

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Кафедра електричної інженерії

Методичні вказівки до курсового проекту
з дисципліни
«Монтаж, проектування, експлуатація теплотехнічного обладнання»
на тему «Вибір та обґрунтування схеми енергозбереження
промислового об'єкту»
для студентів денної та заочної форм навчання технічних
спеціальностей

Покровськ-2019

Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Монтаж, проектування, експлуатація теплотехнічного обладнання» на тему «Вибір та обґрунтування схеми енергозбереження промислового об'єкту» для студентів денної та заочної форм навчання технічних спеціальностей. / уклад. О.М. Любименко. – Покровськ : ДонНТУ, 2019 . – 47 с.

У методичних вказівках наведені визначення основних понять і величин, що розглядаються у дисципліні «Монтаж, проектування, експлуатація теплотехнічного обладнання», коротко роз'яснена сутність описуваних процесів. Вказівки містять ілюстраційний матеріал, який допомагає більш досконаліше ознайомитися з системами проектування та експлуатації теплотехнічного обладнання, вентиляції та зрозуміти принцип дії окремих складників цих систем.

Методичні вказівки можуть бути використані студентами денної та заочної форми навчання технічних спеціальностей

Укладачі: Любименко О.М., доц., к.ф.-м.н., доц. кафедри електричної інженерії

Рецензент: Штепа О.А, доц., к.т.н., доц. кафедри електронної техніки.

Відповідальний за випуск : Колларов О.Ю., завідувач кафедри електричної інженерії

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ, протокол № 7 від 26.02.2019 р.

Розглянуто на засіданні кафедри електричної інженерії, протокол №14 від 21.02.2019 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1.ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ.....	6
2.ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ЧАСТИНИ.....	9
2.1 Розрахунок річного графіку електричних навантажень	9
2.2 Розрахунок річного графіка теплових навантажень	10
2.3 Розрахунок річного споживання електричної енергії	11
2.4 Розрахунок річного споживання теплової енергії.....	12
2.5 Розрахунок коефіцієнта структури енергоспоживання	13
2.6 Визначення граничного значення коефіцієнта структури.....	14
3. ВИБІР СХЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....	16
3.1 Визначення початкових параметрів	17
4. ВИБІР ОСНОВНОГО УСТАТКУВАННЯ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ	19
4.1 Вибір парової турбіни.....	19
4.2 Визначення теплофікаційного коефіцієнта для номінальних характеристик турбіни.....	20
4.3 Вибір парогенератора	20
5 ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТЕЦ ТА ЇХ АНАЛІЗ	22
5.1 Побудова спільних графіків електричних навантажень	22
5.2 Побудова сумісних графіків теплових навантажень.....	24
5.3 Аналіз сумісних графіків електричних та теплових навантажень.....	25
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	26
6.1 Визначення характеристик теплової електростанції.....	26
6.2 Визначення економії палива при енергопостачанні від ТЕЦ.....	27
6.3 Розподілення палива на ТЕЦ	28
6.4 Показники роботи ТЕЦ на теплофікаційному режимі.....	28
6.5 Визначення собівартості енергії, що виробляє ТЕЦ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	30
Додаток А . Характеристики стаціонарних парових турбін для приводу електричних генераторів	31
Додаток Б . Характеристики парогенераторів Барнаульського котельного заводу.....	32

Додаток В . Характеристики парогенераторів Таганрозького котельного заводу.....	33
Додаток Г. Приблизний перелік питань для підготовки до захисту роботи...	34
Додаток Д. Вимоги до оформлення курсової роботи.	35

ВСТУП

Промислові об'єкти є споживачами різних видів енергії і в першу чергу, електричної і теплової. Такі підприємства можуть отримувати кожен з видів енергії окремо від самостійних джерел, наприклад, електричну енергію з енергетичної системи або від ТЕС, а теплову - від котельні. Так само, можливо отримання електричної та теплової енергії від власної теплоелектроцентралі (ТЕЦ).

Якій схемі енергопостачання віддати перевагу в окремому конкретному випадку можна вирішити лише на основі техніко-економічного розрахунку.

Це завдання реалізується в цій роботі. Вихідними даними для розрахунку є величина і зміна в часі електричної і теплових навантажень, заданих у вигляді рівнянь. В реальних умовах розрахунок проводиться за графіками електричних і теплових навантажень.

Курсова робота включає пояснювальну записку та графічну частину у вигляді креслення принципової теплової схеми системи енергопостачання. Пояснювальна записка повинна містити наступні розділи:

- анотація;
- вступ;
- розрахунок величини електричних і теплових навантажень;
- вибір схеми енергопостачання; визначення початкових параметрів пари;
- вибір основного устаткування електростанції;
- визначення режимів роботи електростанції і їх аналіз;
- техніко-економічні показники електростанції систем енергопостачання;
- висновок;
- список використаної літератури.

В пояснювальній записці повинні бути наступні рисунки:

- графік річний електричного навантаження;
- графік річний теплового навантаження;

- графік зміни коефіцієнта структури протягом року;
- графік спільних електричних навантажень;
- графік спільних теплових навантажень;
- принципова тепла схема енергопостачання;
- схема розширення пари в турбіні в координатах h , S або на діаграмі h , S .

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ

Фіксоване (початкове) значення теплового навантаження (Q_0) = (МВт)

Імперичні коефіцієнти рівняння теплових навантажень (A, B) =

Початкове значення електричного навантаження (N_0) = (МВт)

Імперичні коефіцієнти рівняння електричних навантажень (C, D) =

Марка палива –

Вид теплоносія –

Тиск (P) = (МПа)

Температура (t_3) = °С

Для теплопостачання використовуємо теплоносій, який заданий в таблиці 1.1 . Марка палива задана в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Параметри теплоносія

Перша буква прізвища	Вид теплоносія	Тиск, МПа	Температура, °С
А, Б	Пар	0,2	100
Г, Д, Е	Пар	0,15	110
Ж, З, И	Пар	0,12	120
К, Л, М	Пар	0,3	130
Н, О, П	Пар	0,4	140
Р, С, Т	Пар	0,25	150
У, Ф, Х	Гаряча Вода	1,0	130
Ч, Ц, Ш	Пар	1,5	150
Щ, Э, Ю	Пар	1,2	120
В, Я	Пар	0,5	100

Таблиця 1.2. – Марка палива

Цифра шифру	Паливо
0	Донецький антрацит
1	Ленінський вугілля (Кузбас)
2	Карагандинський буре вугілля
3	Кизеловський буре вугілля

4	Шебелинський природний газ
5	Донецьке вугілля "Г"
6	Підмосковській вугілля "Б"
7	Донецьке вугілля "Г"
8	Дашавський природний газ
9	Донецьке вугілля "Т"

У таблиці 1.3 представлені значення коефіцієнтів рівняння електричних навантажень, які обираються по останній цифрі залікової книжки.

