

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»

Факультет Теплоэнергетический

Кафедра Промышленная теплоэнергетика

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой _____ Еремин А.В.
(подпись)

«__» _____ 2020г.

Выпускная квалификационная работа

Тема Энергоснабжение цеха по производству консервов от промышленно отопительной котельной

Обучающийся

Брагин Дмитрий Михайлович, 4 курс, теплоэнергетический факультет, 5 группа
(фамилия, имя, отчество, курс, факультет, группа)

Руководитель работы доцент _____ Еремин А.В.
(должность, подпись, дата, фамилия, инициалы)

Консультант доцент _____ Горшенин А.С.
(должность, подпись, дата, фамилия, инициалы)

Консультант доцент _____ Маслова О.П.
(должность, подпись, дата, фамилия, инициалы)

Консультант старший преподаватель _____ Володин Е.А.
(должность, подпись, дата, фамилия, инициалы)

Консультант профессор _____ Яговкин Г.Н.
(должность, подпись, дата, фамилия, инициалы)

Консультант доцент _____ Клочкова Н.Н.
(должность, подпись, дата, фамилия, инициалы)

Нормоконтролер доцент _____ Горшенин А. С.
(подпись, дата, фамилия, инициалы)

Самара 2020 г.

Реферат

Пояснительная записка ВКР содержит 87 стр., 22 табл., 16 рис., 24 использованных источников. Демонстрационные графики – 4 листов.

Ключевые слова: ПАРОВОЙ КОТЕЛ, ПРОМЫШЛЕННО-ОТОПИТЕЛЬНАЯ КОТЕЛЬНАЯ, ОТОПЛЕНИЕ, ПОТРЕБИТЕЛЬ, ГВС, ТРУБОПРОВОД, ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ, ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ, РЕГУЛИРОВАНИЕ, КОНТРОЛЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ.

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается разработка промышленно-отопительной котельной для обеспечения потребителя паром, отопления и ГВС. Расчет тепловой схемы выполнен по разработанной методике. Произведен технико-экономический расчет возможного установления экономайзера в паровой котел. Помимо этого, были произведена автоматизация парового котла, рассмотрены вопросы охраны труда и охраны окружающей среды.

Содержание

1.	Введение	4
2.	Тепловая часть	5
2.1	Исходные данные	5
2.2	Определение параметров воды и пара	6
2.3	Определение расхода прямой сетевой воды и обратной сетевой воды	9
2.4	Деаэратор подпиточной воды	10
2.5	Сетевой подогреватель	12
2.6	Потребитель технологического пара	12
2.7	Решение системы уравнений	13
2.8	Котлоагрегат	18
2.9	Пароводяной подогреватель сырой воды	19
2.10	Химводоподготовка первая	19
2.11	Химводоподготовка вторая	19
2.12	Деаэратор питательной воды	20
2.13	Расширитель непрерывной продувки	21
2.14	Конденсатный бак	22
2.15	Баланс	22
2.16	Выбор оборудования	25
2.17	Расчет объемов и энтальпии продуктов сгорания	28
2.18	Расчет теплового баланса котлоагрегата	31
2.20	Расчет годового расхода и экономии топлива	33
2.21	Тепловой расчет экономайзера	34
2.22	Заключение	35
3.	Электроснабжение	36
3.1	Электроснабжение комплекса овощных закусочных консервов	36
3.2	Определение расчетной мощности комплекса овощных закусочных консервов	37
3.3	Определение числа и мощности цеховых трансформаторов и компенсирующих устройств	37
3.4	Расчет и выбор распределительных шинопроводов и пунктов	42
3.5	Выбор высоковольтного питающего кабеля и ячейки РП ГПП	43
3.6	Расчет токов короткого замыкания и проверка электрооборудования на устойчивость к действию токов короткого замыкания	48
3.6	Расчет отклонения напряжения и выбор отпайки трансформатора	52
4.	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	55
4.1	Описание оборудования	55
4.2	Расчет инвестиционных затрат	56
4.3	Расчет эксплуатационных затрат	57
4.4	Расчет себестоимости Гкал и дохода	58
4.5	Расчет эффективности проекта	58
5.	Охрана окружающей среды	61
5.1	Определение состава блок циклона золоуловителя	61
5.2	Определение высоты дымовой трубы	62
5.3	Экономическая оценка ущерба	65
6.	Безопасность Жизнедеятельности	67
6.1.	Понятие и возможная деятельность	67
6.2	Технические меры по обеспечению безопасной и безаварийной работе	68
7.	Контрольно-измерительные приборы и Автоматизация	74
7.1	Обоснование автоматизации котла	75
7.2	Описание функциональной схемы АСУ котла KE 25-24СО	76
7.3.	Спецификация КИП и автоматики	79
	Заключение	81
	Приложения	82
	Список литературы	83
	Задание на выполнение выпускной квалификационной работы	85
	Календарный план	87

1. Введение

Целью данной выпускной квалификационной работы является энергоснабжение цеха по производству консервов от промышленно отопительной котельной.

В современном мире отопление зданий все чаще производится с помощью отопительной котельной, хоть это и не выгодно по сравнению с ТЭЦ. Зачастую для производства продукции нужен пар. Именно поэтому целесообразно проектировать промышленно-отопительную котельную. Совместное производство тепла для отопления и производства пара значительно сокращает капитальные затраты и количество персонала на котельной в сравнении с их отдельным обеспечением. Из минусов можно выделить усложнение проектирования, а также использование пароводяного теплообменника вместо водоводяного (при обеспечении ГВС и отоплении).

В данной работе тепловой расчет выполнен через составление системы уравнений по тепловым и массовым балансам элементов схемы, а также массового и теплового баланса схемы.

2. Тепловая часть.

Введение

В современном мире отопление зданий все чаще производится с помощью отопительной котельной, хотя это и не выгодно по сравнению с ТЭЦ. Зачастую для производства продукции нужен пар. Именно поэтому целесообразно проектировать промышленно-отопительную котельную. Совместное производство тепла для отопления и производства пара значительно сокращает капитальные затраты и количество персонала на котельной в сравнении с их отдельным обеспечением[1]. Из минусов можно выделить усложнение проектирования, а также использование пароводяного теплообменника вместо водоводяного (при обеспечении ГВС и отоплении).

В данной работе расчет выполнен через составление системы уравнений по тепловым и массовым балансам элементов схемы, а также массового и теплового баланса схемы.

Конечной целью данной работы является нахождение всех тепловых и массовых потоков в оборудовании, выбор оборудования, расчет теплового баланса котлоагрегата. Также, целью работы можно выделить анализ полученных данных с возможностью оптимизировать, усовершенствовать тепловую схему.

2.1 Исходные данные

Исходные данные предоставлены в таблице 2.1

Таблица 2.1. Исходные данные.

Название	Обозначение	Значение	Размерность
1	2	3	4
Давление в котлоагрегате (парового котла)	p_1	1,545	МПа
Сухость пара, выходящего из котлоагрегата	x_1	0,96	%
Давление в деаэраторе питательной воды	p_2	0,113	МПа
Давление в деаэраторе подпиточной воды	p_3	34	кПа
Расход пара на технологические нужды	D_T	6,35	Кг/с
Тепловая мощность, отпускаемая потребителям	Q_t	6,55	МВт
Расход выпара в процентах от расхода деаэрируемой воды в каждом деаэраторе	$d_{\text{вып}}$	0,3	%

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
Максимальная температура прямой сетевой воды	τ_{\max}	125	°С
Недогрев в сетевом подогревателе	$\delta t_{\text{СП}}$	5	°С
Потери теплоты в сетевом подогревателе	$d_{\text{СП}}$	5	%
Расчетная температура прямой сетевой воды	τ_1	95	°С
Расчетная температура прямой сетевой воды	τ_2	70	°С
Потери сетевой воды в тепловой сети	$d_{\text{СВ}}$	5	%
Возврат конденсата технологического пара	d_w	42	%
Температура возврата конденсата технологического пара	t_k	41	°С
Температура воды необходимая для хим-водообработки	$t_{\text{ХВО}}$	29	°С
Потери воды при каждой хим-водообработке	$d_{\text{ХВО}}$	8	%
Недогрев в паровом подогревателе сырой воды	$\delta t_{\text{ППСВ}}$	4	°С
Процент потерь теплоты в ППСВ	$d_{\text{ППСВ}}$	5	%
Суммарные утечки рабочего тела в процентах от расхода свежего пара	$D_{\text{ут}}$	2,6	%
Непрерывная продувка котла	$d_{\text{пр}}$	2,5	%
Влагосодержание атмосферного воздуха	$d_{\text{ат}}$	10	гр/кг
Топливо	Кузнецкий бассейн, Араличевское месторождение, марка Т		
Температура ух. Газов без экономайзера	$t_{\text{УХ}}^b$	315	°С
Температура ух. Газов с экономайзером	$t_{\text{УХ}}^c$	160	°С
Коэффициент избытка воздуха	α_3	1,15	
Присосы воздуха в экономайзере	$\Delta\alpha_3$	0,05	

2.2 Определение параметров воды и пара

Для сухого насыщенного пара и воды в состоянии насыщения при заданном давлении $p_1 = 1.545$ МПа по таблицам теплофизических свойств воды и водяного пара находим:[2]

$$t_1 = 199.704 \text{ } ^\circ\text{С}$$

$$h_1'' = 2791.9 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$h_1' = 851 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Энтальпия свежего пара, выходящего из котлоагрегата (парового котла) во влажном насыщенном состоянии, равна (при заданной сухости $x_1 = 0.96$):

$$h_{1x} = h_1' + x_1(h_1'' - h_1') = 2714.3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (2.1)$$

Аналогично для сухого насыщенного пара и воды в состоянии насыщения при давлении $p_2 = 0,113$ МПа находим:

$$h_2'' = 2680.4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$h_2' = 431.9 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$t_2 = 103.04 \text{ }^\circ\text{C}$$

Энтальпия вторичного пара во влажном насыщенном состоянии, выходящего из расширителя непрерывной продувки (РНП) равна (при заданной сухости $x_2 = 0.96$)

$$h_{2x} = h_2' + x_2 (h_2'' - h_2') = 2590.4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (2.2)$$

Для сухого насыщенного пара и воды в состоянии насыщения при давлении $p_3 = 34$ кПа находим[2]:

$$h_3'' = 2629.5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad h_3' = 301.4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad t_3 = 71.99 \text{ }^\circ\text{C}$$

Энтальпия нагретой воды при температуре ниже 100 $^\circ\text{C}$ с достаточной для практических расчетов точностью может быть определена по формуле

$$h_e = c_e \cdot t_e, \quad (2.3)$$

где $c_e = 4,187 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{K}}$ -удельная теплоемкость воды;

t_e – температура воды или конденсата, $^\circ\text{C}$.

В дальнейшем способ определения энтальпии воды оговариваться не будет. В работе также условно предполагается, что падения давления рабочей среды (воды или пара) при её движении по трубопроводам не происходит.

Основные буквенные обозначения, используемые в работе, нанесены на рисунок 2.1.

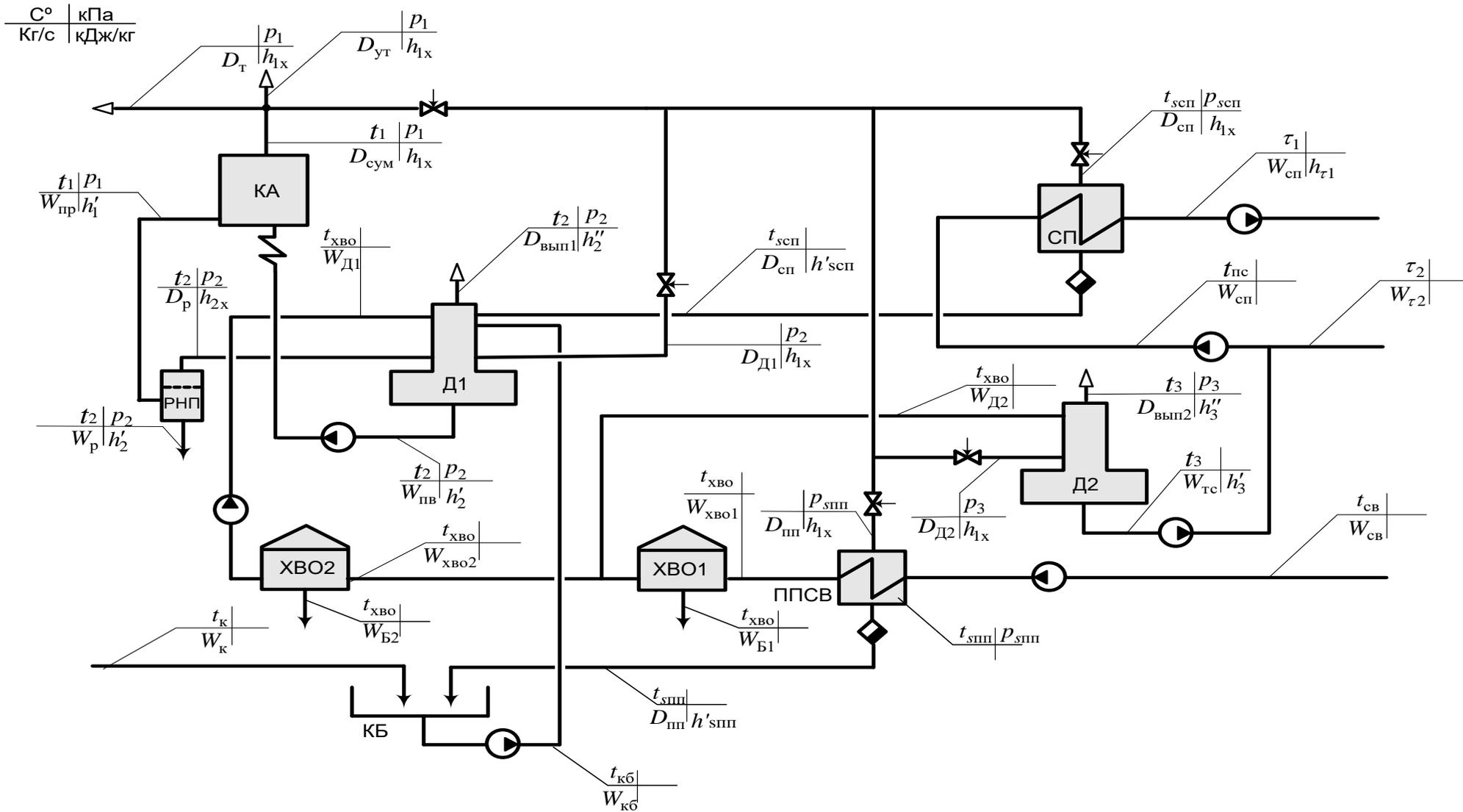


Рисунок 2.1. Тепловая схема промышленно отопительной котельной с основными условными обозначениями

Определим температуру конденсата в сетевом подогревателе при заданной расчетной температуре прямой сетевой воды

$$t_{\text{ссп}} = \tau_1 + \delta t_{\text{ссп}} = 95 + 5 = 100 \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.4)$$

$$p_{\text{ссп}}(t_{\text{ссп}}) = 0.10142 \text{ МПа} \quad h'_{\text{ссп}} = 419,1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad h''_{\text{ссп}} = 2675,6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Проскок пара в сетевом подогревателе с установленным конденсатоотводчиком условно отсутствует и весь входящий пар в СП конденсируется.

Определим температуру конденсата в пароводяном подогревателе сырой воды при заданной расчетной температуре сырой воды[2]

$$t_{\text{спп}} = t_{\text{хво}} + \delta t_{\text{ппсв}} = 29 + 4 = 33 \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.5)$$

$$p_{\text{спп}}(t_{\text{спп}}) = 5.035 \text{ кПа} \quad h'_{\text{спп}} = 138,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad h''_{\text{спп}} = 2560,9 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Проскок пара в сетевом подогревателе с установленным конденсатоотводчиком условно отсутствует и весь входящий пар в ППСВ конденсируется.

2.3. Определение расхода прямой сетевой воды и обратной сетевой воды.

Расход прямой сетевой воды составит:

$$W_{\text{сп}} = \frac{Q_t}{(\tau_1 - \tau_2) * c_B} = \frac{6,55 * 1000}{(95 - 70) * 4,187} = 62,57 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.6)$$

Расход воды на подпитку сетевой воды:

$$W_{\text{тс}} = W_{\text{сп}} * d_{\text{св}} * 0.01 \quad (2.7)$$

$$W_{\text{тс}} = 62,57 * 5 * 0.01 = 3,129 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Расход обратной сетевой воды составит:

$$W_{\tau 2} = W_{\text{СП}} - W_{\tau \text{С}} = 62,57 - 3,129 = 59,45 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.8)$$

Потребитель оплатит за потери энергии с утечкой воды:

$$Q_{\text{ПОТ}} = W_{\text{СП}} * \tau_1 * c_{\text{В}} - W_{\tau 2} * \tau_2 * c_{\text{В}} - W_{\tau \text{С}} * t_{\text{СВ}} * c_{\text{В}} \quad (2.9)$$

$$Q_{\text{ПОТ}} = 4,187 * (62,57 * 95 - 59,45 * 70 - 3,129 * 8) = 7,3622 \text{ МВт}$$

Полученные расходы нанесены обозначены на рис. 2.2.

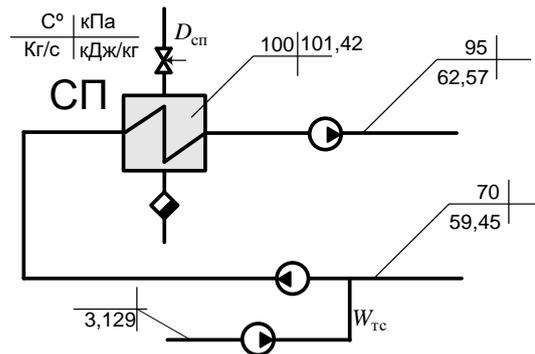


Рисунок 2.2. Расходы прямой сетевой, обратной сетевой, подпиточной воды.

2.4 Деаэратор подпиточной воды

Расход выпара при деаэрации воды необходимой для подпитки сетевой воды[12]:

$$D_{\text{вып2}} = (D_{\text{вып2}} + W_{\tau \text{С}}) * d_{\text{вып}} * 0.01 = D_{\text{вып2}} * d_{\text{вып}} * 0.01 + W_{\tau \text{С}} * d_{\text{вып}} * 0.01 \quad (2.10)$$

$$D_{\text{вып2}} = \frac{W_{\tau \text{С}} * d_{\text{вып}} * 0.01}{1 - d_{\text{вып}} * 0.01} = \frac{3,129 * 0.3 * 0.01}{1 - 0.3 * 0.01} = 0.009414 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Потери энергии с выпаром:

$$Q_{\text{выпара}} = D_{\text{вып2}} * h_3'' = 0,009414 * 2629.5 = 24,75 \text{ кВт} \quad (2.11)$$

Составим уравнение теплового и материального баланса для деаэратора подпиточной воды.

$$\begin{cases} W_{\text{д2}} + D_{\text{д2}} - D_{\text{вып2}} - W_{\tau \text{С}} = 0 \\ (W_{\text{д2}} * t_{\text{хво}} * c_{\text{В}} + D_{\text{д2}} * h_{1\text{X}} - h_3'' * D_{\text{вып2}} - h_3' * W_{\tau \text{С}} = 0 \end{cases} \quad (2.12)$$

Расход пара в деаэратор будет найден из следующего уравнения:

$$D_{д2} = W_{тс} + D_{вып2} - W_{д2} \quad (2.13)$$

Преобразуя уравнение теплового баланса:

$$W_{д2} * t_{хво} * c_B + (W_{тс} + D_{вып2} - W_{д2}) * h_{1X} - h'_3 * D_{вып2} - h'_3 * W_{тс} = 0$$

$$W_{д2} * t_{хво} * c_B - W_{д2} * h_{1X} = -(W_{тс} + D_{вып2}) * h_{1X} + h'_3 * D_{вып2} + h'_3 * W_{тс}$$

$$W_{д2} = \frac{-(W_{тс} + D_{вып2}) * h_{1X} + h'_3 * D_{вып2} + h'_3 * W_{тс}}{t_{хво} * c_B - h_{1X}} \quad (2.14)$$

Подставив все известные на данный момент данные, получим расход химводообработанной воды в деаэрактор:

$$W_{д2} = \frac{-(3,129 + 0,009414) * 2714,3 + 2629,5 * 0,009414 + 3,129 * 301,4}{29 * 4,187 - 2714,3} = 2,9118 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Тогда расход пара, подаваемого в деаэрактор, составит:

$$D_{д2} = 3,129 + 0,009414 - 2,9118 = 0,2263 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Тепловая мощность деаэрактора:

$$Q_{деа2} = W_{д2} * t_{хво} * c_B + D_{д2} * h_{1X} \quad (2.15)$$

$$Q_{деа2} = 12,492 * 29 * 4,187 + 0,970755 * 2714,3 = 4151,7 \text{ кВт}$$

Полезная мощность деаэрактора составит

$$Q_{деа2\text{польза}} = Q_{деа2} - Q_{выпара} = 4151,7 - 106,2 = 4045,5 \text{ кВт}$$

Полученные данные нанесены на рисунок 2.3.

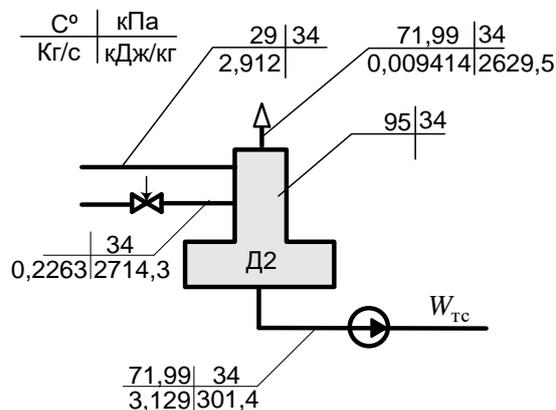


Рисунок 2.3. Деаэрактор подпиточной воды

2.5. Сетевой подогреватель.

Определим теплоту, отдаваемую греющим паром, в сетевом подогревателе, а также расход греющего пара с учетом потерь.

$$Q_{\text{СП}} = \frac{W_{\text{СП}} * \tau_1 * c_B - W_{\tau_2} * \tau_2 * c_B - h'_3 * W_{\tau_3}}{1 - d_{\text{СП}} * 0,01} \quad (2.16)$$

$$Q_{\text{СП}} = \frac{62,57 * 95 * 4.187 - 59,45 * 70 * 4.187 - 301,4 * 3,129}{1 - 5 * 0,01} = 6,8674 \text{ МВт}$$

Расход пара, подаваемого в сетевой подогреватель, составит:

$$D_{\text{СП}} = \frac{Q_{\text{СП}}}{(h''_{1X} - h'_{\text{СП}})} = \frac{6867,4}{(2714,3 - 419,1)} = 2,992 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.17)$$

Энтальпия воды после смешивания потока подпитки и обратной сетевой воды (на входе в сетевой подогреватель):

$$h_{\text{ПС}} = \frac{W_{\tau_2} * \tau_2 * c_B + h'_3 * W_{\tau_3}}{W_{\text{СП}}} = \frac{59,45 * 70 * 4.187 + 301,4 * 3,129}{62,57} = 293,54 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (2.18)$$

Полученные данные отображены на рисунке 2.4.

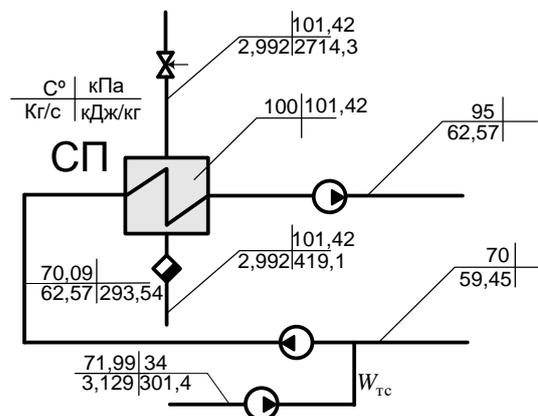


Рисунок 2.4. Сетевой подогреватель.

2.6. Потребитель технологического пара.

Расход возвращаемого конденсата в соответствующем состоянии:

$$W_k = D_T * d_w * 0,01 = 0,42 * 6,35 = 2,667 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.19)$$

Неизрасходованная теплота, возвращаемая потребителем:

$$Q_k = W_k * c_b * t_k = 457,84 \text{ кВт} \quad (2.20)$$

Теплота, отпущенная потребителю:

$$Q_{tr} = D_T * h_{1x} = 17235,6 \text{ кВт} \quad (2.21)$$

Теплота, за которую заплатит потребитель технологического пара с учетом потерь конденсата:

$$Q_{пот} = Q_{tr} - Q_k - (D_T - W_k) * c_b * t_{cb} = 17235,6 - 457,84 - 123,4 = 16.788 \text{ МВт} \quad (2.21)$$

2.7. Решение системы уравнений

Для нахождения других расходов на схеме обычно используется метод последовательных приближений, но в данной работе решено решить в общем виде. Составлена система уравнений для нахождения остальных расходов.

Составим уравнения баланса энергий и масс по деаэратору и по всей схеме.

