

ВЫБОР ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ. КОМПОНОВКА КОТЕЛЬНОЙ

Трошев

Трошев Д.С.

доцент, преподаватель кафедры ПТЭ и Э

УО ГГТУ им. П.О. Сухого

2016 год

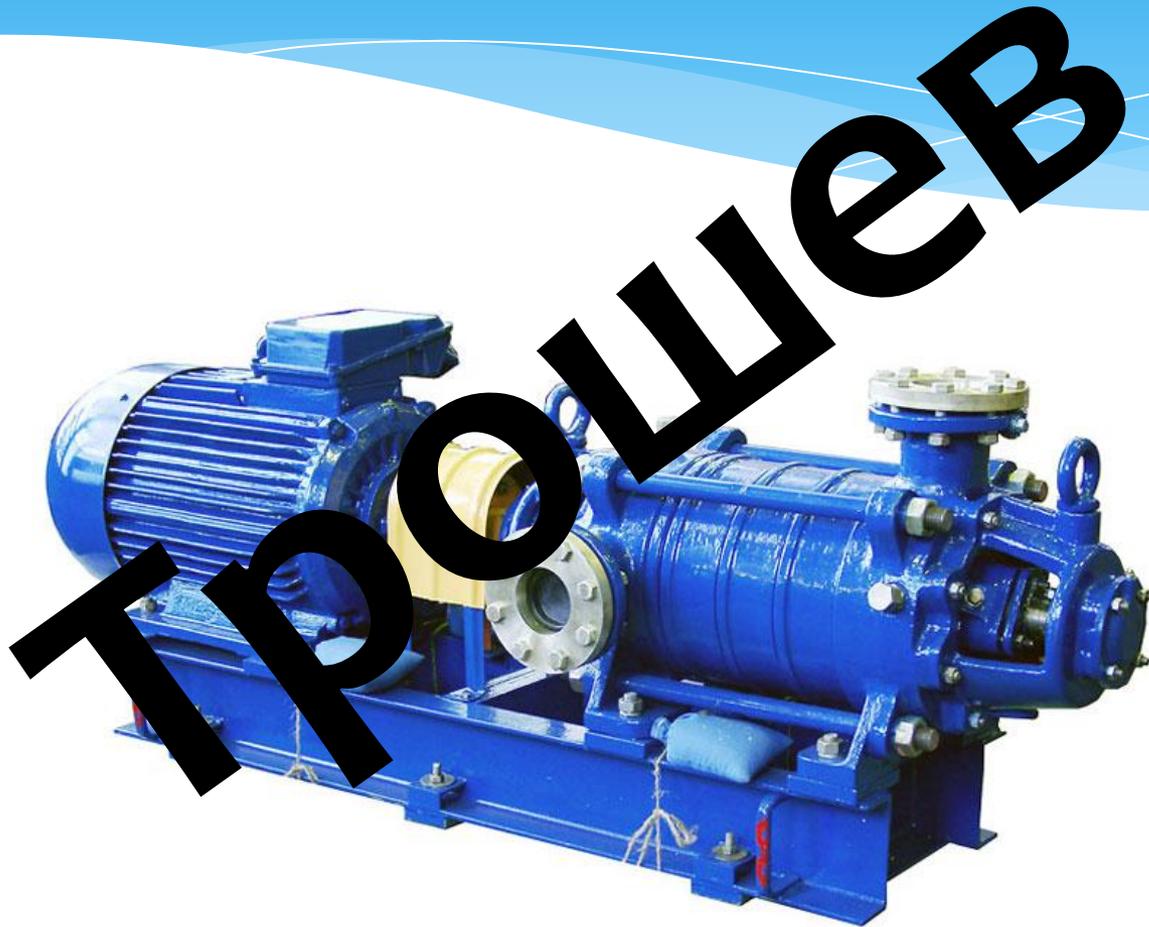
- * 1. Выбор насосов.
- * 2. Выбор теплообменного оборудования.
- * 3. Выбор деаэраторов.
- * 4. Компоновка котельных.

ТРОШЕВ

1. Выбор насосов.