Таблиця 1.3 - Значення коефіцієнтів рівняння електричних навантажень

Остання цифра шифру залікової книжки	Q_0 , МВт	A	B	N_0 , МВт	C	D
0	100	50	60	30	15	20
1	150	80	90	50	25	25
2	200	110	70	60	30	30
3	250	120	130	80	40	60
4	300	200	100	100	50	20
5	100	40	50	30	15	30
6	150	70	80	50	20	40
7	200	70	110	60	50	30
8	250	130	120	70	50	30
9	300	150	100	100	80	50

У розрахунках прийняти:

- коефіцієнт використання палива у парогенераторі на ТЕЦ: $\varphi_{\Pi T}^T = 0,9$
- коефіцієнт використання тепла у парогенераторі у котельні: $\varphi_{\Pi T}^K = 0,7$
- внутрішній відносний коефіцієнт потужності теплофікаційної турбіни:
 $\eta_{oi}^T = 0,78$

- внутрішній відносний коефіцієнт потужності конденсаційної турбіни:
 $\eta_{oi}^K = 0,8$
- механічний ККД турбіни: $\eta_M^T = 0,96$
- ККД електрогенератора: $\eta_{\Gamma} = 0,97$

2. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ЧАСТИНИ

2.1 Розрахунок річного графіку електричних навантажень

Обґрунтувати схему енергопостачання і розрахувати її техніко-економічні показники для промислового підприємства, якщо величина річних електричних навантажень розраховується згідно заданому рівнянню:

$$N_{(t)} = N_0 + A \cdot \cos\left(\frac{t}{2190} \cdot \pi\right) + B \cdot \sin\left(\frac{t}{8760} \cdot \pi\right)$$

де N_0 , МВт – фіксоване (початкове) значення електричного навантаження за завданням;

A, B – постійні коефіцієнти за завданням;

t – поточна координата часу, год (значення t приймається рівним 0-8760 годин з кроком 365 год) ;

$\pi = 3,14159$.

Далі N розраховуємо з кроком $t = 365$ год, а результати розрахунків заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Результати розрахунків річних електричних навантажень

t, год	No, МВт	A	t/2190	$\cos((t/2190) \cdot \pi)$	B	t/8760	$\sin((t/8760) \cdot \pi)$	$B \cdot \sin((t/8760) \cdot \pi)$	N, МВт
0									
365									
730									
1095									
1460									
1825									
2190									
2555									
2920									
3285									
3650									
4015									

4380									
4745									
5110									
5475									
5840									
6205									
6570									
6935									
7300									
7665									
8030									
8395									
8760									

За даними отриманими після розрахунку величини річних електричних навантажень з таблиці 2.1 побудувати графік $N = f(t)$, у координатах N, t .

За даними графіка електричних навантажень визначити мінімальне та максимальне значення навантажень.

Графіки електричних навантажень представлені залежністю: $N = f(t)$, у координатах N, t .

2.2 Розрахунок річного графіка теплових навантажень

Значення річних теплових навантажень розраховується по заданому рівнянню

$$Q_1 = Q_0 + C \cdot \cos\left(\frac{t}{4380} \cdot \pi\right) + D \cdot \cos\left(\frac{t}{2190} \cdot \pi\right)$$

де Q_0 , МВт- фіксоване (початкове) значення теплового навантаження;

C, D - це постійні коефіцієнти згідно завданню.

Таким чином розраховуємо наступні значення річних теплових навантажень з кроком $t = 365$ год. Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків теплових навантажень

t, год	Q ₀ , МВт	C	t/ 4380	cos ((t/4380) *π)	C*cos ((t/4380)*π)	D	t/ 2190	cos((t/2190) *π)	D*cos((t/2190) *π)	Q, МВт
0										
365										
730										
1095										
1460										
1825										
2190										
2555										
2920										
3285										
3650										
4015										
4380										
4745										
5110										
5475										
5840										
6205										
6570										
6935										
7300										
7665										
8030										
8395										
8760										

За даними отриманими після розрахунку величини річних теплових навантажень з таблиці 2.1 побудувати графік $Q = f(t)$, у координатах Q, t .

За даними графіка річних теплових навантажень знайти значення мінімального та максимального навантаження протягом року.

Графіки електричних навантажень представлені залежністю: $Q = f(t)$, у координатах Q, t .

2.3 Розрахунок річного споживання електричної енергії

Визначити значення середнє, упродовж року, значення електричного навантаження:

$$N_{\text{сер.}} = 1/T \cdot \int_0^T N \cdot dt =$$

$$= \frac{1}{8760} \cdot \int_0^{8760} \left[N_0 + A \cdot \cos\left(\frac{t}{2190} \cdot \pi\right) + B \cdot \sin\left(\frac{t}{8760} \cdot \pi\right) \right] dt$$

Такі розрахунки можна виконати за допомогою тільки графіку річного електричного навантаження:

А розрахувати річний виробіток електричної енергії (споживання) можна по формулам:

$$\mathcal{E}^P = N_{\text{сер.}} \cdot 8760, \quad (\text{МВт} \cdot \text{год})$$

або

$$\mathcal{E}^P = \int_0^T \left[N_0 + A \cdot \cos\left(\frac{t}{2190} \cdot \pi\right) + B \cdot \sin\left(\frac{t}{8760} \cdot \pi\right) \right] dt, \quad (\text{МВт} \cdot \text{год})$$

2.4 Розрахунок річного споживання теплової енергії

Визначити значення середнього, упродовж року, теплового навантаження:

$$Q_{\text{сер.}} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T Q \cdot dt =$$

$$= \frac{1}{8760} \cdot \int_0^{8760} \left[Q_0 + C \cdot \cos\left(\frac{t}{4380} \cdot \pi\right) + D \cdot \cos\left(\frac{t}{2190} \cdot \pi\right) \right] dt, (\text{МВт})$$

Розрахувати річний виробіток (потребу) теплової енергії по одній із формул з методичних вказівок:

$$Q^r = Q_{\text{сер.}} \cdot 8760 \cdot 3600, \quad (\text{МДж})$$

$$Q^r = Q_{\text{сер.}} \cdot 8760, \quad (\text{МВт} \cdot \text{год})$$

$$Q_r = \int_0^{8760} \left[Q_0 + C \cdot \cos\left(\frac{t}{4380} \cdot \pi\right) + D \cdot \cos\left(\frac{t}{2190} \cdot \pi\right) \right] dt, (\text{МВт} \cdot \text{год})$$

$$Q_{\Gamma} = 3600 \int_0^{8760} \left[Q_0 + C \cdot \cos\left(\frac{t}{4380} \cdot \pi\right) + D \cdot \cos\left(\frac{t}{2190} \cdot \pi\right) \right] dt, (\text{МДж})$$

2.5 Розрахунок коефіцієнта структури енергоспоживання

Коефіцієнт структури енергоспоживання ψ розрахувати для усіх визначених значень N та Q . Результати відобразив у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку коефіцієнта структури енергоспоживання

$t, \text{год}$	N, MBm	Q, MBm	$\psi = N / Q$
0			
365			
730			
1095			
1460			
1825			
2190			
2555			
2920			
3285			
3650			
4015			
4380			
4745			
5110			
5475			
5840			
6205			

6570			
6935			
7300			
7665			
8030			
8395			
8760			

У координатах – потужність-час побудувати графік коефіцієнта структури енергоспоживання $\psi = f(t)$. При цьому, як і раніше, по довшій стороні сторінки розмістив вісь часу.

З графіку визначити мінімальне та максимальне значення коефіцієнта структури енергоспоживання ψ .

Величину середнього значення коефіцієнта структури визначити на основі даних з таблиці як середньоарифметичну:

$$\psi_{\text{сеп.}} = \frac{\sum_{i=1}^n \psi_i}{24}$$

де ψ_i – середнє значення коефіцієнта для i -го інтервалу часу, число розбивань часу інтервалу від 0 до 8760 годин.

