + 2,15 (N_{ка} - N_{ка,пр})] \cdot 24}{F \cdot H [\epsilon_{рав}^H - 0,5 \alpha [N_0 + 2,15 (N_{ка} - N_{ка,пр})]}], \quad (35)$$

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

$$\Gamma_{рег} = \frac{(Q + \delta_{ска}) N_0 \cdot 24}{F \cdot H (\epsilon_{рав}^H - 0,5 \alpha N_0)}, \quad (36)$$

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

$$\Gamma_{рег} = \frac{(Q + \delta_{ска} \cdot N_{ка} - k_{ат}) \cdot 24 \cdot 24}{F \cdot H (\epsilon_{рав}^H - 0,5 \alpha \cdot 24)}, \quad (37)$$

в случае превышения щелочности обрабатываемой воды над общей ее жесткостью

$$\Gamma_{рег} = \frac{(Q + \delta_{ска} \cdot N_{ка} - k_{ат}) \cdot (2 \cdot 24 + N_0) \cdot 24}{F \cdot H [\epsilon_{рав}^H - 0,5 \alpha (2 \cdot 24 + N_0)]}. \quad (38)$$

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

$$\tau_{\text{рег}} = \frac{Q_{\text{H}_2} \cdot 24}{Fh(\varepsilon_{\text{рег}}^{\text{H}} - 0,5\alpha \text{H}_0)} \quad (39)$$

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

$$\tau_{\text{рег}} = \frac{Q_{\text{H}_2} \cdot 24}{Fh(\varepsilon_{\text{рег}}^{\text{H+Na}} - 0,5\alpha \text{H}_0)} \quad (40)$$

- где  $Q^{\text{H}}$  — расход воды, подлежащей водород-катионированию, м<sup>3</sup>/ч;  
 $\varepsilon_{\text{скл}}^{\text{H}}$  — среднечасовой расход водород-катионированной воды на регенерацию анионитных фильтров, м<sup>3</sup>/ч;  
 $\varepsilon_{\text{скл}}^{\text{H+Na}}$  — среднечасовой расход водород-катионированной воды на регенерацию натрий-катионированных фильтров, м<sup>3</sup>/ч;  
 $\text{H}_0$  — исходное содержание катионов натрия в обрабатываемой воде, мг-экв/л;  
 $\text{H}_{\text{пр}}$  — расчетная остаточная концентрация катионов натрия в фильтрате водород-катионитных фильтров, мг-экв/л.  
 2,15 — кратность снижения обменной способности сульфогеля по катионам натрия в сравнении с обменной способностью его по катионам кальция и магния;  
 $\varepsilon_{\text{рег}}^{\text{H}}$  — рабочая обменная способность сульфогеля как водород-катионита по кальцию и магнию, г-экв/м<sup>3</sup>;  
 $\varepsilon_{\text{рег}}^{\text{H+Na}}$  — рабочая обменная способность сульфогеля в процессе совместного водород-натрий-катионирования, г-экв/м<sup>3</sup>.

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

$$G_{\text{NaCl}} = Fh\varepsilon_{\text{рег}}^{\text{Na}} \cdot \beta \cdot 0,001, \quad (41)$$

где  $\beta$  — удельный расход поваренной соли на 1 г-экв обменной способности натрий-катионита, г.

3.41. Расход 100%-ной серной кислоты  $G_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ , кг, на регенерацию одного фильтра при водород-катионировании

$$G_{\text{H}_2\text{SO}_4} = Fh\varepsilon_{\text{рег}}^{\text{H}} \cdot \gamma \cdot 0,001 \quad (42)$$

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

$$G_{H_2SO_4} = \frac{F \cdot \epsilon_{p.p.} \cdot (Щ_0 + Щ_{ост}) \cdot \sigma}{H_0 \cdot 1000}, \quad (43)$$

3.4.3. Дополнительный расход поваренной соли  $G_{NaCl}$ , кг, на регенерацию фильтра для совместного водород-натрий-катионирования

$$G_{NaCl} = \frac{F \cdot \epsilon_{p.p.} \cdot (H_{н.к.} + Щ_{ост}) \cdot \sigma}{H_0 \cdot 1000}, \quad (44)$$

где  $\sigma$  - удельный расход 100%-ной серной кислоты, г/г-экв;

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

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

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

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

$$G_{NH_4} = \frac{V \cdot \epsilon \cdot \gamma_{NH_4}}{1000} \quad \text{или} \quad G_{NH_4} = V \cdot \gamma'_{NH_4}; \quad (45)$$

$$G_{Na} = \frac{V \cdot \epsilon \cdot \gamma_{Na}}{1000} \quad \text{или} \quad G_{Na} = V \cdot \gamma'_{Na}, \quad (46)$$

где  $G_{NH_4}$  и  $G_{Na}$  - соответственно расход соли аммония и хлоридного натрия на регенерацию одного фильтра, кг;

$V$  - объем катионита в фильтре, м<sup>3</sup>;

$\epsilon$  - емкость поглощения катионита, г-экв/м<sup>3</sup> ( $\epsilon = 350$  г-экв/м<sup>3</sup> при совместном аммоний-натрий-катионировании;  $\epsilon = 400$  г-экв/м<sup>3</sup> при параллельном аммоний-натрий-катионировании);

$\gamma_{NH_4}$  и  $\gamma_{Na}$  - соответственно удельный расход соли аммония и хлоридного натрия на регенерацию катионита, г/г-экв (табл. 55);

$\gamma'_{NH_4}$  и  $\gamma'_{Na}$  - то же, кг/м<sup>3</sup>;

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

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

$$\alpha_{Na}^{р.б} = 0,89 \left[ 100 - \frac{H_K - \text{Щ}_{0,6}^{усл}}{H_K + (22^-) + (50V^2-)} \right], \quad (47)$$

- где  $\alpha_{NH_4}^{р.б}$  - относительная концентрация ионов аммония в регенерационном растворе при совместном аммоний-натрий-катионировании;
- $\alpha_{Na}^{р.б}$  - относительная концентрация ионов натрия в регенерационном растворе;
- $H_K$  - карбонатная жесткость умягченной воды, мг-экв/л;
- $\text{Щ}_{0,6}^{усл}$  - условная остаточная щелочность обработанной воды (фильтрата аммоний-натрий-катионитных или смеси фильтратов аммоний- и натрий-катионитных фильтров), мг-экв/л.

Численные величины технологических показателей при загрузке фильтров анкинитом 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 применить насос-дозаторы Рижского завода, основные характеристики которых приведены в табл. 60, и насос-дозаторы:

с регулированием подачи вручную при остановленном электродвигателе НД16/400(96), НД25/250(95), НД40/160(95), НД63/100(96), НД100/(63)(96), НД400/16(103), НД630/10(107), НД1000/10(132), НД1600/10(221), НД2500/10(227), НД100/250(182) НД - серия, число перед чертой - номинальная подача, л/ч; число за чертой - давление в кг/см<sup>2</sup>; в скобках - масса насоса с электродвигателем АО2, кг);

с регулированием подачи вручную на ходу электродвигателя НДО, 5Р2, 5/400; НДО, 5Р10/100; НДО, 5Р16/63; НДО, 5Р25/40; НДО, 5Р40/25; НДО, 5Р63/63; НДО, 5Р100/10; НДО, 5Р - см. выше, масса насосов с электродвигателем 42 и 43 кг;

с регулированием вручную, автоматически или дистанционно на ходу, НДО, 5Э2, 5/400; НДО, 5Э10/100; НДО, 5Э16/63; НДО, 5Э25/40; НДО, 5Э40/25; НДО, 5Э63/16; НДО, 5Э100/10; НДО, 5Э - см. выше масса насосов с электродвигателем 55 кг.

3.48. Для подогрева баков с реагентами рекомендуется применять теплообменники (табл. 61) и подогреватели Таганрогского завода "Красный котельщик" (табл. 62).

Расчетные технологические показатели фильтров, нагруженных сульфоуглем

Показатели	Единица измерения	Натрий-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры с го-лодной" регенера-цией		Фильтры для оов-местного водород-натрий-катиониро-вания			
		первой ступени		второй ступени	первой ступени		второй ступени	Сульфуголь		Сульфуголь			
		Сульфуголь		крупный	Сульфуголь		крупный	Сульфуголь		мелкий	крупный	мелкий	крупный
		мелкий	крупный		мелкий	крупный		мелкий	крупный				
Высота слоя сульфоугля	м	2,0-2,5	2,0-2,5	1,5	2,0-2,5	2,0-2,5	1,5	2,0-2,5	2,0-2,5	2,0-2,5	2,0-2,5		
Крупность зерен сульфоугля	мм	0,3-0,8	0,5-1,1	0,5-1,1	0,3-0,8	0,5-1,1	0,5-1,1	0,3-0,8	0,5-1,1	0,3-0,8	0,5-1,1		
воздушно-сухой сульфуголь	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		
абухший сульфуголь	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	-	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
одовой износ сульфоугля	%	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9		
олная обменная способность сульфоугля	г-экв/м <sup>3</sup>	550	500	500	550	500	500	550	500	550	500		
зачетная обменная способность сульфо-гля (г-экв./м <sup>3</sup> ) при общем солеобдержа-нии воды (мг/л)	мг-экв/л												
3(Но=2,5)		340	310	300	300	280	250	310	300	310	300		
6(Но=5,35)		340	310	300	290	270	250	310	300	310	300		
10(Но=8,9)		320	300	275	-	-	250	300	290	300	290		
21(Но=14,3)		280	260	250	-	-	225	290	280	-	-		
32(Но=21,4)		260	240	250	-	-	200	280	270	-	-		
Скорость фильтрования воды нормальная и максимальная (последняя кратковременная) (м/ч) при общем солеобдержании исходной воды (мг/л)	мг-экв/л												
3(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	15-30	15-30	30-60	20-4	20-40	20-40	20-40		
10(Но=8,9)		15-30	15-30	30-60	-	-	30-60	15-30	15-30	15-30	15-30		
21(Но=14,3)		10-20	10-20	25-30	-	-	30-60	10-20	10-20	-	-		
32(Но=21,4)		5-10	5-10	20-40	-	-	30-60	5-10	5-10	-	-		
Сопротивление фильтров, м вод.ст., при фильтровании через них воды со скоростью до 80 (для водород-катионитных фильтров второй ступени до 60) (мг/л)	м/ч												
50		15-18	9-10	15	-	-	15	18	18	18	18		
40		13-14	8-9	14	13-14	9-9	14	13-14	8-9	13-14	8-9		

