

Українська державна академія залізничного транспорту

Кафедра теплотехніки та теплових двигунів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни
«ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ»

Декан механічного
факультету, д.т.н., проф.

О.В.Устенко

Голова науково-методичної
комісії механічного
факультету, к.т.н., доц.

Н.А. Аксьонова

Завідувач кафедри
«Теплотехніка та теплові двигуни»,
д.т.н., проф.

А.П. Фалендиш

Відповідальний за методичну
роботу на кафедрі, к.т.н., доц.

В.І. Рубльов

Автори

Доцент кафедри «Теплотехніка та
теплові двигуни», к.т.н.

В.В. Савенко

Доцент кафедри «Теплотехніка та
теплові двигуни», к.т.н.

Г.В. Біловол

Ст. викл. кафедри «Теплотехніка та
теплові двигуни»

О.В. Панчук

Харків, 2015

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри теплотехніки та теплових двигунів 23 березня 2015 р., протокол № 13.

Методичні вказівки призначені для виконання практичних занять з дисципліни «Організація виробничих процесів» студентами денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика».

Укладачі:

доценти В.В. Савченко,
Г.В. Біловол
старш. викл. О.В. Панчук

Рецензент

проф. А.П. Фалендиш

ЗМІСТ

Вступ	4
Програма дисципліни «Організація виробничих процесів».....	5
Завдання та вихідні дані.....	7
Практичне заняття 1. Розрахунок і побудова характеристик котельні ТЕЦ.....	9
Практичне заняття 2. Розрахунок і побудова характеристик турбоагрегатів.....	13
Практичне заняття 3. Розрахунок і побудова характеристик машинного залу ТЕЦ	21
Практичне заняття 4. Розрахунок і побудова характеристик ТЕЦ.....	24
Контрольні запитання з курсу.....	27
Список літератури	28

ВСТУП

Метою вивчення дисципліни «Організація виробничих процесів» є формування у студентів знань про ефективні методи і закони організації виробництва, реалізація яких у практичній діяльності дозволить з високою продуктивністю здійснювати організаційну підготовку виробничих процесів при мінімальних затратах ресурсів.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є основні поняття про виробничі процеси, основні закони організації виробничих процесів, методи та основні функції організації виробничих процесів, основні підходи до моделювання та оптимізації параметрів виробничих процесів, оптимізація деяких процесів виробництва енергії на ТЕЦ.

Студенти денної та заочної форм навчання виконують згідно з вказівками всі практичні заняття, які передбачені навчальним планом дисципліни «Організація виробничих процесів». Для виконання завдань наведено 10 варіантів вихідних даних. Варіант обирається студентами за останньою цифрою шифру.

У розділі 1 вказівок наведено програму дисципліни «Організація виробничих процесів» для студентів спеціальності «Теплоенергетика» Українського державного університету залізничного транспорту.

Знання, уміння і навички, отримані при вивченні дисципліни «Організація виробничих процесів», можуть використовуватися в дипломному проектуванні.

1 Програма дисципліни «Організація виробничих процесів»

1.1 Основні поняття, методи та основні функції організації виробничих процесів

Організація виробництва як наука: визначення, сучасний стан розвитку, місце в системі наук про виробництво. Предмет і метод організації виробництва. Організація виробничих процесів та організація виробничих систем як дві складові організації виробництва.

1.2 Методи та основні функції організації виробничих процесів

Поняття про виробничі процеси. Основні, допоміжні та обслуговуючі виробничі процеси. Технологічний процес, операція, робоче місце. Види руху предметів праці у виробництві: послідовний, паралельний, послідовно-паралельний. Виробничий цикл і його тривалість, шляхи скорочення тривалості виробничого циклу. Лінійні та сітьові графіки виробничих процесів, розрахунок параметрів сітьового графіка.

Методи організації виробничих процесів: поточний, партійний, одиничний. Застосування цих методів в умовах енергетичного виробництва. Основні функції організації виробничих процесів під час проектування виробництва і в умовах існуючого виробництва.

1.3 Основні закони організації виробничих процесів

Закон упорядкованості руху предметів праці, закон безперервності ходу виробничих процесів, закон ритмічності виробничого циклу, закон синхронізації виробничих процесів.

1.4 Принципи організації виробничих процесів

Основні принципи раціональної організації виробничих процесів: спеціалізація або розподіл праці, комплексна

механізація і автоматизація, застосування паралельних видів руху предметів праці, стандартизація і уніфікація.

