

Некоммерческое
акционерное
общество



АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ

Кафедра тепловых
энергетических установок

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЭС

Методические указания по выполнению курсовых работ для студентов
специальности 5В071700-Теплоэнергетика

Алматы 2014

СОСТАВИТЕЛИ: Г.М. Тютеебаева, С.С. Сабаншиева. Реализация технологических процессов на ТЭС. Методические указания по выполнению курсовых работ для студентов специальности 5В071700 – Теплоэнергетика – Алматы: АУЭС, 2014. - 28 с.

Методические указания по дисциплине «Реализация технологических процессов на ТЭС» для бакалавров содержат введение, общие положения, методика расчета тепловой схемы и перечень рекомендуемой литературы.

Методические указания предназначены для бакалавров, обучающихся по специальности 5В071700-«Теплоэнергетика», специализация – Тепловые электрические станции.

Ил. 4, табл.2, библи.-8 назв.

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Абильдинова С.К.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2014 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2014 г.

Содержание

1 Введение	4
2 Общие положения	4
3 Методика расчета тепловой схемы	6
4 Расчет коэффициентов полезного действия котельного и станции в целом	7
5 Приложения	8
Список литературы	

1 Введение

Развитие энергетического производства, осуществляемое на основе изменения параметров рабочего тела, конструкций основного и вспомогательного оборудования, совершенствования технических схем производства тепла и электроэнергии, приводит к появлению большого количества самых разнообразных технических решений, отличающихся друг от друга как по своей энергетической эффективности (удельные расходы тепла и топлива на единицу продукции), так и по капиталовложениям. Причем, как правило, более совершенные технические решения, обеспечивающие наивысшие значения КПД, требуют дополнительных затрат. В этих условиях действительное представление о ценности предлагаемого варианта дают только расчетные затраты, определяющие стоимость производимой продукции при определенном уровне рентабельности. Умение специалиста определять количественные показатели принятых решений, производить их технико-экономическое сопоставление при выборе оптимального варианта является неотъемлемой частью деловой квалификации специалиста.

Развитию навыков самостоятельной работы по выбору оптимального варианта служит данный курсовой проект, который выполняется после изучения ряда основных дисциплин специальности: «Котельные установки ТЭС», «Паровые и газовые турбины». Кроме того, курсовой проект будет способствовать более глубокому усвоению курса «Реализация технологического процесса на ТЭС», особенно разделов, касающихся регенеративного подогрева питательной воды и расчета тепловой схемы ТЭС, необходимых для выполнения дипломного проекта.

2 Общие положения

2.1 Содержание курсового проекта

Регенеративный подогрев питательной воды существенно (примерно на 15%) повышает тепловую экономичность цикла за счет снижения потерь тепла в холодном источнике. Чем выше температура питательной воды $t_{не}$, тем большее количество пара отбирается из турбины для ее подогрева, а следовательно, меньше пропуск пара в конденсатор турбины. Следует отметить, что при фиксированном числе регенеративных подогревателей зависимость коэффициента полезного действия цикла η_t от $t_{не}$ носит сложный характер.

Увеличение $t_{не}$ сначала сопровождается быстрым возрастанием η_t , затем рост η_t замедляется и, начиная с $t_{не}^{opt}$ дальнейшее увеличение температуры приводит к снижению тепловой экономичности цикла. Последующий рост тепловой экономичности установки путем повышения при увеличении числа регенеративных подогревателей

(дополнительные капиталовложения в систему регенеративного подогрева питательной воды).

Следует иметь в виду, что изменение t_{ne} оказывает влияние на работу целого ряда агрегатов станции. Так, увеличение температуры питательной воды приводит либо к возрастанию температуры уходящих газов $t_{yx.z}$ (снижению коэффициента полезного действия котла $t_{к.д}$), либо при неизменной $t_{yx.z}$ к увеличению капиталовложений в конвективные поверхности нагрева. Кроме того, изменяются мощности, потребляемые питательными, конденсатными и циркуляционными насосами, дымососами, вентиляторами, системой топливоприготовления и т.д.

Из сказанного следует, что регенеративный подогрев питательной воды должен проводиться до значения t_{ne} , при которых дополнительные капиталовложения в станцию компенсируются получаемой экономией топлива.

В инженерных расчетах схем регенеративного подогрева питательной воды в первую очередь подлежат определению температура питательной воды и число регенеративных подогревателей. Выбор последних требует проведения достаточно трудоемких расчетов и эскизных проработок оборудования.

С целью упрощения расчетов, поскольку курсовой проект носит учебный характер, заданием предусмотрен ряд допущений.

- 1) Пренебрегаем всеми утечками пара из паровой турбины;
- 2) Исключаем из тепловой схемы пароохладители эжекторов и газоохладители;
- 3) Считаем, что внутренний относительный коэффициент полезного действия турбины не зависит от числа отборов;
- 4) Полагаем, что регенеративные подогреватели не имеют встроенных пароохладителей и охладителей дренажа, а недогрев воды равен 5°C ;
- 5) Слив дренажа из подогревателей высокого давления в деаэрактор, а из подогревателей низкого давления в конденсатор принимаем каскадным;
- 6) Исходное значение КПД котельного агрегата принимаем равным 0,9. Температура уходящих газов в этом случае составляет 140°C при температуре питательной воды 240°C .

Подробный расчет тепловой схемы необходимо выполнить только для варианта с числом регенеративных подогревателей $z=8$ и температурой питательной воды $t_{ne}=240^{\circ}\text{C}$. Расчет остальных рассматриваемых вариантов (z изменяется от 5 до 12, а t_{ne} от 180 до 280°C) приведен в приложении настоящих методических указаний.

2.2 Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка должна иметь задание на курсовой проект, оглавление, расчетную часть и список использованной литературы. Ссылки на литературу должны приводиться в тексте записки.

Основная часть записки должна содержать для заданного варианта подробное описание следующих вопросов:

- 1) Распределение регенеративных отборов по проточной части турбины;
- 2) Расчет тепловой схемы регенеративного подогрева питательной воды;
- 3) Полагаем, что регенеративные подогреватели не имеют встроенных пароохладителей и охладителей дренажа, а недогрев воды равен 5°C ;
- 4) Слив дренажа из подогревателей высокого давления в деаэрактор, а из подогревателей низкого давления в конденсатор принимаем каскадным;

Все остальные рассматриваемые варианты приводятся в табличной форме.