Трошчев

Выбор питательных насосов



- * Питательные насосы выбираются на подачу питательной воды при максимальной мощности котельной с запасом 10 %. Расчётный напор питательного насоса должен превышать давление пара на выходе из котла с учётом потерь давления в тракте и необходимой высоты подъёма воды.
- * Произведем выбор питательных насосов для 2х котлов ДЕ-10-14ГМ.

* Расчётный напор питательного насоса:

$$P_{НАС} = 1,1 \cdot (p_K \cdot (1 + \Delta p) + p_{ЭК} + p_{ТР}^{НАГ} + p_{ТР}^{ВС} + p_{С.В.} - p_D)$$

где p_K - избыточное давление в барабане котла, $p_K = 1,4$ МПа;
 Δp - запас давления на открытие предохранительных клапанов,
принимается равным 5% от ;

$p_{ЭК}$ - сопротивление водяного эжектора, $p_{ЭК} = 0,17$ МПа;

$p_{ТР}^{НАГ}$ - сопротивление питающих трубопроводов от насоса
до котла с учётом сопротивления АРП, $p_{ТР}^{НАГ} = 0,2$ МПа;

$p_{ТР}^{ВС}$ - сопротивление всасывающих трубопроводов,
 $p_{ТР}^{ВС} = 0,01$ МПа;

$p_{С.В.}$ - давление стока воды от оси деаэраторов до оси
барабана котла, $p_{С.В.} = 0,03$ МПа;

p_D - давление воды в деаэраторе котла, $p_D = 0,12$ МПа.

$$P_{НАС} = 1,1 \cdot (1,4 \cdot (1 + 0,05) + 0,17 + 0,2 + 0,01 + 0,03 - 0,1) = 1,96$$

* Производительность питательного насоса:

$$D_{ПН} = 1,1 \cdot n \cdot (D_{\Pi}^{\text{НОМ}} + D_{\text{ПР}} + D_{\text{РОУ}})$$

где n - число паровых котлов в котельной, $n = 2$;

$D_{\Pi}^{\text{НОМ}}$ - номинальная паропроизводительность котла,

$D_{\Pi}^{\text{НОМ}} = 10$ т/ч;

$D_{\text{ПР}}$ - расход пара на продувку, $D_{\text{ПР}} = 0,6$ т/ч;

$D_{\text{РОУ}}$ - расход питательного пара на РОУ, $D_{\text{РОУ}} = 0,2$ т/ч.

$$D_{\text{ПН}} = 1,1 \cdot 2 \cdot (10 + 0,6 + 0,2) = 23,8$$

ТРОШЕВ

Марка агрегата	Подача, м ³ /час	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Потребляемая мощность, кВт
ЦНСr 13-70	13	70	2950 (48.3)	5.20
ЦНСr 13-105	13	105	2950 (48.3)	7.70
ЦНСr 13-140	13	140	2950 (48.3)	10.30
ЦНСr 13-175	13	175	2950 (48.3)	12.90
ЦНСr 13-210	13	210	2950 (48.3)	15.50
ЦНСr 13-245	13	245	2950 (48.3)	18.10
ЦНСr 13-280	13	280	2950 (48.3)	20.70
ЦНСr 13-315	13	315	2950 (48.3)	22.80
ЦНСr 13-350	13	350	2950 (48.3)	25.00
ЦНСr 38-44	38	44	2950 (48.3)	6.80
ЦНСr 38-66	38	66	2950 (48.3)	10.20
ЦНСr 38-88	38	88	2950 (48.3)	13.60
ЦНСr 38-110	38	110	2950 (48.3)	17.00
ЦНСr 38-132	38	132	2950 (48.3)	19.80
ЦНСr 38-154	38	154	2950 (48.3)	23.10
ЦНСr 38-176	38	176	2950 (48.3)	26.40
ЦНСr 38-198	38	198	2950 (48.3)	29.70
ЦНСr 38-220	38	220	2950 (48.3)	33.00
ЦНСr 60-66	60	66	2950 (48.3)	15.70
ЦНСr 60-99	60	99	2950 (48.3)	23.50
ЦНСr 60-132	60	132	2950 (48.3)	31.30
ЦНСr 60-165	60	165	2950 (48.3)	39.10
ЦНСr 60-198	60	198	2950 (48.3)	45.60
ЦНСr 60-231	60	231	2950 (48.3)	53.20
ЦНСr 60-264	60	264	2950 (48.3)	60.80

