

В г. Кемерово, в ноябре 2015 года было проведено энергетическое обследование правобережной ГРЭС. По итогам обследования, принято решение, о необходимости проведения реконструкции данной ГРЭС. По завершении технико-экономических расчётов, сделаны выводы, что проект реконструкции ГРЭС экономически невыгодна, так как продолжительность срока окупаемости составит 9,5 лет. Было решено, потребителей от ГРЭС присоединить к системе теплоснабжения соседнего района. В ВКР рассматривается вариант присоединения потребителей от правобережной ГРЭС к ЦТП, за счет реконструкции последнего.

При реконструкции оборудования ЦТП, выполняется комплекс конструктивных изменений.

В ВКР необходимо рассчитать тепловые нагрузки и расходы воды. По результатам расчетов, выбираем подогреватели для систем отопления и горячего водоснабжения, а так же другое вспомогательное оборудование. Производим гидравлический расчёт, для определения диаметров участков трубопроводов и потерь напора, на этих участках.

В ВКР требуется провести рассмотрение вопросов безопасного обслуживания системы теплоснабжения.

Оптимальный вариант прокладки трубопроводов, будет произведен по методу приведенных затрат.

# 1 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

Для микрорайона Кировский г. Кемерово, расчет тепловой нагрузки при отсутствии проектных данных будем производить по укрупненным показателям (СНиП). К тепловой нагрузке относят: отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.

## 1.1 Отпуск тепла на отопление

### 1.1.1 Жилой дом

Расчетная нагрузка на отопление [2];

$$Q_o^p = \beta \cdot q_e \cdot V_n \cdot (t_e - t_o^p), \text{ кВт}, \quad (1)$$

где  $q_e$  – укрупненный показатель максимального расхода теплоты на отопление  $1 \text{ м}^3$  объема жилых зданий,  $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$  [2];

$\beta$  – коэффициент, учитывающий поправку на климатическую зону [2, стр.139, П.2.4];

$V_n$  – наружный объем здания,  $\text{м}^3$ ;

$t_e$  – расчетная температура воздуха внутри помещения,  $^\circ\text{C}$  [1, ТСН 23-336-2002];

$t_o^p$  – расчетная температура наружного воздуха для отопления,  $^\circ\text{C}$  [2].

Для жилых зданий  $t_e$  принимается  $t_e = 22 \text{ }^\circ\text{C}$  по ТСН 23-336-2002;

Школы и ВУЗы  $t_e = 16 \text{ }^\circ\text{C}$  [2];

Детские ясли и сады, больницы  $t_e = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Административные здания  $t_e = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Прачечные  $t_e = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

УПК – 17  $t_e = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

И.П. Смирнова (магазин)  $t_e = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

Гаражи  $t_e = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Расчетная наружная температура воздуха для отопления

(г. Кемерово) [2]

$$t_o^p = -39 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Коэффициент  $\beta$  [2]

$$\beta = 0,91.$$

## 1.2 Отпуск тепла на горячее водоснабжение

### 1.2.1 Жилой дом, пятиэтажный

Расчетная средненедельная зимняя нагрузка на горячее водоснабжение (ГВС) жилых зданий определяется как [2, стр.10];

$$Q_{\text{гвс}}^{\text{ср.н}} = \frac{1,2 \cdot m \cdot a \cdot (55 - t_x) \cdot c}{n_c}, \text{ кВт}, \quad (2)$$

где 1,2 – коэффициент, учитывающий выстывание горячей воды в абонентских системах ГВС;

$m$  – количество людей;

$a$  – норма расхода горячей воды с температурой  $t_2 = 55 \text{ } ^\circ\text{C}$  на одного человека в сутки, л/сут; [2]

$t_x$  – температура холодной воды в зимний период,  $^\circ\text{C}$ ;

$c$  – теплоемкость воды  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ ;

$n_c$  – расчетная длительность подачи теплоты на ГВС, с/сут.

Норма расхода горячей воды на 1 человека в сутки [2]

$$a = 120 \text{ л/сут}.$$

При отсутствии данных о температуре холодной воды, принимаем в зимний период [2, стр.10];

$$t_x = 5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Средняя теплоемкость воды [2];

$$c = 4,187 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K}).$$

Расчетная длительность подачи теплоты на ГВС [2];

$$n_c = 24 \cdot 3600 = 86400 \text{ с/сут}$$

## 1.2.2 Общественные здания

Расчетная средненедельная зимняя нагрузка на горячее водоснабжение общественных зданий определяется как [2];

$$Q_{гвс}^{ср.н} = \frac{1,2 \cdot m \cdot b \cdot (55 - t_x) \cdot c}{n_c}, \text{ кВт}, \quad (3)$$

где  $b$  –расход горячей воды с температурой  $t_r = 55$  °С, для общественных зданий, отнесенный к одному жителю района, л/сут;

Расход горячей воды для общественных зданий, отнесенный к одному жителю района [2,143, П.2.7];

Школы и ВУЗы  $b = 8$  л\сут;

Детские ясли и сады, больницы  $b = 30$  л\сут

Административные здания  $b = 7$  л\сут

Прачечные  $b = 25$  л\сут

И.П. Смирнова (магазин)  $b = 100$ л\сут

Гаражи  $b = 144$  л\сут, СП 30.13330.2012;

УПК – 17  $b = 7$  л\сут

Профилакторий  $b = 75$  л\сут [3];

Максимальная нагрузка на ГВС [2];

$$Q_{гвс}^{\max} = 2,4 \cdot Q_{гвс}^{ср.н}, \text{ кВт}. \quad (4)$$

## 1.2.3 Тепловая нагрузка на вентиляцию

Так как во всех помещениях, естественное вентилирование, расчет не производится.

## 1.3 Суммарный отпуск тепла

### 1.3.1 Отопление

Суммарный отпуск тепла для микрорайона №7 на отопление составляет

$$Q_o = 3,718 \text{ МВт}.$$

### 1.3.2 Горячее водоснабжение

Суммарный (средненедельный) отпуск тепла на ГВС

$$Q_{гвс}^{cp.3} = 0,527 \text{ МВт.}$$

Суммарный (максимальный) отпуск тепла на ГВС

$$Q_{гвс}^{max} = 1,395 \text{ МВт.}$$

Расчетная тепловая нагрузка микрорайона

$$Q_{мкр}^P = 5,115 \text{ МВт.}$$

Таблица 1 Суммарный отпуск тепла потребителям

№	Наименование объекта	Общий объем, м <sup>3</sup> V <sub>n</sub>	Количество во проживающих	Отопит. Характеристика, q <sub>ов</sub> (кДж/м <sup>3</sup> ·ч)	Отопление Q <sub>о</sub> (кВт)	ГВС зимн. Q <sub>гвс</sub> (кВт)	ГВС макс. Q <sub>гвс</sub> , (кВт)
	Жилой фонд						
1	Ул.Попова, 28а	2045	33	2,22	70	11,52	27,64
2	Ул. Попова,7	2945	41	2,09	94,91	14,31	34,34
3	Ул. Попова,9	2955	43	2,09	95,2	15,01	36,02
4	Ул. Попова,11	2720	40	2,18	91,4	13,96	33,5
5	Ул. Попова,13	2536	40	2,18	85,2	13,96	33,5
6	Ул. Попова,9а	5126	65	1,88	148,6	22,69	54,45
7	Ул. Попова,8	8894	116	1,67	229	40,5	97,2
8	Ул. Попова,15	2800	43	2,09	90,23	15,01	36,02
9	Ул. Попова,17	2970	45	2,09	95,7	15,71	37,7
10	Ул. Попова,4	5622	68	1,81	156,9	23,74	56,9
11	Ул. Попова,2	2881	43	2,09	92,8	15,01	36,02
12	Ул. Попова,4	2944	45	2,09	94,87	15,71	37,7
13	Ул. Попова,10	1625	31	2,39	59,9	10,82	25,96
14	Ул. Попова,8	1655	32	2,30	58,7	11,17	26,8
15	Ул. Попова,12	1619	32	2,39	59,7	11,17	26,8
16	Ул.Инициат,45	3323	48	2,09	107,1	16,76	40,2
17	Ул. Инициат,56	2775	42	2,09	89,4	14,66	35,18
18	Ул. Инициат,56а	3462	48	2,09	111,6	16,76	40,22

№	Наименование объекта	Общий объем, м <sup>3</sup> V <sub>н</sub>	Количество проживающих	Отопит. Характеристика, q <sub>ов</sub> (кДж/м <sup>3</sup> ·ч)	Отопление Q <sub>о</sub> (кВт)	ГВС зимн. Q <sub>гвс</sub> (кВт)	ГВС макс. Q <sub>гвс</sub> , (кВт)
19	Ул. Инициат,60	2871	42	2,09	92,5	14,66	35,18
20	Ул. Инициат,62	2874	44	2,09	92,6	15,36	36,86
21	Ул. Инициат,70	6266	76	1,81	174,9	26,53	63,67
22	Ул. Инициат,41	6692	81	1,76	181,6	28,28	67,87
23	Ул. Инициат,43	7948	108	2,01	246,3	37,71	90,5
24	Ул. Попова.6	7209	93	1,72	191,2	32,47	77,92
	Всего	92757			2810,3	453,4	1218
	Промышленные организации						
25	ОАО 'Энергоуправлен.'	2800	24	1,80	72,62	0,488	1,17
26	Гаражи ОАО Энергоуправлен.	1196	16	2,93	43,4	6,7	16,08
27	ИП Смирнова магазин	500	10	1.59	10,85	2,9	6,96
28	Ул. Попова,16 Профилакторий	4481	30	1,67	111,6	6,54	15,69
29	Ул. Инициат,28 Дисп.упр.трамвая	568	11	1,80	14,73	0,224	0,537
	Всего	9095			253,2	16,85	40,437
	Бюджетные организации						
30	Ул. Попова,19 ДК 'Шахтер'	3457	34	1,63	78,34	0,791	1,8984
31	УПК	1445	15	2,01	39,6	0,305	0,732

№	Наименование объекта	Общий объем, м <sup>3</sup> V <sub>n</sub>	Количество проживающих	Отопительный характеристика, q <sub>ов</sub> (кДж/м <sup>3</sup> ·ч)	Отопление Q <sub>о</sub> (кВт)	ГВС зимн. Q <sub>гвс</sub> (кВт)	ГВС макс. Q <sub>гвс</sub> (кВт)
32	Ул. Инициат,6 Детский сад	2090	50	1,59	49,6	4,36	10,46
33	Ул. Инициат,64 Детский сад	2184	54	1,59	51,79	4,7	11,28
34	Ул. Инициат,62 Прачечная д/с	326	104	1,59	7,1	7,56	18,14
35	Ул. Попова,66 Детский сад	2400	55	1,59	56,9	4,8	11,52
36	Ул. Попова,68 Детский сад	2040	45	1,59	48,37	3,9	9,36
37	Ул. Инициат,68 Прачечная д/с	380	100	1,59	8,25	7,27	17,44
38	Ул. Попова,1 Паспортный стол	1346	12	1,80	34,91	0,244	0,585
39	Гаражи автобазы	5808	53	2,09	150,3	22,2	53,28
40	Ул. Попова,14 ГОВД	4982	40	1,80	129,2	0,814	1,953
	Всего	26458			654,36	56,94	136,648
	Итого по ЦТП	128310			3718	527,1	1395

Для установления экономичного режима работы теплофикационного оборудования, выбора наиболее выгодных параметров теплоносителей, а также для других плановых и технико-экономических исследований необходимо знать длительность работы системы теплоснабжения при различных режимах в течение года.