Показатели	Единица измерения	Натрий-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры с "голодной" регенерацией		Фильтры для местного водоразлива натрий-катионитной воды	
		первой ступени		второй ступени	первой ступени		второй ступени	Сульфуголь		Сульфуголь	
		Сульфуголь			Сульфуголь			Сульфуголь		Сульфуголь	
		мелкий	крупный	крупный	мелкий	крупный	крупный	мелкий	крупный	мелкий	крупный
30		10-II	6-7	13	10-II	6-7	13	10-II	6-7	10-II	6-7
20		8-9	5-6	12	8-9	5-6	-	8-9	5-6	8-9	5-6
10		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 100%-ной серной кислоты на регенерацию водород-катионитных фильтров (г/г-экв) при общем содержании воды (менее)	кг-экв/л										
3(No=2,5)		110	110	250	75	75	70	49	49	49	49
6(No=5,35)		120	120	300	160	160	70	49	49	49	49
10(No=8,9)		130	130	350	225	225	70	49	49	49	49
21(No=14,3)		140	140	400	-	-	70	49	49	49	49
32(No=21,4)		150	150	500	-	-	70	49	49	49	49
Крепость регенерационного раствора	%	5-8	5-8	8-12	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Скорость фильтрования регенерационного раствора через сульфуголь	м/ч	3-4	3-4	4-5	10	10	10	10	10	10	10
Взрыхление сульфуголя перед регенерацией											
Интенсивность	л/(с·м <sup>2</sup> )	2,8	3,0	3,0	2,8	2,8	3,0	2,8	3,0	2,8	3,0
длительность	мин	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Скорость фильтрования осветленной отмывочной воды через сульфуголь после регенерации	м/ч	6-8	6-8	6-8	10	10	10	10	10	10	10
Удельный расход осветленной воды на отмывку	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	4	4	4	5	5	10	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 сульфуголя без использования отмывочной воды для взрыхления	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	5,8	5,8	6,5	7,3	7,8	13	7,8	7,8	7,5	7,8
для взрыхления с использованием воды		5	5	5	7	7	12	7	7	6,7	6,7

Продолжение табл.54

Показатели	Едини- ца изме- рения	Натрий-катионитные фильт- ры			Водород-катионитные фильтры			Водород-катионитные фильтры с "голодной" регенерацией		Фильтры для совмест- ного водород-натрий- катионирования	
		первой ступени		второй ступени	первой ступени		второй ступени	Сульфуголь		Сульфуголь	
		Сульфуголь			Сульфуголь						
		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 набулкой		20-30	20-30	20-30	-	-	-	-	-	-	-
то же с учетом годового износа сульфо- угля до 12%		60-70	60-70	60-70	-	-	-	-	-	-	-
по схеме натрий-катионирования с пред- варительным известкованием		40-45	40-45	40-45	-	-	-	-	-	-	-
то же при подкисливании известковой зды с учетом годового износа суль- фугля до 12%		60-70	60-70	60-70	-	-	-	-	-	-	-

Т а б л и ц а 55

## Расход реагентов при аммоний-натриевом катионировании воды

Схема обработки воды	Расход сульфата аммония $\text{NH}_4$				Расход поваренной соли $\text{Na}$			
	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 <sup>3</sup>	г/г-экв	кг/м <sup>3</sup>	г/г-экв	кг/м <sup>3</sup>	г/г-экв	кг/м <sup>3</sup>
Параллельная:								
$\text{NH}_4$ - фильтра	200	80	140	56	-	-	-	-
$\text{Na}$ - фильтра	-	-	-	-	200	70	140	49
Совместная								
$\text{NH}_4$ - $\text{Na}$ - фильтры	200 $\frac{\text{а.р.б.}}{100}$	80 $\frac{\text{а.р.б.}}{100}$	140 $\frac{\text{а.р.б.}}{100}$	56 $\frac{\text{а.р.б.}}{100}$	200 $\frac{\text{а.р.б.}}{100}$	70 $\frac{\text{а.р.б.}}{100}$	140 $\frac{\text{а.р.б.}}{100}$	49 $\frac{\text{а.р.б.}}{100}$

Таблица 56

## Расчетные технологические показатели анионитных фильтров

Показатели	Единицы 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	1,5	1,5
Насыпная масса воздушно-сухого анионита	т/м <sup>3</sup>	0,72-0,75	0,70-0,74	0,70-0,74
чабухшего анионита		0,8	0,74	0,74
Коэффициент набухания		2	1	1
Удельный расход $NaOH$	г/г-экв	55-70	Определяется по Справочнику химико-энергетика. П. (М., изд. 1971)	
Расход 100%-ного $NaOH$ на 1 м <sup>3</sup> ионита	кг	50	80-120	120
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	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	20	12	12
Скорость пропускания регенерационного раствора через анионит	м/ч	5-8	5-8	5-8

Показатели	Единица измерения	Фильтр первой ступени (анионит АВ-31)	Фильтры второй ступени (анионит АВ-17-8)	
			Анионит применяется для поглощения всех кислот	Анионит применяется для поглощения $SiO_2$ и остаточес $CO_2$
Взрыхление анионита перед регенерацией				
интенсивность	л/(с·м <sup>2</sup> )	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 пропускса частично-обессоленной и декеробизированной воды для отмывки анионита	м/ч	10-12	10-12	10-12
Максимальная температура обработки взмозой воды	°С	25-30	35-40	20

Т а б л и ц а 57

Технические характеристики фильтров ионообменных параллельно-точных первой ступени

Показатели	Единица измерения	Тип фильтра									
		ФИПа-I-0,7-6	ФИПа-I-1,0-6	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:	кго/см <sup>2</sup>										
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 <sup>2</sup>	0,38	0,8	0,8	1,78	0,8	1,78	3,14	5,3	7,1	9
Диаметр фильтра	мм	700	1000	4000	1500	1000	1500	2000	2600	3000	9,1
Высота фильтрующего слоя	м	2	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5
Объем фильтрующей загрузки	м <sup>3</sup>	0,76	1,6	1,6	3,56	1,6	3,56	7,85	13,25	17,75	22,75
Масса сульфогля или катионита КУ-2 при $\gamma = 0,7$	т/м <sup>3</sup>	0,5	1,1	1,1	2,5	1,1	2,5	5,5	9,3	12,4	16
Количество щелевых колпачков в фильтре:	шт.										
рабочих		20	60	32	80	32	80	-	-	-	-
запасных		5	12	7	16	7	16	-	-	-	-
Удельное давление на фундамент	кго/см <sup>2</sup>	~3	4	6,9	6,9	6,5	6,9	6	6,6	7,9	6,6
Масса:	т										
конструкции фильтра		0,598	1,015	0,972	1,616	0,969	1,608	2,590	4,310	5,260	7,460
арматуры фильтра		0,025	0,099	0,115	0,185	0,08	0,165	0,116	0,3	0,34	0,45
нагрузочная		~2,1	5,3	5	10	5	10	15	27	41	47

Технические характеристики фильтров ионообменных параллельно-точных второй ступени

Показатели	Единица измерения	ХВ-041-1	ХВ-041-2	ХВ-043-1	ХВ-043-2	ФИПа-П-2,0-6	ФИПа-П-2,6-6	ФИПа-П-3,0-6
Давление:								
рабочее	кгс/см <sup>2</sup>	6	6	6	6	6	6	6
гидравлическое		9	9	9	9	9	9	9
Площадь фильтрования	м <sup>2</sup>	0,8	1,78	0,8	1,78	3,14	5,3	7,1
Диаметр фильтра	мм	1000	1500	1000	1500	2000	2600	3000
Высота фильтрующего слоя	м	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Объем фильтрующей загрузки	м <sup>3</sup>	1,2	2,7	1,2	2,7	4,7	8	10
Масса сульфогля или катионита КУ-2 при $\gamma = 0,7$ г/м <sup>3</sup>	т	0,84	1,9	0,84	1,9	3,3	5,6	7,5
Количество щелевых колпачков в фильтре:	шт.							
рабочих		68	176	68	176	-	-	-
аваронных		14	35	14	35	-	-	-
Удельное давление на фундамент	кгс/см <sup>2</sup>	4,6	5,3	4,6	5,3	5,1	4,9	5,7
Масса:	т							
конструкции фильтра		0,883	1,528	0,880	1,514	2,116	3,757	4,785
арматуры фильтра		0,143	0,24	0,115	0,211	0,281	0,375	0,669
нагрузочная		3,5	7,5	3,5	7,6	13,1	20	30

Т а б л и ц а 59

## Оборудование для приготовления и хранения реагентов

Шифр	Рабочее давление. кгс/см <sup>2</sup>	Объем аппарата, м <sup>3</sup>	Габаритные размеры		Масса конструк- ции, кг	Завод-изготовитель
			Диаметр, мм	Длина (вы- сота), мм		
Мешалки для реагентов						
Гидравлические для кислых реагентов						
МК-1	Атмосферное	1	1200	1710	278	Татарский "Крас- ный котельщик"
МК-2	То же	2	1600	1926	355	То же
Циркуляционные для известкового молока						
М-4	- " -	4	1600	2900	531	- " -
М-8	- " -	8	2000	3800	1420	- " -
М-14	- " -	14	2600	4600	2180	- " -
Механические для известкового молока						
ММ-8	- " -	8	2000	4180	2623	- " -
ММ-16	- " -	16	2600	4720	3995	- " -
ММ-25	- " -	25	3000	5325	6112	- " -
ММ-40	- " -	40	3400	6270	8024	- " -

Продолжение табл. 59

Шифр	Расчетное давление, кгс/см <sup>2</sup>	Объем аппарата, м <sup>3</sup>	Габаритные размеры		Масса конструк- ции, кг	Завод-изготовитель
			Диаметр, мм	Длина (вы- сота), мм		
	Баки для хранения реагентов					
	Для хранения крепкой серной кислоты					
БК-15	6	15	2000	5800	3260	Таганрогский "Крас- ный котельщик"
	Для хранения едкого щелочи					
БЕ-30	6	30	2600	6050	4840	То же
	Для хранения серной кислоты и мелочи					
-	8 и вакуум	16	2000	5390	4365	- " -
-	- " -	32	2600	6170	8615	- " -
-	- " -	40	2600	-	-	- " -
	Бак-вытеснитель крепкой серной кислоты					
К-281536	6	0,5	806	1450	273	Бийский котельный
УВ-190	6	1,5	1016	-	507	То же

Т а б л и ц а 50

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

Характеристика насосов	Единица измерения	Тип насоса						
		НД $\frac{25}{40}$	НД $\frac{40}{25}$	НД $\frac{63}{16}$	НД $\frac{100}{10}$	НД $\frac{160}{10}$	НД $\frac{400}{10}$	НД $\frac{630}{10}$
Производительность	л/ч	25	40	63	100	160	400	630
Давление максимальное	кг/м <sup>2</sup>	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

Т а б л и ц а 61

## Теплообменники и подогреватели

Наименование	Поверхность нагрева, мм	Производительность, т/ч	Масса баа 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

Т а б л и ц а 62

Подогреватели баков для реагентов, работающие при давлении 6 кг/см<sup>2</sup>

Тип	Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	Диаметр трубки внешнего, мм	Масса конструкции, 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 осадкостворители В-7075/С; К-1В8810/С; К-181В99/А. Технические характеристики которых приведены в табл. 63.

3.49. В ряде случаев возможно применение для приготовления растворов соле-растворителей (табл. 63).