ТРОШЕВ

Выбираем 3 питательных электронасоса (два рабочих, один – резервный) марки ЦНСГ 13-210 с характеристиками в рабочей точке:

производительность $Q = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$;

давление $p_{\text{п.н}} = 2,1 \text{ МПа}$;

температура питательной воды $t_{\text{пв}} = 105 \text{ }^\circ\text{C}$;

номинальная мощность электродвигателя

$N_{\text{эл}} = 15,2 \text{ кВт}$.

Выбор сетевых насосов



* Сетевые насосы также выбираются по производительности и напору.

Суммарная производительность насосов выбирается из расчёта обеспечения максимального расхода сетевой воды при выходе из строя одного насоса. В котельных устанавливается не менее двух насосов.

ТРОШЧЕВ

Гидравлический выбор

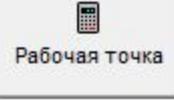
50 Hz Частота сети

Область применения

- 1) Отопление, кондиционирование, охлаждение.
- 2) Водоснабжение
- 3) Обработка загрязненных и сточных вод

Рабочая точка

Производительность 33 м³/h
Общий напор 40 м



Ввод как перепад давл.

Тип установки

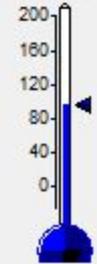
- Насос
- Служебный насос Главный-Сервизный
- Служебный насос Главный-Пиковый

1

Жидкость

Выбор: Вода, чистая

Температура 95 °C
Плотность 0,9617 kg/dm³
Вязкость 0,297 mm²/s
Давление пара 0,844 bar
Концентрация 100 %



Основные данные найдены в базе, дополните остальное.

Критерии поиска

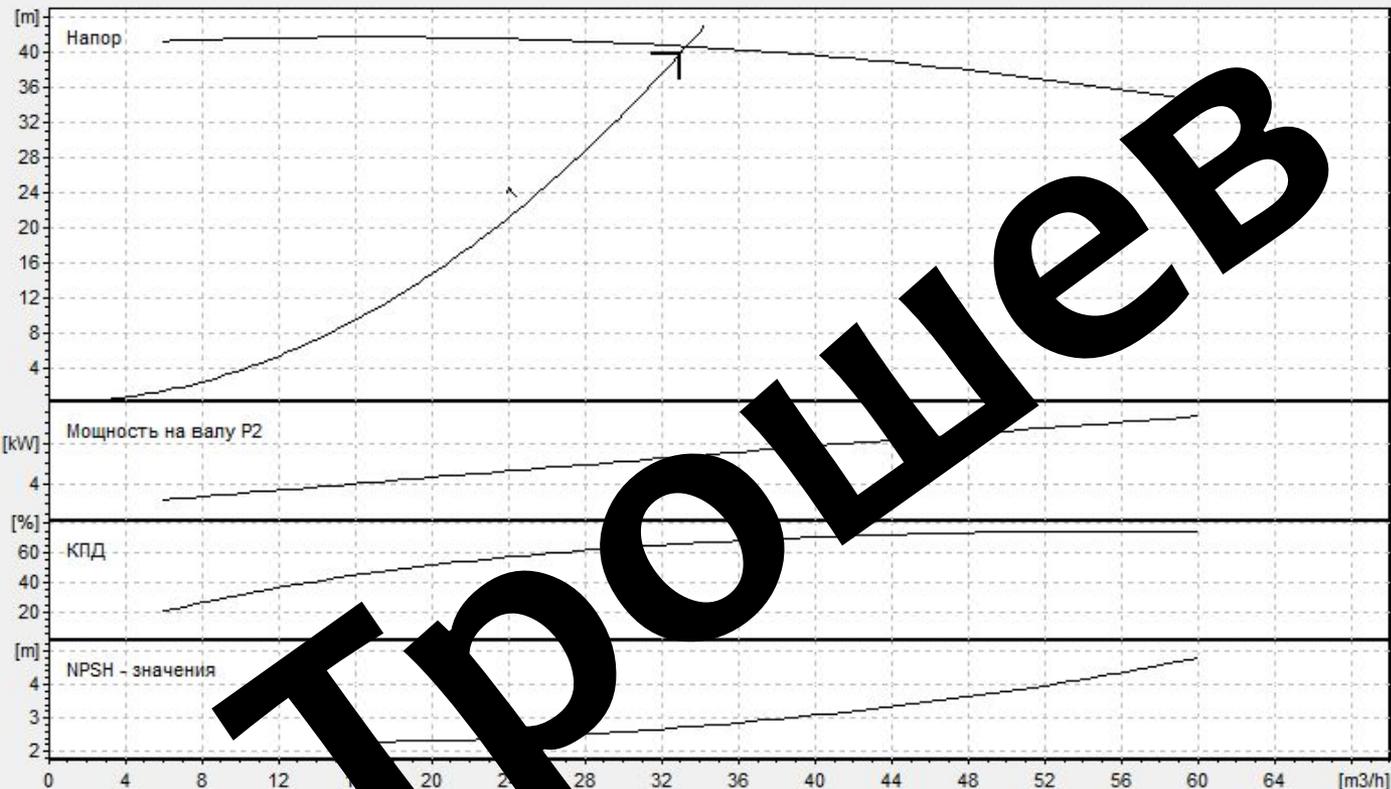
Наименование	Параметры выбора
Тип насосов	Любой
Число оборотов	Любой
Мин. допустимое давление	Любой
Вид тока	Любой