1.3.3 Средний тепловой поток на отопление для средней  $t_n^{cp.o}$  за отопительный сезон температуры наружного воздуха

$$Q_o^{cp.o} = Q_o^p \cdot \frac{(t_e - t_n^{cp.o})}{(t_e - t_{но})}, MBm, [2, 2.3, \text{стр. 9}] \quad (5)$$

где  $Q_o^p$  - расчетная нагрузка при температуре наружного воздуха, МВт;

$t_e$  - температура внутри помещения, °С;

$t_{но}$  - произвольная температура наружного воздуха, °С.

температуры воздуха температура наружного воздуха, °С;

$t_n^{cp.o}$  - средняя температура наружного воздуха

$$t_n^{cp.o} = -8,8^{\circ}C$$

Таблица 2 Тепловая нагрузка

$t_{но}, ^{\circ}C$	-39	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
$Q_o^{cp}, MBm$	3,718	3,474	3,169	2,865	2,56	2,255	1,950	1,646	1,341	1,036	0,731

Таблица 3 Число часов со среднесуточной температурой наружного воздуха [2, Ляликов, стр. 137, таблица П.2.2]

Продолжительность отопительного сезона, ч.5568

$t_{но}, ^{\circ}C$	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
$n = f(t_{но})$	15 (15)	75 (90)	117 (207)	287 (494)	432 (926)	658 (1584)	883 (2467)	885 (3352)	885 (4237)	818 (5055)	513 (5568)



## 2 ВЫБОР СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Комплексная система централизованного теплоснабжения, определяет три основных элемента – источник теплоснабжения, тепловая сеть и конечный потребитель – тепловая сеть выполняет функцию соединительного, транспортного средства, определяет надежность теплоснабжения конечного потребителя, режимы работы и показатели системы теплоснабжения. Понятие "тепловая сеть" объединяет в себе трубопроводы, соединяющие источник теплоснабжения с конечным потребителем, все устройства этой сети – тепловые пункты и насосные станции.

Тепловая сеть, должна постоянно выполнять работу, по непрерывной подаче теплоносителя, к конечному потребителю, в полном объеме необходимого количества на протяжении всего года, за исключением ограниченного по времени перерыва, для выполнения профилактических работ и ремонта в летней период.

Тепловая сеть, состоит из многочисленного количества тепловых пунктов в зданиях, каждый из которых, должен быть рассчитан по параметрам теплоисточника, быть снабженным оборудованием и приборами регулирования, защиты, контроля и учета, дающими возможность контролировать и регулировать режимы использования теплота, с режимом теплоисточника и тепловой сети.

В системе теплоснабжения тепловые пункты выполняют важную работу, такую как распределение теплоносителя для тепловой сети (для тепловой сети), так и регулирование температуры и расхода (для внутренних систем потребителя). Правильная работа и функциональность оборудования тепловых пунктов, определяет экономичные расходы используемой и подаваемой потребителю теплоты, и непосредственно самого теплоносителя. Тепловой пункт является юридически под ответственной структурой, что обязывает снабжать и устанавливать, необходимое для его работы оборудование, такое

как контрольно-измерительные проборы, позволяющие определять взаимную ответственность, между тепловыми сетями и конечным потребителем.

Схема и оборудование теплового пункта необходимо определять по нескольким параметрам, таким как, технические характеристики местных систем теплоснабжения, характеристики внешней тепловой сети, режимы работы тепловой сети и теплоисточника.

Определение схем сетей (и тепловых пунктов в сетях) для каждого жилого микрорайона, должен определяться обязательным технико-экономическим сравнением, обязательно учитывать характеристики надежности и простоты в процессе эксплуатации.

В условиях нашего времени, создаются проекты типовых микрорайонов, для конкретного города, что позволяет избежать многочисленных перерасчетов, трудовых и финансовых затрат.

Как правило, для теплоснабжения городов, используют двухтрубные водяные системы, в которых тепловая сеть состоит из двух трубопроводов: подающего и обратного трубопроводов. Наибольшую популяризацию применяемая в городах, двухтрубная система получила за счет того, что эти системы в сравнении с многотрубными требуют меньших начальных капиталовложений и дешевле в эксплуатации.

Двухтрубная система как правило применима в вот случае, когда для потребителей района, требуется тепловой поток, схожего потенциала. Такое условие, как правило, применяют в городах, где тепловая нагрузка (отопление, вентиляция и ГВС) будет удовлетворяться в основном, теплотой низкого потенциала.

Для микрорайона Кировский, г. Кемерово, источником теплоснабжения служит ГРЭС, с температурой сетевой воды  $\tau_{10}^p / \tau_{20}^p = 125 / 70 \text{ } ^\circ\text{C}$  и суммарной тепловой нагрузкой 7 МВт.

В городах, водяные системы теплоснабжения применяются двух типов: закрытые - замкнутые и открытые - разомкнутые. Система теплоснабжения микрорайона Кировский г. Кемерово – закрытая. При работе закрытых систем

теплоснабжения, установки горячего водоснабжения монтируются в тепловых сетях, только совместно с водоводяными подогревателями, т.е. по независимой схеме. При использовании независимой схемы присоединения, вода поступающая из тепловой сети, проходит через водоводяной теплообменник, в котором происходит нагрев вторичного теплоносителя, который используется в абонентских установках.

Для микрорайона Кировский г. Кемерово, с источником теплоснабжения ГРЭС, выбирается независимая схема присоединения отопительных установок абонентов, к тепловой сети.

### 3 РАСЧЕТ И ПОДБОР БАКОВ АККУМУЛЯТОРОВ.

#### ВЫБОР РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТПУСКА ТЕПЛА В ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ.

3.1 Подбор баков аккумуляторов, производим исходя из расходов тепла на горячее водоснабжение.

По графику расхода тепла на горячее водоснабжение [6, стр59], определяем, тангенс угла наклона по часам [6,стр 60 ], отображает расход воды, по выбранным диапазонам времени.

$$tga = \frac{\sum Qi * ni}{24} = Q_{c.p}, кВт$$

Полученные данные, запишем в таблице:

часы	6	12	18	24
tga=Q <sub>ср.гвс</sub>	360,75	721,5	1082,5	1447
∑ Q <sub>ср.гвс</sub>	360.75	1080.25	2164.5	3611.5

По графику расхода тепла на горячее водоснабжение [6, стр59], определяем максимальную между подачей и расходом  $Q_{max} = 800кВт$

Дальнейший расчет ведем по [5, стр61]

Необходимую емкость аккумулятора, находим из выражения:

$$V_{ак} = \frac{3600Q^{max}}{\rho c(t_{ср.з} - t_x)} = \frac{3600 * 800}{1000 * 4,19(55 - 5)} = \frac{2880000}{209500} = 13,747 м^3 \quad (6)$$

По ОСТ 34-42-560-82, выбираем бак аккумулятор, наиболее подходящий по объему, т.е  $V_{ак} = 16 м^3$

#### 3.2 Выбор регулирования отпуска тепла в тепловые сети.

При использовании, любых систем централизованного теплоснабжения, регулирование отпуска теплота, в зависимости от изменения потребности в нем, присоединенных систем теплоиспользования, как правило используется двухступенчатое регулирование. В качестве первой ступени, выступает регулирование отпуска теплота, от теплоисточника в его тепловые сети. Тип такого регулирования, называют центральным; и им же определяют график

изменения температур, в отдельных случаях и расходы воды, в подающих трубопроводах тепловой сети. Вместе с тем, наряду с центральным регулированием, необходимо выполнять условие, регулирования отпуска тепла, из сетей в различные системы отопительных приборов присоединенных зданий. Такой тип регулирования, называют местным, и применяют в работе, на местных тепловых пунктах зданий. Исходя из способов, местного регулирования, определяется расход сетевой воды, при ее заданной температуре в подающем трубопроводе, необходимое для отпуска количество тепла, требующееся для использования в системе теплоснабжения каждого здания. Далее, каждая группа зданий, снабжаемая теплом, через рассматриваемый участок сети, получаем необходимый, при данном режиме расход воды, в подающих трубопроводах соответствующих участков. Из возможных режимов, выбираем тот режим, при котором расходы оказываются максимальными, в годовом разрезе, этот режим и будет называться расчетным, а полученные применительно к этому режиму, расходы воды по участкам, будут представлять собой исходные данные для гидравлического расчета сети, в частности при определении диаметров труб по участкам.

При автоматизации абонентских вводов основное применение в городах получило центральное качественное регулирование. Качественная работа отопительных установок жилых и общественных зданий при применение количественного регулирования возможна только при присоединение этих установок к тепловой сети по независимой схеме , так как только при этих схемах присоединения в местных отопительных установках может поддерживаться расчетный расход воды независимо от ее расхода из тепловой сети . В данном микрорайоне схема присоединения абонентских установок – независимая.

В зависимости от соотношения нагрузок ГВС и отопления, центральное регулирование разнородной нагрузки производится по отопительной, в случае преобладания этой нагрузки или по совмещенной нагрузке отопления и ГВС.

Применение такого метода регулирования дает возможность обеспечить нагрузку ГВС без дополнительного увеличения или с незначительным увеличением расчетного расхода воды в сети, по сравнению с расчетным расходом воды на отопление.

Для построения графика температур при центральном качественном регулировании, необходимо определить расчетное значение температурного напора в нагревательных системах, перепад температур сетевой воды и отопительных приборов.

Температурный напор в нагревательных системах:

$$\Delta t_o = \frac{t_n + t_o}{2} - t_{ep} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_o = \frac{95 + 70}{2} - 22 = 60,5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7)$$

где:  $t_n$  - в подающем трубопроводе

$t_o$  - в обратном трубопроводе

$t_{вр}$  - внутри помещения

Перепад температур сетевой воды:

$$\delta t_o' = t_n - t_o \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\delta t_o' = 125 - 70 = 55 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (8)$$

Перепад температур в отопительных приборах:

$$\Theta' = t_n - t_o$$

$$\Theta' = 95 - 70 = 25 \quad (9)$$

Отношение необходимого расхода тепла на отопление при данной, текущей температуре наружного воздуха:

$$Q_o^p = \frac{t_{ep} - t_n}{t_{ep} - t_{но}}$$

$$Q_o^p = \frac{(22 - (8))}{(22 - (-39))} = 0,229 \quad (8)$$

где:  $t_{вп}$  – внутри помещения

$t_{но}$  – расчетная, наружного воздуха

$t_{н}$  – текущая, наружного воздуха

Температура вода в подающем трубопроводе:

$$\tau_{10} = t_{вп} + \Delta t_o (Q_o^{p0,8}) + \left[ \Delta t_o - \frac{\Theta}{2} \right] Q_o^p, \text{ } ^\circ C$$

Обратном трубопроводе:

$$\tau_{20} = t_{вп} + \Delta t_o (Q_o^{p0,8}) - \frac{\Theta}{2} Q_o^p, \text{ } ^\circ C$$

Составим таблицу температур при центральном качественном регулировании.