Записка оформляется на стандартной писчей бумаге формата А4, набранных шрифтом TimesNewRoman 14п с одинарным интервалом. При выполнении работы следует использовать Государственные стандарты и ФС РК 10352-1910-У-е-001-2002. В них приведены основные положения «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД), общие требования к текстовым документам и рабочим чертежам, а также другие нормативные материалы.

Все применяемые в проекте единицы физических величин должны соответствовать международной системе единиц (СИ).

Записка должна иметь титульный лист в соответствии с приложением I.

Все замечания руководитель дела делает непосредственно в записке при ее просмотре. После проверки записки преподавателем студент должен внести в нее все необходимые исправления до защиты проекта.

Требования к выполнению чертежей.

Чертежи выполняются на ватмане формата А1 согласно ГОСТов. Чертежи должны иметь стандартную рамку, угловой штамп и спецификацию основных элементов тепловой схемы.

На левой половине листа изображается оптимальная тепловая схема турбоустановки с указанием параметров пара на линиях регенеративных отборов и температур конденсата, питательной воды и дренажей после каждого регенеративного подогревателя.

На правой половине листа приводятся графики, отражающие зависимости расхода пара и тепла на турбоагрегат, коэффициент полезного действия турбоустановки, котельного агрегата и станции, а также удельный расход топлива от температуры питательной воды и числа регенеративных подогревателей. На всех графиках линии, отвечающие оптимальному числу регенеративных подогревателей, необходимо выделить другим цветом.

Порядок защиты курсового проекта.

Защита проекта проводится на открытом заседании комиссии из 2-3 преподавателей кафедры с обязательным участием руководителя проекта. Без подписи последнего на титульном листе записки и чертежах проект комиссией не рассматривается.

а) Давление, МПа	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
б) Температура, °С	450	465	480	495	510	525	540	555	570	585
Давление отработавшего пара в конденсаторе турбины, МПа	0,03	0,027	0,024	0,021	0,018	0,015	0,012	0,009	0,006	0,003

3 Методика расчета тепловой схемы ТЭС

Тепловая схема включает основное и вспомогательное оборудование, участвующее в технологическом процессе преобразования энергии топлива и входящее в состав пароводяного тракта ТЭС.

Основной целью расчета принципиальной тепловой схемы является определение энергетических и технико-экономических показателей электростанции и ее частей.

Расчет ведется для принципиальной тепловой схемы, приведенной на рисунке 1.

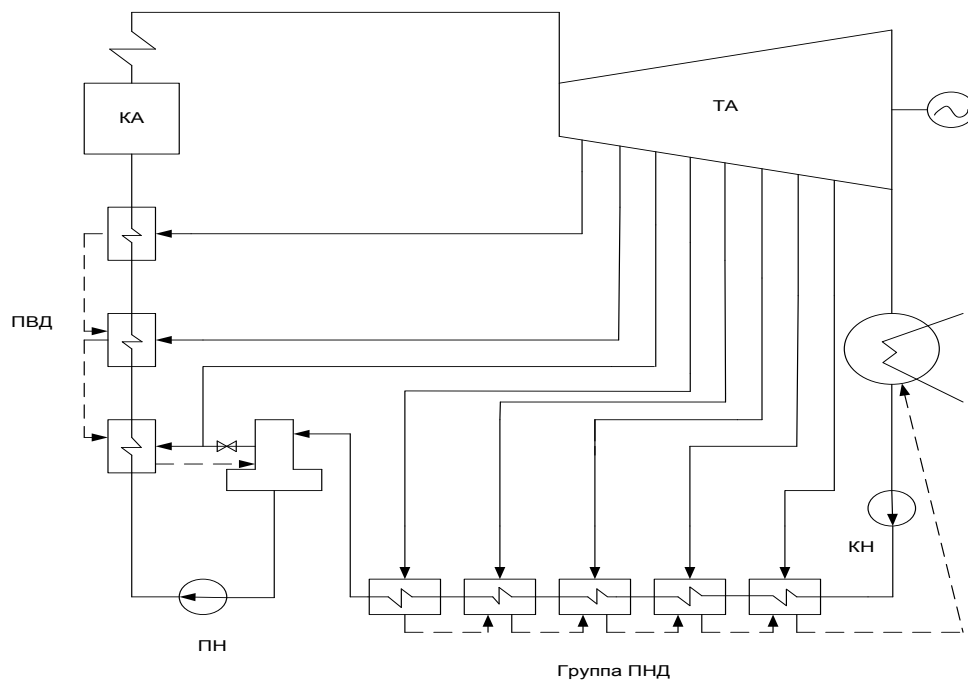


Рисунок 1- Расчетная тепловая схема

Расчет ведется по упрощенной методике в последовательности, указанной в настоящих методических указаниях.

Распределение регенеративных отборов по проточной части турбины.

Расчет принципиальной тепловой схемы ТЭС начинают с определения параметров пара в отборах турбины. Существуют различные методы

оптимального распределения отборов пара в турбине, предполагающие проведение расчетов методом последовательных приближений. При этом под оптимальном при заданном « z » и известном значении $t_{н.в.}$ понимается распределение, обеспечивающее максимум КПД цикла ТЭС с регенерацией.

В курсовом проекте для упрощения считаем, что рациональное распределение регенеративного подогрева достигается первым приближением при равномерном повышении энтальпии питательной воды в каждом подогревателе:

$$\tau = \tau_1 = \tau_2 = \dots \tau_i = \frac{i_{kc} - i_k'}{z}. \quad (3.1)$$

Определение параметров пара в регенеративных отборах производится следующим образом.

1) В i - s диаграмме строится процесс расширения пара в турбине. Исходными данными служат начальные параметры пара P_0 , t_0 , давление в конденсаторе P_k и внутренний относительный КПД турбины η_{oi} . Методика построения процесса расширения пара в турбине дана в [5] учебном литературе, например, Костюк А.Г. «Паровые и газовые турбины».