Серия
Stratos ECO
Stratos ECO-STG

Трошчев

Актив

Вид ▾ Настройка диаграммы ▾



Заданная рабочая точка	
Q =	33 m³/h
H =	40 m
Рабочая точка (фактическая)	
Q =	33,3 m³/h
H =	40,8 m
P2 =	5,35 kW
NPSH =	2,73 m

Производительность: 62,2 [m³/h] Напор: 27,1 [m]

Насос	Тип	Расходы на DQ/Q [%]	Цена [EUR]	Арт. №	Макс.потре	Max. Мощн	Всас.патр	Напорн.пат	КПД [%]	Manufacturi	Мощность	Мощность	NPSH [m]
BL 40/170-7,5/2	Блочный н:	7863,85	0,882	1111,00	2089379	8,311	7,322	DN 65	DN 40	66,24	01/01/11-В 7,5	5,35	2,729
BL 40/170-7,5/2	Блочный н:	9255,41	2,310	1115,00	2089379	8,150	7,188	DN 65	DN 40	61,04	01/01/11-В 7,5	5,310	2,145

ТРОШЕВ

* По $G_{с.в.} = 33,3$ т/ч к установке
выбираются 2 насоса (рабочий и
резервный) Willo BL 40/170-7,5-2 с
характеристиками:

- * производительность $Q = 33$ м³/ч;
- * давление $p_{дн} = 0,17$ МПа;
- * номинальная мощность
электродвигателя $N_{эл} = 7,5$ кВт.

Выбор подпиточных насосов



Подпиточные насосы предназначены для компенсации потерь воды в тепловой сети, поэтому их производительность выбираем по расходу подпиточной воды, а напор должен превышать статический в обратном трубопроводе.

По $G_{\text{подп}} = 1,93 \text{ т/ч}$ к установке выбирается 2 насоса Grundfos CM 1-4 с характеристиками:

производительность $Q = 2,9 \text{ м}^3/\text{ч}$;

давление $p_{\text{д.н}} = 0,25 \text{ МПа}$;

номинальная мощность электродвигателя $N_{\text{эл}} = 0,46 \text{ кВт}$.

* По соответствующим расходам (определенным на основе расчета тепловой схемы) и напорам (согласно гидравлическому расчету котельной) аналогично подбираются насосы сырой воды (по расходу сырой воды и сопротивлению ВПУ с трубопроводами и арматурой), рециркуляционные (по максимальному расходу на рециркуляцию и сопротивлению котла с трубопроводами и арматурой), конденсатные насосы (по расходу конденсата и сопротивлению трубопроводов и арматуры).