Таблица 3 Регулирование совмещенной нагрузки

$t_{н}, \text{ } ^\circ C$	+8	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-39
$Q_o^p$	0.229	0.278	0.36	0.442	0.524	0.606	0.688	0.77	0.852	0.934	1
$\tau_{10}$	50,3	55,54	64	72,3	80,3	88,27	96,09	103,8	111,4	118,9	125
$\tau_{20}$	37,7	40,2	44,2	47,9	51,5	54,9	58,25	61,5	64,57	67,61	70
$\Delta \tau_o$	12,6	15,34	19,8	24,4	28,8	33,37	37,84	42,3	46,83	51,29	55

С учетом снижения температуры воды в местных коммуникациях горячего водоснабжения и перепада температур между греющей, и нагреваемой водой в подогревателе горячего водоснабжения, минимальная температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети принимается  $\tau_{01}''' = 70^\circ C$ , в

данном случае наружная температура, соответствующая излому температурного графика  $t_{н.и} = -3,7^{\circ}\text{C}$ , по графику определяем  $\tau_{02}''' = 46^{\circ}\text{C}$ ,

Принимаем из таблицы расчета теплообменника ТУ400-28-429-82е  $\tau_{03}''' = 30^{\circ}\text{C}$



## 4 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ. РАЗРАБОТКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА СЕТИ

При проектировании тепловой сети основная задача гидравлического расчета состоит в определении диаметров труб по заданным расходам теплоносителя и располагаемым перепадам давления в сети.

При проектировании в гидравлический расчет входят следующие задачи:

- определение диаметров трубопроводов;
- определение падения давления (напора);
- определение давлений (напоров) в различных точках сети.

Перед гидравлическим расчетом определим расчетные расходы сетевой воды, а затем суммарные на основании результатов расчета тепловой нагрузки.

### 5.1 Расчетные и суммарные расходы сетевой воды

#### 5.1.1 Расчетный расход сетевой воды на отопление

$$G_o = \frac{Q_o}{c \cdot (\tau_{10}^p - \tau_{20}^p)}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}, \quad (24)$$

где  $Q_o$  – расчетная нагрузка на отопление, *Вт*;

$$c = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \text{ – теплоемкость воды;}$$

$\tau_{10}^p, \tau_{20}^p$  – температура сетевой воды в подающей и обратной линии,  $^{\circ}\text{C}$ .

#### 5.1.2 Расчетный средний расход сетевой воды на ГВС

$$G_{гвс}^{cp} = \frac{Q_{гвс}^{cp}}{c \cdot (\tau_{1u} - \tau_{3u})}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}, \quad (25)$$

#### 5.1.3 Расчетный максимальный расход сетевой воды на ГВС

$$G_{гвс}^{\max} = \frac{Q_{гвс}^{\max}}{c \cdot (\tau_{1u} - \tau_{3u})}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}, \quad (26)$$

#### 5.1.4 Суммарный расчетный расход сетевой воды

$$G = G_o + G_{гвс}^{\max}, \text{ кг/ч.} \quad (28)$$

Расчетные и суммарные расходы сетевой воды общественных и жилых зданий  
сведены в таблицу 5.

Таблица 5 Расходы воды общественных и жилых зданий

№	Наименование объекта	Расчетный расход воды на отопление, $G_{o^P}$ , кг/ч	Средний расход воды на ГВС, $G_{ГВС(ср)}$ , кг/ч	Мах расход воды на ГВС, $G_{ГВС(мах)}$ , кг/ч	Суммарный расчетный расход сетевой воды $G$ , кг/ч
	Жилой фонд				
1	Ул. Попова, 28а	1093,5	247,4	593,69	1687,19
2	Ул. Попова, 7	1482,6	307,37	737,6	2220,2
3	Ул. Попова, 9	1487,2	322,41	773,69	2260,89
4	Ул. Попова, 11	1427,8	299,8	719,57	2147,37
5	Ул. Попова, 13	1331	299,8	719,57	2050,57
6	Ул. Попова, 9а	2321,4	487,37	1169,57	3490,97
7	Ул. Инициат, 8	3577,3	869,9	2087,8	5665,1
8	Ул. Попова, 15	1409,5	322,4	773,69	2183,19
9	Ул. Попова, 17	1494,98	337,4	809,78	2304,76
10	Ул. Инициат, 4	2451	509,92	1222,19	3673,19
11	Ул. Инициат, 2	1449,7	322,41	773,69	2223,39
12	Ул. Попова, 4	1482	337,4	809,78	2291,78
13	Ул. Попова, 10	935,7	232,4	557,6	1493,3
14	Ул. Попова, 8	916,98	239,2	575,6	1492,58
15	Ул. Попова, 12	932,6	239,2	575,6	1508,2
16	Ул. Инициат, 45	1673,1	360	863,4	2536,5
17	Ул. Инициат, 56	1396,6	314,89	755,6	2152,2
18	Ул. Инициат, 56а	1743,4	360	863,9	2607,3
19	Ул. Инициат, 60	1445	314,8	755,6	2200,6
20	Ул. Инициат, 62	1446,6	329,9	791,7	2238,3

21	Ул. Инициат,70	2732,2	569,8	1367,6	4099,8
22	Ул. Инициат,41	2836,9	607	1457,8	4294,7
23	Ул. Инициат,43	3847,6	810	1943,9	5791,5
24	Ул. Попова,6	2986,8	697,4	1673,69	4660,49
	Всего	43901,46	9738,17	23372,61	67274,07
	Промышленные организации				
25	ОАО Энергоуправлен.	1134,4	10,48	25,13	1159,53
26	гаражи ОАО Энергоуправлен.	677,97	143,9	345,39	1023,36
27	ИП Смирнова магазин	169,65	62,29	149,49	319,14
28	Ул. Попова,16 Профилакторий	1743,4	140,4	337	2080,4
29	Ул. Инициат,28 Дис.упр.трамвая	230,1	4,8	11,53	241,63
	Всего	3955,52	361,87	868,54	4824,06
	Бюджетные организации				
30	Ул. Попова,19 ДК 'Шахтер'	1223,8	16,99	40,7	1264,5
31	УПК	618,6	6,55	15,72	634,32
32	Ул. Инициат,6 Детский сад	774,8	93,65	224,67	999,47
33	Ул. Инициат,64 Детский сад	808,3	100,95	242,29	1050,59
34	Ул. Инициат,62 Прачечная д/с	110,9	162,38	389,6	500,5

35	Ул. Инициат,66 Детский сад	809,04	103,1	247,4	1056,44
36	Ул. Инициат,68 Детский сад	755,6	83,77	201	956,6
37	Ул. Инициат,68 Прачечная д/с	128,9	156,15	374,6	503,5
38	Ул. Попова,1 Паспортный стол	545,35	3,09	12,56	557,91
39	Гаражи автобазы	2347,9	476,8	1144,4	3492,3
40	Ул. Попова,14 ГОВД	2018,3	17,48	41,94	2060,24
	Всего	10141,49	1220,91	2934,88	13076,37
	Итого	57998,47	11320,95	27176,03	85174,5

## 4.2 Методика гидравлического расчета тепловой сети

### 4.2.1 Гидравлический расчет главной магистрали и ответвлений

В ходе расчета принимаем, что эквивалентная шероховатость водопроводов равна:

$$k_s = 0,5 \text{ мм},$$

а плотность воды при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  :

$$\rho = 958 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Располагаемый перепад давлений в тепловой сети необходимо обосновывать технико-экономическими расчетами. Так как отсутствуют данные для экономического обоснования, удельные потери давления вдоль главной магистрали принимаем по номограмме рисунок 1 [5]



Диаметры, скорость и сопротивление, выбираем таблице, для гидравлического расчета, рисунку 2 [5]

Рисунок 2

Таблица 9.11

Таблица для гидравлического расчета трубопроводов при  $k_p = 0,5$  мм и  $\gamma = 958,4$  кгс/м<sup>3</sup>

$D_n \times s$ в мм	32×2,5		38×2,5		44,5×2,5		45×2,5		57×3,5	
	$v$ в м/сек	$\Delta h$ в кгс/м <sup>2</sup> м	$v$ в м/сек	$\Delta h$ в кгс/м <sup>2</sup> м	$v$ в м/сек	$\Delta h$ в кгс/м <sup>2</sup> м	$v$ в м/сек	$\Delta h$ в кгс/м <sup>2</sup> м	$v$ в м/сек	$\Delta h$ в кгс/м <sup>2</sup> м
0,2	0,1	0,95								
0,22	0,11	1,14								
0,24	0,17	1,35								
0,26	0,13	1,59								
0,28	0,14	1,82								
0,3	0,15	2,08	0,1	0,72						
0,32	0,16	2,37	0,11	0,81						
0,34	0,17	2,71	0,12	0,92						
0,36	0,18	2,97	0,12	1,03						
0,38	0,19	3,3	0,13	1,15						
0,4	0,2	3,65	0,14	1,26						
0,42	0,21	4	0,14	1,37						
0,44	0,22	4,38	0,15	1,52	0,1	0,59	0,1	0,55		
0,46	0,23	4,75	0,16	1,66	0,11	0,64	0,11	0,6		
0,48	0,24	5,15	0,16	1,82	0,11	0,69	0,11	0,65		
0,5	0,25	5,55	0,17	1,95	0,12	0,76	0,12	0,7		
0,55	0,28	6,66	0,19	2,35	0,13	0,91	0,13	0,85		
0,6	0,3	7,85	0,2	2,8	0,14	1,07	0,14	1,01		
0,65	0,33	8,19	0,22	3,26	0,15	1,27	0,15	1,18		
0,7	0,35	10,7	0,24	3,77	0,17	1,46	0,16	1,37	0,1	0,44
0,75	0,38	12,3	0,25	4,31	0,18	1,67	0,17	1,57	0,11	0,5
0,8	0,41	14	0,27	4,86	0,19	1,9	0,18	1,77	0,12	0,57
0,85	0,43	15,8	0,29	5,45	0,2	2,13	0,2	2	0,13	0,65
0,9	0,46	17,7	0,31	6,08	0,21	2,38	0,21	2,22	0,13	0,72
0,95	0,48	19,7	0,32	6,73	0,22	2,64	0,22	2,48	0,14	0,8
1	0,51	21,9	0,34	7,45	0,24	2,91	0,23	2,72	0,15	0,88
1,05	0,53	24,1	0,36	8,21	0,25	3,2	0,24	2,99	0,16	1,07
1,1	0,56	26,5	0,37	9,01	0,26	3,51	0,25	3,29	0,16	1,05
1,15	0,58	28,9	0,39	9,85	0,27	3,82	0,27	3,58	0,17	1,14
1,2	0,61	32	0,41	10,7	0,28	4,15	0,28	3,87	0,18	1,24

Эквивалентные длины местных сопротивлений, выбираем по рисунку 3 [5]

Рисунок 3

126									
Раздел II. Схемы и расчеты тепловых сетей									
Эквивалентные длины местных сопротивлений при $k_2 = 0,5$ мм									
Наименование местных сопротивлений	Эскизы	Эквивалентные длины местных сопротивлений							
		32	33,5	35	42,3	44,5	45	48	57
Задвижка <sup>1</sup>		—	—	—	—	—	—	—	0,66
Вентиль: с вертикальным штоком		5,1	5,4	6	6,9	7,7	7,8	8,1	8,4
	• косым		0,57	0,54	0,64	0,59	0,72	0,73	0,76
Обратный клапан: поворотный („захлопна“) подъемный		0,74	0,78	0,88	1,12	1,25	1,26	1,35	1,7
		4	4,2	5,25	6	6,7	6,8	7,3	9,16
Сальниковый компенсатор: односторонний		—	—	—	—	—	—	—	—
	двусторонний		—	—	—	—	—	—	—
Грязевик промывочный		—	—	—	—	—	—	—	—
Отводы сварные оловянные с углом		—	—	—	—	—	—	—	—
	45°		—	—	—	—	—	—	—
	60°		—	—	—	—	—	—	—
	90°		—	—	—	—	—	—	—
Отводы сварные под углом 90°: двухшовные $R=1,5 D$		—	—	—	—	—	—	—	—
	трехшовные $R=1,5 D$		—	—	—	—	—	—	—