2.6 Визначення граничного значення коефіцієнта структури

Для аналізу роботи електростанції необхідно знати величину граничного коефіцієнта структури, величина якого може бути визначена з рівняння:

$$\psi_{\text{гран.}} = \frac{1/\eta_{\text{ПГ}}^{\text{К}} - 1/\eta_{\text{ПГ}}^{\text{Т}} + \tau \cdot q_{\text{Т}} \cdot \left(1/\eta_{\text{ТЕЦ}}^{\text{К}} - 1/\eta_{\text{ТЕЦ}}^{\text{Т}} \right)}{1/\eta_{\text{ТЕЦ}}^{\text{К}} - 1/\eta_{\text{СТ}}}$$

де $\eta_{\text{ПГ}}^{\text{К}}$ – коефіцієнт використання тепла в парогенераторах котельних ($\eta_{\text{ПГ}}^{\text{К}} = 0,7$)

η_{III}^T – коефіцієнт використання палива в парогенераторах на ТЕЦ ($\eta_{III}^T = 0,9$)

$\eta_{ТЕЦ}^K$ – ККД ТЕЦ на конденсаційному режимі (у моєму випадку $\eta_{ТЕЦ}^K = 0,35 \dots 0,42$)

$\eta_{ТЕЦ}^T$ – ККД ТЕЦ на теплофікаційному режимі (у моєму випадку $\eta_{ТЕЦ}^T = 0,6 \dots 0,7$)

$\eta_{СТ}$ – ККД станції (у моєму випадку $\eta_{СТ} = 0,3 \dots 0,35$)

τ – теплофікаційний коефіцієнт (у моєму випадку $\tau = 0,2 \dots 0,6$)

q_T – доля теплофікаційного тепlopостачання (у моєму випадку $q_T = 0,35 \dots 0,7$).

Бажано прийняти $\eta_{mec}^K = 0,3$, $\eta_{mec}^T = 0,7$, $\tau = 0,4$, $\eta_{СТ} = 0,4$, $q_T = 0,6$.

3. ВИБІР СХЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Вибір схеми енергопостачання є метою всієї роботи. Однак методика виконання роботи передбачає зробити це спочатку як би попередньо, приблизно.

Схем енергопостачання, як відомо, в загальні дві:

- роздільна схема при $\psi_{сер.} > \psi_{гран.}$,
- комбінована схема при $\psi_{сер.} < \psi_{гран.}$.

Вибір однієї з них може бути вірним лише при детальному техніко-економічному порівнянні для конкретного підприємства.

Далі слід зобразити спрощену схему ТЕЦ, наприклад, як на рис.3.1, після якого має йти її опис, наприклад: "Як бачимо, схема ТЕЦ включає парогенератор (котел з пароперегрівом), турбіну парову, що складається з двох частин, конденсатор, конденсаційний і поживний насоси, регенеративний підігрівач (хоча б один), редукційно-охолоджувальну установку (РОУ), електричний генератор і теплові споживачі (потрібне позначити)". Далі слід коротко описати роботу ТЕЦ на основі принципової схеми.

З опису, зробленого студентом, повинно бути зрозуміло, що електрична енергія виробляється в трифазному електрогенераторі, що наводиться в обертання безпосередньо паровою турбіною, а теплова енергія (теплота) отримана або з регульованих відборів турбіни, або з відборів турбіни і редукційно-охолоджувальної установки (РОУ) або тільки з РОУ (на випадок аварії турбіни).

Вибір схеми енергопостачання є ціллю усієї роботи. Однак методика виконання роботи передбачає зробити це спочатку, як би попередньо.

Схем енергозбереження, як відомо, дві: роздільна та комбінована. Вибір однієї з них може бути правильним лише при детальному техніко-економічному порівнянні для конкретного підприємства. Тому, при $\psi_{сер.} < \psi_{гран.}$ — комбінована схема.

Приклад принципової схеми ТЕЦ:

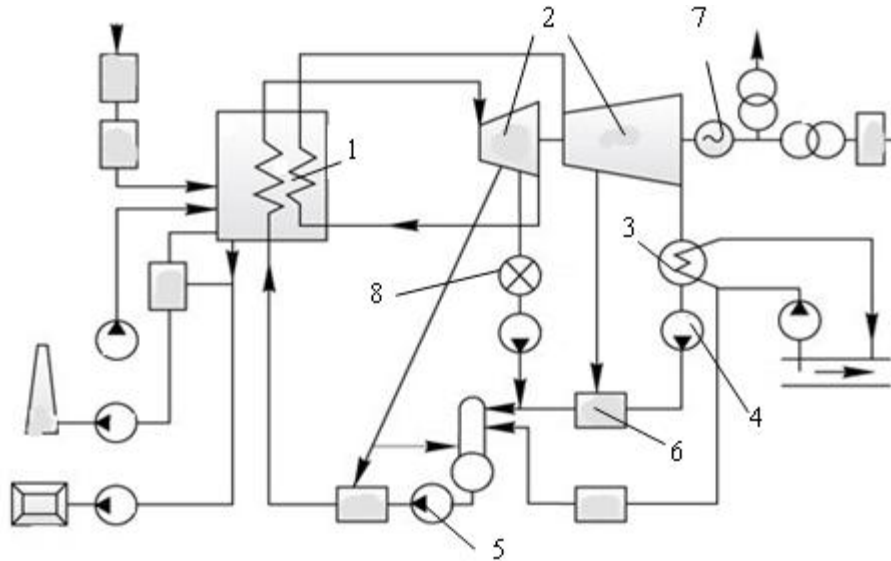


Рисунок 3.1 – Принципова схема ТЕЦ.

Як бачимо, схема ТЕЦ включає у себе парогенератор (1) (котел з пароперегрівачем), турбіну парову (2) (яка складається з двох частин), конденсатор (3), конденсаторний (4) та поживний (5) насоси, регенеративний підігрівач (6), редукційно-охолоджувальна установка (РОУ), електричний генератор (7) та тепловий споживач(8).

3.1 Визначення початкових параметрів

Отже виконують для заданого значення параметрів пари (тиску або температури) у відборі турбіни, який використовується для теплопостачання. Попередньо вважаючи, що у відбір йде сухий насичений пар, а від теплового споживача у схему поступає кип'ячий конденсат. З таблиць термодинамічних властивостей води та водяного пара [Ривкин С.А., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. - М.: Энергия, 1960. – 402 с] визначити:

ентальпії сухої насиченої пари $h''_{\text{сид.}} = \dots\dots\dots$ кДж/кг

та кип'ячої води $h'_{\text{сид.}} = \dots\dots\dots$ кДж/кг.

З рівняння знайти ентальпію свіжої пари на вході у турбіну:

$$h_1 = \psi_{\text{сер.}} \cdot (h''_{\text{від.}} - h'_{\text{від.}}) + h''_{\text{від.}}, \quad \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right)$$

Далі визначають значення ентальпії пари у кінці адіабатного розширення:

$$h_2 = h_1 - (h_1 - h''_{\text{від.}}) \cdot \frac{1}{\eta_{oi}^T}, \quad \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right)$$

де η_{oi}^T – відносний внутрішній ККД турбіни (згідно вихідних даних $\eta_{oi}^T = 0,78$)

Згідно значень $P_{\text{від.}}$ та h_2 на h - S діаграмі водяного пару знайти значення ентропії S_2 .

Так як $S_2 = S_1$ та h_1 відомі, визначають початкові параметри P_1 та t_1 : та зобразити на рисунку 3.2

$$S_2 = S_1 = \dots\dots\dots, (\text{кДж/кг} \cdot \text{К});$$

$$P_1 = \dots\dots\dots (\text{МПа}); .$$

$$t_1 = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$$

На рис.3.2.- навести схему визначення попередніх початкових параметрів пари на вході в турбіну на h , S -діаграмі водяної пари, де повинно бути наведено :

- робочий процес розширення пара;
- теоретичний процес розширення пари в турбіні

4. ВИБІР ОСНОВНОГО УСТАТКУВАННЯ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

4.1 Вибір парової турбіни

Для вирішення конкретної задачі слід при виборі кількості турбін поступити таким чином, щоб число їх було змінним у часі, тобто щоб їх сумарна потужність у кожний момент відповідала необхідній. Однак у такому випадку знадобилося би нескінченно багато турбін малої потужності, що нереально. З іншої сторони, не економічно та не технологічно прийняти відразу одну турбіну з тим, щоб її потужність дорівнювала максимальному навантаженню, так як більший період часу вона буде недовантажена, що недопустимо з точки зору її експлуатації.