Т а б л и ц а 63

Технические характеристики соле-растворителей

Наименование	Единица измерения	В-7075/С	К-188а 10/С	К-181899/А
Давление:	кгс/см <sup>2</sup>			
рабочее,		6	6	6
гидравлическое		9	9	9
Площадь фильтрования	м <sup>2</sup>	0,16	0,3	0,8
Диаметр соле-растворителя	м	0,45	0,5	1
Высота фильтрующего слоя:				
фракций кварца	мм			
5-10		0,2	0,2	0,2
2,5-5		0,1	0,1	0,1
1-2,5		0,2	0,2	0,2
фракций антрацита	мм			
0,5-1		0,5	0,5	0,5
Фильтрующий материал, загруженный в соле-растворитель:				
объем	м <sup>3</sup>	0,08	0,15	0,4
масса кварца, $\gamma = 1,6$	кг	130	240	640
антрацита $\gamma = 0,8$	кг	65	120	320
Полезная емкость соле-растворителя	л/м <sup>3</sup>	0,1	0,2	0,5
Удельное давление на фундамент	кгс/см <sup>2</sup>	10	~ 3	2
Масса конструкции соле-растворителя	т			
без арматуры		0,152	0,260	0,595
с арматурой соле-растворителем		0,012	0,095	0,166
нагрузочная		0,5	1,2	3,0

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

Т а б л и ц а 64

Производи- тельность, м <sup>3</sup> /ч	Диаметр внутрен- ний, мм	Площадь попереч- ного сече- ния, м <sup>2</sup>	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Масса, кг, при высоте, м			
				4,5	4,8	5,1	5,4
15	565	0,25	375	0,9	0,9	1	1
25	730	0,42	625	1,3	1,4	1,4	1,5
50	1030	0,83	1250	2,2	2,4	2,6	2,7
75	1260	1,25	1880	3,3	3,5	3,7	4
100	1460	1,67	2500	4,3	4,6	4,9	5,2
125	1630	2,08	3100	5,4	5,8	6,2	6,5
150	1790	2,50	3750	6,5	7	7,5	8
200	2060	3,33	5000	8,4	9	9,6	10,2
250	2315	4,20	6250	10,6	11,3	12,1	12,8
300	2520	5,00	7500	12,5	13,4	14,3	15,2

3.51. С целью предотвращения коррозии трубопроводов и арма-  
туры рекомендуется производить деаэрацию воды. Основное оборудова-  
ние для деаэрации воды приведено в табл. 65-67.

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

Т а б л и ц а 65

Дезаэраторы 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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	2	2	2	2	2	2	2	2
Допускаемое повышение давления при работе защитного устройства	кгс/см <sup>2</sup>	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-3	ОВВ-3	ОВВ-3	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

Наименование	Единица измерения	Типоразмер							
		5	15	25	50	75	100	150	200
Регулирующий клапан на воде	-	6С-2-1	6С-2-1	6С-2-1	6С-2-1	6С-2-2	6С-2-2	6С-1-2	6С-1-2
Регулирующий клапан на паре	-	9С-2-3	9С-2-3	Т-346	Т-356			Т-366	

Т а б л и ц а 66

Двевратные атмосферные смешивающие барботажные типы  
ДСА (ГОСТ 16860-71)

Техническая характеристика	Единица измерения	Типоразмер											
		1	3	5	10	15	25	50	75	100	150	200	300
Пропускная способность	м <sup>3</sup> /ч	1	3	5	10	15	25	50	75	100	150	200	300
Абсолютное давление в двеврате	кгс/см <sup>2</sup>						1,2						
Допускаемое повышение давления при работе внешнего устройства	кгс/см <sup>2</sup>						0,7						
Геометрические размеры двевратов:	мм												
длина		1300	1300	4800	5046	6504	6504	6504	8550	12050	9350	13612	13612
ширина		1200	1200	1600	2200	2200	2400	2400	2400	2400	3200	3200	3400

продолжение табл. 66

Техническая характеристика	Единица измерения	Типоразмер											
		I	3	5	10	15	25	50	75	100	150	200	300
Высота		1665	2105	2709	3155	3155	3800	3755	3900	3987	5028	5040	5040
Масса деаэратора в сборе	т	0,63	1,0	2,58	3,79	4,26	5,71	6,07	7,95	10,08	13,08	17,84	18,0

Т а б л и ц а 67

Деаэраторы бесколочковые барботажные

Техническая характеристика	Единица измерения	Производительность, т/ч			
		10	25	50	75
Избыточное давление	кгс/см <sup>2</sup>	0,5			
Поверхность нагрева:	м <sup>2</sup>				
теплообменника		8	20	40	60
охлаждителя		0,5	1	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 бесколочковые барботажные изготавливаются Красносельским литейно-механическим заводом (Ленинградская область).

## Дезаэрационно-питательные установки

Наименование установок	Тип дезаэра- тора	Производи- тельность, т/ч	Тип насосов
ПДУ-1	ДСА-5	5	ПДГ-6/20А
ПДУ-2	ДСА-15	15	ПДВ-25/20А
ГСДУ-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

П р и м е ч е н и е. 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. Не действующих котельных вышедших из строя приборы, датчики, регуляторы во избежание аварий и неэкономичного 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-

## Система автоматического регулирования "Кристалл"

Технические характеристики	Элементы системы								
	Транзисторный усилитель <sup>1</sup>		Гидравлический исполнительный механизм <sup>2</sup>		Редукционный клапан <sup>3</sup>	Блок изодромной обработки связи <sup>4</sup>	Сигнальный магнитный реверсивный контактор	Щит	
	УТ	УТ-ТС	ГИМ	ГИМ-ИИ ГИМ-Д2Н	РК-2	БИОС-М	СКРО-66	Щ-К1 <sup>5</sup> , работающий на твердом топливе	Щ-К2 <sup>6</sup> , работающий на жидком топливе
Назначение	Для суммирования и усиления электрических сигналов переменного тока, поступающих от датчиков		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 электрохимического исполнительного механизма	
Применение	Усиление сигналов до величины, необходимой для управления электрогидравлическим реле или магнитным пускателем							Для автоматического регулирования, теплотехнического контроля, сигнализации и дистанционного управления	
Напряжения, В:	В системах автоматического регулирования:		С усилителями УТ и УТ-ТС		С гидравлическими исполнительными механизмами	С усилителями УТ и УТ-ТС	-	Котлоагрегаты ДКВр-2,5-ДКВр-20	
световое	220	220	-	-	-	-	-	твердое топливо	жидкое и газообразное топливо
выходное	24 (постоянного тока)	-	-	-	-	-	-	-	-
аварийное	-	-	-	-	-	-	-	На втягивающих катушках 24 постоянного тока или 220 переменного тока, коммутируемое напряжение 380/220В током 2,5 и 5 А	220  24

Продолжение табл.69

Технические характеристики	Элементы системы								
	Транзисторный усилитель <sup>1</sup>		Гидравлический исполнительный механизм <sup>2</sup>		Редукционный клапан <sup>3</sup>	Блок изохромной вращающей связи <sup>4</sup>	Сигнальный магнитный резервный контактор	Щит	
	УТ	УТ-ТС	ГИМ	ГИМ-ИИ ГИМ-Д2И	РК-2	БИОС-М	СКРО-66	Щ-К1 <sup>5</sup> , работающий на твердом топливе	Щ-К2 <sup>6</sup> , работающий на жидком топливе
Мощность, В·А, Вт:									
потребляемая	20	-	-	-	-	-	4	-	-
выходная	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Габаритные размеры, мм (высота × ширина × глубина)	240×120×345	490×380×370	550×380×370	185×120×120	200×307×216	270×220×96	-	2200×600×600	
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°С, с платиновым термометром сопротивления градуировки 21 составляет 1,5°С.

2. Гидравлический исполнительный механизм содержит электрогидравлическое реле и гидравлический сервомотор. Давление воды перед электрогидрореле 1,1-1,6 кгс/см<sup>2</sup>. Максимальный момент на выходном валу 700 кгс·см. Время полного хода 30-75 с при давлении 1,3 кгс/см<sup>2</sup> и моменте на выходном валу 400 кгс·см. ГИМ-ИИ и ГИМ-Д2И имеют блок обратной связи, снабженный изохромным устройством с одним (ГИМ-ИИ) и двумя дифференциально-трансформаторными датчиками и одним дифференциально-трансформаторным датчиком жесткой связи (ГИМ-Д2И). Время изохрома 5-1500с. Максимальная степень связи при максимальной крутизне преобразования по каналу регулируемого параметра 100%.

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

4. Время изохрома 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.

## 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, $t = 300^{\circ}\text{C}$ . Пределы регулирования, кгс/см <sup>2</sup> : 0,15-0,65; 0,65-0,85; 0,85-1; 1-2; 2-2,5; 2,5-3,5; 3-8; 8-9,5; 9,5-13		25ч10нж	Вода, пар, воздух, нефтепродукты и другие жидкие 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, $t = 300^{\circ}\text{C}$ . Пределы регулирования, кгс/см <sup>2</sup> : 0,15-0,65; 0,65-0,85; 0,85-1; 1-2; 2-2,5; 2,5-3,5; 3-8; 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 $t = 50^{\circ}\text{C}$		25ч1нж	Жидкие среды	50	215	370	33
Клапан регулирующий с пневматическим мембранным исполнительным механизмом, фланцевый, Ру16, $t = 300^{\circ}\text{C}$ . Водостойкий, нечувствительности не	"Красный Профитерн" г. Русь-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

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Среда	Условный проход Ду, мм	Габаритные размеры, мм		Масса, кг
					длина	высота	
выше 0,02 кгс/см <sup>2</sup> . Исполнение клапанов: 25ч30нн-нормально открытый НО (воздух закрывает) и 25ч32нн-нормально закрытый НЗ (воздух закрывает). Характеристика плунжера - линейная	Киевский арматурно-механический завод			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
Клапан регулирующий с электромоторным исполнительным механизмом ПР-ГМ, фланцевый, Ру16, t = 300°C. Максимальный перепад на планеж 10 кгс/см <sup>2</sup>	Арматурный завод "Красный Проминтер" г. Гусь-Хрустальный	25ч93Инх	Пар, воздух, химические 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/см <sup>2</sup> при пропускной способности одноимпульсного регулятора питания СРР-50 30 т/ч. Неравномерность при изменении расхода не более 0,5 кгс/см <sup>2</sup>	Теплоприбор им. 50-летия СССР	ДРД	Дистилляционная вода	50	500	700	82

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/см <sup>2</sup> , на выходе от 0,005 до 0,6 кгс/см <sup>2</sup> для низкого давления и 0,6-6,0 для высокого давления. Максимальная производительность в нормальных условиях при давлении на выходе 0,01 кгс/см <sup>2</sup> для низкого и 1 кгс/см <sup>2</sup> для высокого давления и диаметре седла клапана: 35 мм - 6500 м <sup>3</sup> /ч, 50 мм - 10500 м <sup>3</sup> /ч, 70 мм - 2500 м <sup>3</sup> /ч, 105 мм - 47250 м <sup>3</sup> /ч, 140 мм - 70250 м <sup>3</sup> /ч	Саратовский э-д газовых приборов	РДУК-2 КН2 КВ2	Природный газ	50	-	-	-
				100	350	560/440 <sup>X</sup>	80
				200	600	650/690 <sup>X</sup>	300
Водосной фильтр к регулятору РДУК-2, давление на выходе 6 и 12 кгс/см <sup>2</sup>	Саратовский э-д газовых приборов и Московский э-д "Строймеханизация"	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/см <sup>2</sup> , на выходе 0,035 кгс/см <sup>2</sup> при диаметре седла 4 мм, максимальная производительность в нормальных условиях при давлении на входе и диаметре седла:	Саратовский э-д газовых приборов	РД-32М	Природный газ	32	345	225/281 <sup>X</sup>	8