Потери давления на участке [3, С.164]

$$\Delta P = R_{л(t)} \cdot (L_t + \Sigma L_{э(t)}), \text{ Па.} \quad (29)$$

В линейных единицах потери давления составляют [3]

$$\Delta H_t = \frac{\Delta P_t}{g \cdot \rho}, \text{ м. вод. ст.,} \quad (30)$$

где  $g = 9,81 \frac{M}{c^2}$  – ускорение свободного падения;

Результаты расчета приведены в таблице 6.1 и 6.2

Таблица 6.1

№ уч.	Расход, т/ч	Длин а, м	Диаметр мм/толщ стенки	$R_p, \frac{Па}{м}$	Скорост ь, м/с	Эквивалентная длина, м					$\sum L_3, м$	$\sum L_3 + L_4, м$ ЭКВИВ.Д лина	$\Delta P, Па$	$\Delta H, м.в.ст.$	$\sum \Delta H, м.в.ст.$
						П- комп.	задвиг ки	Перехо д свар.	Отвод 45° /90°	Проход тройника					
Центральная магистраль подающего трубопровода															
2	2,837	20	57*3,5	61,98	0,41	-	0,65	-	-	1,3	1,95	21,95	1360,5	0,138736	0,138736
4	6,685	25	57*3,5	344	0,98	-	0,65	-	-	1,3	1,95	26,95	9270,8	0,945385	1,084121
6	8,358	15	57*3,5	58,3	1,26	-	0,65	-	-	1,3	1,91	16,91	985,85	0,100531	1,184652
8	10,101	20	57*3,5	571,7	1,48	-	0,65	0,13	-	1,3	2,08	22,08	12623	1,28722	2,471872
16	16,81	20	76*3,5	410,9	1,32	-	1	-	-	1,3	2,3	22,3	9163	0,934392	3,406264
18	18,207	30	76*3,5	459,9	1,4	-	1	-	-	2	3	33	15176	1,54756	4,953824
28	24,754	40	76*3,5	888,48	1,94	-	1	0,2	-	2	3,2	43,2	38382	3,91398	8,867804
32	28,655	50	89*3,5	477,58	1,59	-	1,28	-	-	5,1	6,38	56,38	26925	2,74566	11,61346
45	34,775	20	89*3,5	695,29	1,29	-	1,28	-	-	2,55	3,83	23,83	16568	1,68951	13,30297
47	37,123	20	89*3,5	776,68	2,03	-	1,28	-	-	2,55	3,83	23,83	16568	1,68951	14,99248
49	37,668	80	89*3,5	83,6	2,09	-	1,28	0,26	-	2,55	4,09	84,09	7029,9	0,71687	15,70935
77	57,998	15	108*4	819,8	2,14	-	1,65	-	-	3,3	4,95	19,95	16355	1,66779	17,37714



№ уч.	Расход, т/ч	Длин а, м	Диаметр мм/толщ стенки	$R_d, \frac{Па}{м}$	Скорост ь, м/с	Эквивалентная длина, м					$\sum L_3, м$	$\sum L_3 + L_4, м$ ЭКВИВ.Д лина	$\Delta P, Па$	$\Delta H, м.в.ст.$
						П- комп.	задви жки	Перехо д свар.	Отвод 45° /90°	Проход тройника				
Ответвления подающего трубопровода														
1	2,837	10	57*3,5	61,978	0,41	-	0,65	-	-	1,96	2,61	12,61	781	0,079642
3	3,848	10	57*3,5	113,75	0,56	-	0,65	-	-	1,3	1,95	11,95	1359	0,138583
5	1,673	15	57*3,5	22,163	0,24	-	0,65	-	-	1,3	1,95	16,95	375,6	0,038301
7	1,743	10	57*3,5	24,81	0,26	-	0,65	-	-	1,3	1,95	11,95	296,47	0,030232
9	0,230	10	32*2,5	11,179	0,11	-	-	-	-	1,96	1,96	11,96	133,7	0,013634
10	1,447	10	57*3,5	17,455	0,21	-	0,65	-	-	1,96	2,61	12,61	220,1	0,022444
11	1,677	15	57*3,5	22,163	0,24	-	0,65	-	-	1,3	1,95	16,95	375,6	0,038301
12	1,455	10	57*3,5	17,455	0,21	-	0,65	-	-	1,96	2,61	12,61	220,1	0,022444
13	3,132	15	57*3,5	76,001	0,46	-	0,65	-	-	1,3	1,95	16,95	1288,2	0,131363
14	3,577	10	57*3,5	101,98	0,53	-	0,65	-	-	1,96	2,61	12,61	1285,9	0,131129
15	6,709	15	57*3,5	365,78	1	-	0,65	0,13	-	1,3	2,08	17,08	6247	0,637034
17	1,397	15	57*3,5	16,377	0,21	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	17,74	290,5	0,029623
19	0,933	10	45*2,5	24,32	0,22	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	280,89	0,028643
20	0,936	10	45*2,5	24,32	0,22	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	280,89	0,028643
21	1,869	10	57*3,5	27,556	0,27	-	0,65	-	-	1,3	1,95	11,95	329,29	0,033579
22	0,917	10	45*2,5	21,77	0,21	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	251,44	0,025640
23	2,786	15	57*3,5	61,978	0,41	-	0,65	0,13	-	1,3	2,08	17,08	1058,5	0,10794
24	1,743	15	57*3,5	24,81	0,26	-	0,65	-	-	1,96	2,61	17,61	436,9	0,044552

25	2,018	10	57*3,5	31,87	0,3	-	0,65	-	-	1,3	1,95	11,95	380,84	0,038835
26	3,761	15	57*3,5	113,75	0,56	-	0,65	0,13	-	1,3	2,08	17,08	1942,8	0,198116
27	6,547	15	76*3,5	44,522	0,43	-	1	-	-	2	3	18	801,39	0,081721
29	1,450	15	57*3,5	17,455	0,21	-	0,65	-	-	1,96	2,61	17,61	307,38	0,031344
30	2,451	10	57*3,5	49,425	0,37	-	0,65	-	-	1,3	1,95	11,95	590,6	0,060226
31	3,901	20	57*3,5	120,62	0,58	-	0,65	0,13	-	1,3	2,08	22,08	2663,2	0,271578
33	2,732	50	76*3,5	10,885	0,21	6,8	1	-	-	3	10,8	60,8	661,8	0,067486
34	0,129	10	32*2,5	9,316	0,1	-	-	-	-	0,86	0,86	10,86	101,17	0,010316
35	0,756	15	45*2,5	17,357	0,18	-	-	-	-	1,45	1,45	16,45	285,5	0,029113
36	0,885	15	45*2,5	21,77	0,21	-	-	0,1	-	0,97	1,7	16,7	363,5	0,037067
37	0,809	10	45*2,5	17,357	0,18	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	200,47	0,020442
38	1,694	20	57*3,5	23,535	0,25	-	0,65	-	-	1,3	1,95	21,95	516,59	0,052679
39	0,111	15	32*2,5	9,316	0,1	-	-	-	-	0,86	0,86	15,086	140,5	0,014327
40	0,808	10	45*2,5	17,357	0,18	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	200,47	0,020442
41	0,775	10	45*2,5	17,357	0,18	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	200,47	0,020442
42	1,583	20	57*3,5	20,986	0,24	-	0,65	1,3	-	1,3	3,25	23,25	487,9	0,049753
43	3,388	20	76*3,5	16,965	0,26	-	1	-	-	2	3	23	390,2	0,039790
44	6,12	60	76*3,5	54,623	0,48	6,8	1	0,2	-	4	5,2	65,2	3561,4	0,363172
46	2,348	10	57*3,5	41,874	0,34	-	0,65	1,3	-	1,96	3,91	13,91	2676	0,272884
48	0,545	10	38*2,5	19,122	0,17	-	-	-	-	1,13	1,13	11,13	212,8	0,021700
50	1,482	10	57*3,5	18,73	0,22	-	0,65	0,13	-	1,96	3,91	13,91	260,5	0,026564
51	1,495	10	57*3,5	18,73	0,22	-	0,65	0,13	-	1,96	3,91	13,91	260,5	0,026564

52	2,977	20	76*3,5	13,238	0,23	-	1	-	-	2	3	23	304,47	0,031048
53	1,409	10	57*3,5	16,377	0,21	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	208,64	0,021275
54	4,386	20	76*3,5	27,556	0,34	-	1	-	-	2	3	23	633,78	0,064629
55	0,678	15	45*2,5	13,435	0,16	-	-	0,1	-	1,45	1,55	16,55	222,34	0,022673
56	5,064	20	76*3,5	35,5	0,39	-	1	-	-	2	3	23	816,5	0,083262
57	1,134	15	57*3,5	11,179	0,17	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	17,74	198,31	0,020222
58	6,198	15	76*3,5	54,623	0,48	-	1	-	-	2	3	18	983	0,100241
59	2,987	15	57*3,5	71,196	0,44	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	17,74	1263	0,128794
60	9,185	30	76*3,5	114,73	0,7	6,8	1	-	-	2	9,8	39,8	4566	0,465615
61	1,224	10	57*3,5	12,16	0,18	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	154,9	0,015795
62	10,409	15	76*3,5	156,9	0,81	-	1	-	-	2	3	18	2824	0,287976
63	0,619	10	45*2,5	9,9047	0,14	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	114,39	0,011664
64	11,028	15	76*3,5	171,61	0,85	-	1	0,2	-	2	3,2	18,2	3123	0,318466
65	1,093	15	45*2,5	32,263	0,25	-	-	0,1	-	1,45	1,55	16,55	533,95	0,054449
66	2,321	10	57*3,5	41,874	0,34	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	533,47	0,054400
67	1,481	10	57*3,5	18,73	0,22	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	238,6	0,024331
68	4,895	20	76*3,5	32,754	0,37	-	1	-	-	2	3	23	753,3	0,076817
69	1,487	10	57*3,5	18,73	0,22	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	238,6	0,024331
70	0,170	10	32*2,5	9,316	0,1	-	-	-	-	0,86	0,86	1,86	17,32	0,001766
71	6,522	20	76*3,5	61,879	0,51	-	1	-	-	2	3	23	1423,2	0,14513
72	1,429	10	57*3,5	18,73	0,22	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	238,6	0,024331
73	7,981	20	76*3,5	90,907	0,62	-	1	-	-	2	3	23	2090,8	0,213208

74	1,331	10	57*3,5	15,2	0,2	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	193,6	0,019742
75	9,312	20	76*3,5	114,73	0,7	-	1	0,2	-	2	3,2	23,2	2661,7	0,271425
76	20,33	20	89*3,5	227,51	1,1	-	1,28	0,26	-	2,55	4,09	24,09	5480,7	0,558891