Парова турбіна повинна працювати у номінальному режимі (або близькому до нього). Крім того, варто мати на увазі, що вибирати можна лише з наявного асортименту турбін. При виборі турбіни потрібно враховувати, що надлишкова потужність буде передаватися у енергетичну систему країни при явному перевищенні потужності проти потрібної.

Таким чином, слід при виборі потужності турбіни поступити так, щоб турбін біло декілька, а їх сумарна потужність «сходінками» покривала графік електричних навантажень та дотримувались дві неодмінні умови:

- 1) потужність однієї турбіни повинна бути не менше мінімального електричного навантаження, тобто $N_{IT} \geq N_{min}$;
- 2) сумарна потужність парових турбін повинна забезпечити максимальне електричне навантаження, тобто $\sum N_{IT} \geq N_{max}$.

Турбіни для комбінованого вироблення слід приймати типу Т або ПТ, тобто такі, у яких маються регулюючі відбори пари, так як теплове навантаження не постійне у часі (додаток А).

Після вибору типу турбіни слід відзначити її технічну характеристику, та навести її:

- завод- виготовлювач;

- тип турбіни –
- номінальна потужність $N =$ (МВт);
- тиск перегрітої (гострої) пари $P_I =$ (МПа)
- температура перегрітої пари перед турбіною $t_I =$ °С
- тиск регулюємого відбору $P_{від.} = 0,5$ (кгс/см²) = (МПа)
- число нерегулюємих відборів $Z =$
- витрата пари на турбіну при номінальній витраті у відборі $D =$ (т/год)
- частота обертання $n =$

4.2 Визначення теплофікаційного коефіцієнта для номінальних характеристик турбіни

Для початкових параметрів пари вибраної турбіни $P_I = \dots$ (МПа); $t_I = \dots$ °С по h - S діаграмі води та водяного пару знаходимо значення $h_I = \dots$ (кДж/кг). Знаючи це значення та значення $P_{від.}$ (МПа), по h - S діаграмі води та водяного пару визначаємо ентальпію теоретичного процесу розширення відбірної пари $h_{2T} = \dots$ (кДж/кг).

З виразу визначаємо справжнє значення ентальпії пари у відборі:

$$h_{від.} = h_1 - (h_1 - h_{2T}) \cdot \eta_{oi}^T,$$

Теплофікаційний коефіцієнт визначив за формулою:

$$\tau = \frac{h_1 - h_{від.}}{h_{від.} - h'_{від.}}$$

де $h'_{від.}$ - ентальпія конденсату

4.3 Вибір парогенератора

Після вибору технологічної структури електростанції слід вибрати парогенератор.

Парогенератор слід вибирати на основі параметрів турбіни P_I, t_I, D_{max} з урахуванням виду палива (саме для цього від заданий, а також технологічної структури електростанції, додаток Б,В).

Так же само, як і у випадку з турбіною, слід визначити її технічну характеристику парогенератора:

- завод- виготовлювач-
- марка котлоагрегату -
- тип парогенератору –
- тиск перегрітої (гострої) пари $P_I = \dots$ (Бар)
- температура перегрітої пари $t_I = \dots$ °С
- тиск у барабані котла $P_{\delta} = \dots$ (Бар)
- температура відхідних газів $t_{\text{відх. г.}} = \dots$ °С
- температура холодного повітря $t_{x.n.} = \dots$ °С
- відсоток відбору пари на неперервну продувку –%
- розрахункова паропроодуктивності котлу $D = \dots$ т/год

5. ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТЕЦ ТА ЇХ АНАЛІЗ

5.1 Побудова спільних графіків електричних навантажень

Спільні графіки складаються з графіку $N = f(t)$ – електричне навантаження, тобто, замовлення споживача та $N_I = f(t)$ – можливе вироблення електричної енергії на тепловій електричній станції в теплофікаційному режимі.

Побудова графіку $N_T = f(t)$ необхідно починати з знаходження значень N_T для усіх тих же точок, що й при побудові графіку $N = f(t)$.

Значення N_T визначається з рівняння :

$$N_T = \tau \cdot Q,$$

де τ – теплофікаційний коефіцієнт

Розрахунки зводять у таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунку суспільних електричних навантажень

$t, год$	τ, MBt	Q, MBt	N_T, MBt
1	2	3	4
0			
365			
730			
1095			
1460			
1825			
2190			
2555			
2920			
3285			

3650			
4015			
4380			
4745			
5110			
5475			
5840			
6205			
6570			
6935			
7300			
7665			
8030			
8395			
8760			

Графіка $N = f(t)$ і $N_T = f(t)$ симетричні. Однак і розрахунок і побудову слід вести для всіх точок, тобто для інтервалу 0-8760. Студент повинен бачити цю симетричність. Мало того, він повинен визначити точки, де графіки перетинаються і зв'язати час стосовно до пори року. Графіки спільних електричних навантажень слід будувати по точкам і за допомогою лекальних кривих в зручному масштабі в координатах N_T, t . (Графік $N = f(t)$ вже був побудований).

Необхідно навести:

Рисунок 5.1 – Графіків спільних електричних навантажень

5.2 Побудова сумісних графіків теплових навантажень

Слід розрізняти навантаження як замовлення підприємства – це споживання, потрібне та визначаємо технологією виробництва, та навантаження як можливість, відпуск. У першому випадку це Q , у другому Q_T , тобто та потужність, яку можна відібрати з турбіни при виконанні замовлення на виробітку електричної енергії, інакше $Q_T = N/\tau$.

Перед побудовою графіка $Q_T = f(t)$ заповнюю таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Результати розрахунку сумісних теплових навантажень

$t, год$	τ, MBt	Q_T, MBt	N, MBt
0			
365			
730			
1095			
1460			
1825			
2190			
2555			
2920			
3285			
3650			
4015			
4380			
4745			
5110			
5475			
5840			
6205			

6570			
6935			
7300			
7665			
8030			
8395			
8760			

Будують у координатах Q , та t графіки $Q_T = f(t)$, $Q = f(t)$ та визначають координати точок перетину.

Необхідно навести:

Рисунок 5.2 – Графіків сумісних теплових навантажень

5.3 Аналіз сумісних графіків електричних та теплових навантажень

При зіставленні графіків бачимо, що точки перетину графіків $N_T = f(t)$ з $N = \varphi(t)$ та $Q_T = \varphi(t)$ з $Q = f(t)$ співпадають. Це не випадковість, так як вироблення електричної та теплової енергії здійснюється у одному й тому же самому енергоблоці та ці графіки характеризують роботу цього агрегату. У точках перетину графіків $N_T = \psi(t)$ і $Q_T = f(t)$ величини споживання енергії та вироблення співпадають. З графіків бачимо, що режими роботи ТЕЦ у продовж року різні:

- вироблення електричної енергії на теплофікаційному режимі $N \leq N_T$
- вироблення електричної енергії на конденсаційному та теплофікаційному режимах $N > N_T$
- теплоспоживання на відборі з турбін $Q \leq Q_T$
- режим теплоспоживання з відбору турбін та через РОУ $Q > Q_T$

У пояснювальній записці слід описати всі режими роботи електростанції, які мають місце на заданому підприємстві.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

6.1 Визначення характеристик теплової електростанції

Середньорічні характеристики ТЕЦ визначаються за графіками теплових та електричних навантажень. Річне вироблення електричної енергії:

$$\mathcal{E}^P = N_{\text{сер.}} \cdot t_p, (\text{МВт} \cdot \text{год})$$

Річне вироблення електричної енергії на теплофікаційному та конденсаційних режимах:

$$\mathcal{E}_T^P = 2 \cdot \left(\int_0^{t_1} N dt + \int_{t_1}^{t_2} N_T dt \right), (\text{МВт} \cdot \text{год})$$