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Среда	Условный проход, мм	Габаритные размеры, мм		Масса, кг
					длина	высота	
3 кгс/см <sup>2</sup> , 10 мм - 100 м <sup>3</sup> /ч, 10 кгс/см <sup>2</sup> , 6 мм - 190 м <sup>3</sup> /ч, 16 кгс/см <sup>2</sup> , 4 мм - 142 м <sup>3</sup> /ч							
Регулирующий масляный кран. Избыточное давление 6 кгс/см <sup>2</sup> . Угол поворота крана 120°. Отклонение действительного расхода от термического не более 5%. Максимальная пропускная способность при перепаде давления 1 кгс/см <sup>2</sup> и вязкости 50ВУ 0, 13-4, 35 м <sup>3</sup> /ч	Завод "Теплоприбор", г. Челябинск	КР-5	Мазут	15	90	152/155 <sup>x</sup>	45
		КР-20		15	90	152/155 <sup>x</sup>	72
		КР-60		15	90	152/155 <sup>x</sup>	102
		КР-130		25	140	200/130 <sup>x</sup>	130
Дроссельный клапан для регулирования давления греющего пара деаэраторов атмосферного типа, фланцевый, Ру2,5 t = 300°С. Длина рычага до присоединительного отверстия 204 мм. Угол поворота рычага 75°	Барнаульский котельный завод	I2ч-I-I	Пар	200	200	315	45
		I2ч-I-2		300	200	435	72
		I2ч-I-3		400	200	535	102
		I2ч-I-4		600	200	755	180
Игольчатый регулируемый клапан для охлаждающей воды РОУ, Ру64, t = 425°С. Максимальный перепад на клапане 30 кгс/см <sup>2</sup> . Присоединение к трубопроводу на сварке. Диаметр седла Б, 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		10	190	245	-
		9С-2-2		32	210	280	34
		9С-2-3		50	240	286	37

Наименование и краткая характеристика	Завод-позготовитель	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, Ру4, t = 425°C, диаметр седла 35, 130 мм, Ру100, t = 450°C, диаметр седла 65, 85, 100 мм. Присоединение к трубопроводу на сварке. Для золотникового двухседельного клапана длина рычага 600 мм, ход золотника 40 мм и постоянный нерегулируемый пропуск в пределах 6-8 мм хода заменяется поворотными клапанами	Барнаульский котельный завод	6С-1-2	Пар, вода, неагрессивные среды	150	420	648	140
		6С-1-3		200	420	673	147
		6С-1-4		250	560	822	177
		6С-1-5		300	590	522	227
		6С-2-1		80	400	527	85
		6С-2-2		100	400	527	105
		6С-2-4		150	470	648	150
		6С-2-5		200	500	673	132
		250		600	822	212	
Питательный регулируемый 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; 9,6; 26, 50 см <sup>2</sup> . Пропускная способность 6; 11,5; 33,2; 58 т/ч.	Теганрогский завод "Красный котельщик"	T-336	Питательная вода	50	225	63/236 <sup>X</sup>	37,2
		T-346		80	320	91/271 <sup>X</sup>	62
		T-356		100	350	110/410 <sup>X</sup>	101,2
		T-366		150	450	162/450 <sup>X</sup>	115
Регуляторы уровня							
Одноконтурный регулятор питания Ру40 применяется с дифференциальным регулятором давления ДРД. Пропускная способность при перепаде давления на клапане 1,5 кгс/см <sup>2</sup> 5-30 т/ч. Точность поддержания уровня ±100 мм	Завод "Теплоприбор" им. 50-летия СССР г. Улан-Удэ	ОРП-50	Питательная вода	50	670	420/540 <sup>X</sup>	54
				2550	180/460 <sup>X</sup>	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, $t = 350^{\circ}\text{C}$	Таганрогский завод "Красный котельщик"	T-2I-1	Вода	80	798	485/752 <sup>х</sup>	218,2
		T-2I-2		100	808	485/781 <sup>х</sup>	224,2
		T-22-1		80	798	485/752 <sup>х</sup>	218,2
		T-22-2		100	808	485/781	224,5
Чугунный регулятор уровня для установления непосредственно из сосудах Ру10, $t = 500^{\circ}\text{C}$	Таганрогский завод "Красный котельщик"	T-39	Вода	50	795	460	21,9
		T-40		80	780	470	34,0

<sup>х</sup> 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	
РПМБ-Ш, РПМБ-IV	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 резистивными или ферродинамическими датчиками, а также от прочих первичных приборов, развивающих на входе сигнал переменного тока 50 Гц, синфазный со стабилизированным напряжением питания регулирующего прибора. Сочетание видов приборов с индукционными или дифференциально-трансформаторными датчиками не рекомендуется
РПМБ-Т	Регулирование температуры любых сред при условии ее изменения с помощью терморпары	Постоянный	I	Терморпары с электродами "хромель-копель"	Прибор может работать от терморпар любой стандартной градуировки и прочих первичных приборов, развивающих

Тип прибора	Рекомендуемая область	Расход тока входного сигнала	Первичные приборы		Примечание
			максимальное количество	основные виды	
РПМБ-Т2	Регулирование температуры $t$ любых сред при условии ее измерения с помощью термореза 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 термощвой	Постоянный Переменный 50 Гц	1 2	Термореза с электродами "хромель-копель" с индукционными датчиками МЭТА или дифференциально-трансформаторными датчиками завода "Манометр"	на выходе малый постоянный ток. Допускается последовательное включение с обычной терморезой "скоростной терморез"
РПМБ-С	Регулирование температуры $t$ любых сред при условии ее измерения с помощью стандартного электротермометра сопротивления	Переменный 50 Гц		Стандартный электрический медный термометр сопротивления типа ТЕМ-Х	Прибор может работать с любыми стандартными электротермометрами сопротивления

Тип прибора	Рекомендуемая область	Расход тока входного сигнала	Первичные приборы		Примечание
			максимальное кодирование	основные виды	
РПИВ-ЭС	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, измеренных термометрами сопротивления	Переменный 50 Гц	2	любые стандартные электротермометры сопротивления	См. примечание к прибору РПИВ-С
РПИВ-ШИ	Обеспечение прерывистого управления насосами-дозаторами реактивов химводоочистительных установок	То же	3	То же, что и для РПИВ-И	См. примечание к прибору РПИВ-Ш. Диапазон изменения периода выходного сигнала при средней связности 50-1000. Диапазон изменения связности при 100%-ном входном сигнале 0,7-0,9
РПИВ-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 релаксационными датчиками

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

Т а б л и ц а 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 <sup>2</sup> , $t = 200^{\circ}\text{C}$ , напряжение 220 В, частота 50 Гц, потребляемая мощность 30 Вт.	Московский завод "Нефтегазавтоматика"	СПУ	Датчик 670x175x30 Релейный блок 335x225x215	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 500 мм. Диаметр условного прохода Ду40	"Теплоприбор" г. Улан-Удэ	СПУ-25 СПУ-64	Р75 1220x295x325  Р64 1220x295x345	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 <sup>2</sup> , $t = 200^{\circ}\text{C}$ . Длина импульсных линий 4-20 м. Напряжение питания 24 В	Опытный завод "Нефтегазавтоматика" г. Бугульма	СУВ-1	387x346x387	55
Сигнализатор давления для фиксации уменьшения или увеличения давления или разрежения неагрессивного газа. Диапазон настройки по давлению 10-100 кгс/см <sup>2</sup> , зона возврата до 1 кгс/см <sup>2</sup> . Давление среды до 300 кгс/см <sup>2</sup> .	Московский "Тепловой автоматика"	СПД-1	320x218	5,5

Продолжение табл. 72

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Габаритные размеры, мм	Масса кг
<p>Автомат защиты от повышения давления в точке. Максимальное давление 200 кгс/м<sup>2</sup>. Диапазон настройки по давлению срабатывания 50-150 кгс/м<sup>2</sup>. Напряжение постоянного тока 220 В. Максимальная разрывная мощность контактов 20 Вт.</p>	<p>Московский "Теплосвой автоматики"</p>	<p>АЦТ</p>	<p>244x218x236</p>	<p>5</p>
<p>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.рт.ст. - 3; 2-8; 5-20 кгс/см<sup>2</sup>. 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/см<sup>2</sup>. Разрывная мощность контактов реле: до 50 Вт, 220 В постоянного тока; до 150 Вт, 380 В переменного тока.</p>	<p>Тарусский приборостроительный</p>	<p>РД-12</p>	<p>155x93x52</p>	<p>0,9</p>
<p>Комбинированное реле для автоматического управления и защиты по температуре и давлению с чувствительными элементами и контактными устройствами. Диапазон настройки: по температуре 30-165°C, по давлению 0,25-4 кгс/см<sup>2</sup>. Количество чувствительных элементов от 1 до 4, максимальная температура чувствительного элемента 110°C, максимальное давление 6 кгс/см<sup>2</sup>. Нерегулируемая разность: по температуре <math>t \leq 3^\circ\text{C}</math>, по давлению <math>P &lt; 0,25</math> кгс/см<sup>2</sup>. Максимальная сила тока 2,5 А при напряжении постоянного тока 24 В. Разрывная мощность контактов 60 Вт. Длина термобаллона 4 м.</p>	<p>То же</p>	<p>КР-1 КР-2 КР-3 КР-4</p>	<p>220x103x63 225x124x85 212x132x77 212x172x75</p>	<p>2 2,5 4,5 5,5</p>

Наименование и краткая характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
<p>Автомат контроля пламени для применения в схемах защиты и сигнализации при потасении факела газов в топках котлов малой производительности. Напряжение питания 220 В переменного тока, потребляемая мощность 35 В·А. В комплект входят следующие приборы:</p>	<p>Московский "Тепловой автоматики"</p>	<p>АКП-I</p>	<p>296x200x153</p>	<p>6</p>
<p>1. Автомат контроля пламени двоянный - 1 шт. Максимальное количество подключаемых к прибору чувствительности элементов - 2 шт. Длительно пропускаемый через контакты реле ток <math>\leq 5</math> А. Монтаж настенный на вертикальной плоскости</p> <p>2. Контрольный электрод диаметром 80 мм - 2 шт. Температура контролируемого факела газов до 1600°C</p>				
<p>Автоматический газовый электрзапальник для применения в схемах автоматического дистанционного разжига одновременно двух горелочных устройств (газовых горелок, масляных 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 1-5 кгс/м<sup>2</sup>. Температура в зоне стабилизатора пламени запальника 700-900°C. В комплект электрзапальника входят следующие приборы:</p>	<p>Московский "Тепловой автоматики"</p>			

Наименование и кратко характеристика	Завод-изготовитель	Условное обозначение	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
1. Электрозепальный (шириной 150 и высотой 180 мм) 2 шт. на давление газа 100-5000 кгс/м <sup>2</sup>		ЭЗ	Длина электрозепального 500, 800, 1400, 2000	9,3 10 11,5 15
2. Клапан электромагнитный газовый - I шт., напряжение питания 220 В. Потребляемая мощность 80 В·А. Диаметр условного прохода Ду10		КГ-10	135x135x122	2,5
3. Трансформатор зажигания - 2 шт. Напряжение питания 220 В. Потребляемая мощность $M \leq 100$ В·А		ТЗ-2	296x150x158	4,6
4. Автомат контроля пламени двойной - I шт.		АКП-II	296x200x158	6
5. Фотоэлектрический датчик. Интегральная чувствительность 90-260 мк·А/лм.		ФД	106x106x125	0,7
6. Контрольный электрод диаметром 80 мм - 2 шт.		КЭ	Длина электрода 340, 540, 800, 1500	0,9 1,2 1,6 2,0
Зепально-защитное устройство. Напряжение питания 220 В. Разрывная мощность выходного реле управления прибором $M \leq 20$ В·А. Номинальная теплота сгорания газа 3500-2900 ккал/м <sup>3</sup> . Давление газа 0,1-5 кгс/см <sup>2</sup> . Потребляемая мощность 0,3 кВт. Температура окружающей среды при относительной влажности 80% 5-40°C	Фильмеринг г.Тольятти	ЗЗУ-I ЗЗУ-3 ЗЗУ-4 ЗЗУ-6 ЗЗУ-7 ЗЗУ-8 ЗУ-I	- - - - - - -	15,5 20-34 24-39 20-26 19 280 2,1

измерительные и регулирующие приборы и системы автоматики, соответствующие виду топлива. При этом необходимо одновременно проводить подготовку обслуживающего персонала котельной, укомплектовать 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, количество — 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, масляные 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 5 $d$ .