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{д1} + D_p + D_{сп} + W_{кб} + D_{д1} - D_{вып1} - W_{пв} = 0 \quad (1) \\ D_{вып1} = (D_{вып1} + W_{пв}) * d_{вып} * 0,01 \quad (2) \\ W_{д1} = W_{хво2} * (1 - d_{хво} * 0,01) \quad (3) \\ W_{хво2} = W_{хво1} * (1 - d_{хво} * 0,01) - W_{д2} \quad (4) \\ W_{хво1} = W_{св} \quad (5) \\ W_{пр} * h'_1 = W_p * h'_2 + h_{2x} * D_p \quad (6) \\ W_{пр} = D_p + W_p \quad (7) \\ W_{пр} = D_{сумм} * d_{пр} * 0,01 \quad (8) \\ D_{пп} = \frac{W_{св} * (t_{хво} - t_{св}) * c_b}{(h_{1x} - h'_{сп}) * (1 - 0,01 * d_{ппсв})} \quad (9) \\ W_k + D_{пп} - W_{кб} = 0 \quad (10) \\ W_k * t_k * c_b + D_{пп} * h'_{сп} - W_{кб} * t_{кб} * c_b = 0 \quad (11) \\ D_{д1} = D_{сумм} - D_T - D_{ут} - D_{пп} - D_{д2} - D_{сп} \quad (12) \\ D_{ут} = d_{ут} * 0,01 * D_{сумм} \quad (13) \\ W_{д1} t_{хво} c_b + D_p h_{2x} + D_{сп} h'_{сп} + W_{кб} t_{кб} c_b + D_{д1} h_{1x} = D_{вып1} h'_2 + W_{пв} h'_2 \quad (14) \\ W_{пв} = D_{сумм} + W_{пр} \quad (15) \end{array} \right. \quad (2.22)$$

, где $W_{д1}$ - расход воды подаваемой в деаэратор питательной воды,

D_p - расход пара, подаваемый из расширителя непрерывной продувки, в деаэратор питательной воды,

$D_{сп}$ - расход пара, подаваемого в сетевой подогреватель,

$W_{кб}$ - расход воды из конденсатного бака,

$D_{д1}$ - расход пара, подаваемого в деаэратор питательной воды,
 $D_{вып1}$ - расход выпара из деаэратора питательной воды,
 $W_{пв}$ - расход питательной воды,
 $W_{хв02}$ - расход воды, подаваемой в цех второй химводоподготовки,
 $W_{хв01}$ - расход воды, подаваемой в цех первый химводоподготовки,
 $W_{св}$ - Расход сырой воды,
 $W_{пр}$ - Расход котловой воды непрерывной продувки,
 W_p - Расход воды удаляемой из расширителя непрерывной продувки,
 $D_{сумм}$ - расход пара, вышедшего из КА,
 $D_{пп}$ - расход пара, отпускаемого в пароводяной подогреватель сырой воды,
 W_k - расход конденсата, возвращаемого тех. потребителем,
 D_T - расход пара, отпускаемого тех. потребителю,
 $D_{ут}$ - утечки пара в паровом тракте,
 $D_{д2}$ - расход пара, подаваемого в деаэратор подпиточной воды,
 c_v - теплоемкость воды, $\frac{кДж}{кг \cdot K}$.

Все расходы указаны в кг/с.

Физический смысл уравнений:

- (1) - материальный баланс деаэратора питательной воды,
- (2) - расход выпара из деаэратора питательной воды, от входящего потока в деаэратор,
- (3) - расход воды, подаваемой из хим-водоподготовки второго цеха в деаэратор с учетом потерь воды в цеху
- (4) - расход воды, подаваемой в Хим-водоподготовку 2 цеха, с учетом потерь воды в первом цеху и расхода на деаэратор подпиточной воды.
- (5) - расход сырой воды, подаваемой в химводоподготовку 1 цеха,
- (6) - тепловой баланс расширителя непрерывной продувки,
- (7) - материальный баланс расширителя непрерывной продувки,
- (8) - расход котловой воды на непрерывную продувку, с учетом требуемого процента продувки,

- (9)-расход пара на ППСВ, с учетом потерь теплоты,
 (10)-материальный баланс конденсатного бака,
 (11)-тепловой баланс конденсатного бака,
 (12)-материальный баланс парового тракта (пар из котла на все нужды),
 (13)-утечки пара, с учетом исходных данных от вышедшего из КА теплоносителя,
 (14)-тепловой баланс деаэратора питательной воды,
 (15)-материальный баланс КА.

Выйдем из системы и постепенно выразим все через две неизвестные W_{CB} и $W_{ПВ}$

Из 8 и 15:

$$D_{\text{сумм}} = \frac{W_{\text{ПВ}}}{1+d_{\text{пр}}*0,01} \quad (2.23)$$

Из 13 и 2.23:

$$D_{\text{ут}} = d_{\text{ут}} * 0,01 * D_{\text{сумм}} = d_{\text{ут}} * 0,01 \frac{W_{\text{ПВ}}}{1+d_{\text{пр}}*0,01} \quad (2.24)$$

Из 12,2.23,2.24,9

$$D_{\text{д1}} = D_{\text{сумм}} - D_{\text{т}} - D_{\text{ут}} - D_{\text{пп}} - D_{\text{д2}} - D_{\text{сп}} = \frac{W_{\text{ПВ}}}{1 + 0,01d_{\text{пр}}} - D_{\text{т}} - d_{\text{ут}} * 0,01 \frac{W_{\text{ПВ}}}{1+0,01d_{\text{пр}}} - \frac{W_{\text{CB}}*(t_{\text{хво}}-t_{\text{cb}})*c_{\text{в}}}{(h_{1\text{x}}-h'_{\text{спп}})*(1-0,01*d_{\text{ппсв}})} - D_{\text{д2}} - D_{\text{сп}} \quad (2.25)$$

Из 8,2.23:

$$W_{\text{пр}} = D_{\text{сумм}} * 0,01 * d_{\text{пр}} = \frac{W_{\text{ПВ}}*0,01*d_{\text{пр}}}{1+0,01*d_{\text{пр}}} \quad (2.26)$$

Из 9,10:

$$W_{\text{кб}} = W_{\text{к}} + D_{\text{пп}} = W_{\text{к}} + \frac{W_{\text{CB}}*(t_{\text{хво}}-t_{\text{cb}})*c_{\text{в}}}{(h_{1\text{x}}-h'_{\text{спп}})*(1-0,01*d_{\text{ппсв}})} \quad (2.27)$$

Из 4,5

$$W_{\text{хво2}} = W_{\text{хво1}} * (1 - d_{\text{хво}} * 0.01) - W_{\text{д2}} = W_{\text{CB}} * (1 - d_{\text{хво}} * 0.01) - W_{\text{д2}} \quad (2.28)$$

Из 3,2.28:

$$W_{Д1} = W_{СВ} * (1 + (d_{ХВО} * 0.01)^2 - 2 * d_{ХВО} * 0.01) - W_{Д2}(1 - d_{ХВО} * 0.01) \quad (2.29)$$

Из 6,7, 2.26:

$$D_p = \frac{W_{пр} * (h'_1 - h'_2)}{(h_{2x} - h'_2)} = \frac{W_{пв} * 0,01 * d_{пр}}{1 + 0,01 * d_{пр}} * \left(\frac{h'_1 - h'_2}{(h_{2x} - h'_2)} \right) \quad (2.30)$$

Из 7,23, 2.26, 2.30:

$$W_p = W_{пр} - D_p = \frac{W_{пв} * 0,01 * d_{пр}}{1 + 0,01 * d_{пр}} - \frac{\frac{W_{пв} * 0,01 * d_{пр}}{1 + 0,01 * d_{пр}} * (h'_1 - h'_2)}{(h_{2x} - h'_2)} = \frac{W_{пв} * 0,01 * d_{пр}}{1 + 0,01 * d_{пр}} * \left(1 - \frac{(h'_1 - h'_2)}{(h_{2x} - h'_2)} \right) \quad (2.31)$$

Исходя из 1 и 2.28 получаем

$$\begin{aligned} W_{СВ} * (1 + (d_{ХВО} * 0.01)^2 - 2 * d_{ХВО} * 0.01) - W_{Д2}(1 - d_{ХВО} * 0.01) = \\ = -D_p - D_{СП} - W_{К6} - D_{Д1} + D_{ВЫП1} + W_{ПВ} \end{aligned} \quad (2.32)$$

Преобразуя выражения подставляя полученные ранее уравнения:

$$W_{СВ} = \frac{-D_p - D_{СП} - W_{К6} - D_{Д1} + D_{ВЫП1} + W_{ПВ} + W_{Д2}(1 - d_{ХВО} * 0.01)}{(1 + (d_{ХВО} * 0.01)^2 - 2 * d_{ХВО} * 0.01)} \quad (2.33)$$

Окончательно получено выражение для нахождения сырой воды:

$$\begin{aligned} W_{СВ} = \frac{D_T - \frac{W_{пв} * 0,01 * d_{пр} (h'_1 - h'_2)}{(1 + 0,01 * d_{пр}) (h_{2x} - h'_2)} - W_K - \frac{W_{пв} (1 + d_{ут} * 0,01)}{1 + 0,01 d_{пр}}}{(1 + (d_{ХВО} * 0.01)^2 - 2 * d_{ХВО} * 0.01)} + \\ + \frac{D_{Д2} + W_{пв} \left(1 + \frac{d_{ВЫП} * 0,01}{1 - d_{ВЫП} * 0,01} \right) + W_{Д2} (1 - d_{ХВО} * 0.01)}{(1 + (d_{ХВО} * 0.01)^2 - 2 * d_{ХВО} * 0.01)} \end{aligned} \quad (2.34)$$

Уравнение конечное для расчета схемы примет вид:

$$\begin{aligned}
& \left[\frac{D_T - \frac{0,01d_{\text{пр}} W_{\text{пв}} (h'_1 - h'_2)}{(1 + 0,01d_{\text{пр}})(h_{2x} - h'_2)} - W_K - \frac{W_{\text{пв}}(1 + 0,01d_{\text{ут}})}{1 + 0,01d_{\text{пр}}} + D_{\text{д2}} + W_{\text{пв}} \left(1 + \frac{0,01d_{\text{вып}}}{1 - 0,01d_{\text{вып}}}\right) + W_{\text{д2}}(1 - 0,01d_{\text{хво}})}{(1 + (d_{\text{хво}})^2 - 0,02d_{\text{хво}})} \right] (1 + (0,01d_{\text{хво}})^2 - 0,02d_{\text{хво}}) t_{\text{хво}} c_B - \\
& - W_{\text{д2}}(1 - 0,01d_{\text{хво}}) t_{\text{хво}} c_B + \left(\frac{0,01d_{\text{пр}} W_{\text{пв}} (h'_1 - h'_2)}{1 + 0,01d_{\text{пр}} (h_{2x} - h'_2)} \right) h_{2x} + D_{\text{сп}} h'_{\text{сп}} + \left[\frac{W_{\text{пв}}}{1 + 0,01d_{\text{пр}}} - D_T - d_{\text{ут}} * 0,01 \frac{W_{\text{пв}}}{1 + 0,01d_{\text{пр}}} - D_{\text{д2}} - D_{\text{сп}} \right] * h_{1x} + \\
& + \left[W_K + \frac{D_T - \frac{0,01d_{\text{пр}} W_{\text{пв}} (h'_1 - h'_2)}{(1 + 0,01d_{\text{пр}})(h_{2x} - h'_2)} - W_K - \frac{W_{\text{пв}}(1 + 0,01d_{\text{ут}})}{1 + 0,01d_{\text{пр}}} + D_{\text{д2}} + W_{\text{пв}} \left(1 + \frac{0,01d_{\text{вып}}}{1 - 0,01d_{\text{вып}}}\right) + W_{\text{д2}}(1 - 0,01d_{\text{хво}})}{(1 + (d_{\text{хво}} * 0,01)^2 - 2 * d_{\text{хво}} * 0,01)} (t_{\text{хво}} - t_{\text{св}}) c_B}{(h_{1x} - h'_{\text{сп}}) * (1 - 0,01 * d_{\text{ппсв}})} \right] t_{\text{кб}} c_B - \\
& - \frac{0,01W_{\text{пв}} d_{\text{вып}}}{1 - 0,01d_{\text{вып}}} h'_2 - W_{\text{пв}} h'_2 - \frac{D_T - \frac{0,01W_{\text{пв}} d_{\text{пр}} (h'_1 - h'_2)}{(1 + 0,01d_{\text{пр}})(h_{2x} - h'_2)} - W_K - \frac{W_{\text{пв}}(1 + 0,01d_{\text{ут}})}{1 + 0,01d_{\text{пр}}} + D_{\text{д2}} + W_{\text{пв}} \left(1 + \frac{0,01d_{\text{вып}}}{1 - 0,01d_{\text{вып}}}\right) + W_{\text{д2}}(1 - 0,01d_{\text{хво}})}{(1 + (0,01d_{\text{хво}})^2 - 0,02d_{\text{хво}})} (t_{\text{хво}} - t_{\text{св}}) c_B}{(h_{1x} - h'_{\text{сп}})(1 - 0,01d_{\text{ппсв}})} h_{1x} = 0 \quad (2.35)
\end{aligned}$$

Используя программу Excel и функцию «подбор параметра» при котором решается уравнение.

Получим $W_{\text{пв}} = 11.386 \text{ кг/с}$

Тогда из 2.34 уравнения: $W_{\text{св}} = 8.43 \text{ кг/с}$

Другие уравнения неизвестные будут найдены в соответствующих разделах

2.8 Котлоагрегат

Теплота подведенная в КА

$$Q_{\text{котла}} = W_{\text{пр}}(h'_1 - h'_2) + D_{\text{сумм}}(h_{1X} - h'_2) \quad (2.36)$$

$$Q_{\text{котла}} = 0,27 * (851 - 431,9) + 11,108 * (2714,3 - 431,9) = 25,470 \text{ МВт}$$

Расход непрерывной продувки

$$W_{\text{пр}} = \frac{W_{\text{пв}} * 0,01 * d_{\text{пр}}}{1 + 0,01 * d_{\text{пр}}} = \frac{11,386 * 0,01 * 2,5}{1 + 0,01 * 2,5} = 0,277 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.36)$$

Расход пара выходящего из КА

$$D_{\text{сумм}} = \frac{W_{\text{пв}}}{1 + d_{\text{пр}} * 0,01} = \frac{11,386}{1 + 2,5 * 0,01} = 11,108 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.37)$$

Утечки пара из парового тракта:

$$D_{\text{ут}} = d_{\text{ут}} * 0,01 * D_{\text{сумм}} = 2,6 * 0,01 * 11,108 = 0,288 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.37)$$

Потери теплоты с утечками пара из парового тракта:

$$Q_{\text{ут}} = D_{\text{ут}} * h_{1X} = 0,288 * 2714,3 = 784 \text{ кВт} \quad (2.37)$$

Подведенная теплота в цикл:

С сырой водой:

$$Q_{\text{св}} = W_{\text{св}} * t_{\text{св}} * c_{\text{в}} = 8,43 * 8 * 4,187 = 282,3 \text{ кВт} \quad (2.38)$$

Всего

$$Q_{\text{подвед}} = Q_{\text{котла}} + Q_{\text{св}} + Q_{\text{к}} = 25470 + 282,3 + 457,84 = 26,210 \text{ МВт} \quad (2.39)$$

Полученные данные нанесены на рисунке 2.5.

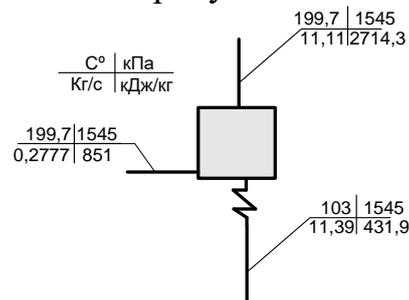


Рисунок 2.5. Котлоагрегат

2.9 Пароводяной подогреватель сырой воды

Пар направляемый в ППСВ:

$$D_{\text{ПП}} = \frac{W_{\text{СВ}} * (t_{\text{ХВО}} - t_{\text{СВ}}) * C_{\text{В}}}{(h_{1\text{X}} - h'_{\text{СПП}}) * (1 - 0,01 * d_{\text{ППСВ}})} = \frac{8,43 * 4,187 * (29 - 8)}{(2714,3 - 138,3) * (1 - 0,01 * 5)} = 0,303 \frac{\text{КГ}}{\text{С}} \quad (2.40)$$

Потери теплоты в ППСВ:

$$Q_{\text{ИППСВ}} = (2714,3 - 138,3) * (0,01 * 5) * 0,303 = 39 \text{ кВт} \quad (2.41)$$

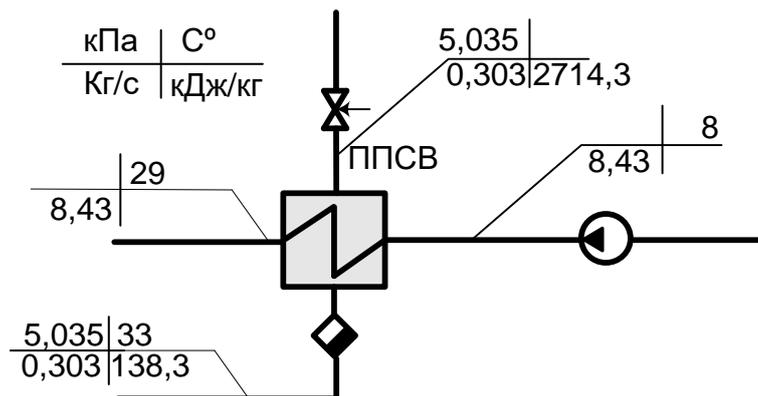


Рисунок 2.6. Пароподогреватель сырой воды

2.10. Химводоподготовка первая

Расход воды подаваемой в первый цех водоподготовки:

$$W_{\text{ХВО1}} = W_{\text{СВ}} = 8,43 \frac{\text{КГ}}{\text{С}}$$

Температура воды необходимая для ХВО[11] $t_{\text{ХВО}} = 29^\circ\text{C}$

Расход воды удаляемой из первого цеха ХВО

$$W_{\text{Б1}} = W_{\text{ХВО1}} * (d_{\text{ХВО}} * 0,01) = 8,43 * (8 * 0,01) = 0,674 \frac{\text{КГ}}{\text{С}} \quad (2.42)$$

Потери теплоты с удаляемым из первого цеха ХВО теплоносителем

$$Q_{\text{Б1}} = W_{\text{Б1}} * C_{\text{В}} * t_{\text{ХВО}} = 0,674 * 4,187 * 29 = 81,88 \text{ кВт} \quad (2.43)$$

2.11. Химводоподготовка вторая

Расход воды подаваемой во второй цех водоподготовки

$$W_{\text{ХВО2}} = W_{\text{ХВО1}} - W_{\text{Б1}} - W_{\text{Д2}} = 8,43 - 0,674 - 2,91 = 4,84 \frac{\text{КГ}}{\text{С}} \quad (2.44)$$

Расход воды удаляемой из второго цеха ХВО

$$W_{B2} = W_{XBO2} * (d_{XBO} * 0.01) = 4,84 * (8 * 0,01) = 0,3875 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.45)$$

Потери теплоты с удаляемым из первого цеха ХВО теплоносителем

$$Q_{B2} = W_{B2} * C_B * t_{XBO} = 0.3875 * 4,187 * 29 = 47,05 \text{ кВт} \quad (2.46)$$

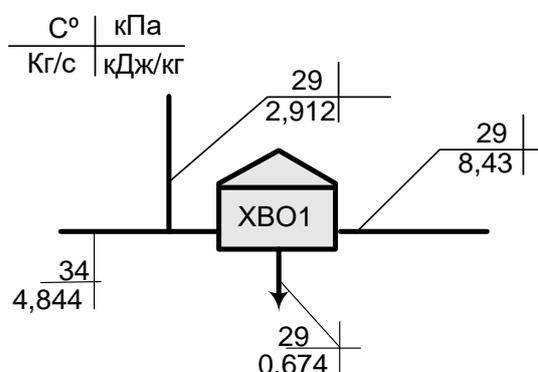


Рисунок 2.7. Цех химводообработки первый

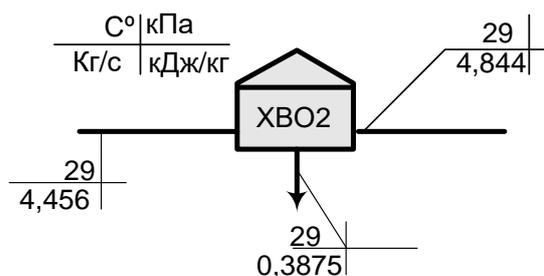


Рисунок 2.8. Цех химводообработки второй

2.12 Деаэратор питательной воды

Расход подготовленной воды направляемой в деаэратор питательной воды:

$$W_{D1} = W_{XBO2} - W_{B2} = 4,84 - 0,3875 = 4,456 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.47)$$

Расход вторичного пара из РНП в деаэратор питательной воды

$$D_p = \frac{W_{пв} * d_{пв} * 0,01}{1 + d_{пв} * 0,01} * \left(\frac{(h'_1 - h'_2)}{(h_{2x} - h'_2)} \right) = \frac{11,386 * 2,5 * 0,01}{1 + 2,5 * 0,01} * \frac{851 - 431,9}{2590,4 - 431,9} = 0,054 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.48)$$

Расход пара, подаваемого из КА:

$$\begin{aligned} D_{D1} &= D_{\text{сумм}} - D_T - D_{\text{ут}} - D_{\text{пп}} - D_{D2} - D_{\text{сп}} = \\ &= 11,108 - 6,35 - 0,288 - 0,303 - 0,2263 - 2,992 = 0,948 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \end{aligned} \quad (2.49)$$

Расход воды подаваемого из конденсатного бака:

$$W_{кб} = W_k + D_{пп} = 2,667 + 0,302 = 2,968 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.50)$$

Расход выпара:

$$D_{вып1} = D_p + W_{кб} + W_{д1} + D_{д1} + D_{сп} - W_{пв} \quad (2.51)$$

$$D_{вып1} = 0,054 + 2,968 + 4,456 + 0,948 + 2,992 - 11,386 = 0,0342 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Потери теплоты с выпаром:

$$Q_{двып1} = D_{вып1} * h'_2 = 0,03416 * 2680,4 = 91,56 \text{ кВт} \quad (2.52)$$

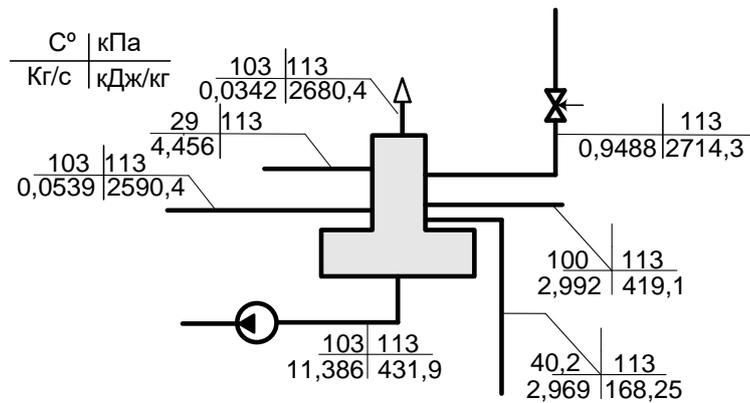


Рисунок 2.9. Деаэратор питательной воды

2.13. Расширитель непрерывной продувки

Расход продувочной воды

$$W_{пр} = \frac{W_{пв} * 0,01 * d_{пр}}{1 + 0,01 * d_{пр}} = \frac{11,386 * 0,01 * 2,5}{1 + 0,01 * 2,5} = 0,277 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.53)$$

Расход удаляемой из РНП воды:

$$W_p = W_{пр} - D_p = 0,277 - 0,03416 = 0,2238 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.54)$$

Потери энергии с удаляемой водой

$$Q_{wp} = W_p * h'_2 = 0,2238 * 431,9 = 96,67 \text{ кВт} \quad (2.55)$$

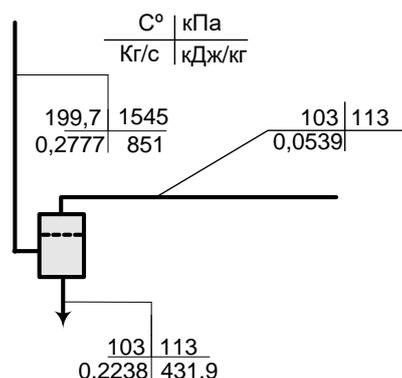


Рисунок 2.10. Расширитель непрерывной продувки

2.14. Конденсатный бак

Температура воды из конденсатного бака и ее расход:

$$t_{кб} = \frac{t_{спп} * D_{пп} + W_{к} * t_{к}}{D_{пп} + W_{к}} = \frac{33 * 0,303 + 41 * 2,667}{0,303 + 2,667} = 40,2^{\circ}\text{C} \quad (2.56)$$

$$W_{кб} = D_{пп} + W_{к} = 0,303 + 2,667 = 2,970 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.57)$$

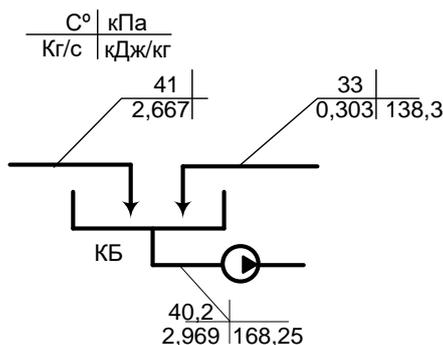


Рисунок 2.11. Конденсатный бак

2.15. Баланс

Проверка каждого элемента и системы целиком внесен в таблицу 2.2

Таблица 2.2. Проверка расчетов. Балансы.