2) Определяются параметры пара в отборах.

Делим группу регенеративного подогрева питательной воды на группу ПНД (от конденсатора до деаэрата питательной воды) и ПВД (от деаэрата до котла).

Расчет группы ПВД.

Зная энтальпию питательной воды на входе в котел $i_{н.в.}$ и на выходе из питательного насоса $i_{нн}$, в первую очередь определим с учетом равномерности подогрева, подогрев воды в трех ПВД.

$$\tau = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \frac{i_{н.в.} - i_{нн.}}{z};$$

где $i_{нн} = i_{\delta}' + \Delta h_{нн.}$;

$$\Delta h_{нн.} = \nu \cdot (P_{нн.} - P_{\delta}) \cdot 10^3, \text{ кДж/кг};$$

Расчет начинается с первого (по ходу питательной воды) подогревателя высокого давления. По известной энтальпии питательной воды за питательным насосом $i_{нн.}$ и величине его подогрева в подогревателе находим энтальпию питательной воды на входе в следующий подогреватель:

$$i_{нн+1}' = i_{нн} + \tau. \quad (3.2)$$

По значению i'_{n+1} и давлению питательной воды порядка 1,4 Р_о МПа, по таблицам термодинамических свойств воды и водяного пара [4] определяем его температуру t'_{n+1} на выходе из подогревателя. Последняя позволяет вычислить температуру дренажа

$$t_{op} = t'_{n+1} + \delta \cdot t.$$

Используя [4] по t_{op} , можно определить энтальпию и давление насыщения в первом ПВД.

Энтальпия и температура пара в отборе определяется на i - S диаграмме в точке пересечения процесса расширения пара в турбине и изобары, характеризующем давлении в первом по ходу воды ПВД. Гидравлическим сопротивлением паропровода пренебрегаем.

Аналогично определяются параметры пара остальных ПВД.

Расчет группы ПВД.

Подогрев воды в ПВД определяем как

$$\tau = \tau_1 = \tau_2 = \dots \tau_5 = \frac{i'_o - i'_k}{5}.$$

Расчет начинается с первого (по ходу основного конденсата) подогревателя. По известной энтальпии конденсата i'_{k_1} , величине его подогрева в подогревателе находим энтальпию конденсата на входе в следующий подогреватель:

$$i'_{k+1} = i'_{k_1} + \tau \tag{3.2}$$

По значению i'_{k+1} для давления в линии основного конденсата порядка 3,0 МПа, по таблицам термодинамических свойств воды и водяного пара [4] определяем его температуру t'_{k+1} на выходе из подогревателя. Последняя позволяет вычислить температуру дренажа

$$t_{op} = t'_{r+1} + \delta \cdot t.$$

Используя [4] по t_{op} , можно определить энтальпию и давление насыщения в первом ПВД.

Энтальпия и температура пара в отборе определяется на i - S диаграмме в точке пересечения процесса расширения пара в турбине и изобары насыщения в первом ПВД. Гидравлическим сопротивлением паропровода пренебрегаем.

Составляется таблица исходных данных для расчета тепловой схемы.

В таблицу включаются данные рабочего процесса пара в турбине и распределения регенеративного подогрева воды между ступенями, данные о подогреве воды в регенеративных подогревателях и количестве тепла, отданного греющим паром при конденсации, а также энтальпии основного

конденсата и питательной воды по ступеням. Форма таблицы приведена в [6] учебнике Рыжкина В.Я. «Тепловые электрические станции», «Энергия», 1987 г. (гл.13, стр. 192-193).

Составление материальных и тепловых балансов элементов тепловой схемы.

Материальные балансы основных элементов расчетной схемы (см.рисунок 1) для принятых в курсовом проекте допущений выглядят следующим образом:

1) Паровой баланс турбины

$$D_0 = \sum_{i=1}^z D_i + D_K, \quad (3.5)$$

D_0 – расход свежего пара на турбину;

D_i – регенеративные отборы пара;

D_K –пропуск пара в конденсатор.

2) Паровой баланс парогенератора

$$D_{ПГ} = D_0. \quad (3.6)$$

3) Баланс питательной воды парогенератора

$$D_{ПВ} = D_{ПГ}. \quad (3.7)$$

4) Материальный баланс деаэратора

$$D_K + D_{ПНД} + D_{ПВД} + D_D = D_{ПВ}, \quad (3.8)$$

$D_{ПНД}$ - сумма дренажей подогревателей низкого давления;

$D_{ПВД}$ - то же высокого давления;

D_D – расход пара на деаэраторы.

Принимая расход свежего пара на турбину за единицу измерения и выражая остальные потоки пара и воды по отношению к D_0 , получим:

$$\alpha_i = \frac{D_i}{D_0}, \quad \alpha_K = \frac{D_K}{D_0}, \quad \alpha_{ПГ} = \frac{D_{ПГ}}{D_0}, \quad \alpha_{ПВ} = \frac{D_{ПВ}}{D_0}, \quad \alpha_D = \frac{D_D}{D_0}, \quad \alpha_{ТКК} = \frac{D_{ПНД}}{D_0};$$

$$\alpha_K + \sum_{i=1}^z \alpha_i = 1; \quad (3.9)$$

$$\alpha_{не} + \alpha_{не} = 1; \quad (3.10)$$

$$\alpha_k + \alpha_{\text{ПВД}} + \alpha_{\text{ПВД}} + \alpha_d = \alpha_{\text{ПВ}}. \quad (3.11)$$

В соотношениях (3.9)–(3.11) $\alpha_u, \alpha_i, \alpha_r$ представляют собой доли расхода пара на турбину, значения которых определяются в процессе расчета тепловой схемы при решении уравнений теплового баланса регенеративных подогревателей.

Поскольку схемой предусмотрен каскадный слив дренажа, расчет удобнее начинать с последнего (z -го) по ходу воды ПВД, для которого известны все составляющие теплового баланса за исключением расхода отборного пара (см. рисунок 2).