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 расхода, а также суммирования других параметров с приборами частотной

## Характеристика манометров

Тип	Верхний предел измерения	Статистическое давление, кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности	Дополнительные устройства	Габаритные размеры
Поплавковые показывающие					
ДП-780Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 1 кгс/см <sup>2</sup>	250	I,0; I,5	-	562+439x417x568+922
ДП-781Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 1 кгс/см <sup>2</sup>	250	I,0; I,5	И	315x325x734+1450
ДП-78Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 1 кгс/см <sup>2</sup>	250	I,0; I,5	С	315x325x734+1450
ДП-787Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 1 кгс/см <sup>2</sup>	250	I,0; I,5	Ш	315x325x734+1450
ДПМ-780Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 1 кгс/см <sup>2</sup>	2,5	I,0; I,5	-	315x325x734+1450
Поплавковые скомпонованные с дисковой диаграммой					
ДП-710чР	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,63; 1 кгс/см <sup>2</sup>	250	I	-	562+439x417x568+922
ДП-710Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 1 кгс/см <sup>2</sup>	250	I	-	562+439x417x568+922
ДП-712Р	630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,63; 1 кгс/см <sup>2</sup>	250	I	И	315x325x734+1450

Тип	Верхний предел измерения	Статическое давление, кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности	Дополнительные устройства	Габаритные размеры
ДПМ-10ЧР	63; 100; 160; 250; 400 кгс/см <sup>2</sup>	2,5	I; I,5	-	562±439х417х568±922
ДПМ-710Р	63; 100; 160; 250; 400 кгс/м <sup>2</sup>	1,5	I; I,5	-	562±439х417х568±922
Мембранные бесшкальные					
ДММ-Г	63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 1 кгс/см <sup>2</sup>	6	I,6	ФП	246х288х232
ДМКК	100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600 кгс/м <sup>2</sup>	6; 10; 16	I,6	ФП и УК	386х734х324
ДМКВ	100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600 кгс/м <sup>2</sup>	6; 10; 16	I,6	ФП и УНВ	386х734х324
ДМ	160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3 кгс/см <sup>2</sup>	6,3	I; I,5	ЛТД	200х505х200
ДМ	160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3 кгс/см <sup>2</sup>	250	I; I,5	ЛТД	200х580х200
	160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 1 кгс/см <sup>2</sup>	160, 250	I,5	ФП	200х515х200

Продолжение табл. 73

Тип	Верхний предел измерения	Статическое давление, кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности	Дополнительные устройства	Габаритные размеры
ДМ-Б	16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630 кгс/м <sup>2</sup>	2,5	I; I,5	ТД	350x675x315
	16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630 кгс/м <sup>2</sup>	10	I; I,5	ТД	345x500x253
ДМ-П	10; 16; 25 кгс/м <sup>2</sup>	2,5	2,5	ПД	350x315x675
	40; 63; 100 кгс/м <sup>2</sup>	2,5	I	ПД	350x315x675
	100; 160; 250; 400; 630 кгс/м <sup>2</sup>	10	I	ПД	345x250x500
ДМ-П	630; 1000; 1600; 2500; 4000 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; I; I,6 кгс/см <sup>2</sup>	100	0,6; I	ПД	325x167x245
ДС-П	Сифонные бесшкальные 400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 2I; I,6; 2,5; 4; 6,3 кгс/см <sup>2</sup>	100; 400	0,6; I; I,5	ПД	480x225x270
	Сифонные показывающие 400; 630; 1000; 1600; 2500 кгс/м <sup>2</sup> 0,4; 0,63; 2I; I,6; 2,5; 4; 6,3 кгс/см <sup>2</sup>	100; 400	0,6; I; I,5	ТД	480x225x270
ДСП-778Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	I; I,5	С	315x355x500
ДСП-780Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	I; I,5	-	315x355x600
ДСП-781Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	I; I,5	Д	315x355x600

Тип	Верхний предел измерения	Статическое давление, кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности	Дополнительные устройства	Габаритные размеры
ДСП-787Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	I; I,5	III	315x335x600
ДСП-786Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	I; I,5	ТД	315x335x600
ДСП-778В	0,63; I; I,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	I; I,5	С	315x315x583
ДСП-780В	0,63; I; I,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	I; I,5	-	315x315x583
ДСП-781В	0,63; I; I,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	I; I,5	И	315x315x583
ДСП-787В	0,63; I; I,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	I; I,5	III	315x315x583
ДСП-786В	0,63; I; I,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	I; I,5	ТД	315x315x583
Сифонные самопишущие с дисковой диаграммой					
ДСС-710Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	I; I,5	-	315x335x600
ДСС-712Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	I; I,5	И	315x335x600
ДСС-710ЧН	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	I; I,5	-	315x335x600

Тип	Верхний предел измерения	Стат - ическое давление, кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности	Дополни- тельные устрой- ства	Габаритные размеры
ДСС-710В	0,63; 1; 1,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	1; 1,5	-	315x315x588
ДСС-712В	0,63; 1; 1,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	1; 1,5	И	315x315x588
ДСС-710ЧВ	0,63; 1; 1,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	1; 1,5	-	315x315x588
ДСС-734Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	1; 1,5	Д	315x335x600
ДСС-734ЧН	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	1; 1,5	Д	315x335x600
ДСС-732Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	1; 1,5	И, Д	315x335x600
ДСС-712Н	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	4	И, Д и УК	315x335x600
ДС-71ПР-1	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 кгс/см <sup>2</sup>	160	1; 1,5	ПР	315x335x600
ДСС-734В	0,63; 1; 1,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	1; 1,5	Д	315x315x588
ДСС-734ЧВ	0,63; 1; 1,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	1; 1,5	Д	315x315x588
ДСС-732В	0,63; 1; 1,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	1; 1,5	И и Д	315x315x588
ДСС-712В	0,63; 1; 1,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	4	И, Д и УК	315x315x588
ДС-71ПР-2	0,63; 1; 1,6 кгс/см <sup>2</sup>	320	1; 1,5	ПР	315x315x588

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 - токовый датчик; Д - дополнительная запись давления; ПР - пневматический регулятор

системы использует сумматоры СЧ, СЧН, СЧ-У, С и интеграторы. Интеграторы выпускают самопишущими (ИЧС), показывающими (ИЧП); в 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 оальфонный (поплачковый, колокольный мембранный), показывающий (бесшкальный, самопишущий), с преобразователем (ферродинамическим, дифтрансформаторным, частотным).

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

5.7. При заказе вторичных приборов рекомендуется пользоваться следующим описанием:

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

тип выходного преобразователя .....

регулирующее устройство .....

дополнительное устройство .....

шкала .....

время прохождения отрезка 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 чувствующих устройств (диафрагмы и сопл) производится по следующим формулам.

## Приборы дифференциально-трансформерной системы

Тип, число точек измерения $n$ , время компенсации 100% шкалы $T, c$	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
<b>Самопишущие с ленточной диаграммой</b>		
КСДИ $n = 1$ $T = 5$	-	ЧП
	Т	ЧП
	Т	ФП
	-	ФП
	-	ПТН
	Т	ПТН
	-	ПП
	-	ДП
	Д	ДПД
	Д	-
	РЗ100	-
	РЗ100	ДПД
ДирЗ100	ДПД	
ДирЗ100	-	
<b>Самопишущие с круглой диаграммой</b>		
КСДВ $n = 1$ $T = 5; 16$	-	ФП
	-	ПП
	-	ЧП
	Д	ЧП
	Д	-
	РЗ100	-
	РЗ100	ЧП
	РЗ20	ЧП
	РЗ20	-
	ПР	-
	ПР	ЧП
<b>Пискающие</b>		
КСДИ $n = 1$	-	ЧП
	Т	ЧП

Тип, число точек и мощность генератора $n$ Время коммутации 100% шкалы $T, c$	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
$T = 5$	Т	ФП
	Т	
	Т	ДПП
	Т и РЗ100	ДПП
	Т и РЗ100	-
КСД2	Т23	-
$n = 1$	Т23	ПП
$T = 10$	Т23	ЧП
	Т23	ПТН
	Т23	ДПП
	-	ДПП
	РЗ100	-
	РЗ100	ДПП
	РЗ100 и Т23	ПП
	Р100 и Т23	-
	-	ФП
	-	ПТН
	Т	ПТН
	Т	ПП
	-	ПП
	-	ДПП
	Д	ДПП
	Д	-
	РЗ100	-
	РЗ100	ДПП
	Д и РЗ100	ДПП
	ТН, РЗ100	ДПП
	Т и РЗ100	-
	С	-

Условия обозначения: Т - трехпозиционное; Д - двухпозиционное; РЗ100 - реостатный задатчик с зоной пропорциональности 100%; Т23 - трехпозиционное с двумя указателями задатчи; ПР - пневматический регулятор; С - сигнальное устройство; РЗ20 - 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

## Приборы ферродинамической системы

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
<b>Самопишущие с ленточной диаграммой</b>		
В4С-40000	С	-
	2С	-
В4С-41000	-	ФП
	С	ФП
	2С	ФП
В4С-40000	-	СП
	С	СП
В4С-40100	2С	СП
	-	ЧП
В4С-40100	С	ЧП
	2С	ЧП
	-	ЧП и ПП
В4С-40100	С	ЧП и ПП
	2С	ЧП и ПП
	-	ЧП и ПП
<b>Самопишущие с дисковой диаграммой</b>		
КС48	-	ФП
	-	ЧП
	-	ПП
	Р320	-
	Р3Т00	-
	Д и Т	-

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
	Покрывающие	
ВФФ-20000	-	-
	С	-
	2С	-
ВФП-44000	-	ФП
	С	ФП
	2С	ФП
ВФС-ФПССО	-	ПП
	С	ПП
	2С	ПП
В4С-44400	-	Два ФП
	С	Два ФП
	2С	Два ФП
В4С-ФФГОС	-	ФП и СП
	С	ФП и СП
	2С	ФП и СП
В6С-ФФГОС	-	ФП и ЧП
	С	ФП и ЧП
	2С	ФП и ЧП
В4С-ФПССО	-	ФП и ПП
	С	ФП и ПП
	2С	ФП и ПП
В4С-4ПСОС	-	СП и ПП
	С	СП и ПП
	2С	СП и ПП
ВПФ-ФФ000	-	Два ФП
	С	Два ФП
	2С	Два ФП
ВФП-ФФГОС	-	ФП и ЧП
	С	ФП и ЧП
	2С	ФП и ЧП
В2П-41000	-	ПП
	С	ПП
	2С	ПП

Продолжение табл. 75

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
ВФП-ФПФФС	-	ПП и ФП
	С	ПП и ФП
	2С	ПП и ФП
ВФП-ФПФСС	-	ПП и ЧП
	С	ПП и ЧП
	2С	ПП и ЧП
ВФП-ФПССС	-	СП и ШП
	С	СП и ПП
	2С	СП и ПП
ВФП-ФФГОО	-	ЧП
	С	ЧП
	2С	ЧП
ВФП-ФФССС	-	СП
	С	СП
	2С	СП
ВФП-ФФССО	-	ФП и СП
	С	ФП и СП
	2С	ФП и СП

П р и м о ч е н и я 1. Условные обозначения те же, что и в табл. 74.