Організація виробничих процесів у просторі.

Організація виробничих процесів у часі.

1.5 Способи підвищення ефективності організації виробничих процесів

Основні складові множини способів підвищення продуктивності виробничих процесів. Множина об'єктів, які визначають тривалість виробничого процесу: основні дії, допоміжні дії та прості. Множина прийомів, які впливають на тривалість реалізації виробничого процесу: виключення, зменшення, суміщення.

1.6 Типи моделей виробничих процесів

Класифікація моделей і їх використання. Можливості аналітичного опису виробничих процесів, розрахунковий, дослідний та статистичний методи одержання моделей.

1.7 Методи аналогового та безаналогового моделювання виробничих процесів

Особливості розрахункового метода. Використання дослідного методу: активний і пасивний експеримент, обробка результатів, планування експерименту, використання теорії подібності та автоматичного регулювання. Статистичний метод, використання теорії імовірності та математичної статистики.

Дискретні процеси, можливості їх опису.

Графи, сітьові моделі та матричний опис параметрів.

Імітаційне моделювання.

1.8 Мета, критерії та методи оптимізації параметрів виробничих процесів

Багатоваріантність вирішення завдань виробництва. Критерії оптимальності та їх вибір, цільова функція, обмеження.

Можливості класичних методів матаналізу з вирішення завдань оптимізації, метод перебору варіантів. Задачі розміщення робочих місць, лінійне програмування. Загальна постановка задачі лінійного програмування, методи її розв'язання. Інші методи вирішення завдань оптимізації виробничих процесів.

1.9 Оптимальний розподіл навантаження поміж котлами в котельні

Збільшена схема ТЕЦ, постановка завдання оптимізації параметрів деяких процесів. Енергетичні характеристики парових і водогрійних котлів, умови оптимального завантаження котлів у котельні, характеристики відносних приростів витрати палива. Розподіл завантаження котельні поміж окремими котлами, побудова характеристик котельні.

1.10 Оптимальний розподіл навантаження поміж турбоагрегатами в машинному залі

Характеристики турбоагрегатів, оптимальний розподіл навантаження машзалу ТЕЦ поміж турбоагрегатами, побудова характеристик машзалу і режимної карти машзалу.

1.11 Побудова та використання характеристик ТЕЦ

Режими сумісної роботи котельні і машзалу на ТЕЦ неблочного типу, розрахунок і побудова характеристик ТЕЦ і їх використання для оптимального завантаження ТЕЦ в енергосистемі.

ЗАВДАННЯ ТА ВИХІДНІ ДАНІ

У ході виконання практичних занять для заданого складу основного обладнання необхідно розрахувати та побудувати характеристики теплової електроцентралі. Передбачається, що на ТЕЦ застосовано роздільну схему виробництва енергії, коли пара потрібних параметрів виробляється в окремій котельні, звідки

подається в машинну залу, де розподіляється між окремими турбоагрегатами.

Для виконання завдання треба побудувати характеристики котельні, характеристики кожного з заданих турбоагрегатів, характеристики машинного залу, до складу якого входять всі задані турбоагрегати. На підставі характеристик котельні та машзалу можна побудувати характеристики ТЕЦ, які повинні відображати спільну роботу котельні та машзалу у складі ТЕЦ.

Одержані характеристики ТЕЦ повинні відповідати такій організації виробничих процесів, яка призводить до найбільшої ефективності роботи існуючого обладнання. У межах даної роботи треба застосувати оптимальний розподіл навантаження поміж окремими турбоагрегатами в машзалі. Під час цього як критерій оптимальності пропонується прийняти найменшу витрату пари на роботу машзалу, що буде відповідати найменшій витраті палива на ТЕЦ.

Вихідними даними для виконання роботи є кількість турбоагрегатів на ТЕЦ, величини відборів пари від кожного з турбоагрегатів, ККД парової котельні. Вихідні дані за варіантами завдання наведено в таблиці 1, де позначено: $D_{вир}$, $D_{оп}$ – відбори пари від турбоагрегатів відповідно виробничих та опалювальних параметрів; η_k – ККД котельні на номінальній потужності.

Варіанти вихідних даних студенти обирають за останньою цифрою шифру.