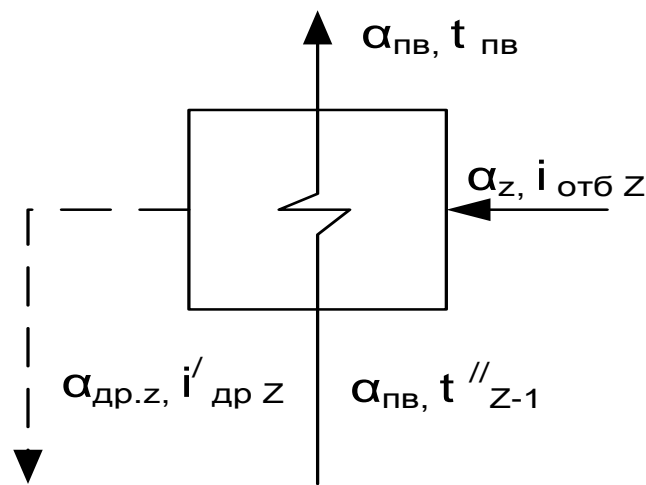


Рисунок 2 – Расчетная схема последнего по ходу воды ПВД

$$\alpha_z \cdot (i_{\text{отб.z}} - i'_{\text{др.z}}) \cdot \eta_n = \alpha_{\text{нв}} \cdot (i_{\text{кв}} - i''_{\text{нв}(z-1)}). \quad (3.12)$$

Откуда

$$\alpha_z = \frac{\alpha_{\text{нв}} \cdot (i_{\text{нв}} - i''_{\text{нв}(z-1)})}{(i_{\text{отб.z}} - i'_{\text{др.z}}) \cdot \eta_n}, \quad (3.13)$$

где η_n - коэффициент полезного действия регенеративного подогревателя, учитывающий потери тепла в окружающую среду $\approx 0,98 \div 0,99$.

Далее определяют расходы пара на ПВД $z-1, z-2$ и т.д. Расчетная схема этих ПВД включает в себя каскадный слив дренажа подогревателей более высокого давления.

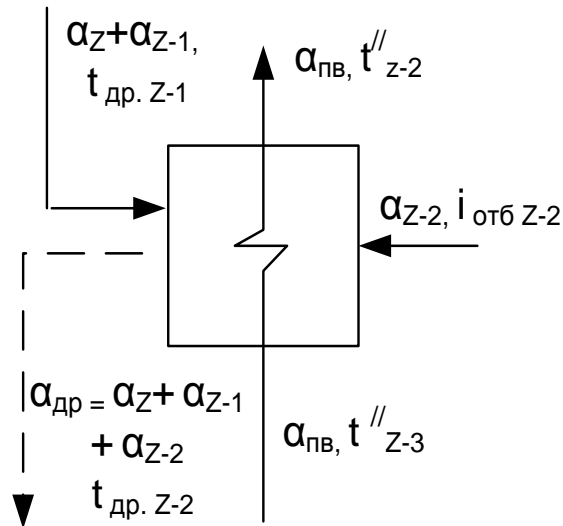


Рисунок 3-Расчетная схема промежуточного ПВД

Например, для Z-2 подогревателя (см. рисунок 3) имеем:

$$\begin{aligned} \alpha_{z-2} (i_{отб.z-2} - i'_{др.z-2}) \eta_n + (\alpha_z + \alpha_{z-1}) \eta_n (i''_{др.(z-1)} - i''_{др.z-2}) \eta_n = \\ = \alpha_{не} (i''_{z-2} - i''_{z-3}). \end{aligned} \quad (3.14)$$

Откуда

$$\alpha_{z-2} = \frac{\alpha_{не} (i''_{z-2} - i''_{z-3}) - (\alpha_z + \alpha_{z-1}) \eta_n (i''_{др.z-1} - i''_{др.z-2}) \eta_n}{(i_{отб.z-2} - i'_{др.z-2}) \eta_n}. \quad (3.15)$$

Аналогичным образом определяют доли отборов пара на группу подогревателей низкого давления, с той лишь разницей, что вместо относительного расхода питательной воды в уравнениях необходимо подставлять расход основного конденсата $\alpha_{ки}$, определяемого при расчете деаэратора. Расчетная схема деаэратора приведена на рисунке 4.

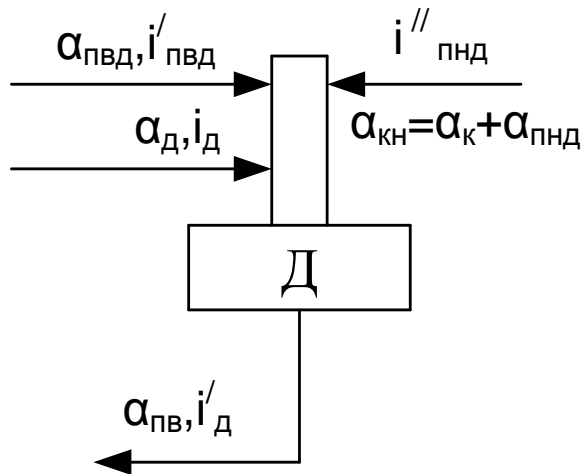


Рисунок 4 – Расчетная схема деаэратора

Тепловой баланс деаэратора записывается в виде:

$$\alpha_{д} \cdot i'_{д} + \alpha_{пвд} \cdot i'_{др.пвд} + \alpha_{кн} \cdot i''_{пнд} = \alpha_{пв} \cdot i''_{г}. \quad (3.16)$$

В последнем уравнении имеются два неизвестных $\alpha_{д}$ и $\alpha_{кн}$, поэтому для его решения необходимо воспользоваться соотношением (3.11).

Определение показателей тепловой экономичности турбоустановки.

К энергетическим показателям турбоустановки относят:

Удельный расход пара

$$d = \frac{3600D_0}{N_{э}} \quad (\text{кг. пара/кВт} \cdot \text{ч}). \quad (3.17)$$

Удельный расход тепла

$$q = \frac{Q_{тв}}{N_{э}} \quad (\text{кДж/ кВт} \cdot \text{ч}). \quad (3.18)$$

Коэффициент полезного действия турбоустановки

$$\eta_{тв} = \frac{N_{э}}{Q_{тв}}, \quad (3.19)$$

здесь $N_{э}$ - электрическая мощность турбины,

D_0 - свежего пара на турбину,

$Q_{тв}$ - расход тепла на турбоустановку.