Таблица 6.2

№ уч.	Расход, т/ч	Длин а, м	Диаметр мм/толщ стенки	$R_{л}, \frac{Па}{м}$	Скорост ь, м/с	Эквивалентная длина, м					$\sum L_{э}, м$	$\sum L_{э+L, м}$ эквив.д лина	$\Delta P, Па$	$\Delta H, м.в.ст.$	$\sum \Delta H, м.в.ст.$
						П- комп.	задвиг ки	Перехо д свар.	Отвод 45° /90°	Проход тройника					
Центральная магистраль обратного трубопровода															
2	2,837	20	57*3,5	61,98	0,41	-	0,65	-	-	1,3	1,95	21,95	1360,5	0,138736	17,37714
4	6,685	25	57*3,5	344	0,98	-	0,65	-	-	1,3	1,95	26,95	9270,8	0,945385	17,23840
6	8,358	15	57*3,5	58,3	1,26	-	0,65	-	-	1,3	1,91	16,91	985,85	0,100531	16,29302
8	10,101	20	57*3,5	571,7	1,48	-	0,65	0,13	-	1,3	2,08	22,08	12623	1,28722	16,19249
16	16,81	20	76*3,5	410,9	1,32	-	1	-	-	1,3	2,3	22,3	9163	0,934392	14,90527
18	18,207	30	76*3,5	459,9	1,4	-	1	-	-	2	3	33	15176	1,54756	13,97088
28	24,754	40	76*3,5	888,48	1,94	-	1	0,2	-	2	3,2	43,2	38382	3,91398	12,42332
32	28,655	50	89*3,5	477,58	1,59	-	1,28	-	-	5,1	6,38	56,38	26925	2,74566	8,50934
45	34,775	20	89*3,5	695,29	1,29	-	1,28	-	-	2,55	3,83	23,83	16568	1,68951	5,76368
47	37,123	20	89*3,5	776,68	2,03	-	1,28	-	-	2,55	3,83	23,83	16568	1,68951	4,07417
49	37,668	80	89*3,5	83,6	2,09	-	1,28	0,26	-	2,55	4,09	84,09	7029,9	0,71687	2,38466
77	57,998	15	108*4	819,8	2,14	-	1,65	-	-	3,3	4,95	19,95	16355	1,66779	1,66779

№ уч.	Расход , т/ч	Длин а, м	Диаметр мм/тол щстенки	$R_{л}, \frac{Па}{м}$	Скорост ь, м/с	Эквивалентная длина, м					$\sum L_3, м$	$\sum L_1 + L_2, м$ ЭКВИВ.Д лина	$\Delta P, Па$	$\Delta H, м.в.ст.$
						П- комп.	задви жки	Перехо д свар.	Отвод 45° /90°	Проход тройника				
Ответвления обратного трубопровода														
1	2,837	10	57*3,5	61,978	0,41	-	0,65	-	-	1,96	2,61	12,61	781	0,079642
3	3,848	10	57*3,5	113,75	0,56	-	0,65	-	-	1,3	1,95	11,95	1359	0,138583
5	1,673	15	57*3,5	22,163	0,24	-	0,65	-	-	1,3	1,95	16,95	375,6	0,038301
7	1,743	10	57*3,5	24,81	0,26	-	0,65	-	-	1,3	1,95	11,95	296,47	0,030232
9	0,230	10	32*2,5	11,179	0,11	-	-	-	-	1,96	1,96	11,96	133,7	0,013634
10	1,447	10	57*3,5	17,455	0,21	-	0,65	-	-	1,96	2,61	12,61	220,1	0,022444
11	1,677	15	57*3,5	22,163	0,24	-	0,65	-	-	1,3	1,95	16,95	375,6	0,038301
12	1,455	10	57*3,5	17,455	0,21	-	0,65	-	-	1,96	2,61	12,61	220,1	0,022444
13	3,132	15	57*3,5	76,001	0,46	-	0,65	-	-	1,3	1,95	16,95	1288,2	0,131363
14	3,577	10	57*3,5	101,98	0,53	-	0,65	-	-	1,96	2,61	12,61	1285,9	0,131129
15	6,709	15	57*3,5	365,78	1	-	0,65	0,13	-	1,3	2,08	17,08	6247	0,637034
17	1,397	15	57*3,5	16,377	0,21	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	17,74	290,5	0,029623
19	0,933	10	45*2,5	24,32	0,22	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	280,89	0,028643
20	0,936	10	45*2,5	24,32	0,22	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	280,89	0,028643
21	1,869	10	57*3,5	27,556	0,27	-	0,65	-	-	1,3	1,95	11,95	329,29	0,033579
22	0,917	10	45*2,5	21,77	0,21	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	251,44	0,025640
23	2,786	15	57*3,5	61,978	0,41	-	0,65	0,13	-	1,3	2,08	17,08	1058,5	0,10794

24	1,743	15	57*3,5	24,81	0,26	-	0,65	-	-	1,96	2,61	17,61	436,9	0,044552
25	2,018	10	57*3,5	31,87	0,3	-	0,65	-	-	1,3	1,95	11,95	380,84	0,038835
26	3,761	15	57*3,5	113,75	0,56	-	0,65	0,13	-	1,3	2,08	17,08	1942,8	0,198116
27	6,547	15	76*3,5	44,522	0,43	-	1	-	-	2	3	18	801,39	0,081721
29	1,450	15	57*3,5	17,455	0,21	-	0,65	-	-	1,96	2,61	17,61	307,38	0,031344
30	2,451	10	57*3,5	49,425	0,37	-	0,65	-	-	1,3	1,95	11,95	590,6	0,060226
31	3,901	20	57*3,5	120,62	0,58	-	0,65	0,13	-	1,3	2,08	22,08	2663,2	0,271578
33	2,732	50	76*3,5	10,885	0,21	6,8	1	-	-	3	10,8	60,8	661,8	0,067486
34	0,129	10	32*2,5	9,316	0,1	-	-	-	-	0,86	0,86	10,86	101,17	0,010316
35	0,756	15	45*2,5	17,357	0,18	-	-	-	-	1,45	1,45	16,45	285,5	0,029113
36	0,885	15	45*2,5	21,77	0,21	-	-	0,1	-	0,97	1,7	16,7	363,5	0,037067
37	0,809	10	45*2,5	17,357	0,18	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	200,47	0,020442
38	1,694	20	57*3,5	23,535	0,25	-	0,65	-	-	1,3	1,95	21,95	516,59	0,052679
39	0,111	15	32*2,5	9,316	0,1	-	-	-	-	0,86	0,86	15,086	140,5	0,014327
40	0,808	10	45*2,5	17,357	0,18	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	200,47	0,020442
41	0,775	10	45*2,5	17,357	0,18	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	200,47	0,020442
42	1,583	20	57*3,5	20,986	0,24	-	0,65	1,3	-	1,3	3,25	23,25	487,9	0,049753
43	3,388	20	76*3,5	16,965	0,26	-	1	-	-	2	3	23	390,2	0,039790
44	6,12	60	76*3,5	54,623	0,48	6,8	1	0,2	-	4	5,2	65,2	3561,4	0,363172
46	2,348	10	57*3,5	41,874	0,34	-	0,65	1,3	-	1,96	3,91	13,91	2676	0,272884
48	0,545	10	38*2,5	19,122	0,17	-	-	-	-	1,13	1,13	11,13	212,8	0,021700

50	1,482	10	57*3,5	18,73	0,22	-	0,65	0,13	-	1,96	3,91	13,91	260,5	0,026564
51	1,495	10	57*3,5	18,73	0,22	-	0,65	0,13	-	1,96	3,91	13,91	260,5	0,026564
52	2,977	20	76*3,5	13,238	0,23	-	1	-	-	2	3	23	304,47	0,031048
53	1,409	10	57*3,5	16,377	0,21	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	208,64	0,021275
54	4,386	20	76*3,5	27,556	0,34	-	1	-	-	2	3	23	633,78	0,064629
55	0,678	15	45*2,5	13,435	0,16	-	-	0,1	-	1,45	1,55	16,55	222,34	0,022673
56	5,064	20	76*3,5	35,5	0,39	-	1	-	-	2	3	23	816,5	0,083262
57	1,134	15	57*3,5	11,179	0,17	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	17,74	198,31	0,020222
58	6,198	15	76*3,5	54,623	0,48	-	1	-	-	2	3	18	983	0,100241
59	2,987	15	57*3,5	71,196	0,44	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	17,74	1263	0,128794
60	9,185	30	76*3,5	114,73	0,7	6,8	1	-	-	2	9,8	39,8	4566	0,465615
61	1,224	10	57*3,5	12,16	0,18	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	154,9	0,015795
62	10,409	15	76*3,5	156,9	0,81	-	1	-	-	2	3	18	2824	0,287976
63	0,619	10	45*2,5	9,9047	0,14	-	-	0,1	-	1,45	1,55	11,55	114,39	0,011664
64	11,028	15	76*3,5	171,61	0,85	-	1	0,2	-	2	3,2	18,2	3123	0,318466
65	1,093	15	45*2,5	32,263	0,25	-	-	0,1	-	1,45	1,55	16,55	533,95	0,054449
66	2,321	10	57*3,5	41,874	0,34	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	533,47	0,054400
67	1,481	10	57*3,5	18,73	0,22	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	238,6	0,024331
68	4,895	20	76*3,5	32,754	0,37	-	1	-	-	2	3	23	753,3	0,076817
69	1,487	10	57*3,5	18,73	0,22	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	238,6	0,024331
70	0,170	10	32*2,5	9,316	0,1	-	-	-	-	0,86	0,86	1,86	17,32	0,001766

71	6,522	20	76*3,5	61,879	0,51	-	1	-	-	2	3	23	1423,2	0,14513
72	1,429	10	57*3,5	18,73	0,22	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	238,6	0,024331
73	7,981	20	76*3,5	90,907	0,62	-	1	-	-	2	3	23	2090,8	0,213208
74	1,331	10	57*3,5	15,2	0,2	-	0,65	0,13	-	1,96	2,74	12,74	193,6	0,019742
75	9,312	20	76*3,5	114,73	0,7	-	1	0,2	-	2	3,2	23,2	2661,7	0,271425
76	20,33	20	89*3,5	227,51	1,1	-	1,28	0,26	-	2,55	4,09	24,09	5480,7	0,558891

Вид пьезометрического графика показан на рис.8. Пьезометрический график строится в масштабе по результатам гидравлического расчета с привязкой к рельефу местности.

Данные пьезометрического графика заносятся в таблицу 7.

Таблица 7.

L,м	185	40	130
G кг/с	20	15	10
D,мм	108*4	76*3,5	76*3,5
$\Delta h$ ,м	17,37714	3,91398	4,953824



## 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ И ТИПОРАЗМЕРОВ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

Основным направлением расчетов водяных систем теплоснабжения является определение расчетного расхода теплоносителей, а так же в подборе типоразмеров подогревателей, насосных установок и смесительных устройств.

Широкое распространение получили пластинчатые теплообменники , задача расчета пластинчатых теплообменников, заключается в определении числа последовательно подключенных ступеней подогрева (ходов) пластинчатого теплообменника и количества параллельно подключенных каналов (пластин), заданного или выбранного типоразмера.

### 5.1 Описание и принцип действия, пластинчатого теплообменника.

#### Конструкция и принцип работы

Конструкция.

Тело, пластинчатого теплообменника (Рис. 4.1) состоит из двух рам и набора пластин, размещенного между рамами.