Таблиця 1 – Вихідні дані за варіантами завдання

Варіант завдання	Тип турбоагрегатів	Кількість турбоагрегатів	Відбори пари, т/год		η_k
			$D_{вир}$	$D_{оп}$	
1	2	3	4	5	6
1	ПТ-25-90 Т-50-90	3 2	50 -	30 80	0,86
2	ПТ-50-90 Т-50-90	2 3	40 -	100 90	0,92
3	ПТ-50-130 Т-50-130	3 4	80 -	40 60	0,93
4	ПТ-50-90 Т-25-90	3 3	50 -	100 40	0,88

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
5	ПТ-50-130	2	60	50	0,92
	Т-50-130	3	-	80	
6	ПТ-25-90	4	40	35	0,89
	Т-25-90	4	-	50	
7	ПТ-50-90	2	60	60	0,91
	Т-50-90	4	-	100	
8	ПТ-50-90	2	50	100	0,90
	Т-25-90	4	-	45	
9	ПТ-50-130	2	60	60	0,93
	Т-50-130	4	-	100	
0	ПТ-25-90	3	30	40	0,91
	Т-50-90	4	-	90	

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1

РОЗРАХУНОК І ПОБУДОВА ХАРАКТЕРИСТИК КОТЕЛЬНІ ТЕЦ

Для котельні розраховуються та будуються дві характеристики: енергетична (витратна) і відносних приростів витрати палива.

Енергетична (витратна) характеристика являє собою залежність витрати палива B_K котельні від тепловидатності Q_K котельні, тобто залежність $B_K = f(Q_K)$ [1, с. 124-126; 2, с. 265-268; 3, с. 289-290]. Указану залежність можна приблизно одержати за формулою

$$B_K = B_{KH} - \frac{1}{4,19}(Q_{KH} - Q_K)[0,1935 - 0,0493 \cdot \eta_K + (0,0808 - 0,0822 \cdot \eta_K) \left(1 - \frac{Q_K}{Q_{KH}}\right)^3] \cdot \kappa_e, \quad (1)$$

де B_{KH} , Q_{KH} – відповідно витрата палива, т умов. палив./год, і тепловидатність котельні, ГДж/год, на номінальній потужності;

η_K – ККД котельні на номінальній потужності;

κ_e – коефіцієнт, що враховує додаткову витрату палива в експлуатації на пуски, несталі режими та інше (можна прийняти 1,05...1,1).

Величини B_{KH} і Q_{KH} , що входять у залежність (1), визначаються так.

Витрата пари на роботу турбоагрегатів з урахуванням втрат пари, які можна прийняти в розмірі 2...3 %, повинна складати

$$D_{Kt} = (1,02...1,03) \sum_{i=1}^n D_{maxmi} , \quad (2)$$

де D_{maxmi} – сумарна витрата пари (з урахуванням відборів пари та виробництва електроенергії) для кожної з турбін, що є в наявності на ТЕЦ.

Для заданих у вихідних даних турбоагрегатів значення D_{maxmi} наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Сумарна витрата пари турбоагрегатами

Тип турбоагрегатів	Сумарна витрата пари, т/год
ПТ-25-90/535	190
ПТ-50-90/535	385
ПТ-50-130/565	370
Т-25-90/535	150
Т-50-90/535	290
Т-50-130/565	268

Номінальна продуктивність котельні D_{KH} повинна бути не менше D_{Kt} . Величина D_{KH} визначається за кількістю котлів і номінальною продуктивністю кожного котла за даними таблиці 3. Припустимо, наприклад, що $D_{Kt} = 620,5$ т/год. Тоді:

- при заданих турбінах на тиск пари 9 МПа з таблиці 2 можна прийняти до встановлення 4 котли типу Е-160/100, тоді

$D_{KH} = 4 \cdot 160 = 680$ т/год, або 3 котли типу Е-220/100, тоді
 $D_{KH} = 3 \cdot 220 = 660$ т/год;

- при заданих турбінах на тиск пари 13 МПа з таблиці 3 до встановлення можна прийняти 3 котли Е-210/140 або 2 котли Е-320/140. У першому випадку $D_{KH} = 3 \cdot 210 = 630$ т/год, у другому – $D_{KH} = 2 \cdot 320 = 640$ т/год.

Таблиця 3 – Номінальна продуктивність деяких котлів

Тип котла	Номінальна продуктивність, т/год
Е-110/100	110
Е-120/100	120
Е-160/100	160
Е-220/100	220
Е-210/140	210
Е-320/140	320

Продуктивність котельні в теплових одиницях

$$Q_{KH} = D_{KH} (l_n - l_v), \quad (3)$$

де l_n, l_v – ентальпії відповідно пари і живильної води (таблиця 4).