2. Выбор теплообменного оборудования.



Теплообменное оборудование выбирается по необходимой площади поверхности нагрева.

Поверхность нагрева теплообменника:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{CP}}$$

*где Q – максимальная тепловая нагрузка, МВт;

* k - коэффициент теплопередачи, Вт/м²К;

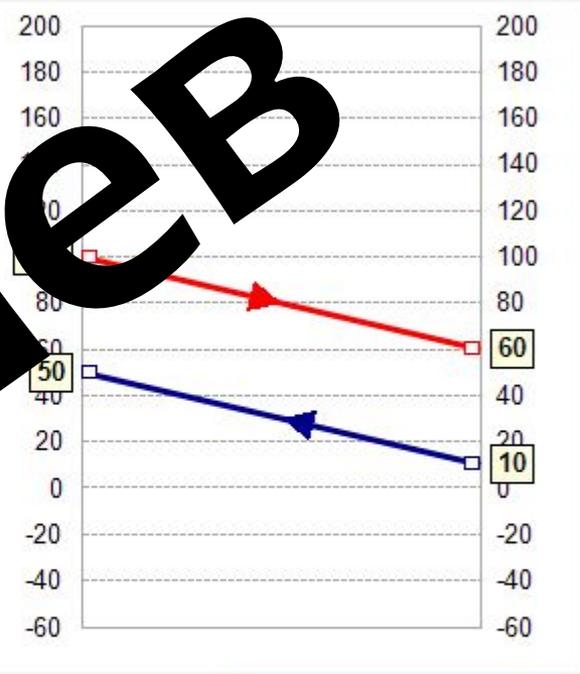
* Δt_{CP} - средняя разность температур между теплоносителями в подогревателе, °С.

$$\Delta t_{CP} = \frac{\Delta t_B - \Delta t_M}{2,3 \lg \frac{\Delta t_B}{\Delta t_M}}$$

Стандартный расчет

Опросный лист для расчета теплообменника

Мощность	0,7052	Гкал/ч	
Расчетная температура	150	С	
Расчетное давление	16	атм.	
Прокладка (для разборных ПТО)	EPDM		
Материал пластин	AISI316		
Толщина пластины	Авто	мм	
Запас поверхности на загрязнение	10	%	
Направление потоков	Противоток		
Тип среды	Вода		
Массовый расход	17,5	т/ч	
Температура среды на входе в ПТО	100	10	С
Температура среды на выходе из ПТО	50	50	С
Допускаемые потери давления ПТО	3,05	м.вод.ст.	
Тип теплообменника	Распределенные ПТО		



Подобрать теплообменник

- 2-х ходовые компоновки
- Автоматический режим
- Включить в стоимость ответные фланцы

Решение

ПТО	Цена (%)	S (м2)	V (л)	Ходы	Срок поставки (недели)
▶ НН-14-16/1-22-ТК	100	3,00	7,350	1	1
НН-07-16/1-38-ТЛ	107	2,63	7,400	1	1
НН-19-16/1-21-ТК	129	4,18	12,000	1	1
НН-21-16/1-16-ТКТМ33	151	3,36	9,000	1	1
НН-22-16/1-14-ТКТМ85	159	3,12	9,750	1	1
НН-20-16/1-34-ТК	159	6,72	14,520	1	1
НН-47-16/1-15-ТК	210	6,63	16,100	1	1
НН-41-16/1-12-ТКТМ27	243	4,50	13,750	1	1

Тепловая мощность: Гкал/ч

Запас пов-ти на загр. / Ф-р загр.: / LMТD: С

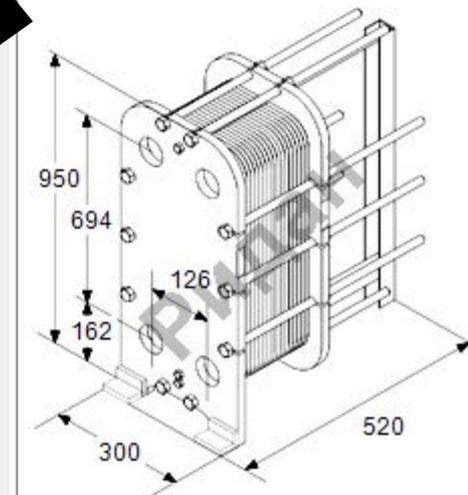
К-т теплопередачи (треб./расч.): ккал/(м2 ч С)