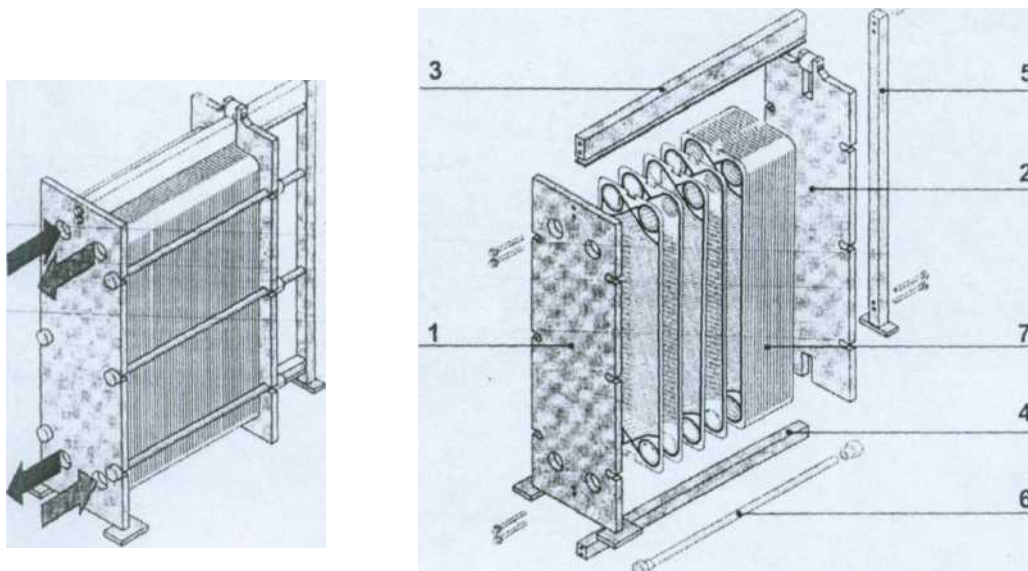


Рис. 4.1

Тело рамы, выполнено из неподвижной плиты (1) в которой вырезаны проходные отверстия, для подвода и отвода жидкостей. Тело рамы и пластин, соединяют верхней (3) и нижней (4) направляющими, с прижимной плитой(2) и задней стойкой (5).

Сборный пакет пластин (7), размещают между неподвижной и прижимной плитами и стягивают резьбовыми стяжками (6).

Пластины, выстраиваются, через одну, в результате, каждая вторая пластина в пакете, повернута по отношению к предыдущей на 180°. По итогу сборки получается, что каждый второй вход в канал между пластинами имеет двойное уплотнение.

#### Принцип работы, пластинчатого теплообменника

Набор пластин, выставляют так, что бы был образован, ряд параллельных каналов (пространство между парой пластин) через которые будет протекать, как правило, в режиме противотока, жидкости участвующие в процессе теплообмена, см. Рис.4.2.

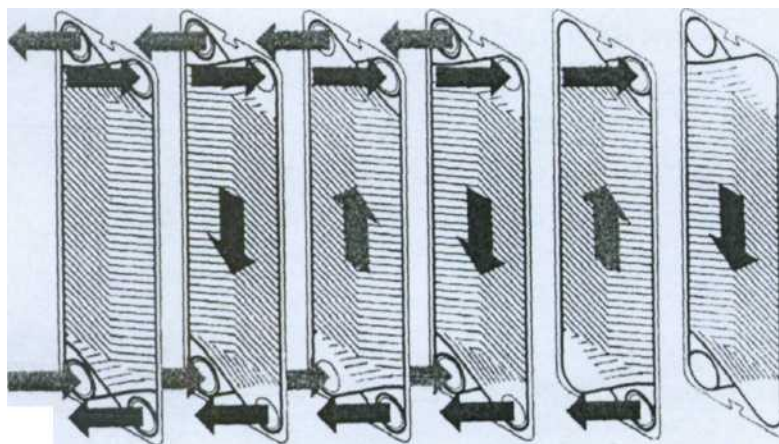


Рис. 4.2

Схема протока жидкости, организована следующим образом, две жидкости, с разными температурными показаниями, участвующие в процессе теплообмена, движутся по разные стороны одной пластины, выполняя передачу и прием тепла. Пластины сборно – разборного, пластинчатого теплообменника обладают, абсолютно схожими размерами. Выполняются, установкой через одну, с поворотом на  $180^\circ$ . Такая компоновка реализует работу теплообменного пакета, с четырьмя коллекторами работающих на подвод и отвод жидкости. Первая и последняя пластины, не участвуют в процессе теплообмена, задняя пластина выполняется обычно без отверстий.

Исходя из требований теплообмена, подбирается необходимая компоновка пластин, которые образующих необходимое количество параллельно проходящих каналов, организованных в один или несколько ходов.

Задача прокладок, расположенных на пластине после стяжки пакета, обеспечивают гарантированное уплотнение, между жидкостной средой и атмосферой.

Уплотнение отверстий на неподвижной плите - портов, осуществляется либо специальными кольцами, устанавливаемыми

между первой пластиной и неподвижной плитой, либо специальной прокладкой первой пластины.

Схема компоновки пластин теплообменника.

Пластинчатый теплообменник рассчитывается под конкретные параметры и в результате набирается такое количество пластин, которое необходимо для получения теплопередающей поверхности достаточной для заданной производительности.

Пакет теплообменных пластин собирается в один или несколько ходов. Каждый ход состоит из определенного количества параллельных каналов.

Поз	Номер	Кол-	Тип	Код	Тип
1	Передняя плита				
2	1	1	L	1234 E	TK
3	попеременно со 2 по 85	42	R	1234	TL
		42	L	1234	TK
4	86	1	R	0000	TL
5	Задняя плита 0000				

Пояснения:

Все присоединительные патрубки располагаются на неподвижной плите.

Цифры, расположенные над схематичным изображением пакета пластин, являются кодом, который показывает, какие из угловых отверстий пластин вырублены.

Код 1234 означает, что все 4 угловых отверстия пластины вырублены.

Код 0000 обозначает, что это пластина без отверстий. Буква E показывает, что это пластина с прокладкой во всех канавках.

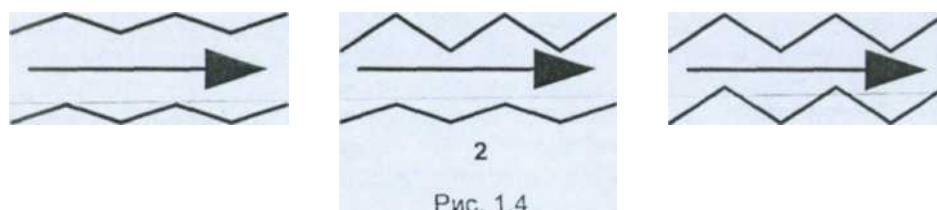
L - левая пластина, при взгляде на пластину со стороны прокладки левые отверстия портов открыты для протока жидкости а правые отверстия портов закрыты элементами прокладки.

R - правая пластина, это левая пластина развернутая на  $180^\circ$ , при взгляде на пластину со стороны прокладки правые отверстия портов открыты для протока жидкости а левые отверстия портов закрыты элементами прокладки.

Тип рифления показывает, каков профиль расположения гофр пластины, ТК - термически короткая (мягкая) пластина, ТЛ - термически длинная (жесткая) пластина. Соответственно компоуя их, можно получит разные каналы для течения жидкости.

Существуют различные вариации компоновок пакета теплообменника, например - с дополнительной ветвью циркуляции, с несколькими ходами и т.д. Для каждого конкретного теплообменника существует своя схема компоновки.

Типы каналов, для течения жидкости. Основные типы каналов (Рис. 4.4):



- 1).ТК- «мягкий» канал с самым малым коэффициентом теплопередачи и самыми малыми потерями давления - образуется установкой только пластин ТК,
- 2).ТМ - средний канал между ТЛ и ТК - образуется установкой пластин ТЛ и ТК чередующихся через одну.
- 3).ТЛ - «жесткий» канал с самым высоким коэффициентом теплопередачи и самыми высоким потерями давления - образуется установкой только пластин ТЛ.

Промежуточные типы каналов:

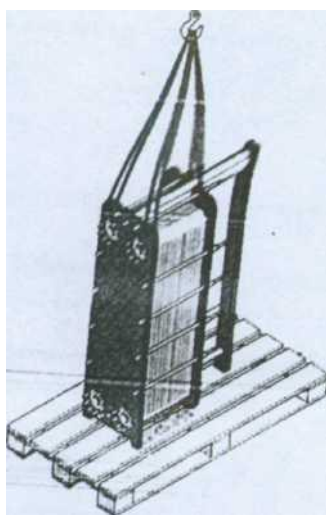
а)ТМТЛ - канал образуется смешением каналов ТМ и ТЛ, изменяя процентное соотношение этих типов каналов в компоновке теплообменника можно создавать общий тип канала со свойствами от чистого ТЛ до чистого ТМ и тем самым точно подбирать теплообменник под заданные условия,

б) ТКТМ - канал образуется смешением каналов ТК и ТМ, изменяя процентное соотношение этих типов каналов в компоновке теплообменника можно создавать общий тип канала со свойствами от чистого ТМ до чистого ТК и тем самым точно подбирать теплообменник под заданные условия,

в) ТКТЛ - канал образуется смешением каналов ТК и ТЛ, изменяя процентное соотношение этих типов каналов в компоновке теплообменника можно создавать общий тип канала со свойствами от чистого ТЛ до чистого ТК и тем самым точно подбирать теплообменник под заданные условия.

Рекомендации, по монтажу.

Схемы строповки теплообменника:



Строповка теплообменника с  
транспортиро-  
вочными отверстиями



Строповка теплообменника без  
транспортиро  
вочных отверстий

рис. 4.5

Для строповки теплообменника следует использовать строп пеньковый или синтетический (не стальной) с достаточной грузоподъемностью.

Требования к рабочему пространству.

Пластинчатый теплообменник должен быть смонтирован таким образом, чтобы легко можно было выполнять обслуживание и технический осмотр.

Требования к монтажной площадке.

Для крепления пластинчатого теплообменника не требуется какой либо специальной громоздкой конструкции как, например, для кожухотрубного теплообменника. Достаточно установить его на жестко закрепленную на полу раму, например сваренную из уголка и прикрепить к ней лапы (опоры) теплообменника болтами, Рис. 4.6.

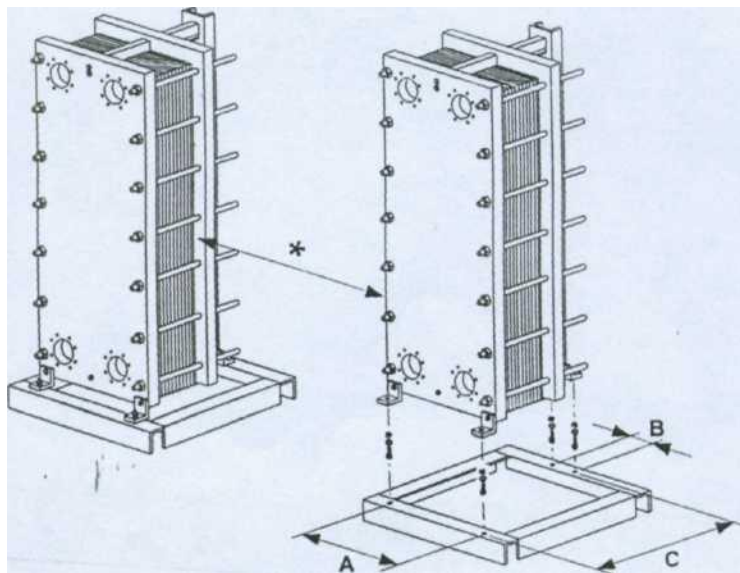


Рис. 4.6.

Монтажные размеры А, В, С и диаметры отверстий под болты указываются в сопроводительной документации на каждый теплообменник.

Также необходимо предусмотреть достаточное пространство \* для извлечения пластин из теплообменника, стяжки теплообменника, осмотра и прохода. Такое расстояние \*, должно быть не менее 700 мм.

Дренаж.