2. При заказе вместо последних двух букв ОО в обозначении прибора пишут буквы ГО в зависимости от количества регулирующих устройств: например ВПГ-ФФГО, ВФГ-ФФГО.

Т а б л и ц а 76

## Приборы частотной системы

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
ВЧЗ-ФФФФ	Самонаводящее с ленточной диаграммой	
	-	-
	С	-
ВЧЗ-ФФСС	-	ФП
	С	ФП
Г24		

Тип	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
	2С	ФП
ВЧО-0000	-	СП
	С	СП
ВЧО-Ф000	2С	СП
	-	Два ФП
	С	Два ФП
	2С	Два ФП
	<b>Показывающие</b>	
ВЧП-0000	-	-
	С	-
	2С	-
ВЧП-Ф000	-	ФП
	С	ФП
	2С	ФП
ВЧП-0000	-	СП
	С	СП
	2С	СП
ВЧП-Ф000	-	Два ФП
	С	Два ФП
	2С	Два ФП
ВЧО-Ф000	-	ФП и СП
	С	ФП и СП
	2С	ФП и СП
ВЧО-П000	-	ПП
	С	ПП
	2С	ПП
ВЧО-ПФ00	-	ФП и ПП
	С	ФП и ПП
	2С	ФП и ПП
ВЧС-П000	-	ПП и СП
	С	ПП и СП
	2С	ПП и СП
ВЧП-С000	-	ФП и СП
	С	ФП и СП

Продолжение табл. 76

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

Т а б л и ц а 77

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

Тип, число точек измерения / $\tau$ , время компенсации 100% шкалы $T, c$	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
Самопишущие с ленточной диаграммой		
КСУГ $n = 1, \tau = 5$	-	-
	-	ЧП
	Т	ЧП
	Т	ФП
	-	ФП
	-	ПТН
	Т	ПТН
	Т	ЯП
	-	ПП
	-	ДВП
КСУГ $n = 1, \tau = 2,5; 5$	Д	ДНП
	И	-
	РЭ100	-
Г26	РЭ100	ДВ0

Продолжение табл. 77

Тип, число точек изме- рения $n$ , время компенсации 100 % шкалы $\tau, c$	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
КСУ2 $n = 3; 6; 12$ $\tau = 10$	ТРВ ТРГ ТРБТ ТРВТВ	- - - -
КСУ4 $n = 1, \tau = 1; 2; 5;$ 10	- -	ЛТН
КСУ4 $n = 3; 6 \quad I2$	- Д и Т Л и Т Д и Т - Д и РВ100 Т Т Т и РВ100 Т и РВ100 - -	- - ПТН ДПП ДПП - - ДПП ДПП - - -
КСУ2 $n = 1; 3; 6; 12$ $\tau = 2; 5; 10$	Т23 Т23 Т23 Т23	- - ПП ЧП
КСУ2 $n = 1, \tau = 10$	Т23 -	ЛТН ДПП
КСУ2 $n = 1, \tau = 2; 5; 10$	- - РВ100 РВ100 РВ100 и Т23 РВ100 и Т23	ДПП ДПП ДПП ДПП ДПП ДПП
КСУ4 $n = 1$ $\tau = 2; 5; 10$	- РВ100 РВ100 С	ДПП ДПП -

Продолжение табл. 77

Тип, число точек изме- рения $n$ , время компенсации 100 % шкалы $T_p$	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
КСУ4 $n = 3; 6; 12$ $T = 2; 5; 10$	РВ100 и С	ДПП
	ТРВТ	--
	ТРВТ и СК	--
	ДО и СО	--
	ДО и СК	--
<b>Самонаводящие с круглой диаграммой</b>		
КСУ3 $n = 1, T = 5; 16$	--	--
	--	ФП
	--	ЧП
	--	ПП
	Д	--
	РВ20	--
	РВ100	--
ИР	--	
<b>Показывающие</b>		
КПУГ $n = 1, T = 5$	--	ЧП
	Т	ЧП
	Т	ФП
	--	ФП
	--	ПТН
	Т	ПТН
	Т	ПП
	--	ПП
КПУГ $n = 1$ $T = 2; 5; 5$	Д	ДПП
	Д	--
	РВ100	--
	РВ100	ДПП
КПУГ $n = 1,$ $T = 2; 5; 5$	РВ100 и Д	ДПП
	РВ100 и Д	--
	Т	--
	Т	ДПП

Продолжение табл. 77

Тип, число точек измерения $n$ , время компенсации 100% шкалы $T, c$	Регулирующее устройство	Дополнительное устройство
	РВ100 и Т	ДПН
	РВ100 и Т	-
АСК	-	-
$n = 1, T = 2; 5; 5$	С	-
	Т	-
	ДП	-
АСК	ДЛ	-
$n = 3; 4; 8; 12$	-	-
$T = 2; 5; 5$		

У о л о в н ы е о б о з н а ч е н и я: ТРЗ - трехпозиционное с раздельной задачей на каждую точку; ТР1 - 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; ДЛ - двухпозиционное с левым контактом.

Объемный расход, м<sup>3</sup>/ч

$$Q_0 = 4 \cdot 10^3 \alpha \varepsilon \alpha' \sqrt{\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho}} = 4 \cdot 10^3 \alpha \varepsilon m D^2 \sqrt{\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho}}; \quad (48)$$

Расход по массе, кг/ч

$$Q_M = 4 \cdot 10^3 \alpha \cdot \varepsilon' \alpha'^2 \sqrt{(\rho_1 - \rho_2) \rho} = 4 \cdot 10^3 \alpha \varepsilon m D^2 \sqrt{(\rho_1 - \rho_2) \rho}, \quad (49)$$

- где  $\alpha$  - коэффициент расхода (табл. 78);  
 $\varepsilon'$  - 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  $t$ , и;  
 $\rho_1$  и  $\rho_2$  - статическое давление измеряемой среды до и после сужающего устройства, Па;

$\rho$  - плотность намеряемой среды по состоянию до сужающего устройства, кг/м<sup>3</sup>.

## 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 шумжером, а для подачи пара - паровые питательные турбинные насосы. 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 мазов, 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, толки, элорно-теплогидравлическая и контрольно-измерительная аппаратура.

Т а б л и ц а 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 диффрагмы								
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	1,013	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	—

Поправочный коэффициент

$P_1 - P_2$	$R = 1,2$			$R = 1,3$			$R = 1,4$		
	$m = 0,05$	$m = 0,4$	$m = 0,7/0,65^x$	$m = 0,05$	$m = 0,4$	$m = 0,7/0,65^x$	$m = 0,05$	$m = 0,4$	$m = 0,7/0,65^x$
	Нормализованные диффрагмы								
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 диффрагм, после черты — для нормализованных сопел;  $R$  — показатель адиабаты расширения измеряемой среды.

Т а б л и ц а 80

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

Показатели	Единица измерения	Вихревые одноступенчатые и одноступенчатые самовсасывающие					Центробежно-вихревые			
		1BC	1,5BC	2BC	2,5BC	3BC	2,5 ЦВЗ			
		1B-0,9M	1,5B-1,3M	2B-1,6M	2,5B-1,8M	3B-2,7M	0,8	1,1	1,3	1,5
Производительность	м <sup>3</sup> /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	°C		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 всасывающего	мм	25	40	40	50	70	-	-	-	-
напорного		25	40	40	50	70				

П р и м е ч а н и е. Насосы типов ВС, В и 2,5 ЦВМ изготавливаются Ливенским объединением "Ливгидрошап" и Щелковским насосным заводом.

Центробежные многоступенчатые питательные насосы типа МСТ (3МСТ-10, 4МСТ-10)  
с частотой вращения 2950 об/мин

Насосы, изготовляемые Ясногорским машиностроительным заводом	Номинальная пропускная способность м <sup>3</sup> /ч	Напор воды на I ступень м вод. ст.	Количество ступеней, шт.	Полный напор насоса, м вод. ст.	Потребляемая мощность, кВт	Тип электродвигателя	Мощность, кВт	Размеры патрубков, мм	
								всасывающего	напорного
3МСТ-10	34	23	2	15	6,6	A51-2; A052-2	7	80	80
	34	23	3	69	8,8	A52-2; A062-2	10	80	80
	34	23	4	92	13,4	A61-2; A063-2	14	80	80
	34	23	5	115	17	A62-2; A072-2	20	80	80
	34	23	6	138	20,2	A71-2; A073-2	28	80	80
	34	23	7	161	23,6	A71-2; A093-2	28	80	80
	34	23	8	184	26	A72-2; A073-2	28	80	80
	34	23	9	207	30,4	A72-2; A082-2	40	80	80
	34	23	10	230	33,7	A72-2; A082-2	40	80	80
	4МСТ-10	60	33	2	66	16,2	A62-2; A072-2	20	100
60		33	3	99	24,3	A71-2; A073-2	28	100	80
60		33	4	132	32,5	A72-2; A082-2	40	100	80
60		33	5	165	40,7	A81-2; A083-2	55	100	80
60		33	6	198	49	A82-2; A093-2	55	100	80
60		33	7	231	57	A82-2;	75	100	80
60		33	8	264	65	A82-2; A093-2	75	100	80
60		33	9	297	73	A82-2; A093-2	75	100	80
60		33	10	330	81	A91-2; A094-2	100	100	80

## 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 <sup>3</sup> /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		A2-92-2	A3-315M-2	A113-2	A3-315M-2	A113-2	APM-400	APM-400	A101-2	A113-2	A1D-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: всасывающего	мм	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200
нагнетательного		100	100	100	150	150	150	150	125	125	175

П р и м е ч а н и е. Насосы выпускаются Сумским насосным заводом.