	Гор.	Хол.	
Тип среды	Вода	В	
Расход	17,58	17,65	
Температура	100 -> 60	50 <- 10	С
Потери давления / в портах	2,0	2,0	м.вод.ст.
Скорость в портах / на входе	0,71 / 1,02	1,68 / 0,9	м/с
Масса пуст. / сменный	145 кг	Прокладка	EPDM

0,5 мм AISI316; Фланц. Ду 50; Максимальное кол-во пластин: 39

Основные теплофизические характеристики

Плотность	972,1	995,34	кг/м3
Удельная теплоемкость	4195,79	4180,39	Дж/(кг*К)
Теплопроводность	0,66	0,61	Вт/(м*К)
Динамическая вязкость	0,00036	0,0007938	Па*с



Печать и экспорт

Выход

ПРОШЕВ

Результаты расчетов приведем в таблице

Таблица 1 – Подбор теплообменного оборудования

Назначение теплообменника	Мощность, кВт	к, Вт/(м ² ·К)	Коэффициент полезного действия	Модель теплообменника (фирма Ridan)
Подогреватель сетевой воды	968	1712	2,92	HH-0,7-16/2-42TK
Подогреватель сырой воды	62	4361	0,59	SL32-20TL
Подогреватель химической воды	89,6	4694	0,59	SL32-20TL
Охладитель деаэрированной воды	26	4061	0,34	HH-0,4-16/1-10TL
Охладитель непрерывной продувки	10	2074	0,22	HH-0,7-16/1-5TK

3. Выбор деаэраторов.



Трошнев

Деаэратор в проектируемой котельной предназначен для очистки питательной и подпиточной воды от растворенных газов и по максимальному расходу питательной и подпиточной воды.

Производительность головки деаэратора выбирается по максимальному расходу воды, т.е.

$$G_{п.в}^{\text{макс}} = 14,3 \text{ т/ч}$$

ТРОШЧЕВ

Технические характеристики и размеры атмосферных деаэраторов ДА

Наименование показателей	ДА-1/0,75	ДА-3/1,2	ДА-5/2	ДА-10/4	ДА-15/4	ДА-25/8	ДА-50/15	ДА-100/25	ДА-200/50	ДА-300/700
Производительность, т/ч	1	3	5	10	15	25	50	100	200	300
Рабочий диапазон, т/ч	0,3÷1,2	0,9÷3,6	1,5÷6	4÷15	4,5÷18	5÷20	15÷60	30÷120	60÷240	90÷360
Давление рабочее, МПа	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Температура воды, °С	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25
Диапазон подогрева воды, °С	10÷40	10÷40	10÷40	10÷40	10÷40	10÷40	10÷40	10÷40	10÷40	10÷40
O ₂ в воде, мкг/кг	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30
Объем бака, м ³	0,75	1,2	2	4	4	8	15	25	50	75
Габаритные размеры (бак с колонкой)										
Диаметр корпуса, мм	1 010	1 010	1 212	1 212	1 212	1 616	2 016	2 216	3 020	3 020
Высота, мм	1 790	1 790	3 540	3 540	3 540	4 020	4 520	4 770	6 300	6 600
Длина, мм	1 800	1 500	2 940	4 450	4 450	5 185	6 185	8 065	9 095	12 500
Масса (бак с колонкой), кг	1 360	1 360	1 144	1 423	1 423	2 764	4 100	5 510	10 385	16 560

По справочным таблицам выбираем деаэратор марки ДА-15/4 с максимальной производительностью 15 т/ч с $p = 0,12$ МПа и емкостью бака 4 м³.