Теплоноситель /баланс	Расход тепло-носителя, кг/с	Энтальпия тепло-носителя, кДж/кг	Давление тепло-носителя, кПА
1	2	3	4
Пароводяной подогреватель сырой воды			
Сырая вода, вход	8,429931908	8*4,187=33,5	-
Сырая воды, выход	8,429931908	29*4,187=121,4	-
Пар, вход	0,302886836	2714,264	5,035 (t _с =33°C)
Конденсат, выход	0,302886836	138,285	5,035 (t _с =33°C)
Потери энергии, кВт	39,01150647		
Баланс энергии, кВт	0		

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
Химводоподготовка 1			
Сырая вода, вход	8,429931908	29*4,187=121,4	-
Удаляемая вода, выход	0,674394553	29*4,187=121,4	-
Химводоподготовленная вода, выход	7,755537355	29*4,187=121,4	-
Потери энергии с удаляемой водой, кВт	81,88		
Баланс масс, кг/с	0		
1	2	3	4
Химводоподготовка 2			
Химводоподготовленная вода, вход	4,84367023	29*4,187=121,4	-
Удаляемая вода, выход	0,387493618	29*4,187=121,4	-
Химводоподготовленная вода, выход	4,456176612	29*4,187=121,4	-
Потери энергии с удаляемой водой, кВт	47,05063763		
Баланс масс, кг/с	0		
Деаэратор подпиточной воды			
Химводоподготовленная вода, вход	2,911867125	29*4,187=121,4	34
Греющий пар, вход	0,226279103	2714,264	34
Выпар, выход	0,009414439	2629,51	34
Деаэрированная вода, выход	3,128731789	301,398	34
Потери энергии с выпаром, кВт	24,75536066		
Баланс масс, кг/с	0,000102788		
Баланс энергии, кВт	-0,034529099		
Деаэратор питательной воды			
Химводоподготовленная вода, вход	4,456176612	29*4,187=121,4	-
Пар вторичного вскипания из РНП, вход	0,053919557	29*4,187=121,4	113
Пар из котла, вход	0,948805296	29*4,187=121,4	113
Конденсат из СП, вход	2,992106559	419,1	113
Вода из конденсатного бака, вход	2,969886836	40,2*4,187=168,25	113
Деаэрированная вода, выход	11,38663218	431,929	113
Выпар, выход	0,034159897	2680,37	113
Потери энергии с выпаром, кВт	91,56116186		
Баланс масс, кг/с	0,000103		
Баланс энергии, кВт	0,03453		

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
Расширитель непрерывной продувки			
Продувочная вода, вход	0,277722736	851	1545
Удаляемая вода, выход	0,223803179	431,929	113
Пар вторичного вскипания, выход	0,053919557	2590,43236	113
Потери энергии с удаляемой водой, кВт	96,66708335		
Баланс масс, кг/с	0		
Баланс энергии, кВт	0		
Пароводяной подогреватель сетевой воды			
Пар, вход	2,992106559	2714,264	101,42
Конденсат, выход	2,992106559	419,1 (t _s =95+5)	101,42
Обратная сетевая вода с подпиткой, вход	62,57463578	293,5054	-
Прямая сетевая вода, выход	62,57463578	397,765	-
Потери энергии	343,368763		
Баланс энергии	1,81899E-12		
Конденсатный бак			
Конденсат потребителя, вход	2,667	41*4,187=171,667	-
Конденсат из ППСВ, вход	0,302886836	138,285 (t _s =33)	-
Вода из конденсатного бака, выход	2,969886836	40,2*4,187=168,25	-
Баланс масс, кг/с	0		
Баланс Энергии, кВт	0,034529099		
Котлоагрегат			
Питательная вода, вход	11,38663218	431,929	
Продувочная вода, выход	0,277722736	851	
Пар, выход	11,10890944	2714,264	
Подвод энергии в КА, кВт	25470,63837		
Баланс масс, кг/с	0		
Баланс энергии, кВт	0,034529099		
Узел у котла			
Пар, вход	11,10890944	2714,264	
Пар потребителю, выход	6,35	2714,264	
Пар потерян, выход	0,288831645	2714,264	
Пар в деаэратор питательной воды, выход	0,948805296	2714,264	
Пар в деаэратор подпиточной воды, выход	0,226279103	2714,264	
Пар в СП, выход	2,992106559	2714,264	
Пар в ППСВ, выход	0,302886836	2714,264	
Потери энергии с утерянным паром, кВт	783,9653373		
Баланс масс, кг/с	0		

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
Баланс масс по схеме			
Вход, кг/с	Сырая вода	8,429931908	
	Обратная сетевая вода	59,44590399	
	Конденсат потребителя	2,667	
Выход, кг/с	Потери пара	0,288831645	
	Пар потребителю	6,35	
	Вода из РНП	0,223803179	
	Выпар из деаэратора подпиточной воды	0,009414439	
	Выпар из деаэратора питательной воды	0,034159897	
	Прямая сетевая вода	62,57463578	
	Вода в ХВО 1	0,674394553	
	Вода в ХВО 2	0,387493618	
Баланс масс по схеме, кг/с		0,000102788	
Баланс энергии по схеме			
Вошло, кВт	Теплота подведенная в котле	К котловой воде в тракт	25354,25283
		К котловой воде в РНП	116,3855447
	В обратной сетевой воде		17423
	В конденсате от потребителя		457,835889
	С сырой водой		282,3689992
Вышло, кВт	в РНП		96,66708335
	В ХВО 1		81,88700976
	В ХВО 2		47,05063763
	Выпар деаэратора подпиточной воды		24,75536066
	Выпар деаэратора питательной воды		91,56116186
	Потери пара в тракте		783,9653373
	Пар потребителю		17235,5764
	Прямая сетевая вода		24890
Сетевой подогреватель		343,368763	
ППСВ		39,01150647	
Баланс энергии, кВт		4,55E-12	

2.16. Выбор оборудования

Расширитель продувки выбран «РП 0,4-0,44», Его технические характеристики (табл. 2.3.) соответствуют необходимым по результатам расчета[13].

Объема корпуса достаточно для мгновенного вскипания продувочной воды, рабочее давление незначительно превышает требуемую величину. Цена 210000 рублей [3]

Конденсатный бак выбран БК 38.00.000-05 с его техническими данными, представленными в таблице 2.4.

Выбранный конденсатный бак обеспечит объемом час бемперебойной работы[13]. По давлению и темпаруре имеется нужный запас. Цена 340000 рублей.[4]

Деаэратор выбран ДА-100/25 с его техническими данными, представленными в таблице 2.5.

Данный деаэратор подходит как по давлению, так и по производительности, а также его объема достаточно чтобы обеспечить пол часа работы КА во время его останова [13]. Цена 1071504 руб [5]

Сепаратор непрерывной продувки. В качестве сепаратора непрерывной продувки выбран СНП-0,28-07. Его основные технические данные представлены в таблице 2.6.

Данных характеристик достаточно чтобы обеспечить нужную продувку котла без потерь пара[13]. Цена 150000 рублей [6]

КА. Выбран КЕ 25-24СО. Его основные технические данные представлены в таблице 2.7.

Данный КА в количестве 2 шт. удовлетворяет нужную паропроизводительность (41 т/ч) давление(1,545Мпа) и температуру пит воды[13]. Цена 2 x 9 500 000 рублей. [7]

Деаэратор подпитки. Блочный вакуумный деаэратор БВД-15. Его основные технические данные представлены в таблице 2.8.

Данный деаэратор полностью обеспечит необходимый уровень подпитки, подходит по требуемым параметрам давления и температуры[13]. Цена 320000 рублей [8]

Выбор остального оборудования возможен при более детальной проработке проекта. Это входит в следующую стадию проектирования,

включающую в себя выбор насосного оборудования, конденсатоотводчиков, химводоподготовки первой и второй стадии, выбор теплообменного оборудования, дроссельных задвижек и т. д.

Таблица 2.3. Основные технические показатели РП 0,4-0,44.

Наименование параметров	Параметры	Ед. измерения
Давление рабочее	0,5	МПа
Давление гидроиспытания	0,9	МПа
Вместимость корпуса	0,4	М ³
Масса сухая	555	Кг
Температура рабочая	150	°С

Таблица 2.4. Основные технические показатели БК 38.00.000-05

Название модели	Объем, м3		Давление РР, МПа	Температура, оС	D, мм	L, мм	H, мм	S, мм	Масса, кг
	Геом.	Рабоч.							
БК38.00.000-05	16	14	0,015-0,2	104	2200	4800	3040	4	2829

Таблица 2.5. Основные технические показатели ДА-100/25

Производительность номинальная, т/ч	Давление рабочее избыточное, МПа	Температура деаэрированной воды, оС	Диапазон производительности	Диапазон производительности, т/ч	Максимальный и минимальный подогрев воды в деаэраторе, оС
100	0,02	104	30-120	30-120	40-10

Таблица 2.6. Основные технические данные СНП-0,28-07

Наименование	Давление рабочее, МПа	Температура, °С	Давление пробное, МПа	Паропроизводительность, т/ч	Расход паровой смеси, т/ч	Вместимость, м ³	Масса, кг
СНП-0,28-0,7	07	170	1	07	3,5	0,28	470

Таблица 2.7. Основные технические данные КЕ 25-24СО

Паропроизводительность(т/ч)	Ном.Давление, Мпа	Номинальная температура	Температура питательной воды	Топливо
25	2,3	220	100-105	Бурый, каменный уголь,

Таблица 2.8. Основные технические данные БВД-15.

Расход воды, м ³ /ч	Температура воды, °С	Давление воды на входе, МПа	Давление воды на выходе, МПа	Объем бака, м ³	Рабочее давление, МПа
0-15	65	0,2-0,5	0,25	5	-0,07

2.17. Расчет объемов и энтальпии продуктов сгорания.

$$A^p = A^c * \frac{100 - W^p}{100} = 16 * \frac{100 - 7}{100} = 14.88\% \quad (2.57)$$

Горючая масса топлива составляет:

$$100 - 14.88 - 7 = 78.12\% \quad (2.58)$$

Произведем перерасчет элементарного состава топлива на рабочую массу [9]

$$S^p = S^r \frac{100 - W^p - A^p}{100} = 0.7 * \frac{100 - 7 - 14.88}{100} = 0.54684\% \quad (2.59)$$

$$C^p = C^r \frac{100 - W^p - A^p}{100} = 89 * \frac{100 - 7 - 14.88}{100} = 69.527\% \quad (2.60)$$

$$H^p = H^r \frac{100 - W^p - A^p}{100} = 4.1 * \frac{100 - 7 - 14.88}{100} = 3.203\% \quad (2.61)$$

$$N^p = N^r \frac{100 - W^p - A^p}{100} = 2 * \frac{100 - 7 - 14.88}{100} = 1.562\% \quad (2.62)$$

$$O^p = O^r \frac{100 - W^p - A^p}{100} = 4.2 * \frac{100 - 7 - 14.88}{100} = 3.281\% \quad (2.63)$$

Проверка баланса по рабочей массе

$$\begin{aligned} W^p + A^p + S^p + C^p + H^p + N^p + O^p = \\ = 7 + 14.88 + 0.54684 + 69.527 + 3.203 + 1.562 + 3.281 = 100\% \end{aligned} \quad (2.64)$$

Определим теоретически необходимый объем воздуха для полного сгорания 1 кг данного топлива:

$$V_B^0 = 0,0889 * [C^p + 0.375 * (S^p)] + 0.265 * H^p - 0.0333 * O^p \quad (2.65)$$

$$V_B^0 = 0.0889 * [69.527 + 0.375 * 0.54684] + 0.265 * 3.203 - 0.0333 * 3.281 = 6.939 \frac{\text{н. м}^3}{\text{кг}}$$

Найдем объем трехатомных газов, образовавшихся при сжигании 1 кг топлива, в продуктах сгорания:

$$V_{\text{RO}_2} = 0.01866 * [C^p + 0.375 * S^p] \quad (2.66)$$

$$V_{\text{RO}_2} = 0.01866 * (69.527 + 0.3750.54684) = 0.13012 \frac{\text{M}^3}{\text{КГ}}$$

В уходящих газах объем азота на 1 кг топлива:

$$V_{\text{N}_2} = 0.79 * V_{\text{B}}^0 + 0.008 * N^p = 0.79 * 6.939 + 0.008 * 1.562 = 5.494 \frac{\text{M}^3}{\text{КГ}} \quad (2.67)$$

Тогда, теоретический объем водяных паров на 1 кг топлива:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 0.111 * H^p + 0.0124 * W^p + 0.0161 * V_{\text{B}}^0 \quad (2.68)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 0,111 * 3,203 + 0,0124 * 7 + 0,0161 * 6,939 = 0,554 \frac{\text{M}^3}{\text{КГ}}$$

Коэффициент избытка воздуха на выходе из топочной камеры определяется по формуле

$$\alpha_{\text{yx}} = \alpha_{\text{T}} + \Delta\alpha_{\text{э}}, \quad (2.69)$$

где α_{T} - коэффициент избытка воздуха на выходе из топочной камеры, $\Delta\alpha_{\text{э}}$ - коэффициент избытка воздуха, учитывающий присосы воздуха в экономайзере.

Далее расчет выполняется для двух вариантов: с экономайзером и без него.

Коэффициент избытка воздуха:

$$\alpha_{\text{yx}}^{\text{с}} = \alpha_{\text{T}} + \Delta\alpha_{\text{э}} = 1,15 + 0,05 = 1,2 \quad \alpha_{\text{yx}}^{\text{б}} = \alpha_{\text{T}} = 1,15$$

Действительный объем водяных паров:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{с}} = V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 0,0161 * (\alpha_{\text{yx}}^{\text{с}} - 1) * V_{\text{B}}^0 \quad (2.70)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{с}} = 0,544 + 0,0161 * (1,2 - 1) * 6,939 = 0,5764 \frac{\text{M}^3}{\text{КГ}}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{б}} = V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 0,0161 * (\alpha_{\text{yx}}^{\text{б}} - 1) * V_{\text{B}}^0 \quad (2.71)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{б}} = 0,544 + 0,0161 * (1,15 - 1) * 6,939 = 0,5708 \frac{\text{M}^3}{\text{КГ}}$$

Действительный объем продуктов сгорания:

$$V_{\Gamma}^c = V_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^c + (\alpha_{\text{yx}}^c - 1) * V_{\text{B}}^0 \quad (2.72)$$

$$V_{\Gamma}^c = 0,13012 + 5,494 + 0,5764 + (1,2 - 1) * 0,6939 = 7,588 \frac{\text{M}^3}{\text{кг}}$$

$$V_{\Gamma}^{\text{б}} = V_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{б}} + (\alpha_{\text{yx}}^{\text{б}} - 1) * V_{\text{B}}^0 \quad (2.73)$$

$$V_{\Gamma}^{\text{б}} = 0,13012 + 5,494 + 0,5708 + (1,15 - 1) * 0,6939 = 7,2357 \frac{\text{M}^3}{\text{кг}}$$

Расчет энтальпии продуктов сгорания

Температура уходящих газов $t_{\text{yx}}^c = 160^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{yx}}^{\text{б}} = 315^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2.9. Энтальпии уходящих газов

t, °C	Энтальпия газов i, кДж/н.м ³			
	(c * t) _{RO2}	(c * t) _{N2}	(c * t) _{H2O}	(c * t) _B
100	170	130	151	132
200	353	260	305	267
300	560	392	463	403
400	773	527	627	542

Интерполируя, получаем:

$$i_{\text{RO}_2}(t_{\text{yx}}^c) = i_{\text{RO}_2}(160) = 170 + (353 - 170) * \frac{160 - 100}{200 - 100} = 279,8 \frac{\text{кДж}}{\text{н. м}^3};$$

$$i_{\text{N}_2}(t_{\text{yx}}^c) = i_{\text{N}_2}(160) = 130 + (260 - 130) * \frac{160 - 100}{200 - 100} = 208 \frac{\text{кДж}}{\text{н. м}^3};$$

$$i_{\text{H}_2\text{O}}(t_{\text{yx}}^c) = i_{\text{H}_2\text{O}}(160) = 151 + (305 - 151) * \frac{160 - 100}{200 - 100} = 243,4 \frac{\text{кДж}}{\text{н. м}^3};$$

$$i_{\text{B}}(t_{\text{yx}}^c) = i_{\text{B}}(160) = 132 + (267 - 132) * \frac{160 - 100}{200 - 100} = 213 \frac{\text{кДж}}{\text{н. м}^3};$$

$$i_{\text{RO}_2}(t_{\text{yx}}^{\text{б}}) = i_{\text{RO}_2}(315) = 560 + (773 - 560) * \frac{315 - 300}{400 - 300} = 591,95 \frac{\text{кДж}}{\text{н. м}^3};$$

$$i_{\text{N}_2}(t_{\text{yx}}^{\text{б}}) = i_{\text{N}_2}(315) = 392 + (527 - 392) * \frac{315 - 300}{400 - 300} = 412,25 \frac{\text{кДж}}{\text{н. м}^3};$$

$$i_{\text{H}_2\text{O}}(t_{\text{yx}}^{\text{б}}) = i_{\text{H}_2\text{O}}(315) = 463 + (627 - 463) * \frac{315 - 300}{400 - 300} = 487,6 \frac{\text{кДж}}{\text{н. м}^3};$$

$$i_{\text{B}}(t_{\text{yx}}^{\text{б}}) = i_{\text{B}}(315) = 403 + (542 - 403) * \frac{315 - 300}{400 - 300} = 423,85 \frac{\text{кДж}}{\text{н. м}^3};$$

Энтальпия теоретического объема воздуха:

$$I_B^{0,c} = V_B^0 * i_B(t_{yx}^c) = 6.939 * 213 = 1477.9 \text{ кДж}; \quad (2.74)$$

$$I_B^{0,b} = V_B^0 * i_B(t_{yx}^b) = 6.939 * 423,85 = 2941 \text{ кДж}; \quad (2.75)$$

Энтальпия теоретического объема продуктов сгорания

$$I_r^{0,c} = V_{RO_2} * i_{RO_2}(t_{yx}^c) + V_{N_2} * i_{N_2}(t_{yx}^c) + V_{H_2O}^0 * i_{H_2O}(t_{yx}^c) \quad (2.76)$$

$$I_r^{0,c} = 0.13012 * 279.8 + 5.494 * 208 + 0.554 * 243.4 = 1314 \text{ кДж}$$

$$I_r^{0,b} = V_{RO_2} * i_{RO_2}(t_{yx}^b) + V_{N_2} * i_{N_2}(t_{yx}^b) + V_{H_2O}^0 * i_{H_2O}(t_{yx}^b) \quad (2.77)$$

$$I_r^{0,b} = 0.13012 * 591.95 + 5.494 * 412.25 + 0.554 * 487.6 = 2612 \text{ кДж}$$

Энтальпия действительного объема продуктов сгорания:

$$I_r^c = I_r^{0,c} + (\alpha_{yx}^c - 1) * I_B^{0,c} = 1314 + (1.2 - 1) * 1477.9 = 1609 \text{ кДж} \quad (2.78)$$

$$I_r^b = I_r^{0,b} + (\alpha_{yx}^b - 1) * I_B^{0,c} = 2612 + (1.15 - 1) * 2941 = 3053 \text{ кДж} \quad (2.79)$$

2.18. Расчет теплового баланса котлоагрегата

Уравнение теплового баланса котлоагрегата на единицу (килограмм) сгоревшего топлива имеет вид[10]:

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6, \quad (2.80)$$

где

Q_p^p – располагаемая теплота, поступившая в топку котлоагрегата, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$;

Q_1 – теплота, полезно использованная на парообразование, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$;

Q_2 – потери теплоты с уходящими газами, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$;

Q_3 – потери теплоты от химической неполноты сгорания, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$;

Q_4 – потери теплоты от механической неполноты сгорания, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$;

Q_5 – потери теплоты в окружающую среду, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$;

Q_6 – потери теплоты с физическим теплом удаляемых шлаков, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$;

В работе не учитывается теплота горячего воздуха, подаваемого в топку и подогретого вне котла, а также теплоту парового дутья, затрат теплоты на топливоподготовку и т.д. поэтому можно считать $Q_p^p = Q_p^h = 26461 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

В другом виде

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 1 \quad (2.81)$$

В работе принимаем $q_3 = 0,01$, $q_4 = 0,05$, $q_5^b = 0,028$, $q_5^c = 0,034$, $q_6 = 0,01$

Температура холодного воздуха 30°C

Энтальпия теоретически необходимого воздуха

$$I_{\text{XB}}^o = V_B^o * c_{\text{XB}} * t_{\text{XB}} = 6.939 * 1.3 * 30 = 270.6 \text{ кДж} \quad (2.82)$$

Потери теплоты с уходящими газами

$$Q_2^c = (I_{\Gamma}^c - \alpha_{\text{yx}}^c I_{\text{XB}}^o)(1 - q_4) = (1609 - 1.2 * 270.6)(1 - 0.05) = 1220 \text{ кДж}; \quad (2.83)$$

$$Q_2^b = (I_{\Gamma}^b - \alpha_{\text{yx}}^b I_{\text{XB}}^o)(1 - q_4) = (3053 - 1.15 * 270.6)(1 - 0.05) = 2604 \text{ кДж}; \quad (2.84)$$

$$q_2^c = \frac{Q_2^c}{Q_p^p} = \frac{1220}{26461} = 0,0461 \quad (2.85)$$

$$q_2^b = \frac{Q_2^b}{Q_p^p} = \frac{2604}{26461} = 0,0984 \quad (2.86)$$

КПД «брутто» котла:

$$\eta_{\text{ка}}^{\text{бр,с}} = 1 - (0,0461 + 0,01 + 0,05 + 0,034 + 0,01) = 0,85 \quad (2.87)$$

$$\eta_{\text{ка}}^{\text{бр,б}} = 1 - (0,0984 + 0,01 + 0,05 + 0,028 + 0,01) = 0,804 \quad (2.88)$$

Расход топлива, подаваемого в топку

$$B^c = \frac{D_{\text{сум}} * \left[(h_{1\text{x}} - h'_2) + \frac{d_{\text{пп}}}{100} * (h'_1 - h'_2) \right]}{Q_p^p * \eta_{\text{ка}}^{\text{бр,с}}} =$$

$$= \frac{11,108 * \left[(2714,3 - 431,9) + \frac{2,5}{100} * (851 - 431,9) \right]}{26461 * 0,85} = 1,13 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.89)$$

$$\begin{aligned}
 B^6 &= \frac{D_{\text{сум}} * \left[(h_{1x} - h'_2) + \frac{d_{\text{пр}}}{100} * (h'_1 - h'_2) \right]}{Q_p^p * \eta_{\text{ка}}^{\text{бр,б}}} = \\
 &= \frac{11,108 * \left[(2714,3 - 431,9) + \frac{2,5}{100} * (851 - 431,9) \right]}{26461 * 0,7704} = 1,198 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.90)
 \end{aligned}$$

2.20. Расчет годового расхода и экономии топлива.

$$D_{\text{год}} = D_{\text{сум}} * 6600 * 3600, \text{ где} \quad (2.91)$$

$D_{\text{год}}$ - годовой расход пара, вырабатываемого одним котлом, кг/год;

6600- условное число часов работы одного котла при номинальной нагрузке

в течение года, ч/год;

3600 число секунд в одном часе, с/ч.

$$D_{\text{год}} = 11,108 * 6600 * 3600 = 263926080 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Приращение энтальпии рабочей среды в котлоагрегате

$$\Delta h_{\text{ка}} = h_{1x} - h'_2 = 2714,3 - 431,9 = 2282,34 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (2.92)$$

Годовой расход теплоты

$$Q_{\text{год}} = D_{\text{год}} * \Delta h_{\text{ка}} = 263926080 * 2282,34 * 10^{-6} = 602367,7 \frac{\text{ГДж}}{\text{год}} \quad (2.93)$$

Годовой расход топлива

$$B_{\text{год}}^c = \frac{Q_{\text{год}}}{Q_p^p * \eta_{\text{ка}}^{\text{бр.с}}} = \frac{602367,7 * 10^6}{26461 * 0,8382 * 10^3} = 26785,68 \frac{\text{т}}{\text{год}} \quad (2.94)$$

$$B_{\text{год}}^6 = \frac{Q_{\text{год}}}{Q_p^p * \eta_{\text{ка}}^{\text{бр.б}}} = \frac{602367,7 * 10^6}{26461 * 0,7704 * 10^3} = 28329,5 \frac{\text{т}}{\text{год}} \quad (2.95)$$

Годовая экономия топлива на одном котлоагрегате вследствие использования экономайзера для подогрева питательной воды равны:

$$\Delta B_{\text{год}}^{\text{эк}} = B_{\text{год}}^6 - B_{\text{год}}^c = 28329,5 - 26785,68 = 1544 \frac{\text{т}}{\text{год}} \quad (2.96)$$

2.21 Тепловой расчет экономайзера

Исходные данные

$$t_{\text{пв1}} = t_2 = 103,04^\circ\text{C} \quad t_{\text{yx}}^{\text{б}} = 315^\circ\text{C} \quad t_{\text{yx}}^{\text{с}} = 160^\circ\text{C}$$
$$\varphi = 1 - \frac{q_5^{\text{с}} - q_5^{\text{б}}}{q_2^{\text{б}} - q_2^{\text{с}}} = 1 - \frac{0,034 - 0,028}{0,09844 - 0,0461} = 0,885 \quad (2.97)$$

Тепловосприятие экономайзера

$$Q_3 = [(I_{\text{r}}^{\text{б}} - I_{\text{r}}^{\text{с}}) + \Delta\alpha_3 I_{\text{хв}}^0] \varphi = [(3053 - 1609) + 0,1 * 270,6] 0,885 = 1290 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (2.98)$$

Энтальпия воды на выходе из экономайзера

$$h_{\text{пв2}} = h_{\text{пв1}} + \frac{Q_3 * B^{\text{с}}}{D_{\text{сум}} * (1 + \frac{d_{\text{пп}}}{100})} = 431,93 + \frac{1290 * 1,13}{11,108 * (1 + 0,025)} = 560,2 \text{ кДж/кг} \quad (2.99)$$

Температура питательной воды на выходе из экономайзера условно определяется по энтальпии

$$t_{\text{пв2}} = \frac{h_{\text{пв2}}}{c_{\text{в}}} = \frac{560,2}{4,187} = 133,8^\circ\text{C}$$
$$\Delta t_{\text{б}} = t_{\text{yx}}^{\text{б}} - t_{\text{пв2}} = 315 - 133,8 = 181,2^\circ\text{C}$$
$$\Delta t_{\text{м}} = t_{\text{yx}}^{\text{с}} - t_{\text{пв1}} = 160 - 103,04 = 56,96^\circ\text{C}$$
$$\Delta t_{\text{э}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{181,2 - 56,96}{\ln \frac{181,2}{56,96}} = 107,4^\circ\text{C} \quad (2.100)$$

С учетом заданного коэффициента теплопередачи $k_3 = 0,0185 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 * \text{К}}$ площадь экономайзера:

$$F_3 = \frac{Q_3 * B^{\text{с}}}{k_3 * \Delta t_{\text{э}}} = \frac{1290 * 1,13}{0,0185 * 107,4} = 1346,05 \text{ м}^2 \quad (2.101)$$

Экономический расчет планируется на дальнейшей стадии проектирования при обсуждении стоимости экономайзера. На данный момент сложно оценить выгоду внедрения экономайзера.

2.22. Заключение

В работе найдены все необходимые материально тепловые потоки тепловой схемы. Расчет тепловой схемы произведен по разработанной методике. Данная методика позволяет выполнять быстрый пересчет тепловой схемы, что позволяет оценить эффективность от внедрения предлагаемых мероприятий.

Также произведен первоначальный анализ эффективности внедрения экономайзера в котлоагрегат. Установка экономайзера предполагает сокращение затрат на 1544 т топлива в год.

В ходе анализа полученных данных выявлено, что в данной схеме присутствует множество материально-тепловых потерь, которые целесообразно сокращать путем изменения схемы, оборудования и других мероприятий. Анализ этих мероприятий можно оценить по разработанной методике.

Экономический эффект от внедрения предлагаемых мероприятий превышает суммарные затраты на разработку и внедрение проекта

Таким образом, в работе представлена методика расчета промышленно отопительной котельной, по которой произведен расчет, выбрано оборудование, предложены мероприятия по оптимизации, проведен расчет энтальпий и объемов продуктов сгорания, а также проанализирована эффективность внедрения экономайзера.