## Центробежные горизонтальные насосы типов К и КМ

Наименование	Единица измерения	Марка насосов						
		I,5K-8/I9 I,5KM-6	I,5K3/I9a I,5KM-6a	I,5-8/I9c I,5KM-6c	2K-20/30 2KM-6	2K-20/30a 2KM-6a	2K-20/30c 2KM-6c	2K-20/18 2KM-9
Производительность	м <sup>3</sup> /ч	Производительностью до 30 м <sup>3</sup> /ч						
Полный напор	м вод.ст.	6-14	5-13,5	4,5-13	10-30	10-30	10-30	11-22
Допустимая высота всасывания	м	20,3-14	16-11,2	12,8-8,8	34,5-24	28,5-20,6	22-16,4	21-17
Допустимое давление на всесе	кгс/см <sup>2</sup>	6	6	6	6	6	6	6
Частота вращения	об/мин	2900						
Мощность на валу насоса	кВт	0,7-1,0	0,6-0,9	0,5-0,7	1,8-3,1	1,4-2,6	1,2-1,7	1,2-1,6
Коэффициент полезного действия	%	44-53	38-51,5	35-45	50,6-63,5	54,5-64,1	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	3K-6	3K-6a	4K-6	4K-6a	4K-8	4K-8a	4K-12	4K-12a	6K-8	6K-8a	6K-8c	6K-12a	6K-12	8K-12	8K-12a	8K-18
		3KM-6	3KM-6a			4KM-8	4KM-8a	4KM-12	4KM-12a				6KM-12a	6KM-12			
Производительность	м <sup>3</sup> /ч	Производительностью более 30 м <sup>3</sup> /ч															
Полный напор воды	м вод.ст.	30,6-61	27,7-56	65-117	61-108	65-112	61-104	65-112	61-100	122-198	115-184	106-170	126-182	108-165	220-330	194-300	220-330
Допустимая высота всасывания	м	58-45	47-33,5	98-72	85-64	61-45	40-36,5	40-27,5	32,5-23	36,5-28	31-24	26-18	22,5-15,5	18-14	33-25	27-20	20,7-15
Допустимое давление на всесе	кгс/см <sup>2</sup>	7-4,5	7-4,5	6,2-3,5	6,2-3,5	6-4	6-4	6,5-3,5	6,5-3,5	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
Частота вращения		до 15 2900															
Мощность на валу насоса	кВт	8,8-12,5	6,7-9	29-38,2	29,1-31	16,5-20,1	13,9-16,5	9,8-12	8-9,6	16,5-20,7	13,8-16,9	10,9-14	10-11,3	6,8-8,5	25-28,8	18,1-21,8	15,6-17,5
Коэффициент полезного действия	%	52-57	50-59	57-60	50-50	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	100	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150	200	200	200
нагнетательного		50	50	70	70	70	70	80	80	100	100	100	100	100	125	125	150

Примечания: 1. Центробежные горизонтальные насосы типов К и КМ производительностью до 30 м<sup>3</sup>/ч изготавливаются Эванским насосным заводом.

2. Центробежные горизонтальные насосы типов К и КМ производительностью более 30 м<sup>3</sup>/ч изготавливаются Китайским насосным заводом.

Т а б л и ц а 84

## Паровые питательные турбонасосы

Наименования	Единица измерения	Марки турбонасоса														
		ПТ-15-60У ПТН60-27-15	ПТ-35-30М ПТН3054-35	ПТ-29-50	ПТ-35-50	ПТ-35-50У ПТН70-60-35	ПТ-29-100	ПТ-35-100	ПТ-35-100У ПТН15-60-35	ПТ-29-200	ПТ-35-200	ПТ-35-200У	ПТ-40-20	ПТ-40-80М	ПТ-40-110М	ПТ-26-100М
Производительность насоса	м <sup>3</sup> /ч	60	30	50	50	70	100	100	115	200	200	200	20	80	102	95
Избыточное давление в патрубке:	кгс/см <sup>2</sup>	26	53	45	52	59	45	52	59	45	52	59	50	55	58	45
		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/см <sup>2</sup>	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	435	290	290	280	295
Давление отработавшего пара	кгс/см <sup>2</sup>													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 "Виргалс"			Харьковский завод "Энергомаш"						Завод "Экономизер"					

## Поршневые насосы с паровым приводом

Марка насоса	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Давление нагнетания, кг/см <sup>2</sup>	Количество двойных ходов в минуту	Наибольшая высота всасывания, м вод.от.	Избыточное давление пара, кг/см <sup>2</sup>			Допустимая температура пара, °С	Расход пара, кг/ч	
					максимальное	нормальное	отрабатываемого		нагретого	насыщенного
1. Горизонтальные двухцилиндровые для питания котлов, подачи топлива к форсушкам (ПДГ-2/20 и ПДГ-6/20), перекачки конденсата (ПДГ-6/4), пресной и морской воды, темных нефтепродуктов (мазута) температурой до 100°С и влажностью 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 кг/см <sup>2</sup> и перекачки конденсата при давлении нагнетания у насосов 4 кг/см <sup>2</sup> , пресной и морской воды, темных нефтепродуктов с температурой до 120°С и влажностью 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 <sup>Х</sup>	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-125/9	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

П р и м е ч а н и я: 1. Допустимая температура нефтепродуктов до 400°С.  
2. Насосы изготавливаются Свезским насосным заводом.

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 <sup>3</sup> /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		

П р и м е ч а н и е. Питательные насосы с плунжером типа ПМ изготавливает Свевский насосный завод.

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

Характеристика багерных насосов

Тип	Пропускатель- ность, м <sup>3</sup> /ч	Давление на входе из насо- са, МПа	Диаметр р200- черо колодез мм	Мощность Рн на валу насо- са, кВт	Мощность Рэ электродви- гателя, кВт	Число оборо- тов Пн, об/мин
3ГР-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

Т а б л и ц а 68

## Циркуляционные насосы типов НКУ и КЦ

Наименование	Единица измерения	Типоразмер					
		НКУ-90	НКУ-140	НКУ-150	НКУ-250	ЧКЦ-6	КОНКУ-7-2
Производительность	м <sup>3</sup> /ч	90	140	150	250	100	500
Развиваемый напор	м вод.ст.	38	49	35	32	84	75
Подпор на всасывающей стороне	кгс/см <sup>2</sup>	20	20	47	47	25	3-51
Избыточное давление на нагнетательной стороне	кгс/см <sup>2</sup>	23,3	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		A2-71-4	A2-81-4	A2-72-4	A2-81-4	A02-82-2	A102-4M
		A02-71-4	A02-81-4	A02-72	A02-81-4		-
Мощность	кВт	22	40	30	40	55	160
Частота вращения	об/мин	1455	1460	1455	1460	2940	1475

П р и м а ч а н и я : 1. Насосы НКУ-90, НКУ-140, НКУ-150, НКУ-250 и ЧКЦ-6 изготавливаются Катынским насосным заводом.

2. Насосы КОНКУ-7-2 изготавливаются Бердявским заводом "Южгидромаш" им. 60-летия Советской Украины.

Сетевые насосы типов СД и СЭ

Наименование	Единица измерения	Типоразмер					
		ЮСД-6	СЭ-800-55 (I2СД-9)	СЭ-800-100 (I2СД-10x2)	СЭ-1250-70 (I4СД-9)	I4СД-10x2	СЭ-2500-60 (24СД-15)
Пропускная способность	м <sup>3</sup> /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		AICB-4M	A-II-4M	A3-355M-4	A3-355M-4	A12-52-4	A3-I2-4I-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	°C				до 180°		

Примечание. Насосы типов СД и СЭ изготавливает "Днепрогидромаш" и "Сумский насосный".

Т а б л и ц а 90

## Центробежные насосы АЦНН

Наименование	Единица измере- ния	АЦНН-40		АЦНН-65		АЦНН-80	
Производительность	м <sup>3</sup> /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	36-24
Допустимая высота всасыва- ния	м	8	8	7	7	6	6
Тип электродвигателя	-	АО2-12-4	АО2-32-2	АО2-32-4	АО2-51-2	АО2-32-4	АО2-52-2
Мощность	кВт	0,8	4	3	10	3	13
Частота вращения	об/мин	1410	2870	1420	2920	1420	2920

П р и м е ч а н и е . Центробежные насосы АЦНН изготавливаются Московским заводом санитарно-оборудования № 1.

7.3. В сушильках рекомендуется использовать соорние калориферы из чугуных ребристых труб с фланцевыми соединеиями длиной I; I,5; 2 м и поверхность нагрева соответственно 2,3 и 4 м<sup>2</sup> на одну трубу (ГОСТ 1816-76) и пластинчатые калориферы марок КФ, КВ, КП.

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

Ухема монтажа труб должна определяться конструктивным оформлением сушильных устройств. Однако во всех случаях трубы необходимо обвязать 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 сушильках на специальных подвешках.

Т а б л и ц а 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	м <sup>3</sup> /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 нагнетательного	мм	150	150	200	250	200	350	400	400	250	300	300
		100	125	150	200	150	300	350	350	150	250	250
Тип электродвигателя	-	A02-82-2	A2-72-4	A2-91-4	A103-4M	A2-91-2	A0-113-4M	A103-6M	A103-6M	A0102-4M	A2-82-4	A102-4M
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

П р и м е ч а н и я. 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 - Сумокии насосным заводом, насосы 6НДв - Владивостокским заводом "Металлис".

## Конденсатные насосы типов КС и КСД

Наименование	Единица измерения	КС-10			КС-10-110			КС-20			КС-30			КС-50			КСД					
		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	м <sup>3</sup> /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: всасывающего	мм	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	100	150	150	150	200	200	300	250			
нагнетательного	мм	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		АО2-4I-2I			АО2-5I-2			АО2-5I-2			АО2-6I-2			АО2-7I-2			АО2-8I-4			АО2-9I-2		
Мощность	кВт	5,5			10			10			17			22			40			100		
Частота вращения	об/мин				200			2900			2900			2900			1450			1455		

Примечания: 1. Температура перекачиваемого конденсата до 120<sup>0</sup>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.

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

Наименование	Единица измерения	Типоразмер насосного агрегата									
		ЭМН-1	ЭМН-1/П	ЭМН-1	ЭМН-1,П	РЗ7,5	ЭМН-2	ЭМН-2/П	ЭМН-8М	ЭМН8М/П	
		Типоразмер насоса									
		РЗ-3 РЗ-3в	РЗ-3 РЗ-3б	РЗ-4,5 РЗ-4,5в	РЗ-4,5 РЗ-4,5б	РЗ-7,5	РЗ-30 РЗ-30в	РЗ-30 РЗ-30б	РЗ-60	РЗ-60	
Производительность	м <sup>3</sup> /ч	1,1	1,1	3,3	3,3	5	18(16,5)	18(16,5)	38	38	
Полный напор	м вод.ст.	145	145	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	~1450	~1450	~1450	~1450	~1450	~1000	~1000	~1000	~1000	
Вязкость перекачиваемой жидкости	°ВУ	25-35	25-35	18-24	18-24	25-35	8-200	8-200	65-240	80-200	
Электрооборудование:											
ток		Постоянный	Переменный	Постоянный	Переменный	Переменный	Постоянный	Переменный	Постоянный	Переменный	
напряжение	В	110,220	220,380	110,220	220,380	220,380	110,220	220,380	110,220	220,380	
Мощность электродвигателя	кВт	1,5-2	2-3	1,5-2	2-3	2-3	5-5,5	4,5-6	9-11	9-11	
Диаметр патрубков:	дюймы/мм										
всасывающего		3/4	3/4	1	1	1 1/2	70	70	100	100	
нагнетательного		3/4	3/4	1	1	1 1/2	70	70	100	100	

П р и м е ч а н и е . Насосы изготавливает "Ливгидромаш".

Т а б л и ц а 94

Центробежные насосы для нефтепродуктов с температурой до 200<sup>0</sup>С

Наименование	Единица измерения	Тип												
		Консольные					Разъемные					Разъемные двухстороннего входа		
		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 <sup>3</sup> /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													
вводящего		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

П р и м е ч а н и я: 1. Насосы 4Н-5х2; 4Н-5х4; 5Н-5х2; 5Н-5х4; 6Н-7х2; 6Н10х4 изготавливаются Мариинским машиностроительным заводом

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

Таблица 95

Винтовые насосы типов МВН для перекачки масла и  
мелзута

Наименование	Единица измерения	МВН-0,8	МВН-1,5	МВН-6	МВН-10	МВН-25
Производительность	м <sup>3</sup> /ч	2,9	5,4	21,6	39,6	90
Максимальное давление на нагнетательной стороне	кгс/см <sup>2</sup>	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

## Ручные насосы

Наименование	Единица измерения	Марка насоса					
		РН-0,8/80	РН-20	РН-40	БНФ-2М БНФ-2	БНФ-4	ГН-60
Производительность	л <sup>3</sup> /с	0,8	0,72-1,2	2,1-3,9	0,9-1,4	2,34-5,54	0,096
Число нагнетания	м вод.ст.	80	30	30	30	30	600
Диаметр цилиндра	мм	65	65	100	75	100	25
Уход 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	36	13/19	27	13,7

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

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

3. Насосы изготавливаются Андриановским машиностроительным заводом.