Значения D_0 рассчитываются по формуле

$$D_0 = \frac{3600N_{\text{э}}}{(i_0 - i_{\text{у}})n_{\text{ЭМ}}(1 - \sum_{i=1}^z \alpha_i y_i)}, \quad (3.20)$$

где: $y_i = \frac{i_{\text{омб}} - i_k}{(i_0 - i_{\text{у}})}$ – коэффициент недовыработки электроэнергии отборным паром.

Определение $Q_{\text{ТГ}}$ производится по соотношению:

$$Q_{\text{ТГ}} = D_0(i_0 - i_{\text{ПВ}}). \quad (3.21)$$

Таким образом, в результате расчета тепловой схемы турбоустановки определяются все данные, необходимые для проведения технико-экономического сравнения вариантов регенеративного подогрева.

4 Расчет коэффициентов полезного действия котельного агрегата и станции в целом

Коэффициент полезного действия котельного агрегата по обратному балансу записывается соотношением вида:

$$q_{\text{ка}} = 1 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6, \quad (4.4)$$

где q_2, q_3, q_4, q_5, q_6 – потери тепла соответственно с уходящими газами, химическим и механическим недожогом топлива в окружающую среду с физическим теплом шлака.

Методика определения составляющих уравнения (4.4) подробно изложена в «Тепловом расчете котельных агрегатов (Нормативный метод)». Здесь же только отметим, что изменение температуры питательной воды на 10°C сопровождается изменением температуры уходящих газов примерно на $2,2^{\circ}\text{C}$, т.е.

$$\Delta t_{\text{yx}} = 0,22 \Delta t_{\text{ПВ}}. \quad (4.5)$$

Используя уравнение (4.5), нетрудно определить зависимость q_2 от $t_{\text{нб}}$. Прочие потери в условиях выполнения курсового проекта можно считать неизменными.

Коэффициент полезного действия станции в целом представляет собой произведение коэффициентов полезного действия отдельных ее элементов: котельного агрегата, турбоустановки, транспорта тепла

$$\eta_{ст} = \eta_{к.а} \cdot \eta_{ту} \cdot \eta_{тр}. \quad (4.6)$$

Данное соотношение позволяет рассчитать значения $\eta_{ст}$ для всех рассматриваемых в курсовом проекте вариантов тепловых схем блока.

Расход топлива производится по формуле:

$$B = bhN_0, \quad (4.7)$$

где B - удельный расход натурального топлива, $\frac{г}{кВт \cdot ч}$;

h - число часов использования установленной мощности. Удельный расход топлива вычисляют, используя значения КПД станции, найденные по (4.6) из соотношения

$$B = \frac{123 \cdot Q_{н\text{ят}}^p}{\eta_{ст} Q_{н\text{ит}}^p}, \quad (4.8)$$

где $Q_{н\text{ят}}^p$, $Q_{н\text{ит}}^p$ - низшая теплотворная способность соответственно условного и натурального топлива.

При сравнении вариантов необходимо учесть затраты на добавляемые подогреватели по формуле:

$$\Delta K = n \cdot C_{1\text{подогр}},$$

где n - число подогревателей;

$C_{1\text{подогр}}$ - стоимость одного регенеративного подогревателя.

ΔB - уменьшение расхода топлива при внедрении регенерации:

$$\Delta B = B_{1\text{вар}} - B_{2\text{вар}}.$$

Тогда приведенные затраты при переходе от одной схемы к другой составят

$$\Delta Z = \Delta B \cdot C_{\text{топл}} - P \cdot \Delta K,$$

где P - коэффициент эффективности капложений.

В случае, если ΔZ больше нуля, вариант экономически выгоден, если меньше нуля – невыгоден.

Приложение 1

Параметры пара $P_0=9,0$ МПа,

$t_0=450^{\circ}\text{C}$,

$P_k=0,03$ МПа

Таблица 1

№ п/п	Температура питательной воды ($^{\circ}\text{C}$)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=5			Z=6			Z=7			Z=8		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	4,388	3048	0,3280	4,381	3043	0,3286	4,375	3039	0,3291	4,371	3036	0,3294
2	200	4,511	3024	0,3307	4,500	3016	0,3315	4,491	3010	0,3322	4,485	3006	0,3327
3	220	4,652	3002	0,3331	4,643	2997	0,3337	4,632	2990	0,3345	4,623	2984	0,3352
4	240	4,827	2992	0,3343	4,816	2985	0,3351	4,796	2912	0,3364	4,791	2969	0,3368
5	260	5,043	2991	0,3343	5,0212	2978	0,3358	5,001	2966	0,3371	4,990	2960	0,3379
6	280	5,316	3005	0,3328	5,283	2986	0,3349	5,263	2975	0,3362	5,241	2962	0,3376

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Температура питательной воды ($^{\circ}\text{C}$)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=9			Z=10			Z=11			Z=12		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	4,367	3034	0,3296	4,364	3032	0,3299	4,362	3030	0,3300	4,360	3029	0,3302
2	200	4,480	3003	0,3330	4,476	3000	0,3333	4,474	2999	0,3335	4,471	2997	0,3337
3	220	4,616	2979	0,3357	4,613	2977	0,3359	4,608	2974	0,3363	4,604	2971	0,3365
4	240	4,776	2960	0,3378	4,777	2960	0,3378	4,765	2953	0,3386	4,765	2953	0,3386
5	260	4,977	2952	0,3387	4,971	2948	0,3392	4,963	2944	0,3397	4,956	2940	0,3402
6	280	5,230	2956	0,3383	5,215	2948	0,3393	5,209	2944	0,3397	5,200	2939	0,3402

Параметры пара $P_0=10,0$ МПа,

$t_0=465^{\circ}\text{C}$,

$P_k=0,027$ МПа

Таблица 2

№ п/п	Температура питательной воды ($^{\circ}\text{C}$)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=5			Z=6			Z=7			Z=8		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	4,226	2964	0,3373	4,218	2959	0,3379	4,213	2955	0,3384	4,209	2952	0,3387
2	200	4,342	2940	0,3402	4,331	2933	0,3410	4,322	2927	0,3417	4,316	2923	0,3422
3	220	4,474	2918	0,3427	4,465	2912	0,3434	4,455	2906	0,3442	4,446	2900	0,3448
4	240	4,637	2906	0,3441	4,626	2899	0,3449	4,608	2888	0,3463	4,603	2885	0,3467
5	260	4,837	2903	0,3445	4,817	2891	0,3459	4,798	2880	0,3473	4,787	2873	0,3481
6	280	5,089	2912	0,3434	5,068	2895	0,3454	5,040	2885	0,3467	5,019	2873	0,3481