3. Электроснабжение

Введение

Комплекс овощных закусочных консервов (КОЗК) предназначен для производства консервов «Перец, фаршированный овощами» в жестяных банках из исходного сырья.

Технологический процесс осуществляется на одной поточной линии последовательно и заканчивается фасованной продукцией.

Данный комплекс является составной частью крупного современного предприятия по переработке плодов и овощей.

КОЗК имеет технологический участок, в котором установлены поточные линии, а также вспомогательные бытовые помещения. Основные операции автоматизированы, вспомогательные транспортные операции выполняются с помощью трех кран-балок с электроталиями, подъемников и наземных электротележек.

Грунт в районе здания- глина полутвердая с температурой + 12 °С. 2 климатическая зона. Каркас здания сооружен из блоков-секций, длиной 6 м каждый. Размеры здания А х В х Н= 48 х 24 х 7,2 м.

3.1 Электроснабжение комплекса овощных закусочных консервов

Перечень ЭО комплекса дан в таблице 3.1. Расположение основного ЭО показано на плане (рис. 3.1) По справочным данным определяются K_n , $\cos\varphi$, $\operatorname{tg}\varphi$ [14].

Осуществляется расчет активной мощности, Полученные данные сводятся в табл. 3.1.

$$P = S \cdot \cos\varphi. \quad (3.1)$$

Питание КОЗК осуществляется от собственной комплектной трансформаторной подстанции (КТП) 10/0,4 кВ, которая подключена к приемному пункту предприятия удаленной на 0,5 км на напряжение 6 кВ, мощность короткого замыкания 200 МВА, отклонение напряжения в минимальном режиме +3%, в максимальном +2%. Трансформаторная подстанция питается по магистральной схеме. Нормируемый $\operatorname{tg}\varphi_n$, заданный энерго-

системой 0,2. Цех работает в две смены, время использования максимума нагрузки 4000 часов. Все электроприемники по бесперебойности ЭСН – 2 категории.

3.2. Определение расчетной мощности комплекса овощных закусочных консервов

Расчет нагрузок выполнен по форме Ф636-92[16] (табл. 3.1). Конечные данные занесены в табл.3.2.

3.3. Определение числа и мощности цеховых трансформаторов и компенсирующих устройств

Согласно ПУЭ [19], потребители второй категории надежности должны питаться от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, переключения осуществляется дежурным персоналом.

Таблица 3.2

Наименование ЭП	n , шт.	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА	I_p , А
Итого силовые электроприемники	37	51	55,8	75,5	198
Нагрузка на X потребителя	1	500	585	769,6	2019
Осветительная нагрузка	20	26	9,03	27,5	72
Итого по цеху в целом		577	649,8	869	2280

Мощность трансформаторов [17] определяется по формуле

$$S_{тр} = \frac{P_p}{N_T K_3} \leq S_{н.тр}, \quad (3.2)$$

где N_T – количество трансформаторов, K_3 – коэффициент загрузки трансформаторов (принят 0.75); $S_{н.тр}$ – номинальная стандартная мощность трансформатора.

Реактивная мощность, потребляемая из системы

$$Q_3 = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi_n = 577 \cdot 0,2 = 115,4 \text{ кВАр}. \quad (3.3)$$

Мощность КУ равна

$$Q_{ку} = Q_p - Q_3 = 649,8 - 115,4 = 534,4 \text{ кВАр}. \quad (3.4)$$

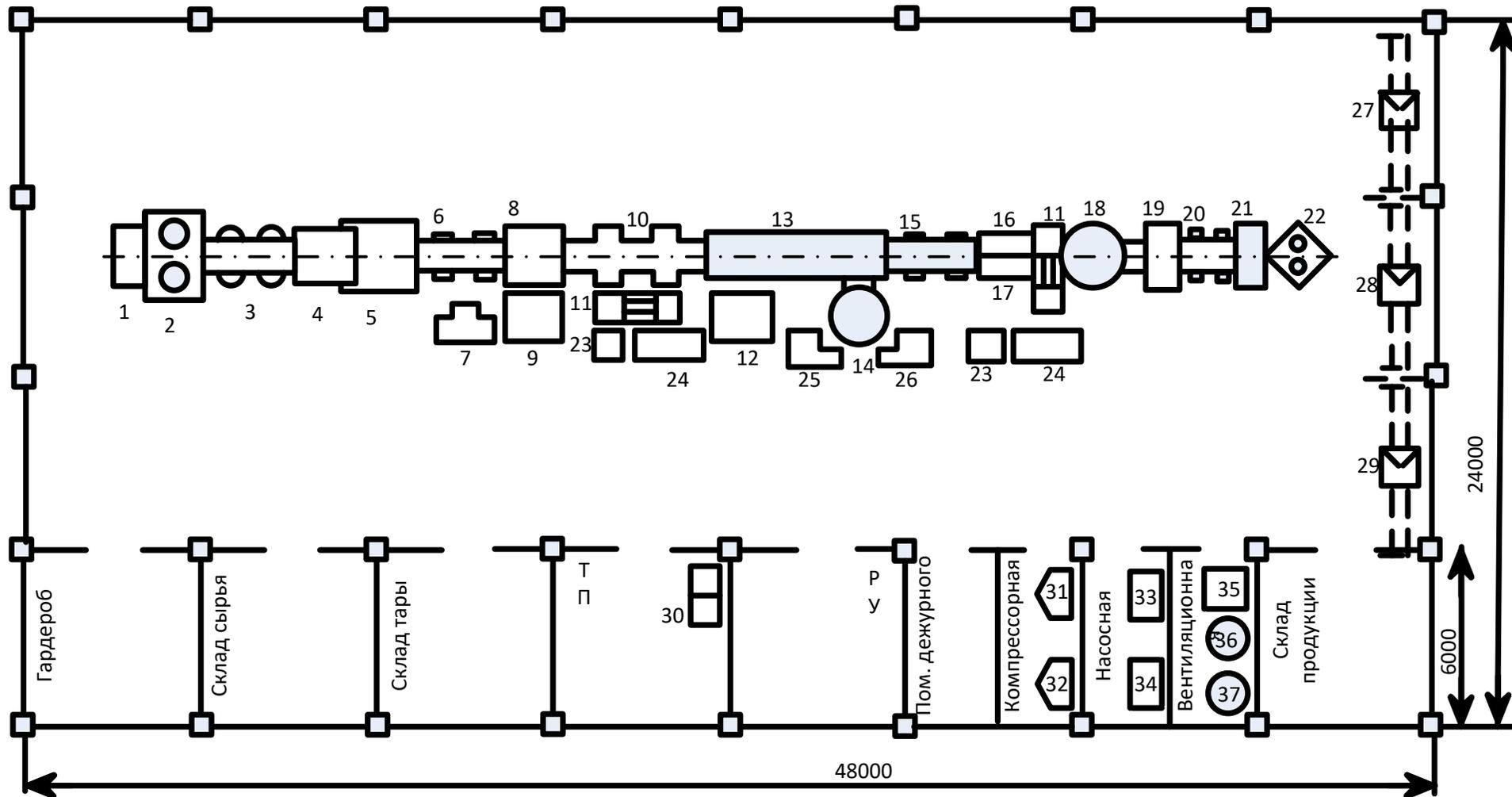


Рисунок 3.1. Расположение основного ЭО

Таблица 3.1. Расчет электрических нагрузок (форма Ф636-92)

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ							Расчетные величины			Эффективное число электроприемников n_{Σ}	Коэф. Расчетной нагрузки, K_p	Расчетная мощность и ток			
По заданию технологов				По справочным данным			$P_{\Sigma} = K_u P_n$	$Q_{\Sigma} = P_{\Sigma} * tg\varphi$	n_{Σ}^2			$P_p = K_p * P_{\Sigma}$, кВт	$Q_p = P_{\Sigma} * tgi$ при $n_{\Sigma} > 10$, кВАр	$S_p = \sqrt{(P_p^2 + Q_p^2)}$, кВА	Расчетный ток $I_p = S_p / \sqrt{3} * U_{л}$, А
Наименование характерных Категорий электро-приемников, подключаемых к узлу питания и номер на схеме	Количество	Установленная мощность, кВт		Коэф. использования промежуточный K_u	Коэф. Реактивной Мощности $cos\varphi$ $tg\varphi$										
		Одного электро-приемника P_n	Общая $P_{\Sigma} = n P_n$												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.Контейнеро-опрокидыватель	1	1	1	0,2	0,8	0,75	0,2	0,15	1	$n_{\Sigma} = (\sum P_n)^2 / \sum (n * P_n^2)$		0,17	0,15	0,227	0,596
2.Моечная машина плодов	1	10,1	10,1	0,6	0,7	1,02	6,06	6,18	102			5,151	6,18	8,05	21,14
3.Роликовый конвейер	1	1,8	1,8	0,21	0,67	1,11	0,378	0,42	3,24			0,321	0,42	0,528	1,387
4.Сепаратор	1	1,3	1,3	0,4	0,8	0,75	0,52	0,39	1,69			0,442	0,39	0,589	1,549
5.Автомат для очистки перца	1	4,2	4,2	0,2	0,65	1,17	0,84	0,98	17,64			0,714	0,98	1,214	3,19
6.Конвейер 1	1	1,5	1,5	0,2	0,65	1,17	0,3	0,35	2,25			0,255	0,35	0,434	1,139
7.Весы электрические	1	0,5	0,5	0,1	0,65	1,17	0,05	0,06	0,25			0,043	0,06	0,072	0,19
8.Машина для резки перца	1	1,5	1,5	0,16	0,7	1,02	0,24	0,24	2,25			0,204	0,24	0,319	0,837
9.Моечная машина встряхивающая	1	2	2	0,62	0,7	1,02	1,24	1,27	4			1,054	1,27	1,647	4,326
10.Бланширователь ковшовый	1	1,1	1,1	0,16	0,75	0,88	0,176	0,16	1,21			0,15	0,16	0,216	0,566
11,18.Автомат дозиро-очнонаполнительный	2	4	8	0,14	0,65	1,17	1,12	1,31	32			0,952	1,31	1,619	4,254
12.Стол механизированный	1	2,2	2,2	0,12	0,65	1,17	0,264	0,31	4,84			0,224	0,31	0,382	1,003

Продолжение таблицы 3.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
13.Транспортер элеваторный	1	0,6	0,6	0,55	0,8	0,75	0,33	0,25	0,36			0,281	0,25	0,374	0,983
14.Фаршенеполнитель	1	1,2	1,2	0,35	0,7	1,02	0,42	0,43	1,44			0,357	0,43	0,558	1,465
15.Конвейер 2	1	0,8	0,8	0,2	0,65	1,17	0,16	0,19	0,64			0,136	0,19	0,231	0,608
16,17,20.Конвейер пластинчатый	3	1,5	4,5	0,45	0,8	0,75	2,025	1,52	6,75			1,721	1,52	2,296	6,031
19.Закаточная машина	1	4	4	0,15	0,5	1,73	0,6	1,04	16			0,51	1,04	1,158	3,042
21.Машина моечная банок жестяных	1	9,55	9,55	0,5	0,7	1,02	4,775	4,87	91,2			4,059	4,87	6,34	16,66
22.Устройство загрузки в автоклав	1	1,7	1,7	0,15	0,7	1,02	0,255	0,26	2,89			0,217	0,26	0,338	0,89
23.Насос подогревателя	1	7,5	7,5	0,7	0,8	0,75	5,25	3,94	56,25			4,463	3,94	5,95	15,64
24.Реактор подогревателя	1	3	3	0,75	0,95	0,33	2,25	0,74	9			1,913	0,74	2,05	5,388
25.Фаршемешалка	1	4,2	4,2	0,3	0,7	1,02	1,26	1,29	17,64			1,071	1,29	1,67	4,396
26.Насосная установка фарша	1	1,65	1,65	0,5	0,7	1,02	0,825	0,84	2,723			0,701	0,84	1,096	2,878
27,28,29.Кран-Балка с электросталью	3	9,5	28,5	0,1	0,55	1,52	2,85	4,33	270,8			2,423	4,33	4,96	13,03
30.Зарядный агрегат статический	1	6,2	6,2	0,5	0,85	0,62	3,1	1,92	38,44			2,635	1,92	3,26	8,568
31,32.Компрессоры	2	5,1	10,2	0,7	0,8	0,75	7,14	5,36	52,02			6,069	5,36	8,094	21,27
33,34.Насосы водяные	2	4	8	0,8	0,85	0,62	6,4	3,97	32			5,44	3,97	6,73	17,69
35.Калорифер для обогревателя	1	8,2	8,2	0,6	0,5	1,73	4,92	8,52	67,24			4,182	8,52	9,49	24,94
36,37.Вентиляторы	2	5	10	0,6	0,8	0,75	6	4,5	50			5,1	4,5	6,8	17,87
Итого			145	0,41343	0,68	0,94	59,9	55,8	888	23,7	0,85	50,96	55,8	75,54	198,5

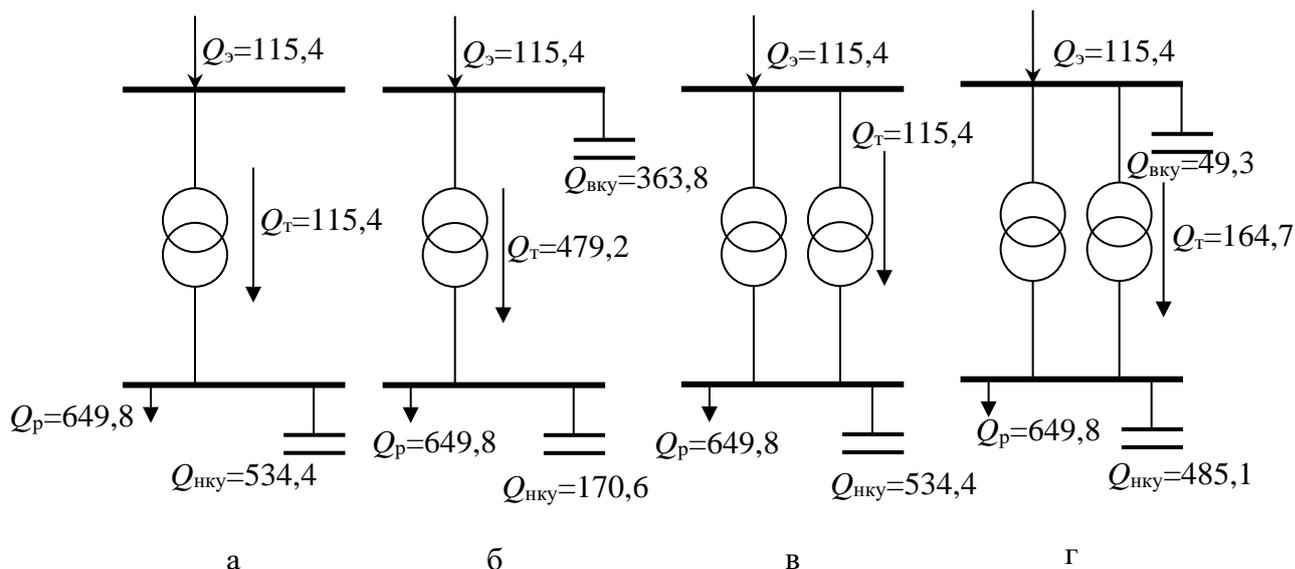


рис. 3.2

3.3.2. Техничко-экономический расчет вариантов

Техничко-экономический расчет вариантов осуществляется по минимуму приведенных затрат по вариантам

$$Z_{пр} = Z_{кТП} + Z_{кУ} = E_n K_{\Sigma} + C_{\Sigma}, \quad (3.5)$$

где $Z_{кТП}$, $Z_{кУ}$ – приведенные затраты на комплектную трансформаторную подстанцию и компенсирующие устройства; E_n – нормативный коэффициент эффективности (0,223); K_{Σ} – суммарные капитальные затраты на КТП и КУ; C_{Σ} – суммарные эксплуатационные издержки.

3.3.3. Выбор типа и группы соединения трансформаторов.

Удельная стоимость потерь электроэнергии в год

$$C_0 = a \cdot 12 + b T_M = 150 \cdot 12 + 1,02 \cdot 4000 = 5880 \text{ руб/кВт} \cdot \text{год.} \quad (3.6)$$

где a и b – основная и дополнительная ставки тарифа на активную мощность и активную электроэнергию; T_M – время использования максимума нагрузки.

Технические характеристики трансформатора приведены в таблице 3.3.

Расчет затрат по вариантам приведен в таблице 3.4.

Защита выполняется вводным выключателем «Э25В Про» с $I_n=2500A$, установленном в ШНВ.

Таблица 3.3. Технические характеристики трансформатора

Тип тра-ра	$S_{н.тр.}$ кВА	U_n , кВ		ΔP_{xx} ,	$\Delta P_{кз}$	$\Delta P_{кз}$	$U_{кз}$	U_{xx}	I ,	Цена,
		ВН	НН	кВт	(Y/Y_n -0), кВт	(Δ/Y_n - 11), кВт	(Y/Y_n - 0), %	(Δ/Y_n - 11), %	%	т. руб
ТМ-400/10(6)/0,4	400	10(6)	0,4	0,72	5,5	5,9	4,5	4,5	1	199
ТМ-1000/10(6)/0,4	1000	10(6)	0,4	1,4	10,8	10,8	5,5	5,5	0,6	470

Таблица 3.4. Расчет затрат по вариантам.

N	$Q_{нкб}$ кВАр	$Q_{вкб}$ кВАр	Q_t кВАр	β^2	ΔP_{xx} кВт	$\Delta P_{кз}$ кВт	$\Delta P_{тр}$ кВт	$K_{тр}$ т.руб	$K_{кТП}$ т.руб	$K_{нкб}$ т.руб	$K_{вкб}$ т.руб	$Z_{пр}$ т.руб
а	550		115,38956	0,59	1,4	10,8	7,7	470	252	205,7	0	267,0
б	175	375	479,198535	0,75	1,4	10,8	9,5	470	252	73,7	145,3	275,846
в	550		115,38956	0,74	0,72	5,9	5,0	199	406	205,7	0	269,4
г	500	50	164,715622	0,75	0,72	5,9	5,145	199	406	193,6	36,3	274,7

Цех питается по магистральной схеме. Цеховая КТП не имеет распределительного устройства на стороне ВН, питающий кабель присоединяется к трансформатору через шкаф высоковольтного ввода. Выбирается шкаф ШНВ стоимостью 5 т.руб. Принимается Проходного типа комплектная трансформаторная подстанция КТП-ПВ-1000/10(6)/0,4, стоимостью 252 т.руб. (выбран вариант «а»[4])

В КТП устанавливается масляный трансформатор ТМ-1000/10(6)/0,4 схема соединения Δ/Y_n-11 , стоимостью 470 т.руб.

3.4 Расчет и выбор распределительных шинпроводов и пунктов

Согласно ПУЭ [19] ШР и РП выбираются по нагреву током нормального и аварийного режимов, потери напряжения и проверяются по электродинамической стойкости.

Пример расчета ШР1, приведен в табл. 3.5. Выбирается шинпровод КЛМ-R-00-A1-55-4-4 с $I_{н.ш}=160$ А, $r_0=0,3$ Ом/км, $x_0=0,194$ Ом/км, $i_d=41$ кА .

Защита выполняется вводным выключателем «Э16В Про» с $I_n=1600$ А,

установленном в ШНВ.

Потери напряжения в проводниках определяются по формуле

$$\Delta U = \frac{PR+QX}{U_H^2} 100\%. \quad (3.7)$$

Проверка осуществляется либо по допустимой потере напряжения.

По механической прочности согласно ПУЭ [19].

Нулевые рабочие проводники в четырехпроводной системе трехфазного тока должны иметь проводимость не менее 50% проводимости фазных проводников.

Расчет и выбор ЗА и сечения проводников для подключения электроприемников производится аналогично с учетом коэффициента повторного включения. Результаты расчета приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.6. Определение расчетной мощности СП1

№ ЭП	Наименование ЭП	n , шт.	$P_{см}$, кВт	$Q_{см}$, кВАр	$n_э$	K_p	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА	I_p , А
31,32	Компрессоры	2	7,1	5,4	6,58	1,02	24,9	22,8	33,7	51,3
33,34	Насосы водяные	2	6,4	4,0						
35	Калорифер для обогревателя	1	4,9	8,5						
36,37	Вентиляторы	2	6,0	4,5						
31-37	Итого	7	24,5	22,3						

Таблица 3.7. Определение расчетной мощности СП2

№ ЭП	Наименование ЭП	n , шт.	$P_{см}$, кВт	$Q_{см}$, кВАр	$n_э$	K_p	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА	I_p , А
7,28,29	Кран-Балка с электросталью	3,0	2,9	4,3	3,0	4,1	11,5	17,5	21,0	31,9

3.5 Выбор высоковольтного питающего кабеля и ячейки РП ГПП

Экономическая плотность тока для кабелей с бумажной изоляцией при $T_M=4000$ часов – 1,4 А/мм².

Расчетный ток, протекающий по проводнику в нормальном режиме:

$$I_p = \frac{\sqrt{P_p^2 + (Q_p - Q_{нкб})^2}}{\sqrt{3}U_H} = \frac{\sqrt{577^2 + (649,8 - 550)^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 33,8 \text{ А} \quad (3.8)$$

Таблица 3.5 Определение расчетной мощности ШПР1

№ ЭП	Наименование ЭП	n, шт.	P _{см} , кВт	Q _{см} , кВАр	n _э	K _р	P _р , кВт	Q _р , кВАр	S _р , кВА	I _р , А						
1	Контейнеро-опрокидыватель	1	0,2	0,2	14,5	1,0	29,8	31,8	43,6	66,2						
2	Моечная машина плодов	1	6,1	6,2												
3	Роликовый конвейер	1	0,4	0,4												
4	Сепаратор	1	0,5	0,4												
5	Автомат для очистки перца	1	0,8	1,0												
6	Конвейер 1	1	0,3	0,4												
7	Весы электрические	1	0,1	0,1												
8	Машина для резки перца	1	0,2	0,2												
9	Моечная машина встряхивающая	1	1,2	1,3												
10	Бланширователь ковшовый	1	0,2	0,2												
11,18	Автомат дозировочно- наполнительный	2	1,1	1,1												
12	Стол механизированный	1	0,3	0,3												
13	Транспортер элеваторный	1	0,3	0,2												
14	Фаршенаяполнитель	1	0,4	0,4												
15	Конвейер 2	1	0,2	0,2												
16, 17, 20	Конвейер пластинчатый	3	2,0	1,5												
19	Закаточная машина	1	0,6	1,0												
21	Машина моечная банок жестяных	1	4,8	4,9												
22	Устройство загрузки в автоклав	1	0,3	0,3												
23	Насос подогревателя	1	5,3	3,9												
24	Реактор подогревателя	1	2,3	0,7												
25	Фаршемешалка	1	1,3	1,3												
26	Насосная установка фарша	1	0,8	0,8												
1_26	Итого	26	29,54	27,17												

Экономическое сечение:

$$F_{\text{э}} = \frac{I_{\text{р}}}{j_{\text{эж}}} = \frac{33,8}{1,4} = 24,1 \text{ мм}^2 \quad (3.9)$$

Полученное сечение, согласно стандартной шкале, округляем до ближайшего 25 мм², длительно допустимый ток– 90 А. По нагреву током рабочего режима проходит.

$$I_{\text{тр.мах}} = \frac{K_{\text{д.п.}} \cdot S_{\text{н.тр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{1,2 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 69,3 \text{ А} < 90 \text{ А} \quad (3.10)$$

Кабель по нагреву аварийным током проходит [18].

Таблица 3.8. Выбор защитной аппаратуры и сечения проводников по цеху

№	Наименование ЭП	n , шт	P_n , кВт	I_p , А	I_n , А	Тип пров.	F , мм	$I_{дв}$, А	Тип ЗА, А	$I_{наз}$, 10 А	$I_{т.р.}$, А	$K_{т.о}$	$I_{э.м.г}$, А	ПКС, кА	r_0 , МОм/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
СП 1															
31,32	Компрессоры	2	5,1	9,7	109	АВВГ	4x2,5	17,48	АЕ2046М-320	6,3	12,5	12	150	5	12,5
33,34	Насосы водяные	2	4,0	7,1	107	АВВГ	4x2,5	17,48	АЕ2046М-320	6,3	8	12	96	1	12,5
35	Калорифер для обогревателя	1	8,2	24,9	125	АВВГ	4x6	29,44	АЕ2046М-320	6,3	25	12	300	3	5,21
36,37	Вентиляторы	2	5,0	9,5	109	АВВГ	4x2,5	17,48	АЕ2046М-320	6,3	12,5	12	150	5	12,5
СП 1	ПР-11-1059-21УЗ	6,6	24,9	51,3	151	АВВГ	4*16	69	ВА 51-31	10	63	10	630	6	0,625
СП 2															
27,28, 29	Кран-Балка с электросталью	3	9,5	26,2	130	АПВ	3x8	32	АЕ2043М-400	6,3	31,5	12	378	4,5	3,91
СП 2	ПР-11-1054-21УЗ	3	11,5	31,9	156	АВВГ	4*10	55,2	ВА 51-31	10	40	7	280	5	3,12
ШР 1															
1	Контейнеро-опрокидыватель	1	1,0	1,9	90	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	2,5	12	30	0,4	15,6
2	Моечная машина плодов	1	10,1	21,9	109	АПВ	3x6	26	АЕ2046М-320	6,3	25	12	300	3	5,21
3	Роликовый конвейер	1	1,8	4,1	92	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	5	12	60	1	15,6
4	Сепаратор	1	1,3	2,5	90	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	3,15	12	37,8	0,4	15,6
5	Автомат для очистки перца	1	4,2	9,8	98	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	12,5	12	150	5	15,6
6	Конвейер 1	1	1,5	3,5	91	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	4	12	48	0,6	15,6
7	Весы электрические	1	0,5	1,2	90	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	2	12	24	0,3	15,6
8	Машина для резки перца	1	1,5	3,3	91	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	4	12	48	0,6	15,6

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9	Моечная машина встрягивающая	1	2,0	4,3	92	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	5	12	60	1	15,6
10	Бланширователь ковшовый	1	1,1	2,2	90	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	3,15	12	37,8	0,4	15,6
11,18	Автомат дозирова- очнонаполнительный	2	4,0	9,3	97	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	12,5	12	150	5	12,5
12	Стол механизированный	1	2,2	5,1	93	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	6,3	12	75,6	1	15,6
13	Транспортер элеваторный	1	0,6	1,1	89	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	1,6	12	19,2	0,3	15,6
14	Фаршенaполнитель	1	1,2	2,6	90	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	3,15	12	37,8	0,4	15,6
15	Конвейер 2	1	0,8	1,9	90	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	2,5	12	30	0,4	15,6
16, 17, 20	Конвейер пластинчатый	3	1,5	2,8	90	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	4	12	48	0,6	15,6
19	Закаточная машина	1	4,0	12,2	100	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	12,5	12	150	5	15,6
21	Машина моечная банок жестяных	1	9,6	20,7	108	АПВ	3*6	26	АЕ2046М-320	6,3	25	12	300	3	5,21
22	Устройство загрузки в автоклав	1	1,7	3,7	91	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	10	12	120	5	15,6
23	Насос подогревателя	1	7,5	14,2	102	АПВ	3*3	18	АЕ2046М-320	6,3	16	12	192	2,5	10,4
24	Реактор подогревателя	1	3,0	4,8	93	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	6,3	12	75,6	1	15,6
25	Фаршемешалка	1	4,2	9,1	97	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	12,5	12	150	5	15,6
26	Насосная установка фарша	1	1,7	3,6	91	АПВ	3*2	14	АЕ2046М-320	6,3	4	12	48	0,6	15,6
ШР 1	KLM-R-00-AI-55-4-4	14,5	66,9	66,2	154	АВВГ	3x35+ 1*25	82,8	ВА 51-35	25	80	12	960	7	0,894
30	Зарядный агрегат статический	1	6,2	11,1	99	АВВГ	4*2,5	17,48	АЕ2046М-320	6,3	12,5	12	150	5	12,5

Для определения термически стойкого сечения рассчитывается ток короткого замыкания в начале кабельной линии [20].

$$I_{K1} = \frac{S_k}{\sqrt{3}U_{cp}} = \frac{150}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 8,24 \text{ кА} \quad (3.11)$$

Время действия защиты зависит типа защиты, установленной на выключателе. При установке токовой отсечки (ТО) $t_3=0$.

$$t_d = t_{cb} + \tau_a = 0,1 + 0,01 = 0,11 \text{ с}, \quad (3.12)$$

t_{cb} – собственное время действия выключателя (примерно 0,1 с), τ_a – время апериодической слагающей тока КЗ (0,01 с).