7.5. Пластинчатые калориферы заводского изготовления марок КФ (ГОСТ 7201-62) и КП (ГОСТ 7201-70), обогреваемые паром, и КЗ, обогреваемые водой, компакты, имеют повышенную по сравнению со сборными калориферами интенси́вность теплопередачи, однако их каналы часто загрязняются мусором и пылью, а пластины ржавеют 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, не 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 14188-69, 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 выверливать 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 мм 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-регулирующим устройствам относятся:

вентили для регулирования подачи пара в калорифере, включения или отключения калориферов, конденсатостводчиков, 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 2-ЦЧ-70, перемещающие воздух с температурой до 180°C.

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

Технические характеристики основных стационарных и сборных камер периодического действия

Показатели	Единица измерения	ВНИИДмаш-Гипродрев-пром	ЦНИИМОД-23	МТИ системы Л.В.Сахновского и Б.С.Царева	ЛТА-Гипродрев	СПВ-62	ЛегНИИЛХП	ПАП-32	ЦНИИМОД-55
Внутренние размеры (длина x ширина x высота)	м	19x3, 1x4, 45	14,5x4,8x4,5	14x3, 1x4, 2	13,7x5,7x4,4	7x2,8x4,26	14x3x3	8x2x2	14x5,7x3,9
Число штабелей в камере при длине досок 6,5 м	шт.	2	4	2	4	1	2	1	4
Ширина и высота штабеля	м	1,8x2,6	1,8x2,6	1,8x2,6	1,8x2,6	1,8x2,6	1,8x2,6	1,8x2,6	1,8x2,6
Вместимость камеры условного материала	м <sup>3</sup>	29,2	58,4	29,2	58,4	14,7	29,4	6,8	58,8
Годовая производительность камеры условного материала	м <sup>3</sup>	2300	4600	4700	6800	2400	4100	1500	6800
Давление пара в камериферах	МПа	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4-0,5	0,4-0,5	-	-
Поверхность нагрева камериферов	м <sup>2</sup>	480	288	520	962	327	456	-	-
Часовой расход пара на камеру	кг/ч	400	480	400	540	500	500	-	-
Тип и номер вентилятора		ЦЧ-70 № 12	ЦАГИ № 12	У-12 № 10	У-12 № 10	У-12 № 10	Центробежный специальный № 20	Центробежный специальный I	В № 9
Число вентиляторов	шт.	1	6	6	6	4			2
Объем циркулирующего агента суши	м <sup>3</sup> /с	37,5	40	30	33,5	28	27,8	-	-
Установленная мощность электродвигателей	кВт	28	7	27	27	18	20	75	20
Ориентировочный расход электроэнергии	кВт·ч/м <sup>3</sup> условного материала	53	13	28	21	30	24	300-400	-

Технические характеристики камер непрерывного действия

Показатели	Единица измерения	ЦНИИМОД-32	ЦНИИМОД-49	СП-5КМ	ЛатНИИЛХП	Годовая система И.В.Кречетова
Внутренние размеры (длина x ширина x высота)	м	44 x 2,75 x 5,66	24 x 6,85 x 5,08	28 x 7,2 x 5	42 x 5,85 x 3	36,7 x 2,6 x 5,6
Число штабелей в камере при длине досок 6,5 м	шт.	6	11	12	12	5
Ширина и высота штабелей	м	1,8 x 2,6	1,8 x 2,6	1,8 x 3,0	1,8 x 2,6	1,8 x 2,6
Вместимость камеры	м <sup>3</sup> условного материала	88,5	162	201	177	73
Годовая производительность камеры	м <sup>3</sup> условного материала	6300	14200	11000	-	5250
Поверхность нагрева калориферов	м <sup>2</sup>	411	640	380	1032	-
Тип и номер вентилятора		У № 14	В № 12	У-12 № 14	Собственного изготовления	Ц9-57 № 16
Число вентиляторов	шт.	1	3	3	4	1
Объем циркулирующего агента суши	м <sup>3</sup> /с	15	33	-	~ 42	-
Мощность электродвигателя	кВт	10	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, эжекционными камерами, камерами с поперечно-вертикальной циркуляцией и поперечно-горизонтальной циркуляцией и камерами 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 относительная простота их монтажа и обслуживания, недостаток - значительный расход электроэнергии на привод вентилятора для интенсивной циркуляции и хорошей равномерности оушки.

7.18. Камеры с поперечно-вертикальной циркуляцией, осуществляемой непосредственно вентиляторами, выпускаются типа ВИАМ-2, ЦНИИМОД-23, Гипродревпрома, а также МТИ (системы Л.В.Сажновского и Б.С.Царева); ММЖ-1 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 Минтрансострой 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 СПЛЖ-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 вихреобразной циркуляцией системы И.В.Кречетова. Материал в ней укладывается без шпаций, а вихреобразные отены 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 оборных камер — импортная камера финской фирмы "Валмет" и отечественная ОП-5КМ.

7.22. При проектировании и реконструкции предприятия 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 образом профилем предприятия и его производственной мощностью.

По особенностям сушики пиломатериалов деревообрабатывающие предприятия разделяются на две группы:

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

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 вихреобразной 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 севыми вентиляторами с околотабельными каналами переменного сечения (ЛТА-Гипродрев, ОПЛК-2); на мелких предприятиях — двухштабельные и одноштабельные камеры такого же типа (ОПЛК-2, ОПЛК-Г. ОПВ-62).

7.25. На мелких предприятиях, не имеющих дешевого пароснабжения и при высокой 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 используются 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°C, цена деления 1°C.) и ТТ-3Б (пределы измерений 0-150°C, цена деления 1°C).

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-ГУ с диапазоном измерения 0-100°C и двухканальные самопишущие жидкостные термометры ТЖЖ-7I1 и ТЖЖ-7I2.

7.30. Для измерения температуры и особенно предела охлаждения с минимальной погрешностью рекомендуется применять малоинерционные термометры сопротивления, такие как ТСП-753 и ТСП-6I06 градуировки 2I.

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 ЭМБ2-II4, работающий на постоянном токе и измеряющий температуру в 12 точках;

малогабаритный уравновешенный мост КСМ2-004 - одноканальный показывающий, регулируемый 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 шитовым милливольтметром МПЭр-53; электронным автоматическим потенциометром с вращающимся циферблатом ЭПВ-2-0I; самопишущим потенциометром с трехпозиционным регулирующим устройством КСП2-005.

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-ИП, а также мембранные клапаны 25ч32нж.

7.37. В качестве регулирования температуры рекомендуется применить одноканальный прибор ЭРА-М, электронный уравновешенный мост ЭМВ2-211, малогабаритный автоматический самопишущий мост КСМ-2, двухпозиционный шаговый регулятор ДШ-2М, систему пневмо-регулирования ПУСК-ЭД с дилатометрическими термометрами ПТПД-1-1.

7.38. Для регулирования состояния среды по психрометрической равноте рекомендуется применять самопишущий мост КСМ2.

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

### Пропарочные камеры и их теплотехническое оборудование

8.1. 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 гидрозамке водой или при открытии 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 в оледующему 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. ЦИИССа, 1980.

8.4. Оборудование 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 ореды.

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 автоматическими устройствами, препятствующими утечке 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 ореды.

## Приборы для автоматизации тепловой обработки железобетонных изделий

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

8.12. 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 УЭВША (универсальной системы элементов промышленной пневмоавтоматики).

8.13. Установка "Пуск-3П" осуществляет следующие функции: автоматическое позиционное регулирование температуры по заданной программе;

индивидуальную оптимизацию 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 в этой точке;

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.

8.14. Установка "Пуск-3П" может регулировать одновременно процесс тепловлажностной обработки 1-10 или 20 точек (камерах) одновременно.

8.15. Питание установки "Пуск-3П" осуществляется воздухом, очищенным от влаги, пыли и масла, давлением 3-6 кгс/см<sup>2</sup>. Расход воздуха на каждые 10 регулируемых точек - 6 м<sup>3</sup>/ч. Входной сигнал подается в виде сжатого воздуха - в пределах от 0,2 до 1 кгс/см<sup>2</sup>, а выходной сигнал измеряется в пределах 0-1,4±0,14 кгс/см<sup>2</sup>.

Класс точности регулирования установки - 2,5;

радиус действия ее при внутреннем диаметре соединительных пневмоприводов 4 мм равен 300 м, площадь занимаемая установкой, не превышает 10 м<sup>2</sup>.

8.16. Блок регулирования программный РВГМ предназначен для применения в схемах автоматического регулирования температуры по заданной во времени программе. Программа задается оцифрованным профилем с помощью лисакоа. Возврат программы в начальное положение после окончания рабочего цикла производится вручную.

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

1. Параметры питания 220<sup>±</sup>, 10 %, 50<sup>±</sup>1 Гц.
2. Потребляемая мощность не более 15 В.А.
3. Диапазон регулирования температуры по заданной программе:
  - а) 0-100<sup>0</sup> - при работе блока с термометром сопротивления типа ТСМ гр. 23 ГОСТ 6651-59;
  - б) 0-200<sup>0</sup>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 160x80x537 мм;
9. Масса блока не более 8 кг.

10. Блок рассчитан на щитовой утопленный монтаж на вертикальной поверхности.

8.18. Системы автоматики "Цуок-3П" и "Р-3П" 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 ИПО "Буревестник" совместно с ЦНИИСОМ Минтрансстроя и Днепрпетровским 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 выводу 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 0-100 °C;

погрешность измерения и записи температуры не более ±1 %;

пределы регулирования температуры 0-100 °C;

погрешность регулирования температуры не более ±1 %;

погрешность расчета прочности бетона по математической модели не более ±1%;

программные скорости подъема и опускания температуры 0-60 °C/ч;

скорость продвижения диаграммной ленты 20 мм/ч;

время прохождения указателем температуры всей шкалы 1 с;

мощность потребляемая прибором 30 В\*А;

масса прибора 20 кг;

габаритные размеры 160 x 564 x 400 мм;

средний срок службы прибора не менее 10 лет.

Приложение

ОПОНАВАТЕЛЬНАЯ ОКРАСКА  
ТРУБОВОДОВ 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
9. Жидкости негорючие } коричневый
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 агрегатов:

Водоподогреватель .....	В	Подогреватель регенеративный...	П
Градирия .....	Гр	Равные потребители .....	Р
Испаритель .....	И	Турбина .....	Т
Конденсатор .....	Кр	Турбозвооо .....	ТН
Котел .....	К	Химводоочистка .....	ХО
Назоо .....	Н <sup>р</sup>	Виконамайер .....	Вк
Пароперегреватель .....	ПП	Влектроназоо .....	ЭН

Ремонт трубопроводов и арматуры производится одновременно с ремонтом соответствующих агрегатов.