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Температура питательной воды ($^{\circ}\text{C}$)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=9			Z=10			Z=11			Z=12		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	4,205	2950	0,3390	4,203	2948	0,3392	4,200	2947	0,3394	4,199	2945	0,3395
2	200	4,312	2920	0,3425	4,308	2917	0,3428	4,305	2915	0,3431	4,303	2914	0,3432
3	220	4,440	2896	0,3453	4,436	2893	0,3456	4,432	2891	0,3460	4,428	2888	0,3462
4	240	4,589	2876	0,3477	4,589	2876	0,3477	4,578	2869	0,3485	4,578	2869	0,3485
5	260	4,776	2866	0,3489	4,767	2861	0,3495	4,761	2858	0,3499	4,755	2854	0,3504
6	280	5,009	2866	0,3489	4,995	2859	0,3498	4,986	2854	0,3504	4,981	2851	0,3508

Параметры пара $P_0=11,0$ МПа,

$t_0=480^{\circ}\text{C}$,

$P_k=0,024$ МПа

Таблица 3

№ п/п	Температура питательной воды ($^{\circ}\text{C}$)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=5			Z=6			Z=7			Z=8		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	-	-	-	4,067	2882	0,3470	4,061	2878	0,3475	4,057	2875	0,3478
2	200	4,184	2863	0,3493	4,173	2856	0,3502	4,165	2850	0,3506	4,159	2846	0,3514
3	220	4,308	2841	0,3520	4,300	2835	0,3527	4,290	2829	0,3535	4,281	2823	0,3542
4	240	4,461	2828	0,3536	4,450	2821	0,3545	4,433	2810	0,3559	4,428	2807	0,3562
5	260	4,648	2823	0,3542	4,628	2812	0,3557	4,610	2801	0,3571	4,600	2795	0,3578
6	280	4,881	2830	0,3534	4,852	2813	0,3555	4,835	2803	0,3568	4,815	2792	0,3582

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Температура питательной воды ($^{\circ}\text{C}$)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=9			Z=10			Z=11			Z=12		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	4,054	2872	0,3481	4,051	2871	0,3484	4,049	2869	0,3485	4,047	2868	0,3487
2	200	4,155	2843	0,3518	4,151	2840	0,3521	4,148	2838	0,3523	4,146	2837	0,3525
3	220	4,275	2819	0,3547	4,272	2817	0,3550	4,268	2814	0,3554	4,264	2812	0,3557
4	240	4,415	2799	0,3573	4,413	2798	0,3575	4,405	2792	0,3581	4,405	2792	0,3581
5	260	4,589	2788	0,3587	4,581	2783	0,3593	4,576	2780	0,3598	4,5701	2776	0,3602
6	280	4,805	2786	0,3589	4,793	2779	0,3599	4,784	2774	0,3605	4,778	2770	0,3610

Параметры пара $P_0=12,0$ МПа,

$t_0=495^0\text{C}$,

$P_k=0,021$ МПа

Таблица 4

№ п/п	Температура питательной воды (^0C)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=5			Z=6			Z=7			Z=8		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	-	-	-	3,923	2809	0,3561	3,918	2805	0,3565	3,914	2802	0,3569
2	200	4,034	2790	0,3584	4,024	2783	0,3593	4,016	2778	0,3600	4,011	2774	0,3605
3	220	4,149	2766	0,3615	4,143	2763	0,3620	4,134	2756	0,3628	4,126	2751	0,3635
4	240	4,295	2755	0,3630	4,285	2748	0,3639	4,269	2738	0,3653	4,264	2735	0,3657
5	260	4,4699	2749	0,3638	4,452	2738	0,3652	4,435	2727	0,3667	4,425	2722	0,3674
6	280	4,687	2753	0,3632	4,660	2737	0,3653	4,644	2727	0,3666	4,625	2717	0,3681

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Температура питательной воды (^0C)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=9			Z=10			Z=11			Z=12		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	3,911	2800	0,3572	3,908	2798	0,3574	3,906	2796	0,3576	3,904	2795	0,3578
2	200	4,006	2771	0,3609	4,003	2768	0,3612	4,000	2766	0,3615	3,997	2765	0,3617
3	220	4,120	2747	0,3640	4,115	2744	0,3644	4,112	2742	0,3647	4,109	2740	0,3650
4	240	4,251	2727	0,3667	4,250	2726	0,3669	4,242	2721	0,3676	4,241	2720	0,3676
5	260	4,414	2715	0,3683	4,407	2710	0,3689	4,402	2707	0,3694	4,396	2704	0,3698
6	280	4,613	2710	0,3690	4,604	2704	0,3698	4,596	2700	0,3704	4,590	2696	0,3709

Параметры пара $P_0=13,0$ МПа,

$t_0=510^0\text{C}$,

$P_k=0,018$ МПа

Таблица 5

№ п/п	Температура питательной воды (^0C)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=5			Z=6			Z=7			Z=8		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	-	-	-	3,785	2738	0,3652	3,780	2735	0,3657	3,776	2732	0,3661
2	200	3,891	2720	0,3676	3,881	2714	0,3685	3,873	2708	0,3693	3,868	2704	0,3698
3	220	4,006	2702	0,3701	3,994	2694	0,3712	3,985	2687	0,3721	3,977	2682	0,3728
4	240	4,138	2686	0,3724	4,127	2679	0,3733	4,112	2669	0,3747	4,103	2666	0,3751
5	260	4,302	2679	0,3733	4,284	2668	0,3748	4,267	2658	0,3763	4,256	2651	0,3773
6	280	4,504	2681	0,3730	4,478	2666	0,3751	4,457	2653	0,3769	4,445	2646	0,3779