Річне вироблення електричної енергії на конденсаційному режимі:

$$\mathcal{E}_K^P = \mathcal{E}^P - \mathcal{E}_T^P, (\text{МВт} \cdot \text{год})$$

Річний відпуст тепла:

$$Q^P = Q_{\text{сер.}} \cdot t_p, (\text{МВт})$$

Річний відпуск тепла з відбору турбіни (на теплофікаційному режимі визначається аналогічно річному виробленню електричної енергії):

$$Q_T^P = 2 \cdot \left(\int_0^{t_1} Q_T \cdot dt + \int_{t_1}^{t_2} Q \cdot dt \right), \quad (\text{МВт})$$

Річний відпуск тепла через РОУ:

$$Q_{\text{РОУ}}^P = Q^P - Q_T^P, \quad (\text{МВт})$$

Доля відпрацювання електричної енергії на теплофікаційному та конденсаційному режимі є:

$$l_T = \frac{\mathcal{E}_T^P}{\mathcal{E}_P}$$

А доля теплопостачання при цих же режимах буде:

$$q_T = \frac{Q_T^P}{Q^P}$$

Теплофікаційний коефіцієнт по виробленню електричної та теплової енергії:

$$\tau^P = \frac{\mathcal{E}_T^P}{Q_T^P}$$

6.2 Визначення економії палива при енергопостачанні від ТЕЦ

Витрата палива при роздільному випрацюванні електричної та теплової енергії:

$$B_P = \frac{3600}{Q_H^P} \cdot \left(\frac{\mathcal{E}_K^P}{\eta_{\text{ТЕЦ}}^K} + \frac{Q^P}{\eta_{\text{ПГ}}^T} \right), \quad \left(\frac{\text{кг}}{\text{год}} \right)$$

де Q_H^P – нижча теплота згоряння палива .

Витрата палива на ТЕЦ:

$$B_{\text{ТЕЦ}} = \frac{3600}{Q_H^P} \cdot \left(\frac{\mathcal{E}_K^P}{\eta_{\text{ТЕЦ}}^K} + \frac{\mathcal{E}_T^P}{\eta_{\text{ТЕЦ}}^T} + \frac{Q^P}{\eta_{\text{ПГ}}^T} \right), \quad \left(\frac{\text{кг}}{\text{год}} \right)$$

Річна економія палива:

$$\Delta B = B_P - B_{\text{ТЕЦ}}, \quad (\text{кг})$$

Відносна економія палива:

$$\Delta b = \frac{B_p - B_{\text{ТЕЦ}}}{B_p} \cdot 100, \quad \%$$

6.3 Розподілення палива на ТЕЦ

Витрата палива на теплопостачання:

$$B_a = \frac{3600 \cdot Q_T^p}{\eta_{\text{ПГ}}^T \cdot Q_H^p}, \left(\frac{\text{кг}}{\text{год}} \right)$$

Витрата палива на відпрацювання електричної енергії:

$$B_{\text{э}} = B_{\text{ТЕЦ}} - B_a, \left(\frac{\text{кг}}{\text{год}} \right)$$

Питома витрата палива на теплопостачання:

$$b_a = \frac{B_a}{Q^p}, \quad \left(\frac{\text{кг}}{\text{МВт}} \cdot \text{год} \right)$$

Питома витрата палива на відпрацювання електричної енергії:

$$b_{\text{э}} = \frac{B_{\text{э}}}{\text{Э}^p}, \quad \left(\frac{\text{кг}}{\text{МВт}} \cdot \text{год} \right)$$

6.4 Показники роботи ТЕЦ на теплофікаційному режимі

Число годин використання встановленої електричної потужності:

$$n_{\text{э}} = \frac{\text{Э}^p}{N_{\text{уст.}}}, \quad (\text{год})$$

$$N_{\text{уст.}} = N_{\text{номі}}$$

Число годин використання установленної теплової потужності:

$$n_T = \frac{Q^P}{Q_{уст.}}, (\text{год})$$

де $Q_{уст.} = Q_{max}$ – максимальне теплове навантаження

Питома витрата палива на відпуск тепла:

$$b^Q = \frac{3600}{\eta_{ПГ} \cdot Q_H^P} \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{МВт}} \cdot \text{год} \right)$$

Питома палива на відпуск електричної енергії:

$$b^Э = \frac{B_{ТЕЦ} - b^Q \cdot Q^P}{Э^P} \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{МВт}} \cdot \text{год} \right)$$

6.5 Визначення собівартості енергії, що виробляє ТЕЦ

Вартість палива визначаю за формулою:

$$C_T = C_T^y \cdot \frac{Q_H^P}{Q_{НУТ}^P} \cdot \left(\frac{\text{грн}}{\text{т}} \right)$$

де C_T^y – ціна 1 т. палива (задано у вихідних даних)

$Q_{НУТ}^P$ – нижча теплота згоряння умовного палива (29,3 МДж/кг)

Розділ 7 (7. ВИСНОВКИ) потребує написання висновку по роботі, згідно завданню та мети роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Промышленные тепловые электростанции / [под ред. Е.Я. Соколова]. – М. : Энергия, 1979. – 296 с.
2. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции / В.Я. Рыжкин. – М. : Энергия, 1987. – 328 с.
3. Белинский, С.Я. Энергетические установки электростанций : учеб. для вуз. / С.Я. Белинский, Ю.М. Липов. – М. : Энергия, 1974. – 304 с.
4. Шляхин, Л.Н. Краткий справочник по паротурбинным установкам / Л.Н. Шляхин, М.Д. Бершадский. – М. : Энергия, 1972. – 145 с.
5. Теплотехнический справочник / [под ред. В.М. Юренева]. – М. : Энергия, 1976. – Т.І. – 896 с.
6. Ривкин, С.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара / С.А. Ривкин, А.А. Александров. – М. : Энергия, 1960. – 402 с.
7. Волков, Э.П. Энергетические установки электростанций / Э.П. Волков, В.А. Ведяев, В.И. Обрезков ; [под ред. Э.П. Волков]. – М. : Энергоатомиздат, 1963. – 280 с.
8. Промтеплоэнергетика и теплотехника : справочник / под ред. В.А. Григорьева. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 653 с.

ДОДАТОК А . ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЦІОНАРНИХ ПАРОВИХ ТУРБІН
ДЛЯ ПРИВОДУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Тип турбіни	Завод- изгото витель	N , МВт	P , Мпа	t , °C	P , кПа	D_{\max} , т/ч
ПТ-60- 130/13	ЛМЗ	60	12,75	565		390
ПТ-60-90/13	ЛМЗ	60	8,82	535	5,0	407
Т-250/300- 240	УТМЗ	250/300	23,64	560	5,0	912
Т-100/І30	УТМЗ	100	12,75	535	5,0	460
Т-50/І30	УТМЗ	50	12,75	565	5,0	260
ПТ-50-130/7	УТМЗ	50/60	12,75	565	3,4	300
Т-І2-35	БМЗ	12	4,43	435	3,9	90
Т-25-90	БМЗ	25	8,82	500	2,9	159
Т-25-90	УТМЗ	25	8,82	535	4,9	150
ПТ-12-35/5	БМЗ	12	3,43	435	3,9	145
ПТ-12-90/10	КТЗ	12	8,82	535	3,4	91
ПТ-25-90/10	УТМЗ	25	8,82	535	4,9	190