При максимально-токовой защите (МТЗ) выдержка времени выключателя $Q1$ отстраивается от времени срабатывания выключателя $Q2$ ($t=0,3$ с). С учетом ступеньки селективности ($\Delta t=0,3$ с – для микропроцессорной)

$$t_d = 0,6 + 0,1 + 0,01 = 0,71 \text{ с}. \quad (3.13)$$

При ТО термически стойкое сечение

$$F_T = \frac{I_{\infty} \sqrt{t_{пр}}}{C} = \frac{8,24 \sqrt{0,11}}{94} = 29 \text{ мм}^2. \quad (3.14)$$

МТЗ является резервной защитой в случае отказа ТО. Принимается термическое сечение при срабатывании ТО – 25 мм². ААБЛ 3×25 с $I_{дд}=90$ А, $r_0=1,25$ мОм/м, $x_0=0,062$ мОм/м.

Ячейка отходящей линии на ГПП выбирается по условиям табл. 3.9

Выбирается ячейка К-63 ЗАО “Группа компаний “ЭЛЕКТРОЦИТ”-ТМ Самара”, данные занесены в таблицу 3.9

Таблица 3.9 Сравнительные данные ячейки К-63

№	Расчетные данные	Каталожные данные	Условия проверки
1	$U_{раб}=10$ кВ	$U_n=10$ кВ	$U_{раб} \leq U_n$
2	$I_p=33,8$ А	$I_n=630$ А	$I_p \leq I_n$
3	$i_y = \sqrt{2} \cdot 1,92 \cdot 8,25 = 22,4$ кА	$i_d=51$ кА	$i_y \leq i_{дин}$
4	$I_{п.о}=8,24$ кА	$I_{откл}=20$ кА	$I_{п.о} \leq I_{н.откл}$
5	$I_{п.о}^2 t_{пр} = 8,24^2 \cdot 0,71 = 48,3$ кА ² с	$I_T^2 t_T = 20^2 \cdot 3 = 1200$	$I_{п.о}^2 t_{пр} < I_T^2 t_T$

3.6 Расчет токов короткого замыкания и проверка электрооборудования на устойчивость к действию токов короткого замыкания

Сопротивление системы

$$X_c = \frac{U_{cp}^2}{S_k} = \frac{10,5^2}{150} = 0,735 \text{ Ом.} \quad (3.15)$$

Сопротивления высоковольтного кабеля

$$R_k = r_0 l / n = 1,25 \cdot 0,5 = 0,625 \text{ Ом} \quad (3.16)$$

$$X_k = X_0 l / n = 0,062 \cdot 0,5 = 0,031 \text{ Ом} \quad (3.17)$$

Сопротивления трансформатора, приведенные к напряжению 10 кВ

$$R_{тр} = \frac{\Delta P_{кз} U_{cp}^2}{S_{н.тр}^2} = \frac{10800 \cdot 10,5^2}{1000^2} = 1,19 \text{ Ом;} \quad (3.18)$$

$$Z_{тр} = \frac{U_{кз} \% U_{cp}^2}{100 S_{н.тр}} = \frac{5,5 \cdot 10,5^2 \cdot 1000}{100 \cdot 1000} = 6,06 \text{ Ом;} \quad (3.19)$$

$$X_{тр} = \sqrt{Z_{тр}^2 - R_{тр}^2} = \sqrt{6,06^2 - 1,19^2} = 5,94 \text{ Ом;} \quad (3.20)$$

Суммарные сопротивления до точки К2

$$R_{к2} = R_k + R_{тр} = 0,625 + 1,19 = 1,815 \text{ Ом;} \quad (3.21)$$

$$X_{к2} = X_c + X_k + X_{тр} = 0,735 + 0,031 + 5,94 = 6,7 \text{ Ом.} \quad (3.22)$$

Для расчета выбираются следующие точки:

К1 – для проверки вводного выключателя Q2 на отключающую способность и ШНВ и кабеля на электродинамическую стойкость;

К2 – для проверки выключателя Q3 (защита ШР) на отключающую способность;

К3 – для проверки ШР на электродинамическую стойкость;

К4 – для проверки выключателя Q4 (защита ответвления от ШР к электроприемнику) на отключающую способность;

К5 – для проверки чувствительности выключателя Q5 (рассчитывается ток однофазного КЗ) [20].

Сопротивление системы

$$X_c = 0,735 \left(\frac{0,4}{10,5} \right)^2 = 0,00106 \text{ Ом} = 1,06 \text{ мОм.} \quad (3.23)$$

Сопротивление высоковольтного кабеля

$$R_{\text{вкНН}} = R_{\text{вкВН}} \left(\frac{U_{\text{ср.НН}}}{U_{\text{ср.ВН}}} \right)^2 = 0,625 \left(\frac{0,4}{10,5} \right)^2 = 0,907 \text{ мОм}; \quad (3.24)$$

$$X_{\text{вкНН}} = X_{\text{вкВН}} \left(\frac{U_{\text{ср.НН}}}{U_{\text{ср.ВН}}} \right)^2 = 0,031 \left(\frac{0,4}{10,5} \right)^2 = 0,0045 \text{ мОм}. \quad (3.25)$$

Сопротивления трансформатора

$$R_{\text{трНН}} = 1,19 \left(\frac{0,4}{10,5} \right)^2 = 1,73 \text{ мОм}; \quad (3.26)$$

$$X_{\text{трНН}} = 5,94 \left(\frac{0,4}{10,5} \right)^2 = 8,62 \text{ мОм}. \quad (3.27)$$

Сопротивления автоматического выключателя Q2 «Электрон Про» с $I_{\text{н}}=2000\text{А}$: $R_{\text{Q2}}=0,13\text{мОм}$, $X_{\text{Q2}}=0,07 \text{ мОм}$.

Суммарные активные и реактивные сопротивление до точки К1

$$R_{\text{К1}} = R_{\text{вкНН}} + R_{\text{трНН}} + R_{\text{Q2}} + R_{\text{к}} = 0,907 + 1,73 + 0,13 + 1 = 3,767 \text{ мОм}; \quad (3.28)$$

$$X_{\text{К1}} = X_{\text{с}} + X_{\text{вкНН}} + X_{\text{трНН}} + X_{\text{Q2}} = 1,06 + 0,0045 + 8,62 + 0,07 = 9,75 \text{ мОм} \quad (3.29)$$

Начальное действующее значение периодической слагающей ТКЗ $I_{\text{по}}$ в К1

$$I_{\text{К1}} = \frac{U_{\text{ср}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\text{К1}}^2 + X_{\text{К1}}^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3,767^2 + 9,75^2}} = 22,09 \text{ кА} \quad (3.30)$$

Ударный ток КЗ рассчитывается:

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} K_{\text{уд}} I_{\text{по}} = \sqrt{2} \cdot 1,35 \cdot 22,09 = 42,17 \text{ кА}, \quad (3.31)$$

где $K_{\text{уд}}$ – ударный коэффициент.

По соотношению $R/X=3,767/9,75=0,39$ $K_{\text{уд}} \approx 1,35$.

Проверка электрооборудования:

ШНВ: Электродинамическая стойкость шкафов КТП $i_{\text{д}}=51 \text{ кА} > i_{\text{уд}}=42,17 \text{ кА}$ – условие выполняется;

Кабеля: $i_{\text{д}}=50 \text{ кА} > i_{\text{уд}}=42,17 \text{ кА}$ – условие выполняется;

Q2: $I_{\text{сн}}=50 \text{ кА} > I_{\text{по}}=22,09 \text{ кА}$ – условие выполняется.

Расчет ТКЗ в точке К2

Сопротивление трансформатора тока (ТТ) $R_{\text{ТТ}}=0,17 \text{ мОм}$, $X_{\text{ТТ}}=0,11 \text{ мОм}$.

Защита ШР1 осуществляется выключателем Q3 ВА51-35 с $I_{\text{н}}=250 \text{ А}$, $R_{\text{Q3}}=2,15, \text{ мОм}$, $X_{\text{Q3}}=1,2 \text{ мОм}$. Сопротивление контактов выключателя $R_{\text{кQ3}}=1 \text{ мОм}$

Суммарное сопротивление до точки К2

$$R_{K2} = R_{K1} + R_{ТТ} + R_{Q3} + R_{KQ3} = 3,767 + 0,17 + 2,15 + 1 = 7,08 \text{ мОм}; \quad (3.32)$$

$$X_{K2} = X_{K1} + X_{ТТ} + X_{Q3} = 9,75 + 0,11 + 1,2 = 11,06 \text{ мОм} \quad (3.33)$$

Начальное действующее значение периодической слагающей ТКЗ

$$I_{K2} = \frac{U_{\text{ср}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{K2}^2 + X_{K2}^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{7,08^2 + 11,06^2}} = 17,6 \text{ кА} \quad (3.34)$$

Проверка выключателя Q3: $I_{\text{cu}} = 17,6 \text{ кА} < I_{\text{по}} = 25 \text{ кА}$ – условие выполняется.

Расчет ТКЗ в точке К3

Сопротивление кабеля к ШР1, длиной 3,5 м.

$$R_{\text{к}} = R_0 l = 0,894 \cdot 3,5 = 3,129 \text{ мОм}; \quad (3.35)$$

$$X_{\text{к}} = X_0 l = 0,087 \cdot 3,5 = 0,3045 \text{ мОм}. \quad (3.36)$$

Контактное сопротивление кабеля. $R_{\text{к.к}} = 0,056 \text{ мОм}$.

Контактное сопротивление ШР1 $R_{\text{кШР1}} = 4 \cdot 0,009 = 0,036 \text{ мОм}$.

Сопротивление до точки К3

$$R_{K3} = R_{K2} + R_{\text{к}} + R_{\text{к.к}} + R_{\text{кШР1}} = 7,08 + 3,129 + 0,056 + 0,036 = 10,3 \text{ мОм}; \quad (3.37)$$

$$X_{K3} = X_{K2} + X_{\text{к}} = 0,3045 + 11,06 = 11,36 \text{ мОм} \quad (3.38)$$

Начальное действующее значение периодической слагающей ТКЗ $I_{\text{по}}$

$$I_{K3} = \frac{U_{\text{ср}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{K3}^2 + X_{K3}^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{10,3^2 + 11,36^2}} = 15,06 \text{ кА} \quad (3.39)$$

Ударный ток в точке К1:

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot 1,05 \cdot 15,06 = 22,36 \text{ кА}.$$

Проверка ШР1 на электродинамическую стойкость: $i_{\text{д}} = 41 \text{ кА} > i_{\text{уд}} = 22,36 \text{ кА}$ – условие выполняется.

Расчет ТКЗ в точке К4

Сопротивление ШР1 до ответвления к ближайшему станку

$$R_{\text{ШР4}} = R_0 l = 15,6 \cdot 5 = 78 \text{ мОм}; \quad (3.40)$$

$$X_{\text{ШР4}} = X_0 l = 0,121 \cdot 5 = 0,6 \text{ мОм}. \quad (3.41)$$

Сопротивление автомата Q4 к станку №6 АЕ2046М-400

с $I_H=63$ А $R_{Q4}=3,5$ мОм, $X_{Q4}=2$ мОм.

Сопротивление контактов выключателя $R_{кQ4}=1,3$ мОм.

Суммарное сопротивление до точки К4

$$R_{K4} = R_{K3} + R_{ШР4} + R_{Q4} + R_{кQ4} = 10,3 + 78 + 3,5 + 1,3 = 93,1 \text{ мОм}; \quad (3.42)$$

$$X_{K4} = X_{K3} + X_{ШР4} + X_{Q4} = 0,6 + 11,36 + 2 = 13,96 \text{ мОм} \quad (3.43)$$

Начальное действующее значение периодической слагающей ТКЗ $I_{по}$

$$I_{K4} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{K4}^2 + X_{K4}^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{93,1^2 + 13,96^2}} = 2,45 \text{ кА} \quad (3.44)$$

Проверка выключателя Q4 АЕ2046М-400

Автоматический выключатель не проходит по ПКС заменяем его на более стойкий АЕ2046М-400 с током расцепителя $I_{cu}=5$ кА.

До точки К5 учитываются следующие сопротивления:

Сопротивление системы прямой последовательности $X_{1c}=1,06$ мОм.

Сопротивления высоковольтного кабеля $R_{1кВН}=0,625$ мОм, $X_{1кВН}=0,031$ мОм.

Сопротивления трансформатора прямой последовательности $R_{1Т}=1,73$ мОм, $X_{1Т}=8,62$ мОм. Сопротивления нулевой последовательности понижающих трансформаторов аналогичны прямой последовательности

Сопротивление автомата Q2 «Электрон Про» $R_{Q2}=0,13$ мОм, $X_{Q2}=0,07$ мОм; контактов $R_{кQ2}=1$ мОм

Сопротивление кабеля длиной 49 м

$$R_{1каб} = R_{п0}l = 0,894 \cdot 49 = 43,61 \text{ мОм}; \quad (3.45)$$

$$X_{1каб} = X_{п0}l = 0,087 \cdot 49 = 4,263 \text{ мОм}; \quad (3.46)$$

$$R_{0каб} = R_{н0}l = 1,25 \cdot 49 = 61,25 \text{ мОм}; \quad (3.47)$$

$$X_{0каб} = X_{н0}l = 0,0662 \cdot 49 = 3,24 \text{ мОм}; \quad (3.48)$$

Сопротивление контактов ШР $R_{кШР}=0,01$ мОм.

Сопротивление автоматического выключателя Q3 ВА5135 с $I_H=250$ А $R_{Q3}=1,1$ мОм, $X_{Q3}=0,5$ мОм; разъемных контактов $R_{Q3}=0,6$ мОм.

Контактное сопротивление кабеля $R_{кк}=0,056$ мОм, ШР1 $R_{кШР}=0,009$ мОм.

Сопротивление ШР1 KLM-R $I_H=160$ А длиной 42 м:

$$R_{1ШР} = R_{0ШР} = R_{по}l = 0,3 \cdot 42 = 12,6 \text{ мОм}; \quad (3.49)$$

$$X_{1ШР} = X_{0ШР} = X_{по}l = 0,194 \cdot 42 = 8,15 \text{ мОм}; \quad (3.50)$$

Суммарное активное и реактивное сопротивление до точки К5

$$R_{1К5} = R_{1КВН} + R_{1Т} + R_{Q2} + R_{КQ2} + R_{1ТТ} + R_{Q3} + R_{КQ3} + R_{1К} + R_{1КК} + R_{1ШР} + R_{1КШР} \quad (3.51)$$

$$R_{1К5} = 0,625 + 1,73 + 0,13 + 1 + 0,11 + 1,1 + 0,6 + 3,77 + 0,06 + 12,6 + 0,04 = 21,2 \text{ мОм}$$

$$X_{1К5} = X_{1С} + X_{1КВН} + X_{1Т} + X_{Q2} + X_{1ТТ} + X_{Q3} + X_{1К} + X_{1ШР} + X_{1КШР} \quad (3.52)$$

$$X_{1К5} = 1,06 + 0,031 + 8,62 + 0,07 + 0,11 + 0,5 + 9,75 + 8,15 = 28,3 \text{ мОм}$$

$$R_{0К5} = R_{0Т} + R_{Q2} + R_{КQ2} + R_{1ТТ} + R_{Q3} + R_{КQ3} + R_{0К} + R_{1КК} + R_{0ШР} + R_{1КШР} \quad (3.53)$$

$$R_{0К5} = 1,73 + 0,13 + 1 + 0,17 + 1,1 + 0,6 + 61,25 + 0,056 + 12,6 + 0,04 = 78,68 \text{ мОм}$$

$$X_{0К5} = X_{0Т} + X_{Q2} + X_{1ТТ} + X_{0каб} + X_{Q3} + X_{1К} + X_{1ШР} \quad (3.54)$$

$$X_{0К5} = 8,62 + 0,07 + 0,11 + 0,5 + 3,24 + 8,05 = 20,59 \text{ мОм}$$

Ток однофазного металлического КЗ

$$I_{по}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,4}{\sqrt{(2 \cdot 21,2 + 78,68)^2 + (2 \cdot 28,3 + 20,59)^2}} = 4,82 \text{ кА} \quad (3.55)$$

Определение сопротивления дуги

$$Z_{К}^{(1)} = \frac{1}{3} \sqrt{(2 \cdot 21,2 + 78,68)^2 + (2 \cdot 28,3 + 20,59)^2} = 47,9 \text{ мОм}$$

$$K_c = 0,6 - 0,0025 \cdot 47,9 + 0,114 \sqrt{47,9} - 0,13 \sqrt[3]{47,9} = 0,797$$

$$R_d = \sqrt{\frac{400^2}{3 \cdot 4,82^2 \cdot 0,797^2} - 28,3^2 - 21,2} = 31,83 \text{ мОм}$$

$$I_{по}^{(1)} = \frac{230}{\sqrt{(21,2 + 78,68 + 3 \cdot 31,83)^2 + (20,59 + 28,3)^2}} = 1,14 \text{ кА}$$

3.6 Расчет отклонения напряжения и выбор отпайки трансформатора

Расчет отклонения напряжения проводится для определения уровня напряжения на зажимах электроприемников.

Сопротивления участков:

- ШР1

$$R_{\text{ШР1}} = 0,3 \cdot \frac{49}{2} = 7,35 \text{ мОм};$$

$$X_{\text{ШР1}} = 0,194 \cdot \frac{49}{2} = 4,75 \text{ мОм}$$

- сопротивление кабеля длиной 50 м

$$R_{\text{каб}} = 0,894 \cdot 50/2 = 22,35 \text{ мОм};$$

$$X_{\text{каб}} = 0,087 \cdot 50/2 = 2,175 \text{ мОм.}$$

- суммарное сопротивление кабеля и ШР1

$$R_{\text{ШР1+к}} = 7,35 + 22,35 = 29,7 \text{ мОм};$$

$$X_{\text{ШР1+к}} = 4,75 + 2,175 = 6,925 \text{ мОм.}$$

- сопротивление трансформатора

$$R_{\text{T}}=1,73 \text{ мОм}$$

$$X_{\text{T}}=8,62 \text{ мОм}$$

- сопротивление высоковольтного кабеля

$$R_{\text{к}}=0,625 \text{ Ом};$$

$$X_{\text{к}}=0,031 \text{ Ом (см. выше).}$$

Расчетные мощности по участкам

- ШР1+кабель

$$\dot{S}_{\text{рШР1}}=66,9+j31,79 \text{ кВА (по табл. 3.5)}$$

- кабеля – расчетная мощность всего цеха

$$\dot{S}_{\text{ркаб}}=577+j649,79 \text{ кВА (табл. 3.2);}$$

- трансформатор

$$\dot{S}_{\text{р T}}=S_{\text{р}} - jQ_{\text{НКБ ст}}=577+j(649,79-550)=577 + j99,8 \text{ кВА,}$$

где $Q_{\text{НКБ ст}}$ – мощность стандартной НКБ;

- высоковольтный кабель $\dot{S}_{\text{вк}} = \dot{S}_{\text{р T}} + \Delta \dot{S}_{\text{T}}$, где $\Delta \dot{S}_{\text{T}}$ – потери мощности в трансформаторе

$$\begin{aligned} \Delta \dot{S}_T &= \Delta \dot{S}_{XX} + \Delta \dot{S}_{K3} = \Delta P_{XX} + jI_{XX}S_{H.T} + 3 \left(\frac{S_{PT}}{U_H} \right)^2 \cdot (R_T + jX_T) = \\ &= 1,4 + j \frac{0,6}{100} 1000 + 3 \frac{577^2 + 99,8^2}{400 \cdot 400} \cdot (1,73 + j8,62) = 12,52 + j61,42 \text{ кВА} \end{aligned} \quad (3.56)$$

$$\dot{S}_{BK} = 577 + j99,8 + 12,52 + j61,42 = 589,5 + j161 \text{ кВА}. \quad (3.57)$$

Расчет потерь напряжения приведен в табл. 3.10.

Отклонение напряжения на ближайшем ЭП принимается максимальной для нормального режима +5%, отклонение на шинах РП задано 3%

$$D = 5 - 3 + 0,862 = 2,862\%.$$

Принимается добавка напряжения 0%

Таблица 3.10. Потери напряжения по участкам сети

Наименование участка	Параметр	Значение	$\Delta U_{max}, \%$	$\Delta U_{min}, \%$
Высоковольтный кабель	$P_{BK}, \text{ кВт}$	589,5	0,236	0,06
	$Q_{BK}, \text{ кВАр}$	161		
	$R_{BK}, \text{ Ом}$	0,625		
	$X_{BK}, \text{ Ом}$	0,031		
Трансформатор	$P_T, \text{ кВт}$	577	0,6	0,15
	$Q_T, \text{ кВАр}$	99,8		
	$R_T, \text{ МОм}$	1,73		
	$X_T, \text{ МОм}$	8,62		
Распределительный шинопровод+кабель	$P_{ШР1}, \text{ кВт}$	66,9	1,38	0,35
	$Q_{ШР1}, \text{ кВАр}$	31,79		
	$R_{ШР1}, \text{ МОм}$	29,7		
	$X_{ШР1}, \text{ МОм}$	6,925		
Итого			2,22	0,56

Потери напряжения от источника питания до удаленного электроприемника соответствуют гост р 50571.5.52-2011 не более 5%.

4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Введение

Основная цель технико-экономического расчета является поиск оптимальных решений. В данном проекте целью является разработка, промышленно отопительной котельной.

В такой системе имеется большое количество потребления, как топлива, так и электрической энергии. Почти всё топливо (более 95%) потребляется в котлоагрегате, а потребление электроэнергии преобладает в нагнетательном оборудовании - насосах. Резервным источником тепловой энергии для отопления и ГВС является второй котёл, для отпуска пара потребителю резерв не предусматривается на данной стадии проекта.

Данная система обеспечивает отопление, горячее водоснабжение, отпуск пара производственному потребителю.

4.1. Описание оборудования

Для корректной и безаварийной работы промышленно отопительной котельной выбрано необходимое оборудование и занесено в таблицу 4.1. Также выбрана часть оборудования для производственного цеха. Количество и тип оборудования определено с учетом конструктивных особенностей системы, физических параметров теплоносителей в том, или ином участке системы, а также с учетом требований нормативной документации.

В соответствии с паропроизводительностью, давлением пара и его температурой выбираем 2 котлоагрегата КЕ 25-24СО

В соответствии с необходимым расходом подпиточной воды для разных контуров системы выбраны деаэраторы: Блочный вакуумный деаэратор БВД-15 и атмосферный деаэратор ДА-100/25. Объем последнего достаточно для подачи питательной воды при останове котла более чем на 30 минут.

В соответствии с давлением и расходом продувочной воды выбран сепаратор непрерывной продувки СНП-0,28-07 и расширитель продувки РП 0,4-0,44

В соответствии с объемом на заполнение в течение часа для бесперебойной работы, а также необходимой температурой и давлением выбран конденсатный бак БК38.00.000-05

В соответствии с расчетной электрической нагрузкой выбираем трансформатор ТМ 1000/10(6)/0,4, с компенсирующими батареями КРМ 0,4-550, и комплектная трансформаторная подстанция КТП-ПВ-1000/10(6)/0,4.

Максимальная эффективность и срок службы оборудования будут обеспечены при выполнении указаний по эксплуатации и обслуживанию силами квалифицированного персонала.

4.2 Расчет инвестиционных затрат

Расчет инвестиционных затрат основывается на значениях таблицы 4.1.