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Температура питательной воды (^0C)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=9			Z=10			Z=11			Z=12		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	3,772	2729	0,3664	3,770	2728	0,3666	3,768	2726	0,3668	3,766	2725	0,367
2	200	3,863	2701	0,3702	3,860	2699	0,3705	3,857	2697	0,3708	3,855	2695	0,371
3	220	3,971	2679	0,3734	3,967	2675	0,3738	3,964	2674	0,3740	3,961	2671	0,3743
4	240	4,095	2658	0,3762	4,093	2657	0,3764	4,086	2652	0,3771	4,085	2652	0,3771
5	260	4,248	2646	0,3780	4,241	2641	0,3786	4,235	2637	0,3792	4,231	2635	0,3795
6	280	4,434	2640	0,3788	4,425	2634	0,3796	4,418	2630	0,3808	4,412	2626	0,3808

Параметры пара $P_0=14,0$ МПа,

$t_0=525^0\text{C}$,

$P_k=0,015$ МПа

Таблица 6

№ п/п	Температура питательной воды (^0C)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=5			Z=6			Z=7			Z=8		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	-	-	-	3,650	2669	0,3746	3,645	2665	0,3752	3,641	2663	0,3756
2	200	3,751	2622	0,3771	3,742	2645	0,3780	3,734	2640	0,3788	3,729	2636	0,3793
3	220	3,861	2634	0,3796	3,849	2626	0,3808	3,840	2620	0,3817	3,832	2615	0,3824
4	240	3,985	2617	0,382	3,975	2611	0,3830	3,958	2600	0,3846	3,955	2598	0,3849
5	260	4,139	2611	0,3831	4,122	2600	0,3846	4,106	2590	0,3861	4,096	2583	0,3871
6	280	4,328	2612	0,3829	4,304	2597	0,3851	4,284	2585	0,3869	4,268	2576	0,3882

Продолжение таблицы 6

№ п/п	Температура питательной воды (^0C)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=9			Z=10			Z=11			Z=12		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	-	-	-	3,635	2658	0,3762	3,633	2657	0,3764	3,632	2656	0,3766
2	200	-	-	-	3,721	2631	0,3801	3,718	2629	0,3804	3,716	2627	0,3806
3	220	3,827	2611	0,3830	3,822	2608	0,3834	3,820	2606	0,3837	3,817	2604	0,3840
4	240	3,944	2591	0,3859	3,942	2590	0,3861	3,939	2588	0,3865	3,934	2585	0,3869
5	260	4,088	2579	0,3878	4,081	2574	0,3885	4,074	2570	0,3891	4,071	2568	0,3894
6	280	4,262	2572	0,2889	4,253	2566	0,3896	4,246	2562	0,3907	4,241	2559	0,3908

Параметры пара $P_0=15,0$ МПа,

$t_0=540^{\circ}\text{C}$,

$P_k=0,012$ МПа

Таблица 7

№ п/п	Температура питательной воды ($^{\circ}\text{C}$)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=5			Z=6			Z=7			Z=8		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	-	-	-	3,516	2599	0,3847	3,511	2595	0,3853	3,507	2593	0,3857
2	200	3,613	2583	0,3871	3,603	2577	0,3881	3,596	2571	0,3889	3,531	2568	0,3895
3	220	3,717	2566	0,3897	3,705	2558	0,3910	3,696	2552	0,3919	3,670	2547	0,3926
4	240	3,834	2550	0,3921	3,824	2544	0,3932	3,808	2533	0,3948	3,805	2531	0,3951
5	260	3,979	2543	0,3933	3,969	2536	0,3944	3,948	2523	0,3964	3,942	2519	0,397
6	280	4,157	2543	0,3933	4,134	2529	0,3955	4,115	2517	0,3973	4,104	2510	0,3984

Продолжение таблицы 7

№ п/п	Температура питательной воды ($^{\circ}\text{C}$)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=9			Z=10			Z=11			Z=12		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	3,504	2590	0,3861	3,501	2588	0,3864	3,499	2587	0,3866	3,498	2586	0,3868
2	200	3,587	2565	0,3899	3,583	2562	0,3903	3,581	2560	0,3906	3,579	2559	0,3908
3	220	3,684	2543	0,3932	3,680	2540	0,3937	3,677	2538	0,3940	3,674	2536	0,3943
4	240	3,799	2526	0,3958	3,793	2522	0,3964	3,789	2520	0,3968	3,785	2518	0,3972
5	260	3,930	2511	0,3982	3,928	2510	0,3985	3,918	2503	0,3995	3,918	2503	0,3995
6	280	4,092	2503	0,3995	4,085	2492	0,4002	4,079	2495	0,4008	4,073	2491	0,4014

Параметры пара $P_0=16,0$ МПа,

$t_0=555^0\text{C}$,

$P_k=0,009$ МПа

Таблица 8

№ п/п	Температура питательной воды (^0C)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=5			Z=6			Z=7			Z=8		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	-	-	-	3,379	2525	0,3959	3,374	2522	0,3965	3,370	2519	0,3970
2	200	3,472	2511	0,3982	3,463	2504	0,3993	3,456	2499	0,4001	3,450	2495	0,4008
3	220	3,571	2495	0,4008	3,560	2487	0,4022	3,551	2481	0,4031	3,544	2476	0,4039
4	240	3,682	2479	0,4031	3,673	2473	0,4044	3,657	2462	0,4061	3,654	2460	0,4064
5	260	3,819	2472	0,4045	3,808	2465	0,4057	3,789	2452	0,4078	3,783	2449	0,4084
6	280	3,986	2471	0,4046	3,964	2458	0,4069	3,945	2446	0,4088	3,934	2440	0,4099

Продолжение таблицы 8

№ п/п	Температура питательной воды (^0C)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=9			Z=10			Z=11			Z=12		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	3,367	2516	0,3974	3,364	2515	0,3977	3,362	2513	0,398	3,361	2512	0,3981
2	200	3,446	2492	0,4012	3,443	2490	0,4016	3,441	2489	0,4018	3,439	2487	0,4021
3	220	3,539	2472	0,4045	3,535	2469	0,4050	3,532	2457	0,4053	3,529	2465	0,4057
4	240	3,648	2456	0,4072	3,642	2452	0,4078	3,638	2450	0,4082	3,635	2447	0,4086
5	260	3,772	2441	0,4096	3,769	2439	0,4099	3,760	2433	0,4110	3,759	2433	0,4110
6	280	3,923	2433	0,4111	3,917	2409	0,4117	3,909	2424	0,4125	3,905	2422	0,4130