Необходимо предусмотреть место для дренажного слива непосредственной близости от пластинчатого теплообменника.

Если слив производится в систему канализации, необходимо иметь в виду возможную опасность загрязнения. В случае отсутствия возможности вывода жидкости непосредственно в дренажную систему, под аппаратом рекомендуется установить поддон.

Использование защищенного экрана.

На пластинчатый теплообменник можно установить защитный экран для предотвращения разбрызгивания жидкости в случае выхода из строя прокладок, Рис. 4.7.

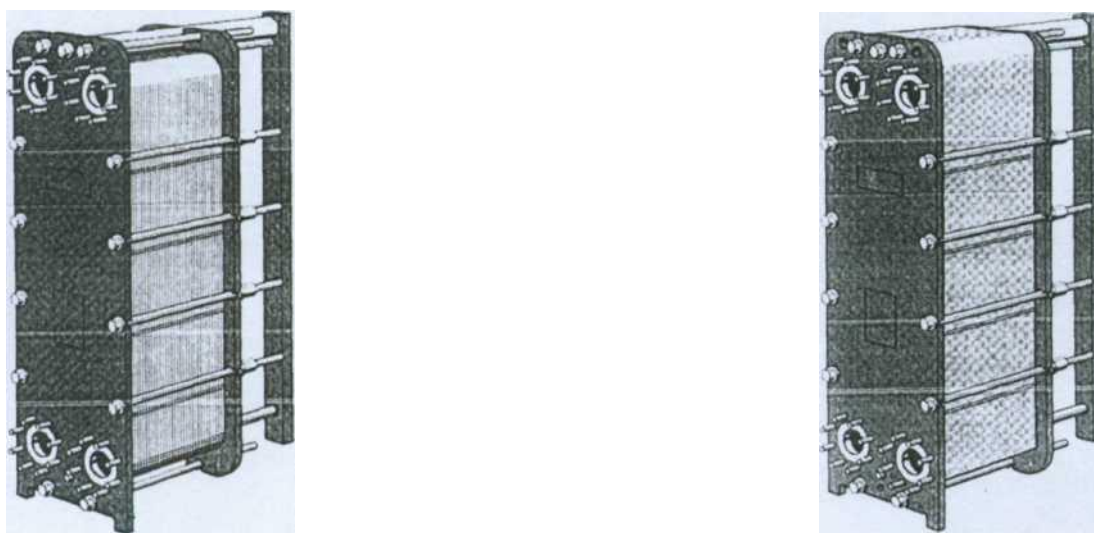


Рис. 4.7.

Такой экран указанной формы может быть изготовлен из листа оцинкованной стали толщиной 0,5-0,8 мм. Он размещается между пакетом пластин и шпильками, стягивающими теплообменник.

Присоединение трубопроводов.

Каждый теплообменник имеет стандартно четыре порта для подвода и отвода жидкостей, участвующих в теплообмене, расположенных на неподвижной плите. Для присоединения трубопроводов к теплообменнику порты изготовлены в двух вариантах (Рис. 4.8): патрубок с наружной резьбой и фланцевое соединение.



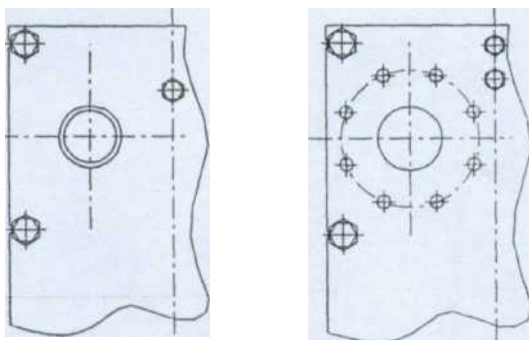


Рис.4.8.

Резьбовые патрубки изготавливаются со стандартной наружной трубной резьбой по ГОСТ 6357-81 под ответную резьбовую муфту. Размер А и диаметр патрубка указан в сопроводительной документации на теплообменник.

В случае фланцевого соединения (ГОСТ 12815-80) теплообменник комплектуется ответными фланцами и фланцевыми болтами. Диаметр присоединения указан в сопроводительной документации на теплообменник.

**ВНИМАНИЕ!** - Некоторые типы теплообменников используют нестандартные типы фланцев (обрезанные или уменьшенные) поэтому для крепления трубопроводов к теплообменнику следует использовать фланцы и фланцевые болты, поставляемые вместе с теплообменником.

В случае если в аппарате есть подводы к подвижной прижимной плите, то трубопроводы и отводы должны быть съемными и обеспечивать возможность движения прижимной плиты по всей длине верхней направляющей штанги. Это необходимо для чистки и технического осмотра.

Если трубопроводы располагаются на подвижной прижимной плите, то для обеспечения возможности дополнительного подтягивания пакета пластин, присоединение трубопроводов должно осуществляться через гибкие вставки.

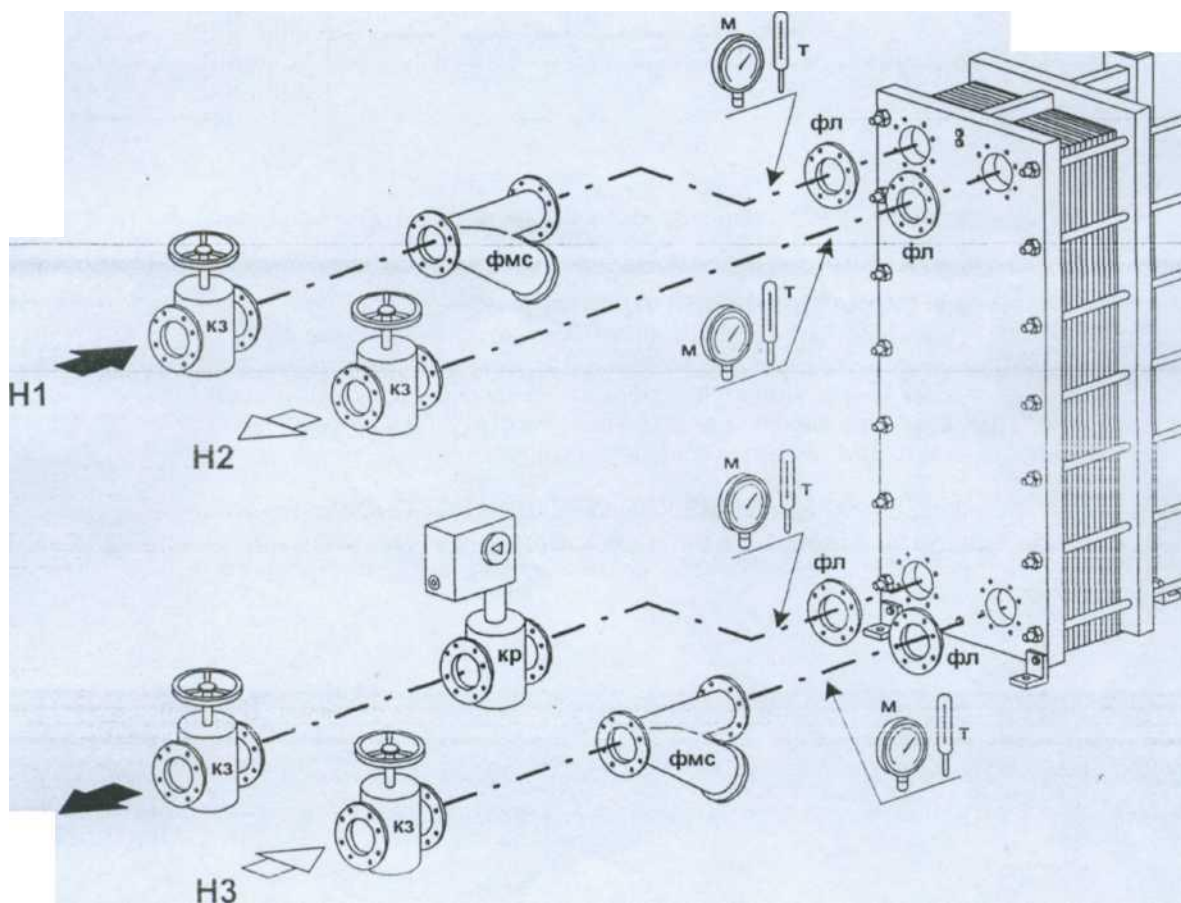
Для того чтобы исключить дополнительные нагрузки на корпус теплообменника все трубы должны поддерживаться трубодержателями.

Для возможности осуществления безразборной мойки необходимо правильно подобрать материал трубопроводов и правильно обвязать теплообменник.

Обвязка теплообменника.

Для правильной обвязки пластинчатого теплообменника (ПТО) желательно иметь разработанный и согласованный проект системы, в которой теплообменник будет использоваться.

Трубопроводы должны присоединяться к теплообменнику согласно монтажного чертежа, паспорта на теплообменник и настоящей инструкции. Примерная схема обвязки пластинчатого теплообменника приведена на Рис. 4.9.



Внимание! -Для предотвращения попадания в теплообменник грязи и его забивания на подводящих трубопроводах необходимо установить механические фильтры-грязевики.

На все трубопроводы желательно установить запорные вентили. Для контроля работы теплообменника необходимо использовать термометры, манометры и т.д.

В случае выполнения сварочных работ в непосредственной близости от пластин и прокладок, теплообменник необходимо защитить.

Пульсации давления.

При наличии в системе поршневых, шестеренчатых насосов, дозирующие устройств и т.п., необходимо исключить возможность передачи пульсации давления/вибраций на пластинчатый теплообменник, так как это может вызвать усталостные трещины в пластинах.

Допустимое давление.

Допустимое рабочее и испытательное давления указаны на табличке, расположенной на неподвижной плите теплообменника.

Защита от избыточного давления.

В случае если существует возможность превышения рабочего давления теплообменника, необходимо установить предохранительный клапан.

Избыточное давление может возникнуть также при пуске насосов, при работе клапанов или их замене и т.п.

Гидравлический удар.

Пластинчатый теплообменник чувствителен к гидравлическому удару. Гидравлический удар может произойти при регулировании, ремонтах, запуске насосов и т.д. Для того чтобы исключить такие ситуации, рекомендуется использовать дросселирование пневматических клапанов, устанавливая реле запаздывания в электрической сети управления, организовывать автоматический запуск насоса только при закрытых клапанах и т.д.

Ограждающие конструкции и теплоизоляция.

При эксплуатации теплообменника его наружные поверхности могут иметь высокую температуру, поэтому для обеспечения безопасности обслуживающего персонала необходимо установить ограждающие конструкции.

Пуск и эксплуатация.

Проверка степени сжатия.

При первом пуске теплообменника необходимо проверить соответствие расстояния между неподвижной и прижимной плитой значению, указанному в паспорте, которое определяет допустимую степень сжатия пакета пластин.

Пуск.

Необходимо избегать резких повышений давления и температуры, так как это может вызвать повреждение пластин и прокладок и привести к появлению течей. Пуск насосов должен производиться при закрытых клапанах. Регулирующие, запорные и меняющие расход клапаны должны работать медленно.

Если в качестве греющей среды используется пар, он должен входить в аппарат последним. Этим мерам предосторожности необходимо следовать при эксплуатации любых типов аппаратов.

Потенциальная возможность появления повреждений в результате неправильного пуска возрастает пропорционально увеличению расходов потоков жидкостей и длине подводных трубопроводов.

Пуск с новыми прокладками EPDM.

Во время первого пуска пластинчатого теплообменника с новыми прокладками EPDM, повышение температуры должно происходить медленно, со скоростью максимум 25°C в час.