Расчет различных статей расходов представлен ниже [23]:

Затраты на проектирование:

$$Z_{пр} = 0,15 \cdot Z_{ит} = 0,15 \cdot 22\ 019 = 3302,88 \text{ тыс. руб.} \quad (4.1)$$

Затраты на пуско-наладочные работы:

$$Z_{пнр} = 0,2 \cdot Z_{ит} = 0,2 \cdot 22\ 019 = 4403,84 \text{ тыс. руб.} \quad (4.2)$$

Итого инвестиционные вложения:

$$Z_{и} = Z_{ит} + Z_{пр} + Z_{пнр} = 22019 + 3202,88 + 4403,84 = 29726 \text{ тыс. руб.} \quad (4.3)$$

Таблица 4.1 Затраты на оборудование

Тип оборудования	Количество, шт.	Цена за единицу, тыс. руб.	Стоимость, тыс. руб.
Котлоагрегат КЕ 25-24СО	2	9 500	19 000
Блочный вакуумный деаэратор БВД-15	1	320	320
Атмосферный деаэратор ДА-100/25	1	1 071,5	1 071,5
Сепаратор непрерывной продувки СНП-0,28-07	1	150	150
Расширитель продувки РП 0,4-0,44	1	210	210
Конденсатный бак БК38.00.000-05	1	340	340
ТМ 1000/10(6)/0,4, с компенсирующими батареями КРМ 0,4-550 и КТП-ПВ-1000/10(6)/0,4	1	927,7	927,7
Итого			22019

4.3 Расчет эксплуатационных затрат

Расчет эксплуатационных затрат по статьям расходов представлен ниже[23]:

Затраты на электроэнергию:

$$Z_{\text{ЭЛ}} = N_{\text{об}} \cdot C_{\text{эл.эн.}} \cdot T_{\text{Г}} = 180 \cdot 4,15 \cdot 8760 = 6543720 \text{ руб.} \quad (4.4)$$

$N_{\text{об}}$ – мощность оборудования (мощность насосов и освещения), кВт;

$C_{\text{эл.эн.}}$ – цена за электроэнергию 4,15 руб/кВт·ч;

$T_{\text{Г}}$ – годовой фонд рабочего времени.

Затраты на покупку воды:

$$Z_{\text{В}} = G_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} \cdot T_{\text{Г}} = 30,5 \cdot 27 \cdot 8760 = 7895700 \text{ руб} \quad (4.5)$$

$G_{\text{В}}$ – расход воды (учитываются расход сырой воды), м³/ч.

$C_{\text{В}}$ – цена на покупку воды 27 руб/м³

Затраты на заработную плату:

$$Z_{\text{З}} = \sum(C \cdot Z) \cdot 12 = 28 \cdot 26000 \cdot 12 = 8736000 \text{ руб}; \quad (4.6)$$

где: C – численность персонала;

Z – заработная плата средняя, руб.

Затраты на страховые взносы принимаются равными 30,2% от $Z_{\text{З}}$

$$Z_{\text{страх}} = Z_{\text{З}} \cdot 0,302 = 8736000 \cdot 0,305 = 2638272, \text{ руб} \quad (4.7)$$

Затраты на топливо:

$$Z_{\text{ТОП}} = G_{\text{ТОП}} \cdot C_{\text{ТОП}} \cdot T_{\text{Г}} = 4,06 \cdot 1500 \cdot 8760 = 53341691,45 \text{ руб} \quad (4.8)$$

где: $G_{\text{ТОП}}$ – расход топлива, т/ч.

$C_{\text{ТОП}}$ – цена на покупку бурого угля руб/т

Амортизация основных фондов:

Принимаются равными 10% в год от затрат на оборудование.

$$A = 22019000 \cdot 0,1 = 2201920 \text{ руб.} \quad (4.9)$$

Прочие затраты:

Принимаются равными 15% от суммы затрат на заработную плату, затрат на покупку воды, затраты на электроэнергию

$$Z_{\text{проч}} = 3\,297\,376 \cdot 0,15 = 11873307,05 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

Затраты на ремонт:

Принимаются равными 5% от суммы стоимости оборудования

$$Z_{\text{рем}} = 22019000 \cdot 0,05 = 1100960 \text{ руб.} \quad (4.11)$$

Сумма эксплуатационных затрат:

$$Z_{\text{экспл}} = Z_{\text{ЭЛ}} + Z_{\text{в}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{страх}} + Z_{\text{проч}} + Z_{\text{топ}} + A + Z_{\text{проч}} = 93\,560\,898 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

4.4 Расчет себестоимости Гкал и дохода

Расчет себестоимости Гкал тепла:

Себестоимость 1 Гкал рассчитывается, исходя из размера эксплуатационных затрат, годового объема используемой тепловой энергии и годового фонда рабочего времени.

$$C = \frac{Z_{\text{экспл}}}{N \cdot T_{\Gamma}} = \frac{94\,331\,571}{20,76 \cdot 8760} = 518,6 \text{ руб./Гкал} \quad (4.13)$$

Расчет дохода:

$$D_{\text{вал}} = (C \cdot P - C) \cdot N_{\text{Гкал}} \cdot T_{\Gamma} = (570 - 518,6) \cdot 20,76 \cdot 8760 = 9\,348\,584 \text{ [руб./год]} \quad (4.14)$$

$$D_{\text{чист}} = D_{\text{вал}} - A = 9348584 - 2201920 = 7\,146\,664 \text{ [руб./год]} \quad (4.15)$$

4.5 Расчет эффективности проекта

В качестве результирующих показателей реализации проекта рассчитаны несколько показателей. Возврат инвестиций по годам представлен в таблице 4.2 на 10 лет после его реализации.

Таблица 4.2. Возврат инвестиций по годам

Годы	Вложения, т. руб	Доход, т.руб
0	29 726	
1	0	6557
2	0	6015
3	0	5519
4	0	5063
5	0	4645
6	0	4261
7	0	3909
8	0	3587
9	0	3291
10	0	3019

Чистая дисконтированная стоимость:

$$NPV = \sum_{t=0}^T (D_t - K_t) \cdot \alpha_t, \quad (4.16)$$

где t – конкретный год расчетного периода;

D_t - общая сумма доходов от инвестиций в год t;

K_t - общая сумма инвестиций в год t;

α_t – коэффициент приведения к расчетному году (коэффициент дисконтирования), рассчитываемый по формуле:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+q)^t} \quad (4.17)$$

При q=9 % :

$$NPV = \sum_{t=0}^T (D_t - K_t) \times \alpha_t = 16139 \text{ т. руб.}$$

Условие эффективности $NPV > 0$ выполняется.

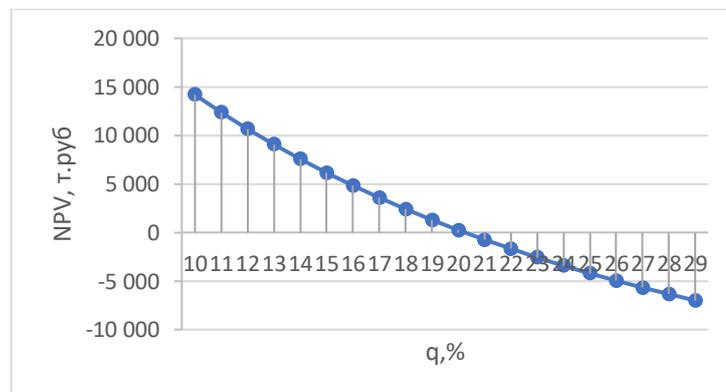


Рис. 4.1. Внутренняя норма окупаемости

Внутренняя норма окупаемости $IRR = 20,2\%$, что видно на рисунке 4.1.

Условие эффективности $IRR > q$ выполняется.

Коэффициент рентабельности инвестиций:

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^T D_t \cdot \alpha_t}{\sum_{t=0}^T K_t \cdot \alpha_t} = 1,54 \quad (4.18)$$

Условие эффективности $BCR > 1$ выполняется.

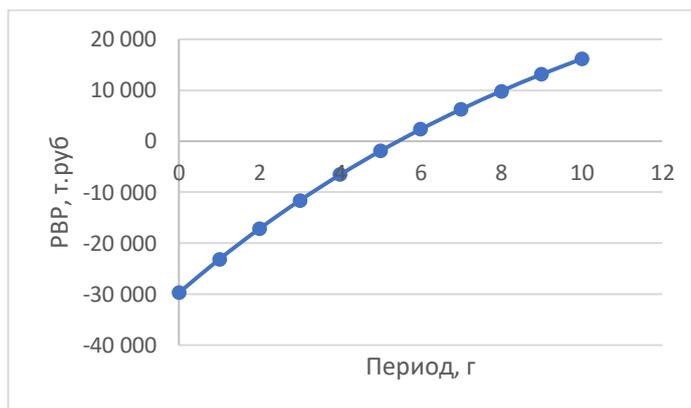


Рис. 4.2. Период возврата вложений

$PBP = 4$ года 2 месяца. (рис.4.2)

Заключение

На основе анализа полученных расчетных значений системы оценочных показателей коммерческой эффективности инвестиционного проекта можно сделать следующие выводы[24]:

1. Чистый дисконтированный доход (NPV) при $q=9\%$ NPV равен 16139 т. руб.
2. Расчетное значение оценочного показателя IRR (внутренняя норма прибыли) или внутренняя норма доходности – $IRR = 20,2\%$.
3. Коэффициент рентабельности инвестиции ($BCR = 1,54$)

Полученные значения срока окупаемости капитальных вложений показывают срок, необходимый для возмещения инвестиционных расходов. Срок окупаемости составит 4 года 2 месяца.

5. Охрана окружающей среды

Введение

Целью данного раздела является либо определение экономического ущерба, наносимого окружающей среде в результате работы технологического оборудования и расчет рассеивания газообразных вредных выбросов в воздушном бассейне и определении минимально необходимой высоты дымовой трубы.

Исходными данными для выполнения данного раздела являются результаты расчета тепловых балансов топливо-потребляющих установок, их аэродинамические расчеты, вид топлива, материальный баланс процесса горения топлива, температуры уходящих газов на выходе из котла или топливо-потребляющей установки, местонахождение объекта.

Значение высоты дымовой трубы определяется из аэродинамического расчета установки. Если полученные значения предельно допустимого выброса для каждого вредного вещества не превышают значение ПДК для данного вещества, то дымовая труба удовлетворяет условиям рассеивания вредных веществ в атмосферу. Если же значение предельно допустимого выброса превышают ПДК, то необходимо увеличивать высоту дымовой трубы либо принимать меры по очистке дымовых газов.

При отсутствии данных о высоте дымовой трубы её значение необходимо определить по условиям рассеивания каждого вредного вещества в атмосфере.

Данная методика расчета используется при выполнении дипломного проекта по разработке котельных.

5.1 Определение состава блок циклона золоуловителя

Для котельной, оборудованной двумя котлами КЕ 25-24СО, работающей на буром угле, необходимо выбрать тип золоулавливающей установки. Максимальный расход топлива на один котел составляет $0,56 \text{ кг/с}$, объем дымовых газов, приходящийся на 1 кг топлива, при коэффициенте избытка воздуха $a_{3л}=1,15$ составляет $\sum V_r=7,59 \text{ м}^3/\text{кг}$. Температура газов на входе в золоуловитель $t_{3л}=160^\circ\text{C}$.

Определим секундный объем дымовых газов, очищаемых каждым золоуловителем

$$V_{зл} = \frac{\sum V_r B_p (t_{зл} + 273)}{273} = \frac{7,59 * 0,56 (160 + 273)}{273} = 6,74 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (5.1)$$

Принимаем к установке золоуловитель типа блок-циклон с коэффициентом сопротивления $\zeta=100$ ЦН-15-700

Находим плотность дымовых газов при $t_{зл}=160^\circ\text{C}$.

$$\rho_{зл} = \rho_{\Gamma}^H \frac{273}{(t_{зл} + 273)} = 1,36 \frac{273}{160 + 273} = 0,857 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (5.2)$$

Задаемся аэродинамическим сопротивлением $\Delta h=550$ Па, при этом устанавливаем, что отношение $\Delta h_{зл}/\rho_{зл}=550/0,857=641$ находится в диапазоне рекомендуемых значений. Оптимальные условия работы циклонов при $\Delta h_{зл}/\rho_{зл}=540-740$.

Определим число элементов, входящих в блок-циклон, задаваясь диаметром каждого элемента $D=700$ мм.

$$n = 1.07 \frac{V_{зл}}{D^2 \sqrt{\frac{\Delta h (1 + \frac{t_{зл}}{273})}{\xi}}} = 1.07 \frac{6,74}{0,7^2 \sqrt{\frac{550 (1 + \frac{160}{273})}{100}}} = 4,98 \quad (5.3)$$

Принимаем блок-циклон 2 х ЦН-15-700 состоящий из 5ти элементов.

5.2 Определение высоты дымовой трубы

Определение минимально допустимую высоту дымовой трубы котельной из условия отвода газов и рассеивания их в атмосфере.

Котлы работают на угле –«Кузнецкий бассейн, Араличевское месторождение, марка Т»

состава $W^p=7\%$; $S^p=0.55\%$ $C^p=69.5\%$ $H^p=3.2\%$ $N^p=1.6\%$ $O^p=3.3\%$. Низшая теплота сгорания топлива $Q_i^r=26,461$ МДж/кг. Расчетный расход топлива на один котел $B_p=0,56$ кг/с, температура уходящих газов 160°C , коэффициент избытка

воздуха перед дымовой трубой $\alpha_{yx}=1,15$, температура окружающего воздуха $t_6=20^\circ\text{C}$.

Потеря теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива составляет $q_4^{yh}=3\%$, доля золы в уносе $a_{yh}=0,85$, доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителе, $\eta=0,95$.

Коэффициент стратификации атмосферы $A=160$; коэффициент, учитывающий скорость оседания золы в атмосфере, $F=2$, коэффициенты, учитывающие условия выхода дымовых газов из устья дымовой трубы $m=1,1$ и $n=1$. Доля оксида серы, связанного летучей золой в котле $\eta_{SO_2}^t=0,1$; доля оксида серы улавливаемого в золоуловителях попутно с твердыми частицами, $\eta_{SO_2}''=0$, потеря теплоты от химической неполноты сгорания топлива $q_3=1\%$ и механической $q_4=5\%$.

Коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленной содержанием оксида углерода в продуктах сгорания, $R=1$, коэффициент, учитывающий влияние содержания азота в топливе, $\beta_1=0,9$; коэффициент, учитывающий конструкцию горелок $\beta_2=1$; коэффициент, учитывающий вид шлакоудаления, $\beta_3=1$; коэффициент, характеризующий эффективность воздействия рециркуляционных газов в зависимости от условий их подачи в топку, $\varepsilon_1=1$: степень рециркуляции дымовых газов $r=0$; коэффициент, характеризующий снижение выброса оксида азота при подаче части воздуха помимо основных горелок, $\varepsilon_2=1$, коэффициент, характеризующий выход оксида азота $K_{NOx}=0,18$, $\text{ПДК}_{SO_2}=0,5 \text{ мг/м}^3$, $\text{ПДК}_{NO_2}=0,085 \text{ мг/м}^3$, $\text{ПДК}_{ЗЛ}=0,5 \text{ мг/м}^3$, $\text{ПДК}_{CO}=3 \text{ мг/м}^3$.

Теоретическое количество сухого воздуха, необходимого для полного сгорания топлива(определен в тепловой части)

$$V_B^0 = 0,0889 * [C^p + 0,375 * (S^p)] + 0,265 * H^p - 0,0333 * O^p = 6,939 \frac{\text{н.м}^3}{\text{кг}} \quad (5.4)$$

Объем дымовых газов, проходящих через дымовую трубу (так же определен ранее)

$$V_r^c = V_{RO2} + V_{N2} + V_{H2O}^c + (\alpha_{yx}^c - 1) * V_B^0 = 7,588 \frac{M^3}{кг} \quad (5.5)$$

Масса золы, выбрасываемая в атмосферу из дымовой трубы

$$M_{зл} = 10nB_p \left(A^r + q_4^{yH} * \frac{Q_i^r}{32,7} \right) a_{yH} (1 - \eta) \quad (5.6)$$

$$M_{зл} = 10 * 2 * 0,56 * \left(14,88 + 3 \frac{26,461}{32,7} \right) 0,85 (1 - 0,95) = 8,23 \frac{MГ}{c}$$

Минимальную расчетную высоту дымовой трубы из условия выброса золы и рассеивания ее в атмосфере определим по формуле:

$$H_{зл} = \sqrt{\frac{AM_{зл} F m n}{ПДК_{зл}} \sqrt{\frac{1}{V_r \Delta T}}} = \sqrt{\frac{160 * 8,23 * 2 * 1,1 * 1}{0,5} \sqrt{\frac{1}{7,58(160-20)}}} = 23,84 \text{ м} \quad (5.7)$$

Масса диоксида серы, выбрасываемого в атмосферу из дымовой трубы

$$M_{SO2} = 20 * n * B_p S_c^r (1 - \eta'_{SO2}) (1 - \eta''_{SO2}) \quad (5.8)$$

$$M_{SO2} = 20 * 2 * 0,56 * 0,55 (1 - 0,1) (1 - 0) = 11,08 \frac{MГ}{c}$$

Масса оксида углерода, выбрасываемого в атмосферу из дымовой трубы

$$M_{CO} = C_{CO} * B_p^n * \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) = q_3 R Q_i^r B_p n \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) \quad (5.9)$$

$$M_{CO} = 1 * 1 * 26,461 * 2 * \left(1 - \frac{5}{100} \right) = 50,27 \frac{MГ}{c}$$

Масса диоксида азота, выбрасываемого в атмосферу из дымовой трубы

$$M_{NO2} = n * B_p * Q_i^r * K_{NOx} * \beta_1 * \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) (1 - e_1 r) \beta_2 \beta_3 e_2 \quad (5.10)$$

$$M_{NO2} = 2 * 0,56 * 26,461 * 0,18 * 0,9 * \left(1 - \frac{5}{100} \right) = 4,56 \frac{MГ}{c}$$

K_{NOx} -коэффициент, характеризующий выход оксидов азота, определяемый по графику в зависимости от номинальной нагрузки котлов

Минимальная расчетная высота дымовой трубы из условия выброса и рассеивания в атмосфере с учетом суммарного действия оксида углерода и диоксида серы и азота будет равна

$$H_{\text{зл}} = \sqrt{\frac{AM_{\text{зл}}Fmn}{\text{ПДК}_{\text{зл}}} \sqrt[3]{\frac{1}{V_r \Delta T}}} \quad (5.11)$$

$$H_{\text{зл}} = \sqrt{\frac{160 * 2 * 1.1 * 1 * (8,23 + \frac{0,5}{0085} * 4,56 + \frac{0,5}{3})}{0.5} \sqrt[3]{\frac{1}{7.58(160 - 20)}}} = 49$$

Из сравнения полученных по расчету высот дымовой трубы за расчетное значение, исходя из условия рассеивания вредных выбросов в атмосферу, принимаем наибольшую.

5.3 Экономическая оценка ущерба

Экономическая оценка ущерба, причиняемого годовыми выбросами загрязнений в атмосферный воздух (Y) для всякого источника определяется по формуле:

$$Y = \gamma \sigma F M = 2400 * 0,1 * 1,67 * 762,5 = 306,642 \text{ т.руб} \quad (5.12)$$

где Y - оценка ущерба (руб/год);

γ - константа, численное значение которой равно 2400 руб/т в условных единицах;

σ - безразмерный коэффициент, учитывающий загрязнение атмосферного воздуха над различными территориями-0,1;

f - поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере, 1,67;

M - приведенная масса годового выброса загрязнений из источника, величина которой равна 762,6 (условн.т/год).

Зона активного загрязнения для каждого источника, ущерб от выбросов которого подлежит оценке, определяется следующим образом:

При $H \geq 10\text{м}$, ЗАЗ для организованных источников представляет собой кольцо (рис. 5.1.), заключенное между окружностями с радиусами

$$r = 2 \cdot \varphi \cdot H \quad (5.13)$$

$$R = 20 \cdot \varphi \cdot H \quad (5.14)$$

$$S_{\text{ззз}} = \pi(R^2 - r^2), \quad (5.15)$$

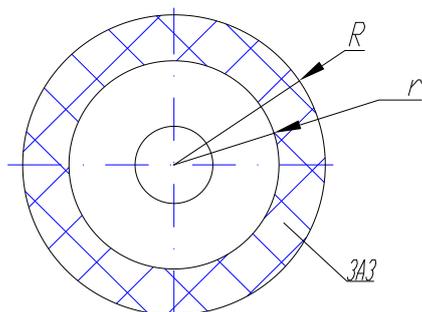


Рис. 5.1 Зона активного загрязнения

где H - высота дымовой трубы в метрах, φ - безразмерная поправка на подъем факела выбросов в атмосфере, вычисляемая по формуле:

$$\varphi = 1 + \left(\frac{\Delta T}{75} \right) \quad \varphi = 1 + \frac{\Delta T}{75} = 1 + \frac{126,36}{75} = 2,68 \quad (5.16)$$

где ΔT - разность температур дымовых газов в устье дымовой трубы T_2 и окружающего атмосферного воздуха на уровне устья T_6 , $^{\circ}\text{C}$.

Значение температуры уходящих дымовых газов из устья дымовой трубы T_2 следует принимать равной температуре уходящих газов из агрегата с учетом охлаждения по высоте дымовой трубы

$$T_2 = t_{yx} - H \cdot \Delta t, \quad (5.17)$$

где t_{yx} - температура уходящих дымовых газов из агрегата, определяется из теплового расчета агрегата, $^{\circ}\text{C}$; H - высота дымовой трубы, м; Δt - охлаждение дымовых газов на 1 погонный метр дымовой трубы. Для каменных труб Δt принимается равным 0,682.

$$r = 2 \cdot 2,68 \cdot 49 = 280,3 \text{ м}$$

$$R = 2803 \text{ м}$$

$$S_{\text{ззз}} = \frac{3,14 \cdot (2803^2 - 280,3^2)}{10000} = 2442 \text{ га}$$

6. Безопасность Жизнедеятельности

6.1. Понятие и возможная деятельность

Стремление к безопасности в повседневной жизнедеятельности, а также в рабочее время характерно для всех биологических систем, но только люди способны на основе анализа возможности изменения характера и содержания опасности выбрать соответствующие способы, приемы, методы трудовой деятельности, защищающие от возможности устранения угрозы или направленные на ее ликвидацию. В крайних случаях возможно создать принципиально новый механизм её предотвращения, непосредственно связанный с трудовыми процессами, методиками и т.д.

Именно благодаря трудовой деятельности, в основу которой включена безопасность человек и общество в целом может жить и развиваться!

Понятие безопасности представлено в законе РФ «О безопасности». Безопасность - состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз. Жизненно важные интересы - совокупность потребностей, удовлетворение которых надежно обеспечивает существование и возможности прогрессивного развития личности, общества и государства.

Также, согласно закону РФ «О безопасности» статье 2 выделены пять основных принципов обеспечения безопасности, которые необходимо учитывать при проектировании данного проекта и его реализации.

Основными принципами обеспечения безопасности являются:

- 1) соблюдение и защита прав и свобод человека и гражданина;
- 2) законность;
- 3) системность и комплексность применения федеральными органами государственной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, другими государственными органами, органами местного самоуправления политических, организационных, социально-экономических, информационных, правовых и иных мер обеспечения безопасности;

4) приоритет предупредительных мер в целях обеспечения безопасности;

5) взаимодействие федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, других государственных органов с общественными объединениями, международными организациями и гражданами в целях обеспечения безопасности.

Опираясь на вышеуказанный закон выделена, возможная деятельность по обеспечению безопасности в ходе, а именно:

1) прогнозирование, выявление, анализ и оценку угроз безопасности;

2) разработку и применение комплекса оперативных и долговременных мер по выявлению, предупреждению и устранению угроз безопасности, локализации и нейтрализации последствий их проявления;

3) применение специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности;

4) организацию научной деятельности в области обеспечения безопасности;

5) финансирование расходов на обеспечение безопасности, контроль за целевым расходованием выделенных средств;

6) осуществление других мероприятий в области обеспечения безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

В ходе разработки проекта особое внимание уделяется отладке безаварийной, безопасной работе путем принятых технических мер.

6.2 Технические меры по обеспечению безопасной и безаварийной работе

С целью обеспечения безопасной и безаварийной работы котельной необходимо выполнение следующих основных требований:

1) Эксплуатация котельных агрегатов, должна соответствовать требованиям «Правил эксплуатации паровых и водогрейных котлов и другой действующей нормативной документации.

2) Все двери помещения котельной должна открываться наружу.

3) Освещение в котельной регламентируется СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Помимо рабочего освещения в помещении должно быть предусмотрено аварийное освещение.

4) Вентиляция помещения должна соответствовать существующим нормам эксплуатации котельной.

В проекте разработана схема автоматизации котлоагрегата (КА), в которой рассматривается система противоаварийной защиты. В данную схему включены ряд датчиков и микроконтроллеров, которые позволяют значительно повысить уровень обеспечения безопасности как персонала котельной, так и . При отклонении одного из контролируемых параметров происходит прекращение подачи топлива и окислителя в топку КА и сигнализация оператору на щит управления. К контролируемым параметрам относятся:

1. Давление окислителя (воздуха) – контролируется датчиком и микроконтроллером
2. Давление продуктов сгорания – контролируется датчиком и микроконтроллером
3. Наличие пламени в топке КА – контролируется датчиком и микроконтроллером
4. Температура пара – контролируется датчиком и микроконтроллером
5. Уровень воды в КА – контролируется датчиком и микроконтроллером
6. Процент угарного газа в помещении котельной – контролируется датчиком и микроконтроллером

Для безопасной работы оборудования датчики давления и температуры установлены также в деаэраторах, на трубопроводах у теплообменных аппаратов, в расширителе продувки.

Согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» принимаем категорию помещения по взрывопожарной и пожарной безопасности Г - умеренная

пожароопасность, то есть помещение в которых газообразное и твердое топливо сжигается в качестве топлива. В котельной предусматриваются легкобрасываемые конструкции в виде остекление окон. Также к легкобрасываемым конструкциям относится одна стена котельной. Площадь легкобрасываемых конструкций принимается не менее 0,03 м² на 1 м³ свободного помещения котельной.

Для безопасной работы котельной также предусматриваются задвижки расположенные до и после каждого оборудования. Это значительно упрощает контроль и ремонт оборудования, что в свою очередь повышает безопасность и безаварийность. Так же часть задвижек дублируется и является устройствами для понижения давления. Такая запорная арматура находится перед всеми теплообменными аппаратами.

В тепловой схеме котельной предусмотрено несколько сбросных клапанов, для обеспечения сброса пара при возникновении аварийной ситуации или для предотвращения её возникновения. Сбросной клапан устанавливается и на газовом тракте КА (резервное топливо) для стравливания газа с целью понижения его давления или опорожнения в оборудовании, газопроводе и т.д.

На основании СП 41-104-2000 «Проектирование автономных источников теплоснабжения» в помещении котельной необходимо обеспечить трехкратный воздухообмен за час. С этой целью в помещении котельной принимаются к установке дефлекторы в количестве не менее 5 шт.

Воздействие опасных и вредных факторов

В котельной в ходе работы оборудования на обслуживающих персонал могут воздействовать следующие опасные производственные факторы:

- 1) высокая температура поверхностей нагрева - КА, дымоходов, трубопроводов;
- 2) высокое напряжение в электрической сети;
- 3) повышенные уровни шума и вибрации от циркуляционных и сетевых насосов, что может привести к повышенной утомляемости персонала.