Параметры пара $P_0=17,0$ МПа,

$t_0=570^{\circ}\text{C}$,

$P_k=0,006$ МПа

Таблица 9

№ п/п	Температура питательной воды ($^{\circ}\text{C}$)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=5			Z=6			Z=7			Z=8		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	-	-	-	-	-	-	3,228	2439	0,4100	3,224	2436	0,4105
2	200	3,322	2430	0,4115	3,313	2424	0,4126	3,306	2419	0,4135	3,301	2414	0,4147
3	220	3,417	2416	0,4140	3,405	2407	0,4154	3,397	2401	0,4165	3,390	2397	0,4178
4	240	3,522	2401	0,4165	3,512	2394	0,4176	3,502	2387	0,4189	3,494	2382	0,4198
5	260	3,651	2394	0,4177	3,640	2387	0,4189	3,622	2375	0,4211	3,616	2471	0,4218
6	280	3,805	2392	0,4181	3,786	2380	0,4202	3,768	2369	0,4222	3,757	2362	0,4233

Продолжение таблицы 9

№ п/п	Температура питательной воды ($^{\circ}\text{C}$)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=9			Z=10			Z=11			Z=12		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	3,221	2434	0,4109	3,218	2432	0,4112	3,216	2430	0,4115	3,214	2429	0,4118
2	200	3,297	2412	0,4147	3,293	2409	0,4152	3,291	2408	0,4154	3,289	2406	0,4156
3	220	3,385	2393	0,418	3,380	2390	0,4185	3,378	2388	0,4188	3,375	2386	0,4192
4	240	3,488	2378	0,4206	3,482	2374	0,4213	3,479	2371	0,4217	3,475	2369	0,4221
5	260	3,605	2364	0,4231	3,602	2362	0,4234	3,593	2356	0,4245	3,593	2356	0,4245
6	280	3,747	2355	0,4246	3,741	2352	0,4253	3,733	2347	0,4261	3,728	2344	0,4267

Параметры пара $P_0=18,0$ МПа,

$t_0=555^0\text{C}$,

$P_k=0,003$ МПа

Таблица 10

№ п/п	Температура питательной воды (^0C)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=5			Z=6			Z=7			Z=8		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	-	-	-	-	-	-	3,053	2333	0,4256	3,049	2330	0,4292
2	200	3,145	2327	0,4297	3,136	2320	0,4310	3,128	2315	0,4319	3,123	2311	0,4327
3	220	3,235	2315	0,4320	3,225	2307	0,4334	3,215	2300	0,4348	3,208	2295	0,4357
4	240	3,342	2307	0,4335	3,324	2295	0,4358	3,314	2288	0,4371	3,306	2282	0,4382
5	260	3,455	2296	0,4356	3,444	2288	0,4370	3,426	2276	0,4393	3,420	2272	0,4401
6	280	3,599	2294	0,4359	3,586	2285	0,4376	3,563	2271	0,4404	3,557	2267	0,4411

Продолжение таблицы 10

№ п/п	Температура питательной воды (^0C)	Удельный расход пара «d» (кг/кВт ч), тепла «q» (кДж/кВт с), КПД турбоустановки « $\eta_{\text{ТУ}}$ » при числе регенеративных подогревателей «z»											
		Z=9			Z=10			Z=11			Z=12		
		d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$	d	q	$\eta_{\text{ТУ}}$
1	180	3,046	2327	0,4297	3,043	2325	0,4301	3,041	2324	0,4304	3,039	2322	0,4307
2	200	3,119	2308	0,4333	3,115	2305	0,4338	3,113	2304	0,4341	3,111	2302	0,4344
3	220	3,203	2291	0,4364	3,198	2288	0,4371	3,196	2286	0,4374	3,193	2284	0,4378
4	240	3,300	2278	0,4390	3,295	2274	0,4397	3,290	2271	0,4404	3,287	2269	0,4407
5	260	3,410	2265	0,4415	3,406	2263	0,4419	3,401	2260	0,4426	3,397	2257	0,4431
6	280	3,542	2258	0,4429	3,539	2255	0,4434	3,529	2249	0,4446	3,527	2248	0,4448

Список литературы

Основная литература:

1. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции.–М.:«МЭИ», 2010.
2. Алтухов М.С. и др. под ред. Клименко, В.М. Зорина. Теплоэнергетика и теплотехника. Тепловые и атомные электростанции.–М.:«МЭИ», 2007.
3. Александров А.А. Таблица теплофизических свойств воды и водяного пара.– М.: «МЭИ», 2006.
4. Костюк А.Г. Паровые и газовые турбины для электростанций.-М.: «МЭИ», 2008.
5. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС. – М.: «МЭИ», 2005.
6. Клименко А.В., Зорина В.М. Теплоэнергетика и теплотехника. – М.: «МЭИ», 2007.

Дополнительная литература:

7. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции.-М.: «Энергия», 1987.
8. Буров В.Д. Тепловые электрические станции.– М.:«МЭИ», 2005.
9. Троянский Б.М., Самойлович Г.С. Паровые и газовые турбины. Сборник задач.- М.: Энергоатомиздат, 1987.

Тютебаева Галия Муафеевна
Сабаншиева Сандугаш Сабырбековна

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЭС

Методические указания к выполнению курсовых работ для студентов
специальности 5В071700- Теплоэнергетика

Редактор Л.Т. Сластихина
Специалист по стандартизации Н.К. Молдабекова

Подписано в печать «___» «___» «___»
Тираж 50 экз
Объем 1,8 уч.-изд.л

Формат 60x84 1/16
Бумага типографская №1
Заказ _____ Цена 900 тенге

Копираважно-множительное бюро
Некоммерческое акционерное общество
Алматинский университет энергетики и связи
050013, Алматы, Байтурсынова 126