Остановка и повторный пуск.

При остановке и повторном пуске, необходимо соблюдать следующие правила: скорость увеличения и падения давления не должна превышать  $\pm 10$

атм. в мин. Скорость увеличения и падения температуры не должна превышать  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  в мин

Течи во время пуска.

Во время пуска аппарата могут возникнуть небольшие течи, которые исчезнут после разогрева пластин и прокладок до рабочей температуры.

Эксплуатация.

Во время работы, температурный режим и гидравлические сопротивления должны постоянно контролироваться что на пластинах появились отложения и теплообменник необходимо очистить.. Рост гидравлических сопротивлений и или уменьшение температур означает,

Во время работы должны соблюдаться те же меры предосторожности, что и во время пуска аппарата.

Охлаждение.

Необходимо избегать резкого охлаждения аппарата. Одновременно с охлаждением необходимо понижать и давление.

Загрязнения пластинчатого теплообменника.

Загрязнения, покрывающие теплообменные пластины (и/или известковые отложения) снижают теплопередающие характеристики и увеличивают гидравлическое сопротивление (падение давления).

При охлаждении под давлением может произойти гидравлический удар или что-либо аналогичное, в результате появятся течи и взвешенные частицы, такие как песок, окалина и т.п. могут повредить прокладки.

Остановка аппарата на длительное время.

Если пластинчатый теплообменник не работает в течение длительного промежутка времени, рекомендуется слить из него жидкости, разделить пластины и промыть весь аппарат.

Слегка стянуть теплообменные пластины и накрыть весь аппарат, для того чтобы предохранить прокладки от загрязнения и прямых лучей солнечного света.

Неисправности и способы их устранения.

Снижение производительности.

Снижение тепловой производительности и/или увеличения гидравлического сопротивления (падения давления) означает, что теплообменник загрязнен. В этом случае пластинчатый теплообменник необходимо вскрыть и очистить пластины - затем стянуть пакет пластин в соответствии с теми размерами, которые указаны в паспорте.

Видимые течи.

а) Необходимо проверить рабочее давление аппарата.

В случае превышения давления, необходимо немедленно снизить его до установленного рабочего давления.

б) Подтяните пакет пластин теплообменника, не превышая минимального расстояния между неподвижной и прижимной плитой, указанного в паспорте.

Запрещается производить стягивание пластинчатого теплообменника, находящегося под давлением.

После стягивания пакета пластин, убедитесь в том, что неподвижная и прижимная плиты параллельны.

в) Откройте пластинчатый теплообменник и проверьте пластины на предмет деформаций и загрязнений. Убедитесь в том, что прокладки не потеряли эластичность, не деформированы и не имеют загрязнений на лицевой части.

Перед сборкой пластин и прокладок в пакет, их необходимо очистить, так как даже такие загрязнения, как песок могут стать причиной течи.

г) В случае если после сборки пакета пластин и стягивания его до минимальных размеров, течи не исчезают, рекомендуется заменить прокладки.

д) Если течи происходят через дренажные отверстия прокладок, причина может быть в том,

что участок прокладки, выходящий в дренажную полость, может быть поврежден, или произошла сквозная коррозия теплообменной пластины в дренажной зоне.

#### Невидимые течи.

Течи, имеющие место в результате сквозной коррозии одной или нескольких пластин, что приводит к смешиванию жидкостей, участвующих в теплообмене, можно устранить только заменой дефектных пластин.

Обнаружить такую течь можно следующим образом:

Отсоединить один из нижних трубопроводов обвязки - затем дать давление на противоположный контур.

Если при этом после стабилизации давления, из порта, от которого отсоединили трубопровод обвязки, вытекает жидкость, значит одна или несколько пластин протекают!

Откройте пакет и тщательно проверьте каждую пластину при помощи жидкости с красителем (контроль цветным методом).

Отверстия в пластинах обычно появляются в результате коррозии или усталостного разрушения. В любом случае необходимо заменить дефектные пластины, установить и устранить причину, в результате которой появились повреждения.

#### Очистка пластин, загрязнение пластин.

Производительность пластинчатого теплообменника и его стойкость к коррозии тесно связаны с чистотой пластин.

Можно удалить загрязнения с пластин, как организовав циркуляцию специального моющего вещества в пакете пластин без разборки теплообменника, так и с его разборкой и чисткой пластин вручную.

#### Моющие вещества.

При помощи некоторых моющих веществ можно удалять загрязнения, не повреждая при этом пластин или прокладок. При чистке моющими

веществами очень важно не повредить защитную пассивирующую пленку, образующуюся на нержавеющей стали.

Запрещено использовать в качестве моющих веществ жидкости содержащие хлор, такие как соляная кислота (HCL).

Примеры:

Для удаления масел и жиров, можно использовать водоземлюлирующие растворители масла. Например "MOBISOL77 B" и "CASTROL SOLVEX CASTROL ICW 1130"

Для удаления органических и жировых загрязнений используются едкий натр (NaOH) - макс, концентрация 1,5%. максимальная температура 85°C. 1,5%-ый раствор соответствует 3,25 литрам 30%-ого NaOH на 100 литров воды.

Для удаления накипи и твердых отложений используется азотная кислота (HNO<sub>3</sub>) - макс. концентрация 1,5%, максимальная температура 65°C, 1,5%-ый раствор соответствует 1,75 литрам 62%-ого HNO<sub>3</sub> на 100 литров воды. Азотная кислота также восстанавливает пассивирующую пленку на нержавеющей стали!

Безразборная мойка.

Необходимым условием для безразборной мойки является растворимость отложений образовавшихся на пластинах и устойчивость материалов, соприкасающихся с моющим раствором к его агрессивному воздействию.

Для безразборной мойки необходимо использовать систему циркуляции моющего раствора внутри теплообменника.

Количество циркулирующего моющего раствора должно быть, по крайней мере, эквивалентно обычному количеству жидкости, участвующей в теплообмене. В случае, когда в теплообмене участвует жидкость с высокой вязкостью, количество моющего раствора должно быть увеличено на 20-30%.

Пример технологического процесса безразборной мойки:



- а) Слить из теплообменника остатки жидкостей, участвующих в теплообмене.
- б) Промыть теплообменник холодной или теплой водой.
- в) Организовать циркуляцию подогретого моющего раствора через теплообменник.
- г) Промыть теплообменник горячей водой.
- д) Промыть теплообменник горячей водой с добавкой умягчителя.
- е) Промыть теплообменник холодной или теплой водой.

Мойку можно выполнять и без циркуляции, путем заливки моющего раствора.

Такая процедура мойки повторяется до тех пор, пока все загрязнения не будут удалены. Необходимо постоянно добавлять в циркуляционную систему свежий моющий раствор. После мойки теплообменник необходимо тщательно промыть чистой водой.

Замена пластин.

Прежде чем поставить в пакет новую пластину, необходимо убедиться в том, что у нее вырублены те же угловые отверстия аналогично старой пластине.

Можно удалить дефектную пластину с 4-мя угловыми отверстиями без вставки запасной пластины при условии, что соседняя пластина с 4-мя угловыми отверстиями тоже снимается. Поэтому новое число пластин должно быть  $= S-2$ . При таких изменениях изменится и размер  $M1$  определяющий степень сжатия, который станет таким:

$$M1 = M(S-2) / S$$

$M$  - первоначальный размер, определяющий степень сжатия, указываемый в паспорте теплообменника.  $S$  - первоначальное число пластин в пакете.

По сравнению с первоначальной, поверхность теплопередачи теплообменника, после того как убираются две пластины, сокращается, а перепад давления увеличивается.

Можно также и увеличить поверхность теплопередачи теплообменника, добавлением пластин, если длина направляющих достаточна.

#### Замена прокладок.

Перед удалением старых прокладок необходимо запомнить их положение относительно профиля пластины.

Первая пластина после неподвижной плиты и после промежуточной плиты должна иметь прокладку во всех своих уплотнительных канавках. Такая прокладка может вырезаться из двух обычных прокладок. Сравните форму новой и старой прокладки перед заменой.

Замена приклеиваемой прокладки.

Удаление старых прокладок.

Прокладки, приклеенные клеем, следует удалить с пластины. Пластины необходимо очистить и удалить загрязнения.

Очистка: Новые прокладки и прокладочные канавки в пластинах очищаются тканью, смоченной обезжиривающей жидкостью. Склеиваемые поверхности должны быть абсолютно чистыми, их нельзя касаться пальцами. Необходимо чтобы обезжиривающая жидкость эффективно удаляла жировые загрязнения со склеиваемых поверхностей. Рекомендуется использовать следующие обезжиривающие жидкости: трихлорэтилен, хлоротен, ацетон, метиловый этил кетон или этил ацетат. Важно чтобы перед нанесением клея все обезжиривающие вещества испарились. Обычно это занимает приблизительно 15 минут при температуре 20°C. Вместо обезжиривающей жидкости для подготовки склеиваемых поверхностей можно использовать мелкозернистую шкурку.

Примечание: при работе с клеем и обезжиривающими жидкостями соблюдайте правила техники безопасности.

Приклеивание: прокладочные канавки на пластине смазываются тонким слоем клея, и прокладка укладывается в прокладочную канавку на пластине.

Укладка прокладок начинается с обоих концов пластины и продолжается вдоль прямой части пластин.

Приклеивание прокладок к пластинам легче всего выполнять на столе. После укладки прокладок в прокладочные канавки пластин, пластины необходимо сжать.

Затем пластины с прокладками подвешиваются в раму и слегка сжимаются - до минимального значения, указанного в паспорте, плюс 0,2 мм на пластину.

Для сокращения времени сушки можно водой или паром пластинчатый теплообменник нагревается до температуры 90-100°C и выдерживается при такой температуре в течение 1,5-2 часов! Давление жидкости должно быть как можно ниже. Если нет возможности нагреть пластинчатый теплообменник, то необходимо отсоединить подводящие трубопроводы и поместить теплообменник в наиболее теплое место.

Время сушки при температуре 20°C составляет приблизительно 48 часов. При температуре 10°C это время сокращается до приблизительно 24 часов.

Замена безклеевых прокладок.

Безклеевые прокладки спроектированы как обычные, но имеют специальные фиксаторы, которые защелкиваются на пластине.

При замене таких прокладок старая прокладка полностью удаляется. Перед установкой новой прокладки необходимо убедиться в том, что в прокладочных канавках нет остатков старой резины, особенно в местах для фиксаторов.

Тщательно очистите пластины и прокладочные канавки.

Новые прокладки устанавливаются без использования каких-либо инструментов.

Прокладки, изготовленные из материала EPDM желательно протереть тканью, смоченной силиконовым маслом, чтобы при разборке пакета пластин в будущем, облегчить разделение пластин.

### Запасные части. Заказ запасных частей.

При заказе запасных частей необходимо указать тип и серийный номер пластинчатого теплообменника.

#### Заказ прокладок.

Можно заказать как полный комплект прокладок так несколько прокладок. В полный комплект прокладок включается как прокладки для пластин, так и прокладочные кольца, если таковые входят в комплект поставки.

#### Заказ пластин.

Можно заказать пластины с уже установленными прокладками! Угловые отверстия на пластинах будут вырублены в соответствии со старыми пластинами. При заказе необходимо указать тип, серийный номер пластинчатого теплообменника и порядковый номер пластины.

Если причиной замены пластин является коррозия или усталостный износ, рекомендуется заменить все пластины аппарата.

Для заказа необходимо направить заявку в наш адрес с указанием требуемых запасных частей.