ДОДАТОК Б . ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРОГЕНЕРАТОРІВ БАРНАУЛЬСКОГО КОТЕЛЬНОГО ЗАВОДУ

Тип парогенератора	Заводская марка	t , °C	$\eta_{пг}^T$, %	Топливо
Е-120-100ГМ	БКЗ-120-100ГМ	540	91,1	Природный газ, мазут
Е-160-100ГМ	БКЗ-160-100ГМ	540	93,7	То же
Е- 160-100	БКЗ-160-100-2	540	90,5	Каменные бурые угли
Е-І60-100	БКЗ-160/100Вг	540	91,5	АШ
Е-210-140	БКЗ-210-140-7	560	91,0	Каменные бурые угли
Е-210-140	БКЗ-210-140ПТ-1	560	91,5	АШ, ПА, Т
Е-220-100	БКЗ-220-100ПТ	540	-	Каменный уголь

ДОДАТОК В . ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРОГЕНЕРАТОРІВ ТАГАНРОЗЬКОГО КОТЕЛЬНОГО ЗАВОДУ

"Червоний казаняр" (ТКЗ)

Тип парогенератора	Заводская марка	t , °C	$\eta_{шт}$, %	Топливо
Е-220-100	ТП-13/А	540	92,58	Каменные угли
Е-220 – 100	ТП-13/Б	540	87,7	Коксовые угли, доменный газ
Е-220-100	ТП-14/А	540	86,0	Бурые угли
Е-220-100Ж	ТП-47	540	90,37	АШ, тощие угли
Е-220-100РМ	ТРМ-151/А	540	90,65	Природный газ, мазут
Е-220-100ГМ	ТРМ-151/Б	540	92,7	То же
Е-420-140	ТП-81	570	91,52	Кузнецкий уголь
Е-20-140ГМ	ТГМ-84/А	570	92,7	Природный газ, мазут
Е-420-140М	ТМ-84	570	92,7	Мазут Природный газ,
Е-480-140ГМ	ТГМ-96	570	93,45	мазут
Ел-500-140ГМ	ТГМ-94	570/570	92,0	Природный газ, мазут
Ел-500-140	ТП-92	570/570	91,78	Каменные угли, природный газ
Еп-640-140Ж	ТП-109	550/550	89,4	Промпродукт
Еп-640-140	ТГ-104	570/570	87,2	Природный газ
Еп-640-140	ТГМ-104	570/570	93,03	Газ, мазут
Еп-640-140	ТП-108	570/570	89,7	Фрезерный торф
Еп-950-255ГМ	ТГМП-114	570/570	91,75	Природный газ, мазут

ДОДАТОК Г. ПРИБЛИЗНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЗАХИСТУ РОБОТИ

1. Розкажіть, як працює ТЕЦ на різних режимах, використовуючи принципову теплову схему (креслення).
2. Що ви отримали в результаті виконаних робіт?
3. Що таке навантаження?
4. У чому сенс роздільного вироблення теплової та електричної енергії? Як це здійснюється в дійсності?
5. Що таке комбіноване виробництво енергії?
6. Які зв'язок ви бачите між теплофікації і комбінованої виробленням теплоти і електричної енергії?
7. По якими параметрами вибирають потужність паротурбінної установки?
8. Що характеризує коефіцієнт структури енергоспоживання?
9. У чому полягає вибір схеми ТЕЦ?
10. Що лежить в основі парогенератора ТЕЦ?
11. Назвіть режим роботи ТЕЦ.
12. У чому сутність вироблення електроенергії на теплофікаційному режимі?
13. Що означає вироблення електроенергії на конденсаційному режимі?
14. Як одночасно здійснити режим теплопостачання з відбору турбіни і через РОУ?
15. Як здійснити режим теплопостачання через РОУ?
16. З яких елементів складається собівартість теплової енергії?
17. З яких елементів складається собівартість електричної енергії?
18. У якому елементі принципової схеми створюється необхідний для нормальної роботи тиск пара?
19. Зобразіть в координатах h , S роботу пари в паровій турбіні.
20. У чому сенс застосування регенеративного підігріву живильної води?
21. У чому принципова відмінність між коефіцієнтом структури і теплофікаційних коефіцієнтом?
22. Яким параметром визначається тип системи енергопостачання?

ДОДАТОК Д. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.

Оформлення курсових робіт – це водночас зі створенням його змісту дуже важливий процес, нехтувати яким не можна.

Вимоги до оформлення та змісту курсової роботи

Оформлення курсових робіт – це водночас зі створенням його змісту дуже важливий процес, нехтувати яким не можна.

Текст курсової роботи повинен бути надрукований на комп'ютері на одній стороні стандартного білого аркуша паперу (210 x 297 мм).

При виконанні роботи на ПК необхідно дотримуватися наступних вимог:

- формат редактора Word for Windows;
- відступи: зліва – 3.0 см, зверху і знизу – 2 см, справа – 1,5 см;
- шрифт – *Times New Roman*;
- розмір шрифту – 14;
- міжрядковий інтервал – 1,5.

Шрифт друку повинен бути чітким з однаковою щільністю тексту, стрічка - чорного кольору середньої жирності.

Друкарські помилки, описки і графічні неточності, виявлені в процесі написання курсової роботи, можна виправляти підчищенням або зафарбуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого тексту (фрагменту малюнка) машинописним способом. Кількість виправлень повинна бути мінімальною: на одній сторінці не більше двох виправлень від руки чорним чорнилом.

Всі листки курсової роботи повинні бути зброшуровані, або переплетені способом, який би забезпечував їхню збереженість.

Курсова робота виконується відповідно до вимог цих методичних вказівок, інакше вона не буде допущена до захисту, незалежно від її змісту.

Зміст курсової роботи викладається літературною мовою, текст повинен бути надрукований на комп'ютері.

Порядок розташування матеріалу в курсовій роботі наступний:

1. Титульна сторінка. Лист завдання.
2. Зміст.
3. Вступ.
4. Основна частина.
5. Висновки.
6. Список використаної літератури.
7. Додатки.

Оформлення титульної сторінки курсової роботи проводиться за прийнятим стандартним зразком.

Текст основної частини курсової роботи поділяють на розділи.

Заголовки структурних частин курсової роботи друкують великими літерами симетрично до тексту. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою.

Зміст курсової роботи охоплює всі частини письмової роботи (вступ, розділи і т.п.) і її всі заголовки. Проти кожного найменування в правій стороні листка змісту зазначається номер сторінки, з якої починається згадана частина роботи. Перед назвою кожного розділу проставляється його номер.

Нумерацію сторінок, розділів, рисунків, таблиць, формул подають арабськими цифрами без знака №. Кожний розділ роботи починається з нової сторінки. Нумерація сторінок – наскрізна від титульної сторінки до останньої. Титульний лист, зміст, додатки не нумеруються. Номер сторінки проставляється внизу справа. Сторінки, які зайняті ілюстраціями і таблицями, включаються в наскрізну нумерацію. Номер розділу ставлять перед його назвою, після номера ставлять крапку і друкують заголовок розділу.

Відступи всіх абзаців повинні бути по всій роботі однакові (1,25 см).

Додаток оформляється як продовження роботи. Кожен додаток починається з нової сторінки. В правому верхньому куті пишеться слово “Додаток” і проставляється його номер або літера

Подання таблиць

Табличний матеріал повинний розташовуватися по тексту й обов'язково мати коментар. Кожній таблиці привласнюється порядковий номер, вона повинна мати назву із зазначенням періоду, до якого відносяться систематичні дані, джерело із вказівкою конкретних сторінок, з яких запозичена інформація чи сама таблиця. Посилання на джерело оформляється або внизу сторінки, або в квадратних дужках. У першому випадку внизу сторінки вказується прізвище та ініціали автора, назва джерела і сторінки. (Джерело включається в список літератури.) У другому випадку в квадратних дужках — порядковий номер джерела і номер сторінки в ньому.