При значительном расходе подпиточной воды по сравнению с питательной выбирается 2 деаэратора (питательный и подпиточный). Вода на подпиточный деаэратор поступает после поступления на катионирования, а на питательный – после второй. Это позволяет снизить капитальные затраты на сооружение ВПУ (на 2ю ступень).

4. Компоновка котельной.

Трошчев

При компоновке котельной преследуют цель наиболее рационально разместить», основное и вспомогательное оборудование, чтобы его удобно было эксплуатировать и вместе с тем, чтобы котельная получилась компактной, с минимальным объемом здания, несложным для сооружения.

Котельные располагают в отдельных помещениях, удовлетворяющих требованиям Правил Госгортехнадзора, «Строительных норм и правил», «Противопожарных норм строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест» и «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий». Котельные помещения не должны примыкать к жилым зданиям. Нежелательно также примыкание котельных к производственным помещениям.

Котельные установки проектируют только с индивидуальными дымососами, дутьевыми вентиляторами и золоуловителями. Топливоподачу, питательные насосы, водоумягчительную установку, деаэраторы и другое оборудование, а также дымовую трубу, как правило, проектируют общие для всей котельной.

Каждую котельную установку размещают в отдельной строительной ячейке; вспомогательное оборудование водопарового тракта, как правило, размещают в строительной ячейке, причем помещение вспомогательного оборудования можно не отделять стеной от помещения котельных установок. Наряду с этим, вспомогательное оборудование размещают и перед фронтом котлов. Здесь устанавливают тепловой щит, а при котельных агрегатах без воздухоперегревателей частенько дутьевые вентиляторы; в некоторых случаях перед фронтом котлов размещают питательные и сетевые насосы, водоподготовительную установку, дутьевую установку.

Оборудование котельной компонуют с учетом того, чтобы здание ее можно было выполнить из унифицированных сборных железобетонных конструкций той номенклатуры и типоразмеров, которые применяют в промышленном строительстве.

Пролет здания котельной можно принимать равным 6, 9, 12, 18, 24 и 30 м, шаг колонн 6 и 12 м. Высоту помещений от отметки чистого пола до низа несущих конструкций на опоре следует принимать равной при пролете 12 м: от 3,6 до 6,0 м включительно - кратной 0,6 м; от 7,2 до 10,8 м включительно - кратной 1,2 м; при больших высотах - кратной 1,8 м; при пролетах 18 и 24 м: от 6,0 до 10,8 м - кратной 1,2 м; при больших высотах - кратной 1,8 м; при пролете 30 м: от 12,6 м — кратной 1,8 м.

Кроме того, для пролета 8 м допускаются высоты равные 4,8 и 5,4 м, а для пролета 24 м - высота 5,4 м.

Для возможности расширения котельной одну из торцовых стен ее оставляют свободной от застройки.

Помещения, в которых установлены котлы, предусматривают на каждом этаже два выхода наружу, расположенные с противоположных сторон котельной. Выходные двери должны открываться наружу от нажатия руки. Расстояние от фронта котлов или выступающих частей теплоприёмников не менее 3 м, причем в случае установки вспомогательного оборудования ширину свободных проходов перед фронтом котла оставляют не менее 1,5 м. Однако это оборудование не должно мешать обслуживанию котла. Ширина остальных проходов между котлами и стенами должна быть не менее 1,3 м. Расстояние от верхней отметки котла или от отметки верхней площади обслуживания котла до нижних частей конструкций покрытия котельной должно быть не менее 2 м.

ТРОШЧЕВ

Для обслуживания котлов устанавливают лестницы и площадки из негорючих материалов. К площадкам длиной более 5 м устанавливают не менее двух лестниц шириной не менее 600 мм с углом наклона к горизонту не более 50°. Площадки, предназначенные для обслуживания арматуры, контрольно-измерительных приборов и т. п. выполняют шириной не менее 800 мм. Стальные площадки - шириной не менее 600 мм.

Котельную оборудуют системой вентиляции и искусственным освещением, создающим освещенность в пределах 5 лк. От самостоятельного источника электроэнергии предусматривают аварийное освещение. В котельной размещают средства огнетушения и соответствии с действующими правилами пожарной безопасности.