Согласно СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» необходимо обеспечить изоляцию тепловыделяющего оборудования – КА, теплообменников, деаэраторов а также трубопроводов. При этом температура на поверхности тепловой изоляции, расположенной в пределах рабочей или обслуживаемой зоны, не должна превышать 45°С.

Так же в соответствии ГОСТ 14202-69 «Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки» необходимо окрасить следующие трубопроводы:

- газопровод в желтый (резервное топливо);
- воздухопровод в синий;
- водопровод с холодной водой в зеленый.

Согласно ПУЕ разработана система заземления соответствующая требованиям безопасной эксплуатации эл.оборудования.

Для уменьшения воздействия шума и вибрации на персонал согласно ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум» необходимо:

- применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029. В качестве средств коллективной защиты возможно использование звукоизоляции, виброизоляции, установка демпферов и глушителей шума;
- применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051. В качестве средств индивидуальной защиты возможно использование противозумных вкладышей или противозумного шлема.

Электробезопасность при эксплуатации котельной

В помещении котельной применяются множество эл.оборудования, мощность которых зависит от необходимой тепловой мощности самой котельной. Главным условием безопасной эксплуатации электрооборудования является его исправность и целостность изоляций. Исходя из приведенного выше основой безопасной эксплуатации это контроль за состоянием оборудования.

Причинами электротравм могут служить:

- случайное прикосновение или приближение к частям под напряжением;
- появления напряжения на металлических конструкциях из-за пробоя;

- возникновение шаговых напряжений.

Для предотвращения поражения током согласно требованиями ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземления, зануление» необходимо обеспечить защитное заземление металлических нетоковедущих частей, которые могут в случае нарушения изоляции оказаться под напряжением. Помимо защитного заземления необходимо применение индивидуальных средств защиты – диэлектрические перчатки и комплект одежды.

Ремонт, обслуживание, эксплуатация котельного агрегата

Ремонт и эксплуатация паровых КА осуществляется в соответствии с ПБ 10-574-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов».

При работе КА следует обратить, помимо контролируемых параметров, указанных выше на щите оператора, на:

- строгое поддержание рекомендаций инструкции по водно - химическому режиму работы КА, систем отопления, ГВС и вентиляции;
- порядок и чистоту на рабочем месте в помещении котельной;
- все операции с вентилями, задвижками (кранами), затворами необходимо выполнять медленно и осторожно. Не выполнение требований может привести к поломке оборудования, гидроударам и другим аварийным ситуациям.

Аварийный останов котельного агрегата

Останов КА осуществляется в следующий аварийных случаях и обеспечивается автоматикой КА или действиями оператора:

- при обнаружении неисправности действия предохранительных клапанов;
- при отклонении параметров, указанных выше;
- в случае отрыва или проскока пламени в горелку. Контроль за пламенем осуществляется фотодатчиком и в случае погасании пламени, сигнал от фотодатчика направляется на сигнализатор горения, после чего на щите управления срабатывает световая сигнализация;
- прекращение работы оборудования, подающего окислитель(воздуходув);

- в случае повышении давления газа перед горелкой (резервное топливо). Что возможно в случае выхода из строя ГРУ. Давление газа контролируется напоромером, сигнал с которого направляется на контроллер и на щит управления.

- при понижении давления воды перед КА ниже допустимого значения; что определяется по манометру, установленного на трубопроводе Т2;

- при прекращении действия насосов, обеспечивающих бесперебойную подачу теплоносителя;

-если в основных элементах КА и сетевого коллектора (сетевых трубопроводах, запорной и регулирующей арматуре) были обнаружены трещины, протечки;

-в случае возникновения в помещении пожара;

-в случае неисправной работы горелок, их систем регулирования;

-при обнаружении загазованности помещения СО, что определяется датчиком, сигнал с которого поступает на щит управления оператора. ПДК для угарного газа составляет 20 мг/м³..

-при взрыве в топочном пространстве, взрыве в газоходах, дымовых трубах;

При этом в котельной должен быть предусмотрен учет данных по ее работе, ремонту и обслуживанию.

В случае аварийной ситуации персонал котельной должен на щите управления нажать кнопку «Аварийный останов котла». Срабатывает звуковая сигнализация, загорается сигнальные лампы. После этого следует прекратить подачу топлива и окислителя в топку КА. Произвести продувку топки КА. Осуществить бесперебойную подачу питательной воды в КА. После прекращения горения в топке необходимо на некоторое время открыть дымовую заслонку. Сбросить давление в КА путем срабатывания предохранительного клапана на корпусе КА.

После останова КА необходимо сообщить ответственному, выявить и устранить причину, по которой произошёл останов КА, сделать соответствующие записи в журнале. После устранения причины оператор должен провести подготовительные работы и приступить к повторной растопке КА.

7. Контрольно-измерительные приборы и Автоматизация

Для корректной работы тепловой схемы и оборудования необходимо выполнить мероприятия по его автоматизации. Автоматизация существенно повышает эффективность технологических процессов, которые протекают в теплоэнергетических агрегатах и установка, сокращают количество обслуживающего персонала, повышают производительность труда, улучшает качество продукции и обеспечивают высокую точность режимных параметров в теплоэнергетических установках без участия человека.

Автоматизация носит

1. Технологический характер.
2. Экологический характер.
3. Экономический характер.
4. Социальный характер.

Основную роль в автоматизации играют контрольно-измерительные приборы (КИП).

Контрольно-измерительные приборы — технические средства для получения данных о состоянии происходящих технологических процессов через измерение их параметров (температур, давлений, расходов, уровней).

КИП и автоматика выполняют очень важные функции, позволяющие наблюдать за корректной работой оборудования, и на основе предоставленных данных, выполнять его обслуживание, в целях повышения эффективности технологических процессов, улучшения качества продукции, обеспечения высокой точности режимных параметров в теплоэнергетических установках, а также наладке и корректировке работы, в случае необходимости.

В данной дипломной работе рассматривается вопрос автоматизации промышленно-отопительной котельной.

Систему автоматического управления (САУ) можно разделить на три части:

1. Система автоматического контроля (САК).
2. Система автоматического регулирования (САР).

3. Системы противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ).

САК, САР и ПАЗ предназначены для автоматического контроля, поддержания и регулирования технологических параметров объекта управления на заранее заданных параметрах. В данном случае объектом управления будет паровой котел КЕ 25-24СО. Паропроизводительность одного из двух котлов составляет 25 т/ч.

7.1 Обоснование автоматизации котла

В котельной должны быть предусмотрены защита оборудования, контроль, автоматическое регулирование и управление технологическим процессом, а также сигнализацию технических параметров. Безопасная, надежная, эффективная и экономичная работа может осуществляться только при наличии контроля и автоматизации основного и вспомогательного оборудования.

Основными задачами контроля и управления работой парового котла являются:

1. Обеспечение подачи пара необходимыми технологическими параметрами (давление и температура, сухость);
2. Обеспечение экономичного режима сжигания топлива;
3. Обеспечение потерь теплоты в КА с предельно низкими показателями;
4. Поддержание и контроль оптимальных условий работы котельного агрегата и вспомогательного оборудования, которые должны минимизировать возможность возникновения неполадок и нарушений технологического процесса;
5. Поддержание уровня воды в КА в целях недопущения возможного возникновения аварийной ситуации.

При выборе средств автоматизации учитываются:

1. конкретные условия работы технических средств автоматизации;

2. предельные значения и допустимые отклонения технологических параметров, по значениям которых выбираются приборы;

3. точность измерения технологических параметров.

7.2 Описание функциональной схемы АСУ котла КЕ 25-24СО.

Функциональная схема и количество оборудование приведено для 1 из двух КА. Автоматизация второго выполнена аналогично.

САР температуры пара на выходе из КА предназначен для поддержания заданных параметров пара на выходе из КА. Система состоит из датчика температуры ДТП КТМС (позиция 1а) и цифрового контроллера 2ТРМ0 (позиция 1). Контроллер осуществляет поддержание температуры на заданном уровне через воздействие регулятора на воздушный клапан АЗД-134 (позиция 1б) и изменение частоты вращения эл. двигателя подающего топливо транспортера устройством ПКП1 (позиция 1в).

САР уровня воды в барабане КА предназначена для поддержания уровня воды в КА на заданном уровне. Система состоит из датчика уровня воды ПДУ-И (позиция 2а) и цифрового контроллера САУ-М2 (позиция 2). Контроллер осуществляет поддержание воды на заданном уровне через воздействие на клапан VP51 G 1/4 (позиция 2б).

В систему САК включено:

САК температуры пара на выходе из КА состоит из термометра ТС-1088 (позиция 3).

САК температуры питательной воды на входе в КА состоит из термометра ТС-1288 (позиция 4).

САК температуры уходящих газов на выходе из КА состоит из термометра ТС-1088 (позиция 5).

САК влажности пара на выходе из КА состоит из измерителя влажности ЛОГГЕР100 (позиция 6)

САК давления пара на выходе из КА состоит из манометра ТМ-610 (позиция 7).

САК давления воды на входе в КА состоит из манометра ТМ-610 (позиция 8).

САК давления воздуха состоит из манометра ТМ-610 (позиция 9)

САК давления продуктов сгорания состоит из манометра ТМ-610 (позиция 10),

САК расхода топлива состоит из счётчика СИ8 (позиция 11)

САК расхода питательной воды состоит из расходомера-счётчика ЭМИС-ВИХРЬ 200 (позиция 12)

САК расхода пара на выходе из КА состоит из расходомера-счётчика ЭМИС-ВИХРЬ 200 (позиция 13)

САК уровня воды состоит из уровнемера РИЗУР-1300 (позиция 14)

В систему ПАЗ:

ПАЗ давления воздуха состоит из манометра ПД100И (позиция 15а), расположенного перед горелкой, сигнал с которого поступает на микроконтроллер 2ТРМ0 (позиция 15) и сигнализирует лампой НЛ-1 на щите управления.

ПАЗ давления продуктов сгорания представлена манометром ПД100И (позиция 16а), расположенным на выходе продуктов сгорания, сигнал с которого поступает на микроконтроллер 2ТРМ0 (позиция 16) и сигнализирует лампой НЛ-2 на щите управления.

ПАЗ наличия пламени состоит из фотодатчика ФД-02(ИК) (позиция 17а), расположенного непосредственно в топке, сигнал с которого идет на микроконтроллер ЛУЧ-1АМ (позиция 17), и сигнализирует лампой НЛ-3 на щите управления.

ПАЗ температуры пара на выходе из КА включает в себя термометра ДТП КТМС (позиция 18а), который расположен на трубопроводе выхода пара из КА, сигнал с которого идет на микроконтроллер 2ТРМ0 (позиция 18). и сигнализирует лампой НЛ-4 на щите управления.

ПАЗ загазованности помещения котельной угарным газом (СО) состоит из газового датчика ДЗ-1-СО (позиция 19а), расположенного в помещении котельной, сигнал с которого идет на микроконтроллер (позиция 19) ДЗ-1-СО и сигнализирует лампой НЛ-5 на щите управления.

ПАЗ уровня воды в барабане котла состоит из ПДУ-И (позиция 20а), расположенного на нижнем коллекторе котла, сигнал с которого идёт на микроконтроллер САУ-М2 (позиция 20). и сигнализирует лампой НЛ-6 на щите управления.

Отсечка подачи твердого топлива осуществляется отсекающим воздушным клапаном КЗЭМГ (позиция 22) и прекращением подачи эл.энергии транспортеров подачи топлива ПКП1 (позиция 21)

7.3. Спецификация КИП и автоматики

Таблица 4.1 - Спецификация КИП и автоматики

№ позиции в схеме	Наименование технологического параметра	Предельное значение параметра	Место установки прибора	Наименование и характеристика прибора	Тип прибора	Кол-во	Завод-изготовитель	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Температура пара на выходе из КА	До 600 °С	На щите	Цифровой контроллер	2ТРМ0	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
1а	Температура пара на выходе из КА	До 600 °С	На трубопроводе	Датчик температуры	ДТП КТМС	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	хромель-копель (L)
1б	Температура пара на выходе из КА	До 600 °С	На воздухопроводе	Рабочий клапан воздуха	АЗД-134	1	ООО «РОВЕН-Регионы» Москва	
1в	Температура пара на выходе из КА	До 600 °С	На топливном транспортере	Регулятор подачи	ПКП1	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
2	Уровень воды в барабане КА	4000 мм	На щите	Цифровой контроллер	САУ-М2	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
2а	Уровень воды в барабане КА	4000 мм	По месту	Датчик уровня	ПДУ-И	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
2б	Уровень воды в барабане КА	4000 мм	На трубопроводе	Клапан воды	VP51 G 1/4	1	ООО "Передовые Технологии" Санкт-Петербург	
3	Температура пара на выходе из КА	+350°С	На трубопроводе	Термометр	ТС-1088	1	ООО НПП «ЭЛЕМЕР»	
4	Температура воды на входе в КА	+200°С	На трубопроводе	Термометр	ТС-1288	1	ООО НПП «ЭЛЕМЕР»	
5	Температура продуктов сгорания	+350°С	На дымовой трубе	Термометр	ТС-1088	1	ООО НПП «ЭЛЕМЕР»	
6	Влажность пара	0..95%	На трубопроводе	Измеритель влажности	ЛОГГЕР100	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
7	Давление пара на выходе из КА	4... 25 кгс/см ²	На трубопроводе	Манометр	ТМ-610	1	ЗАО "Росма"	
8	Давление воды на входе в КА	4... 25 кгс/см ²	На трубопроводе	Манометр	ТМ-610	1	ЗАО "Росма"	

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Давление воздуха	0... 2,5 кгс/см ²	На воздуховоде	Манометр	ТМ-610	1	ЗАО "Росма"	
10	Давление продуктов сгорания	0... 2,5 кгс/см ²	На дымовой трубе	Манометр	ТМ-610	1	ЗАО "Росма"	
11	Расход топлива	-	По месту	Счетчик	СИ8	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
12	Расход воды на входе	-	На трубопроводе	Счетчик	ЭМИС-ВИХРЬ 200	1	Группа компаний «ЭМИС»	
13	Расход пара	-	На трубопроводе	Счетчик	ЭМИС-ВИХРЬ 200	1	Группа компаний «ЭМИС»	
14	Уровень воды в барабане КА	До 6000 мм	По месту	Уровнемер	РИЗУР-1300	1	ООО «НПО РИЗУР»	
15	Давление воздуха	4 МПа	На щите	микроконтроллер	2ТРМО	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
15а	Давление воздуха	4 МПа	На воздуховоде	Манометр	ПД100И	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
16	Давление пр. сгорания	4 МПа	На щите	микроконтроллер	2ТРМО	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
16а	Давление пр. сгорания	4 Мпа	На дымовой трубе	Манометр	ПД100И	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
17	Наличие пламени в топке КА	-	На щите	Сигнализатор	ЛУЧ-1АМ	1	НПП «Прома»	
17а	Наличие пламени в топке КА	-	В топке	Фотодатчик	ФД-02(ИК)	1	НПП «Прома»	
18	Температура пара на выходе	600°С	На щите	микроконтроллер	2ТРМО	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
18а	Температура пара на выходе	600°С	На трубопроводе	Датчик температуры	ДТП КТМС	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	(L)
19	Загазованность помещения угарным газом (СО)	250 мг/м ³	На щите	микроконтроллер	ДЗ-1-СО	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
19а	Загазованность помещения угарным газом (СО)	250 мг/м ³	По месту	газовый датчик	ДЗ-1-СО	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
20	Уровень воды в барабане КА	4000 мм	На щите	микроконтроллер	САУ-М2	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
20а	Уровень воды в барабане КА	4000 мм	По месту	Датчик уровня	ПДУ-И	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
21	Подача эл.эн транспортерам топлива	-	На щите	Регулятор подачи	ПКП1	1	Производственное Объединение «ОВЕН»	
22	Отсекающий воздушный клапан	-	На главном воздуховоде	Рабочий клапан воздуха	КЗЭМГ	1	ООО «АВЕЛЕН»	

Примечание: для манометров позиции 15а, 16а модель с диапазоном измерений выбирается при заказе в опросном листе.

Регулятор подачи позиция 21 отключает подачу эл.энергии для транспортеров топлива, и является отсекателем подачи топлива.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается разработка промышленно-отопительной котельной для обеспечения потребителя паром, отопления и ГВС. Расчет тепловой схемы выполнен по разработанной методике. Произведен технико-экономический расчет возможного установления экономайзера в паровой котел. Помимо этого, были произведена автоматизация парового котла, рассмотрены вопросы охраны труда и охраны окружающей среды.

На основании расчета тепловой схемы было выбрано основное оборудование для котельной. На основании данных полученных при расчете электроснабжения цеха выбрана защитная аппаратура и составлена монтажная схема. В экономической части рассчитан срок окупаемости и эффективность вложения средств в данный проект. В разделе охраны окружающей среды были определены массы выбросов вредных веществ, диаметр и высота дымовой трубы. В разделе промышленная безопасность и охраны труда были определены наиболее опасные факторы для обслуживающего персонала и согласно действующему законодательству приняты меры для предотвращения их воздействия.

В работе найдены все необходимые материально тепловые потоки тепловой схемы. Расчет тепловой схемы произведен по разработанной методике. Данная методика позволяет выполнять быстрый пересчет тепловой схемы, что позволяет оценить эффективность от внедрения предлагаемых мероприятий.

Также произведен первоначальный анализ эффективности внедрения экономайзера в котлоагрегат. Установка экономайзера предполагает сокращение затрат на 1544 т топлива в год.

В ходе анализа полученных данных выявлено, что в данной схеме присутствует множество материально-тепловых потерь, которые целесообразно сокращать путем изменения схемы, оборудования и других мероприятий. Анализ этих мероприятий можно оценить по разработанной методике.

Приложения

Приложение А. Условные обозначения на тепловой схеме.

Обозначение	Наименование	Кол-во
КА	Котлоагрегат	3
КО	Конденсатоотводчик	2
Д1	Деаэратор пит. воды	1
Д2	Деаэратор подпит. воды	1
ППСВ	Пароводяной подогреватель сырой воды	1
ХВО1	Химводоочистка первый цех	1
ХВО2	Химводоочистка второй цех	1
РНП	Расширитель непрерывной продувки	1
ППН	Подпиточный насос	2
ПН	Питательный насос	1
КБ	Конденсатный бак	1
КН	Конденсатный насос	2
СН1	Сетевой насос 1 подъема	1
СН2	Сетевой насос 2 подъема	1
НСВ	Насос сырой воды	1

Список литературы

1. Кемельман Д.Н., Эскин Н. Б. Наладка котельных агрегатов: Справочник, М.: Энергоатомиздат, 1989 г.- 320 с.
2. Ривкин С. Л., Александров А. А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. – М.: Энергия, 1980. – 424 с.: ил.
3. Расширители продувки РП [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://eprocom.ru/products/kotelnoe-oborudovanie/rasshiriteli-produvki-rp> (Дата обращения 22.04.2020).
4. УЗСК Бак конденсатный [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://kirov.zavod-uzsk.ru/produkcija/baki/bak-kondensatnyj/> (Дата обращения 22.04.2020).
5. Котельное оборудование и металлоконструкции. Деаэраторы атмосферные [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://dlyakotlov.ru/catalog/kotelnoe-oborudovanie/deaeratory-atmosfernye> (Дата обращения 22.04.2020).
6. Котельное оборудование и металлоконструкции. Сепараторы непрерывной продувки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://dlyakotlov.ru/catalog/kotelnoe-oborudovanie/separatory-nepreeryvnoy-produvki> (Дата обращения 22.04.2020).
7. Энергоальянс. Котел паровой КЕ 25-24СО [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ea22.ru/catalog/kotly-parovye-ke-2-5-25-t-ch/kotel-parovoy-ke-25-24so/> (Дата обращения 22.04.2020).
8. Физика воды. Блочный вакуумный деаэратор БВД-15 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://deaerator-rus.ru/product/blochnyj-vakuumnyj-deaerator-bvd-15/> (Дата обращения 22.04.2020).
9. РосТепло.RU - Информационная система по теплоснабжению: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.gosteplo.ru/w/Твердое_топливо. (Дата обращения 22.04.2020).
10. Померанцев В. В. Основы практической теории горения. – Л.: Энергоатомиздат, 1986 – 312 с.: ил.
11. Вознесенский С. А. Физико-химические процессы очистки воды. М, – Л., Госсстройиздат, 1934. 230 с: Чмутов К. В. Хроматография. М., Химия, 1978 128 с.
12. Кириллов П. Д., Юрьев Е. С, Бобков В.П. Справочник по тепло-гидравлическим расчетам.-М.: Энергоатомиздат, 1964. 296 с
13. Мигаи В. К. Моделирование теплообменного энергетического оборудования. Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1987 г. - С.264
14. Справочные данные по расчетным коэффициентам электрических нагрузок, шифр М788-1069/ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1990 г.
15. Кабышев А.В. Электроснабжение объектов. Ч.1. Расчет электрических нагрузок, нагрев проводников и электрооборудования: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 185с.
16. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок.
17. РД 34.46.501. Инструкция по эксплуатации трансформаторов.
18. Единые технические указания по выбору и применению электрических силовых кабелей (технический циркуляр института Тяжпромэлектропроект №334-77 от 8 июля 1977 г.).
19. Правила устройства электроустановок. Издание 7.

20. ГОСТ 28249-93 Межгосударственный стандарт «Короткие замыкания в электроустановках.
21. ГОСТ 21.210 – 2014 Система проектной документации для строительства «Условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах». – М.: Стандартиформ, 2015.
22. Бирюков А.Н., Раянова Г. Н. Анализ чувствительности для критерия оценки инвестиционного проекта // иннов: электронный научный журнал, 2017. №2 (31).
23. Мирзабекова М.Ю. Оценка эффективности инвестиционного проекта // Международный научный журнал “Инновационная наука”.2016. №1. С.140-145.
24. Шапкин, А.С. Экономические и финансовые риски: оценка, управление, портфель инвестиций. М.: Дашков и К, 2016.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»

Факультет Теплоэнергетический

Кафедра Промышленная теплоэнергетика

Задание

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающемуся Брагину Дмитрию Михайловичу, 4 курс, теплоэнергетический факультет, 5 группа

(фамилия, имя, отчество, курс, факультет, группа)

Тема Энергоснабжение цеха по производству консервов от промышленно-отопительной котельной

Исходные данные (или цель работы) Разработать промышленно-отопительную котельную, энергообеспечение цеха по производству консервов. Расход пара необходимый цеху составляет 6,35 кг/с с заданными параметрами, тепловая мощность на отопление и ГВС составляет 6,55 МВт.

Перечень подлежащих исследованию, разработке, проектированию вопросов по базовой части работы:

Наименование вопроса	Достиженные результаты освоения ОПОП*
1.Выбор темы ВКР и обоснование ее актуальности	ОК-1; ПК-8; ПК-19
2.Описание разрабатываемого объекта	ОК-6
3.Выполнение технологических расчетов	ОК-7; ОК-10; ОК-14; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-12; ПК-17; ПК-24
4.Выполнение графической части ВКР	ОК-4; ПК-1; ПК-10
5.Подготовка доклада и презентационного материала	ОК-2; ПК-1
6.Защита ВКР	ОК-8; ОК-9; ОК-12; ПК-7

Перечень графического материала:

- 1.Тепловая схема котельной
- 2.Функциональная схема АСУ Парового котла
- 3.Монтажная схема цеха по производству котельной
- 4.Анализ полученных данных

Консультанты по разделам ВКР:

1. Охрана окружающей среды , к.т.н, доцент, Горшенин А.С
2. Безопасность жизнедеятельности , к.т.н., доцент, Яговкин Г.Н.
3. Автоматизация, старший преподаватель Володин Е.А.
4. Экономика, доцент, к.э.н., Маслова О.П.
5. Электроснабжение, к.т.н., доцент, Клочкова Н.Н.

Нормоконтролер:

доцент, Горшенин А.С.
(должность, ф.и.о. нормоконтролера)

Дата выдачи задания: « ____ » _____ 20__ г.