Таблицю розміщують після першого згадування про неї в тексті, таким чином, щоб її можна було читати без повороту переплетеного блоку курсової роботи або з поворотом за годинниковою стрілкою. Назва таблиці розташовується над нею нижче слова “Таблиця”, що знаходиться в правому верхньому куті. Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на інший аркуш. У цьому випадку назву вміщують тільки над її першою частиною. Таблицю з великою кількістю граф можна ділити на частини і розміщувати одну над одною в межах тієї самої сторінки.

Таблиця повинна в обов'язковому порядку містити одиниці вимірювання. Якщо показники мають однакову одиницю вимірювання, то її виносять в заголовок.

Таблиці нумерують послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) в межах розділу. У правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці розміщують напис “Таблиця” із зазначенням її номера. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: “Таблиця 1.2” (друга таблиця першого розділу).

При перенесенні частини таблиці на інший аркуш (сторінку) слово “Таблиця” і номер її вказують один раз справа над першою частиною таблиці,

над іншими частинами пишуть слова “Продовження табл.” і вказують номер таблиці, наприклад: “Продовження табл. 1.2”.

Заголовок кожної графи таблиці має бути по можливості коротким. Слід уникати повторів тематичного заголовка в заголовках граф, одиниці виміру зазначати у тематичному заголовку, виносити до узагальнюючих заголовків слова, що повторюються.

Заголовки граф пишуть з великої літери, підзаголовки - з малої, якщо вони складають одне речення із заголовком, і з великої, якщо вони є самостійними. Заголовки (як підпорядковані, так і головні) мають бути максимально точними і простими. В них не повинно бути слів або розмірностей, що повторюються.

На всі таблиці курсової роботи повинні бути посилання в тексті, при цьому слово “таблиця” пишуть скорочено, наприклад: “...в табл. 1.2”. У повторних посиланнях вживають скорочено слово “дивись”, наприклад: “див. табл. 1.3”.

Наводити в курсовій роботі треба лише ті таблиці, які неможливо передати звичайним текстом (результати експериментальних спостережень, зіставлення розбіжності, детальні довідкові дані і т.ін.).

Правила подання формул

При використанні формул необхідно дотримуватися певних техніко-орфографічних правил. Почнемо із розміщення формул у тексті курсової роботи.

Найбільші, а також довгі та громіздкі формули, котрі мають у складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одну під одною. Невеликі і нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують всередині рядків тексту.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, у якій вони дані у формулі.

Значення кожного символу і числового коефіцієнта записують з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова “де” без двокрапки.

Рівняння і формули треба відділяти від тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули залишають не менше одного вільного рядка. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його переносять в інший після знаків рівності (=), плюс (+), мінус (-), множення (x) і ділення (:)

Нумерація формул також потребує знання деяких особливостей її оформлення. Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання у наступному тексті. Інші нумерувати не рекомендується.

Формули в курсовій роботі (якщо їх більше однієї) нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, між якими ставлять крапку. Номери пишуть біля правого берега аркуша в одному рядку з відповідною формулою в круглих дужках, наприклад: (3.1) (перша формула третього розділу). Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого берега сторінки без крапок від формули до її номера.

Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний нижче формули. Номер формули при її перенесенні вміщують на рівні останнього рядка. Якщо формула знаходиться у рамці, то номер такої формули записують ззовні рамки з правого боку навпроти основного рядка формули. Номер формули-дроби подають на рівні основної горизонтальної риски формули.

Необхідно знати і правила пунктуації в тексті з формулами. Загальне правило тут таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент. Тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово; б) цього вимагає побудова тексту, що передує формулі

Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна за одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.

Правила подання ілюстрацій

Практика показує, що через незнання студентами специфічних видавничих вимог до оформлення ілюстративного матеріалу, досить часто переносяться терміни подання вже готових курсових робіт. Розглянемо загальні правила подання й оформлення окремих видів ілюстративного матеріалу.

Ілюструють курсові роботи, виходячи із певного загального задуму, за ретельно продуманим тематичним планом, який допомагає уникнути ілюстрацій випадкових, пов'язаних із другорядними деталями тексту і запобігти невиправданим пропускам ілюстрацій до найважливіших тем. Кожна ілюстрація має відповідати тексту, а текст – ілюстрації.

Назви ілюстрацій розміщують після їхніх номерів. При необхідності ілюстрації доповнюють пояснювальними даними (підрисунковий підпис).

Основними видами ілюстративного матеріалу в курсових роботах є: рисунок, діаграма і графік.

Рисунки використовуються в курсових роботах, коли треба зобразити явище або предмет таким, яким ми його сприймаємо зором, але без зайвих деталей і подробиць. Такі рисунки виконуються, як правило, в аксонометричній проекції, що дає змогу найбільш повно, просто і дохідливе зобразити предмет. Незважаючи на простоту, рисунок має широкі пізнавальні можливості.

Діаграма – один із способів графічного зображення залежності між величинами. У діаграмах наочно відбивають і аналізують масові дані.

Відповідно до форми побудови розрізняють діаграми площинні, лінійні й об'ємні. У курсових роботах найбільшого розповсюдження набули лінійні діаграми, а з площинних - стовпчикові (стрічкові) і секторні.

Результати обробки числових даних можна подати у вигляді *графіків*, тобто умовних зображень величин та їх співвідношень через геометричні фігури, точки і лінії. Графіки використовують як для аналізу, так і для підвищення наочності ілюстративного матеріалу.

На графіку слід писати лише умовні літерні позначення, прийняті у тексті. Написи, що стосуються кривих і точок, залишають тільки у тих випадках, коли їх небагато і вони є короткими. Багатослівні підписи замінюють цифрами, а розшифровку наводять у підрисунковому підпису.

Ілюстрації позначаються словом «рис.» і нумеруються послідовно в межах розділу арабськими цифрами, які складаються із номера розділу і порядкового номера ілюстрації розділених крапкою. Наприклад: Рис. 1.2 (другий малюнок першого розділу). Номер ілюстрації, її назва і пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією. Якщо в курсовій роботі подано одну ілюстрацію, то її нумерують за загальними правилами.

У тому місці, де викладається тема, пов'язана із ілюстрацією, і де читачеві треба вказати на неї, розміщують посилання у вигляді виразу у круглих дужках “(рис. 3.1)” або зворот типу “...як це видно з рис. 3.1”, або “... як це показано на рис. 3.1”.

Правила цитування та посилання на використані джерела

Для підтвердження власних аргументів посиланням на авторитетне джерело або для критичного аналізу того чи іншого друкованого твору слід наводити цитати. Науковий етикет вимагає точно відтворювати цитований текст, бо найменше скорочення наведеного витягу може спотворити зміст, закладений автором.

Посилання в тексті курсової роботи на джерела роблять згідно з їхнім переліком у квадратних дужках, наприклад, “... у працях [1-7]...”.

Цитати, що приводяться в курсовій роботі повинні бути пов'язані з основним текстом, і бути підтвердженням думки автора. Посилання оформляється у вигляді квадратних дужок, в яких вказується номер джерела в списку літератури і номер сторінки, звідки узята цитата (для прикладу, [3, с.87]).

Рекомендується в основному тексті або у заключних абзацах розділів давати посилання на особисті наукові праці студента.

Оформлення списку використаних джерел

Список використаних джерел містить бібліографічні описи використаних джерел і розміщується після висновків. Такий список – одна з суттєвих частин курсової роботи, що віддзеркалює самостійну творчу працю її автора і демонструє ступінь фундаментальності проведеного дослідження.

Джерела можна розміщувати одним із таких способів: у порядку появи посилань у тексті (найбільш зручний для користування і рекомендований при написанні курсових робіт), в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків, у хронологічному порядку.

Посилання на цитовані джерела мають бути оформлені певним чином:

•для книг — вказуються автор, назва книги, номер тому, частини, місце видання (місто), назва видавництва, рік видання, кількість сторінок, порядковий номер сторінки:

Наприклад:

1) *Маркетингова інформація: навч. посіб. / Л.О. Шелюк, Є.В. Крикавський, І.О. Дейнега, О.В. Дейнега, Р. Патора; Рівнен. ін-т слов'янознавства Київ. славіст. ун-ту. — Рівне: [Вид. О.Зень], 2008. — 447 с.*

2) *Оксанич А.П., Петренко В.Р., Костенко О.П. Інформаційні системи і технології маркетингу: Навч. посіб. / А.П. Оксанич, В.Р. Петренко, О.П. Костенко. – К.: «Видавничий дім «Професіонал», 2008. – 320с*

- для журналів — автор статті, її назва, назва журналу, рік і номер видання, номер сторінки:

Наприклад:

1) *Бобруль Г. Інформація та інформаційні технології в стратегічному управлінні посередницькою організацією / Г. Бобруль //Актуальні проблеми економіки.-2006.-№5 .-с.135-141,*

2) *Мельник О. Інформація як складова інноваційного розвитку / О. Мельник // Актуальні проблеми економіки.-2008.-№10 .-с.136-142*

- для газет — автор статті, її назва, назва газети, дата випуску:

Наприклад: *Лешек А. Анализ требований и проектирование систем. // Маркетинг за рубежом. – № 4 (51), 2008, – с.23-29.*

- для Інтернет-джерел -

Наприклад:

1) *Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті : (підсумки 10-ї Міжнар. конф. „Крим-2003”) [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник — 2003. — № 4. — С. 43. — Режим доступу до журн. :<http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm>.*

2) *Єжова Л.М.. Інформаційний маркетинг [Електронний ресурс]] : навч. посіб. для студ. екон вузів III—IV рівнів акредитації / Л.М.Єжова. —Одеса : Одес. техн. ун-т, 2003. — (Бібліотека студента-медика) — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. —*

Правила оформлення додатків

Додатки оформлюють як продовження курсової роботи на наступних її сторінках або у вигляді окремої частини, розміщуючи їх у порядку появи посилань у тексті курсової роботи.

Якщо додатки оформлюють як продовження курсової роботи, кожен з них починають з нової сторінки, їм дають заголовки, надруковані вгорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. По правій стороні рядка з першої великої друкується слово “Додаток ” і велика літера, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки (за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ї) наприклад, додаток А, додаток Б і т.д. Єдиний додаток позначається як додаток А..

При оформленні додатків окремою частиною (книгою) на титульному аркуші під назвою курсової роботи друкують великими літерами слово “ДОДАТКИ”.

Порядок захисту курсової роботи

Захист курсової роботи має на меті виявити глибину і самостійність знань студента по обраній темі. На захисті студент повинний добре орієнтуватися в представленій роботі, вміти пояснити джерела цифрових даних, відповідати на питання як теоретичного, так і практичного характеру, що відносяться до теми роботи.

Виступ студента повинен бути коротким: 5-7 хвилин (неприпустиме перевищення відведеного часу). У ньому обґрунтовується вибір сфери дослідження, стисло викладається основний зміст та повідомляються результати (висновки) дослідження. Рекомендується продумати і написати свій виступ, однак доповідати слід не заглядаючи в текст.

Відповіді на питання в ході захисту повинні бути короткими і чіткими без повторення того, що було сказано під час доповіді.

Екземпляр захищеної курсової роботи зберігається на кафедрі разом з рецензією протягом п'яти років. За бажанням студент має право зняти копію зі своєї роботи.

Критерії оцінки курсової роботи

При оцінці курсової роботи враховуються наступні основні параметри:

- актуальність, наукову значимість теми,
- чіткість формулювань, логічність і послідовність викладу інформації;
- ступінь самостійності при виконанні роботи;
- багатство фактичного матеріалу, що узагальнюється в роботі, і його оригінальність;
- коректність аналізу і представлення даних,
- відповідність оформлення роботи стандарту, якість оформлення (тексту і графічних додатків);

Оцінка враховує як зміст курсової роботи, так і відповіді студента на запитання на захисті. Відповідно до встановлених правил курсова робота оцінюється за 4-бальною системою: “відмінно”; “добре”; “задовільно”; “незадовільно” (табл. Д.1 та Д.2).

Таблиця Д.1 – Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Графічна частина	Захист роботи	Максимальний бал
до 20_	до _10__	до _70_	100

Таблиця Д.1 – Шкала оцінювання

	Оцінка
За 100-бальною шкалою	для екзамену, курсового проекту
90 - 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Оцінка „**відмінно**” виставляється в тих випадках, коли студент демонструє блискуче володіння проблемою дослідження, логічно, послідовно й

аргументоване відстоює концептуальний її зміст. Докладно вичерпно відповідає на всі додаткові питання, демонструє високий рівень культури психологічного мислення, при бездоганному оформленні роботи.

Оцінка „*добре*” виставляється в ситуації, коли студент демонструє високий рівень володіння проблемою дослідження, логічно, послідовно й аргументоване відстоює її концептуальний зміст, але при відповідях на додаткові питання має труднощі. Та ж оцінка може бути виставлена й у тих випадках, коли комісія відзначає незначні пробіли в його професійній підготовці чи виявляє в тексті роботи незначні порушення (описки - не більше 2-х на весь текст, стилістичні погрішності не більше 2-х на весь текст).

Оцінка „*задовільно*” виставляється в тих випадках, коли студент хоча і демонструє досить (чи відносно) гарне володіння проблемою дослідження, логічно, послідовно й аргументоване відстоює її концептуальний зміст, але при відповідях допускає помилкові твердження. Або в тексті виявляються незначні порушення: при оформленні наукового апарату роботи, стилістичні та інші погрішності, некоректні висловлювання і т.п.

Оцінка „*незадовільно*” виставляється в ситуаціях, коли комісія виявляє несамотійність виконання проекту (плагіат), некомпетентність у досліджуваній студентом проблемі, при поганому захисті роботи, недбалому і неакуратному її оформленні, порушенні норм наукової етики стосовно членів приймальної комісії.

Позитивна оцінка за курсову роботу виставляється у відомість і залікову книжку студента, а по закінченні університету - у додаток до диплому. У випадку незадовільної оцінки студент повинний написати курсову роботу з нової теми або, якщо дозволить науковий керівник, доробити повернуту.

Якщо при захисті курсової роботи з'ясується, що студент не є її автором, захист припиняється, і студент зобов'язаний написати роботу з іншої теми.

Як захист курсової роботи може бути зараховано успішний виступ студента на щорічній студентській економічній науковій конференції у

випадку, якщо студент завоював призове місце. Повний письмовий текст курсової роботи у цьому випадку також представляється на кафедру, однак терміни представлення тексту оцінка за курсову роботу визначаються індивідуально.

Студенти, які не підготували у встановлений термін курсові чи роботи не захистили їх з неповажної причини, вважаються такими, що мають академічну заборгованість.

Контроль виконання курсової роботи включає поточний контроль за виконанням розрахунків за розділами та захист перед комісією. Оцінка виконання та захисту курсової роботи проводиться за 100-бальною шкалою.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки
до курсової роботи з дисципліни «Монтаж, проектування, експлуатація
теплотехнічного обладнання»
на тему « Вибір та обґрунтування схеми енергозбереження промислового
об'єкту»
для студентів денної та заочної форм навчання технічних спеціальностей

Комп'ютерний набір і верстка: Любименко Олена Миколаївна

Укладачі: Любименко О.М., доц., к.ф.-м.н., доц. кафедри електричної
інженерії

Донецький національний технічний університет
85300, м. Покровськ, вул. Шибанкова, 2.

Покровськ
2019