Задание согласовано и принято к исполнению

Руководитель

Еремин А.В.
(И. О. фамилия)

к.т.н. Доцент
(уч. степень, уч. звание)

(подпись, дата)

Студент

Брагин Д.М.
(И. О. фамилия)

ТЭФ, 5 гр
(факультет, группа)

(подпись, дата)

Тема утверждена приказом по СамГТУ № _____ от " ____ " _____ 20__ г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»

Факультет Теплоэнергетический

Кафедра Промышленная теплоэнергетика

Календарный план

Выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающегося Брагина Дмитрия Михайловича, 4 курс, теплоэнергетический факультет,
5 группа

(фамилия, имя, отчество, курс, факультет, группа)

Тема Энергоснабжение цеха по производству консервов от промышленно отопительной
котельной

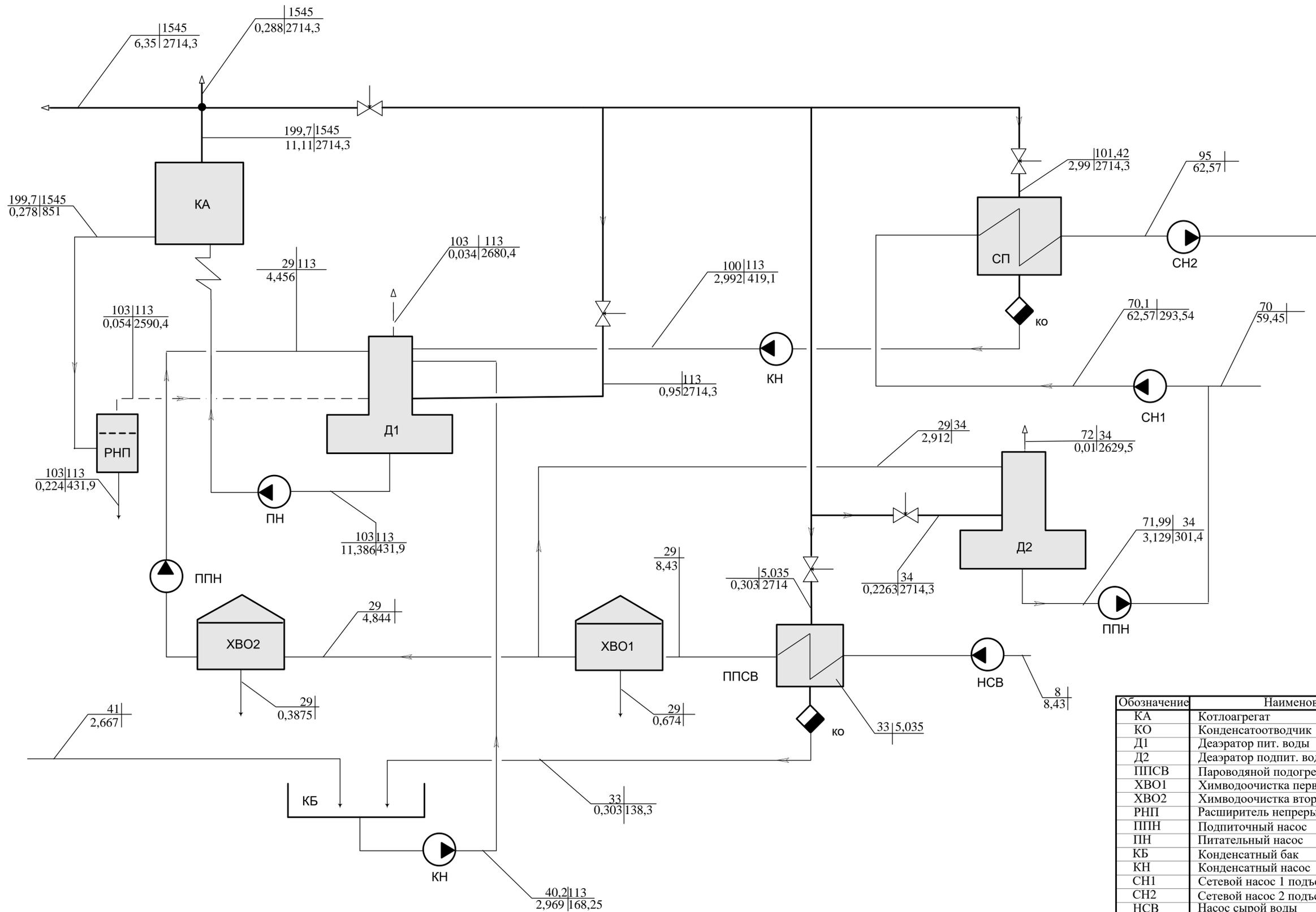
№	Этапы выполнения ВКР	Дата (срок) выполнения		Отметка научного руководителя или заведующего кафедрой о выполнении
		план	факт	
1	Выбор темы ВКР и обоснование ее актуальности			
2	Описание разрабатываемого объекта			
3	Выполнение технологических расчетов			
4	Выполнение графической части ВКР			
5	Подготовка доклада и презентационного материала			
6	Защита ВКР			

Студент Брагин Д.М

Руководитель Еремин А.В.

Заведующий кафедрой Еремин А.В.

С°	кПа
Кг/с	кДж/кг



Обозначение	Наименование	Кол-во
КА	Котлоагрегат	3
КО	Конденсатоотводчик	2
Д1	Деаэратор пит. воды	1
Д2	Деаэратор подпит. воды	1
ППСВ	Пароводяной подогреватель сырой воды	1
ХВО1	Химводоочистка первый цех	1
ХВО2	Химводоочистка второй цех	1
РНП	Расширитель непрерывной продувки	1
ППН	Подпиточный насос	2
ПН	Питательный насос	1
КБ	Конденсатный бак	1
КН	Конденсатный насос	2
СН1	Сетевой насос 1 подъема	1
СН2	Сетевой насос 2 подъема	1
НСВ	Насос сырой воды	1

СамГТУ 13.03.01.081.037.01

Схема тепловая
принципиальная

Лит.	Масса	Масштаб

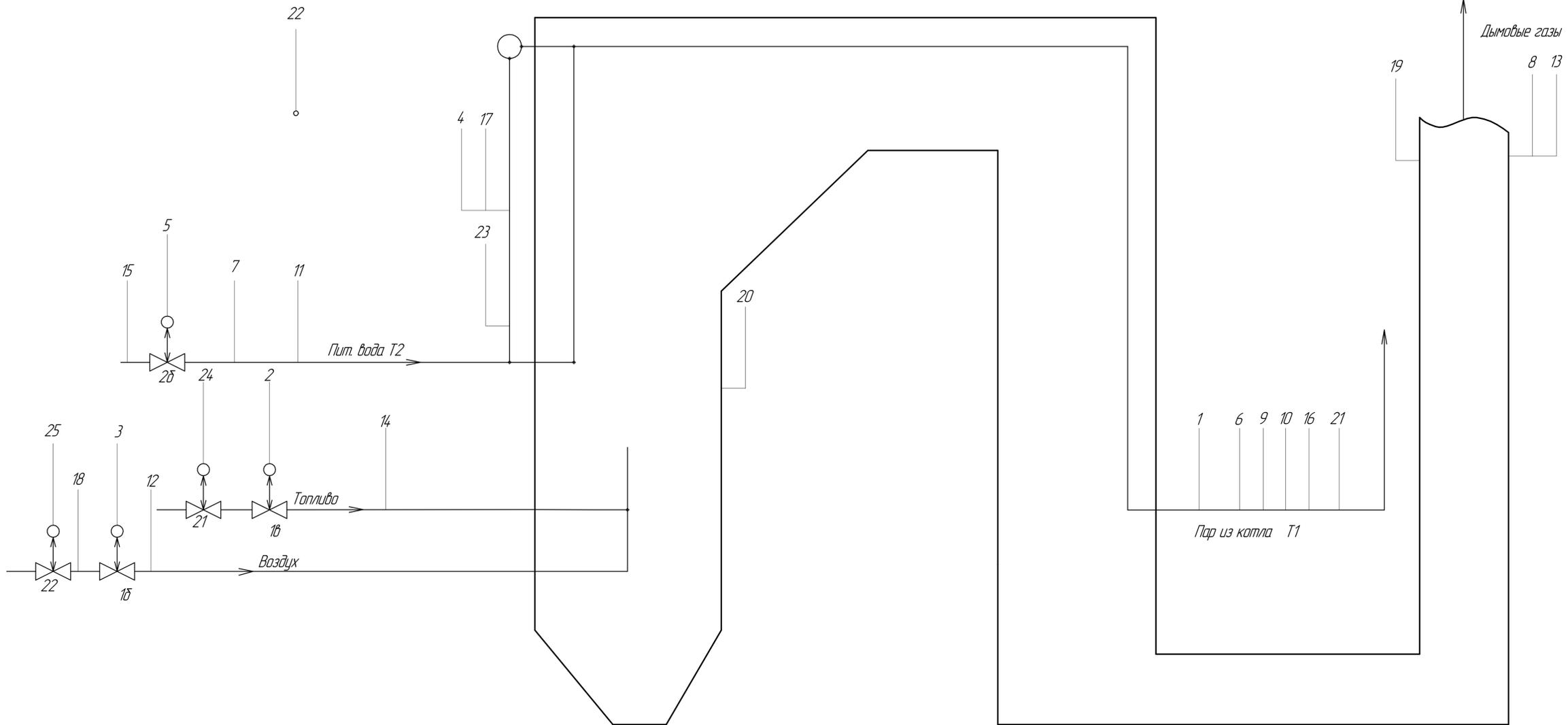
Энергоснабжение цеха по производству консервов от промышленно отопительной котельной

Лист 1
Листов 1
IV-ТЭ-5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Еремич Д.М.		
Провер.		Еремич А.В.		
Т.контр.		Еремич А.В.		
И.контр.		Горшенин А.С.		
Утв.		Еремич А.В.		

Страницы №

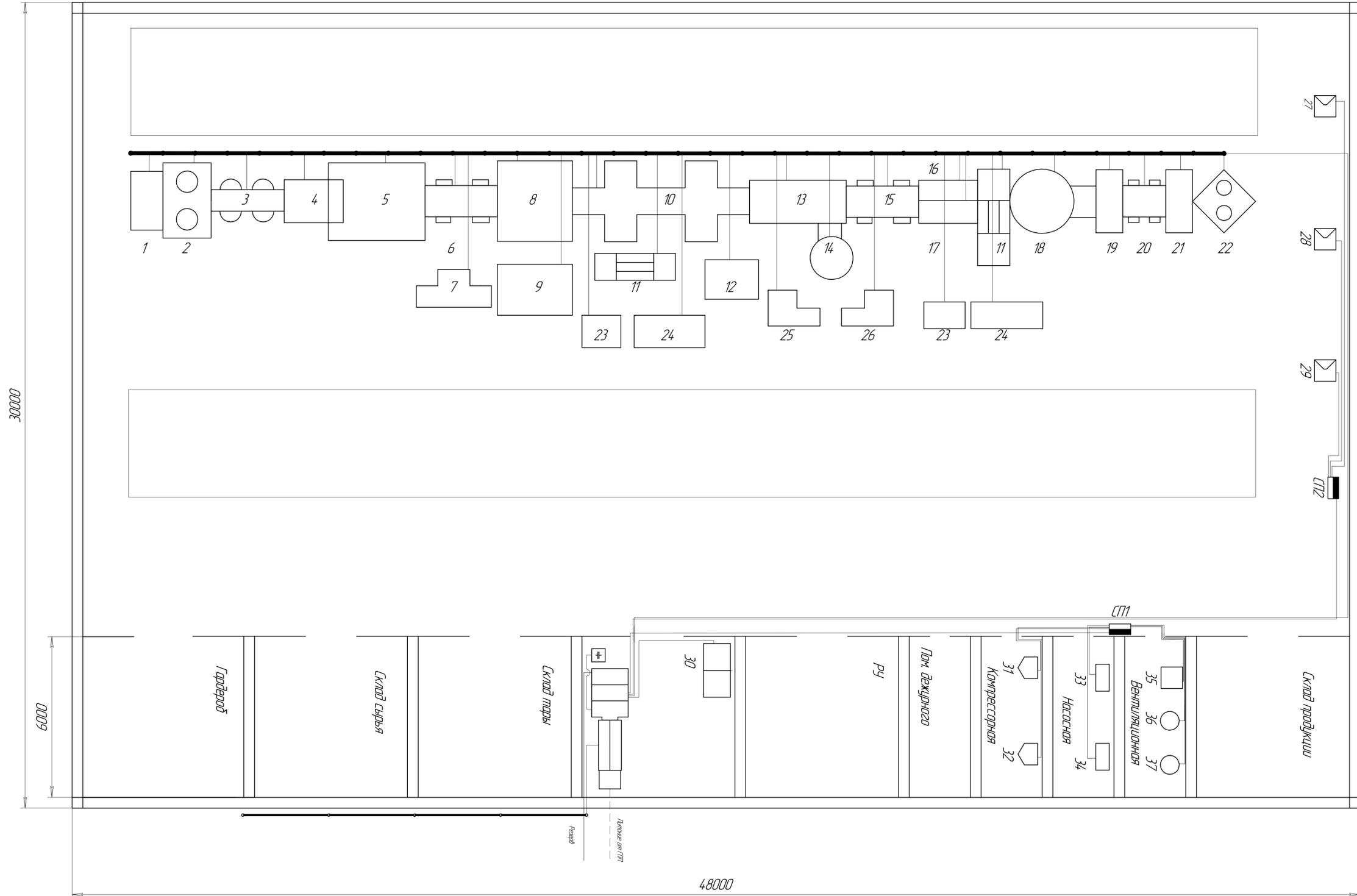
Имя, № подл.
Лист, И.И.Имя
Лист, И.И.Имя
Лист, И.И.Имя
Лист, И.И.Имя



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Приборы по месту	TE _{1a}			LE _{2a}		TI ₃	TI ₄	TI ₅	PI ₆	PI ₇	PI ₈	PI ₉	PI ₁₀	PI ₁₁	PI ₁₂	PI ₁₃	LI ₁₄	PE _{15a}	PE _{16a}	BE _{17a}	TE _{18a}	BE _{19a}	LE _{20a}		
Приборы на щите	IC ₁			IC ₂														PSA ₁₅ HL1	PSA ₁₆ HL2	BSA ₁₇ HL3	LSA ₁₈ HL4	LSA ₁₉ HL5	LSA ₂₀ HL6		
Система автоматизации	САР					САК											ПАЭ								
	T _{T1}	L				T _{T1}	T _{T2}	T _{n.c2}	M _{T1}	P _{T1}	P _{T2}	P _б	P _{n.c2}	F _m	F _{T2}	F _{T1}	L	P _б	P _{n.c2}	B	T _{T1}	Q _{CO}	L	Отсечка топлива и окислителя	

СамГТУ 13.03.01.081037.002			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Брагин ДМ		
Проб.	Володин ЕА		
Т.контр.	Володин ЕА		
Энергоснабжение цеха по производству консервов от промышленно отопительной котельной			Лист
Исполн.	Горюхин АС		IV-ТЗ-5
Удп.	Еремин АВ		Листов
Копировал			Формат А1

Лист 1 из 1
 Вид № 001
 Подп. и дата
 Взам. инв. №
 Инв. № подл.
 Справ. №
 Перв. примен.

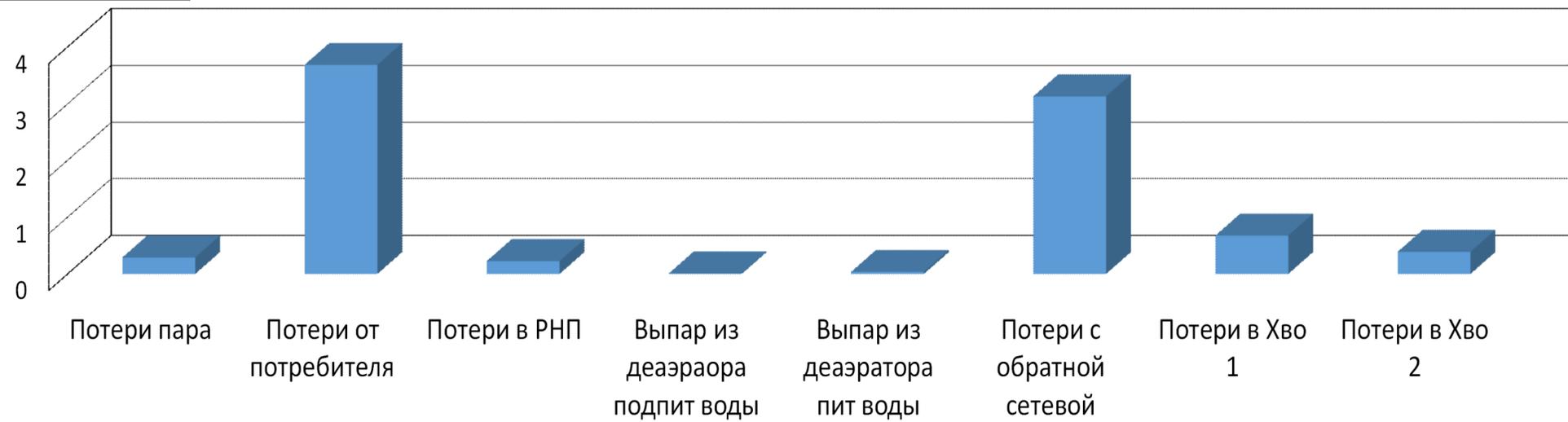


№	Р _н кВт	Сечение проводника	Защитная аппаратура
1	1	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
2	10,1	АПВ 3X6	АЕ2046М-320
3	1,8	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
4	1,3	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
5	4,2	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
6	1,5	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
7	0,5	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
8	1,5	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
9	2	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
10	1,1	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
11, 18	4	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
12	2,2	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
13	0,6	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
14	1,2	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
15	0,8	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
16, 17, 20	1,5	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
19	4	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
21	9,6	АПВ 3X6	АЕ2046М-320
22	1,7	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
23	7,5	АПВ 3X3	АЕ2046М-320
24	3	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
25	4,2	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
26	1,7	АПВ 3X2	АЕ2046М-320
27, 28, 29	9,5	АПВ 3X2	АЕ2043М-400
30	6,2	АВВГ 4X2,5	АЕ2046М-320
31, 32	5,1	АВВГ 4X2,5	АЕ2046М-320
33, 34	4	АВВГ 4X2,5	АЕ2046М-320
35	8,2	АВВГ 4X6	АЕ2046М-320
36, 37	5	АВВГ 4X2,5	АЕ2046М-320
Название	Ток А	Сечение проводника	Условное обозначение
СП1	51,3	4x16	ТП-11-7-060-21-У3
СП2	319	4x10	ТП-11-7-060-21-У3
ШР1	66,2	3x35+1x25	КЛМ-Р-00-А1-55-4-4
ТМ	1320	ААБл 3x25	ТМ-1000/10(6)/0,4
КРМ		ААБл 3x25	КРМ 0,4-550

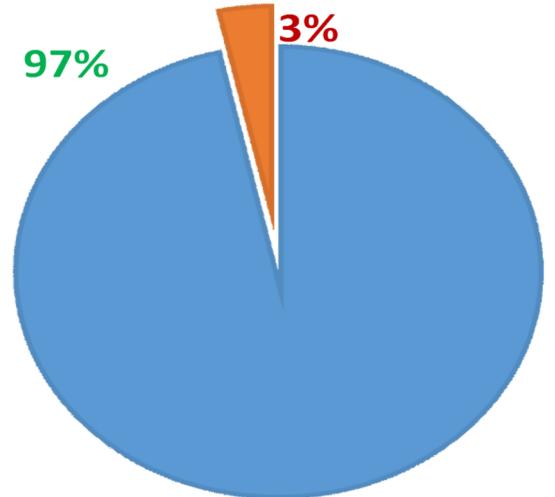
Лист 1 из 1
 Дата: 13.03.2018
 Проект: 13.03.01.081.037.03
 Имя файла: 13.03.01.081.037.03

СамГТУ 13.03.01.081.037.03				Лист	Масса	Масштаб
МОНТАЖНАЯ СХЕМА						1800
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов	
Разраб.	Брагин ДМ					
Проб.	Клочкова НН					
Т.контр.	Клочкова НН					
Исполн.	Горюхинов А.С.					
Удт.	Еремичев А.В.					
Эксплуатационная цена по производству консалтинговых услуг от промышленно-отопительной котельной				IV-73-5		
Копировал				Формат А1		

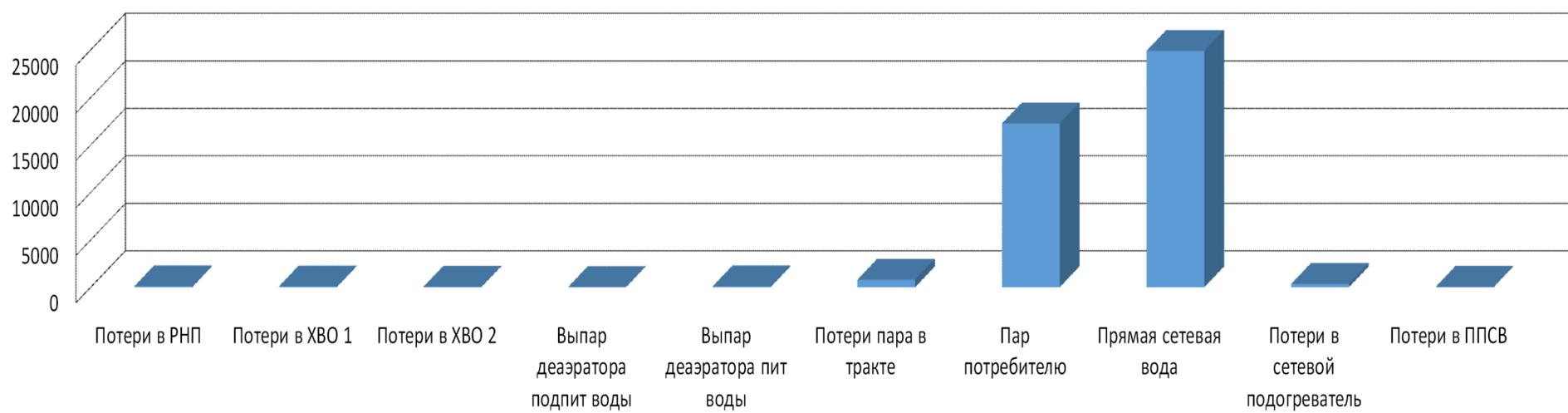
Потери теплоносителя, кг/с



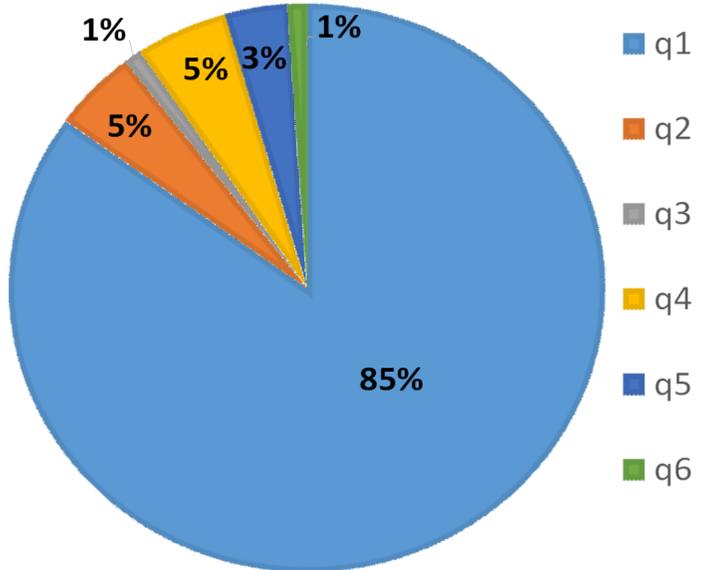
КПД ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ



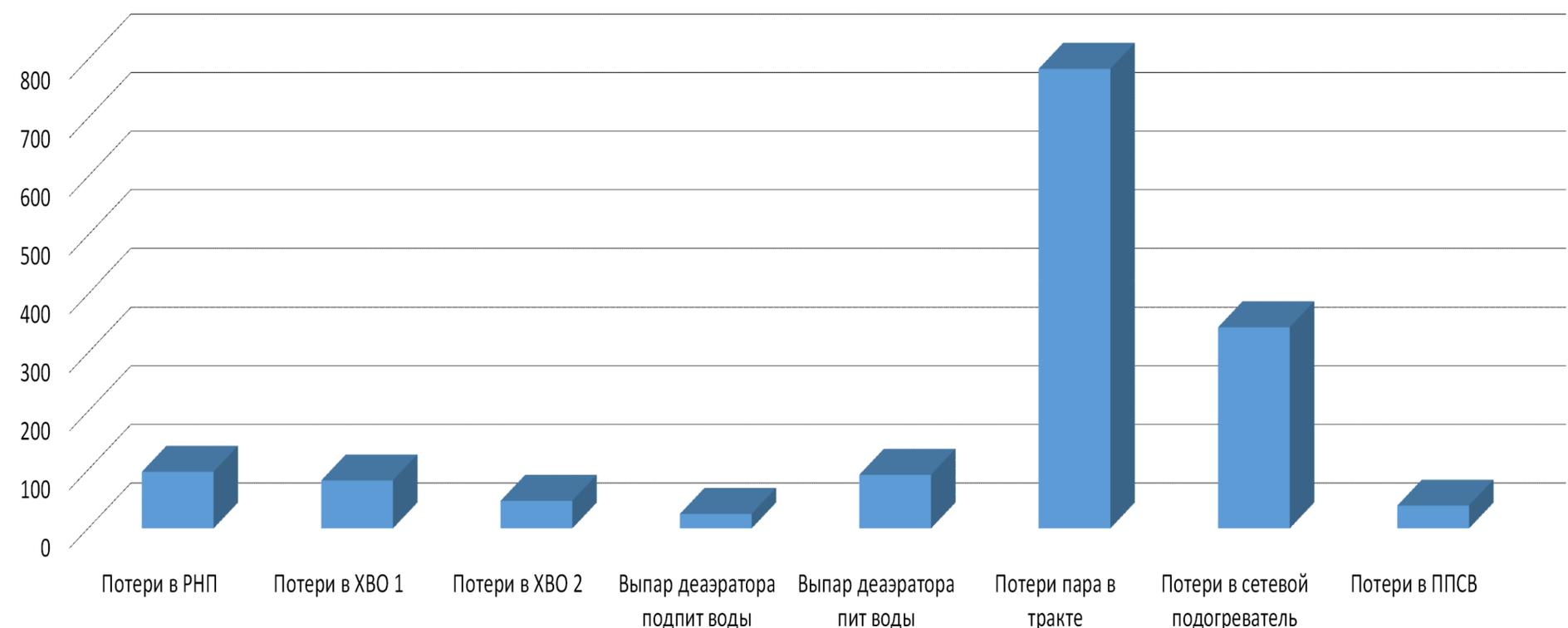
Использование энергии по схеме, кВт



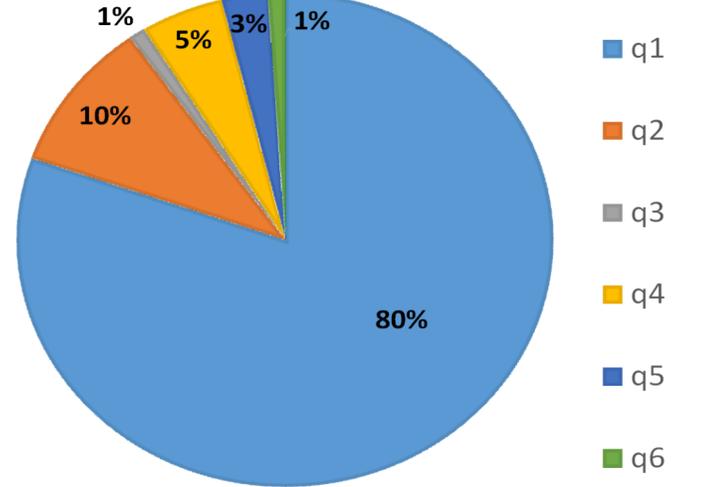
КПД КОТЛА С ЭКОНОМАЙЗЕРОМ



Потери по схеме, кВт



КПД КОТЛА БЕЗ ЭКОНОМАЙЗЕРА



Перев. примен.

Подп. И. дельта

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. И. дельта

Име. № подл.

СамГТУ 13.03.01.081.037.04			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись
Разраб.	Брагин Д.М.		
Провер.	Еремин А.В.		
Т.контр.	Еремин А.В.		
И.контр.	Горшенин А.С.		
Утв.	Еремин А.В.		
<p>Анализ полученных данных</p> <p>Энергоснабжение цеха по производству консервов от промышленной отопительной котельной</p>			Лит.
			Масса
			Масштаб
			Лист
			Листов
IV-ТЭ-5			