Таблиця 4 – Ентальпії теплоносіїв

Початковий параметр пари		Ентальпія, кДж/кг, для теплоносія	
$p_0, \text{МПа}$	$t_0, ^\circ\text{C}$	пари	живильної води
10	540	3478	901
14	570	3553	964

Тоді витрата умовного палива на номінальному режимі дорівнюватиме

$$B = \frac{Q_{KH}}{Q_{нуп}^p \cdot \eta_{KH}}, \quad (4)$$

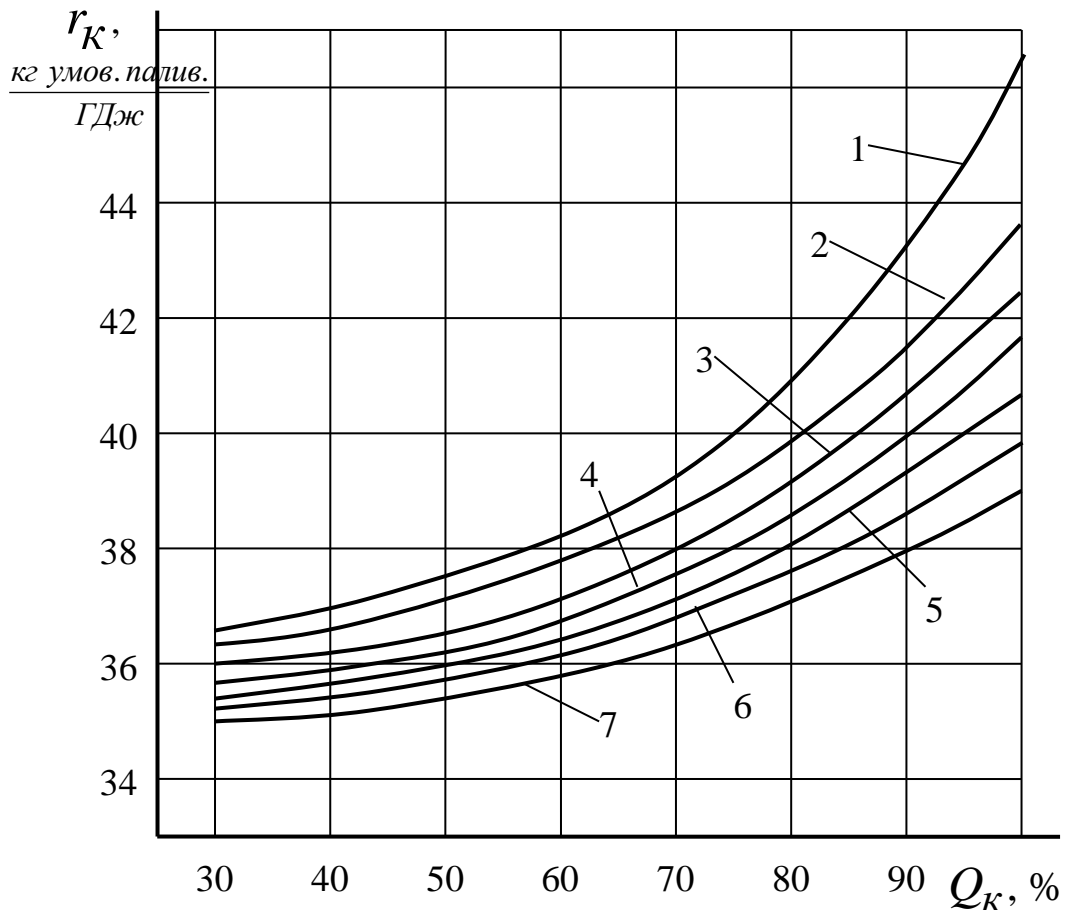
де $Q_{\text{нуп}}^p$ – теплота згоряння умовного палива, що дорівнює 29330 кДж/кг.

Розрахунки за залежністю (1) виконати для $Q_K = (0,3 \dots 1) Q_{KH}$ і звести в таблицю. За результатами розрахунків збудувати енергетичну характеристику котельні.

Характеристика відносних приростів витрати палива котельні – це залежність відносного приросту витрати палива r_K від теплопродуктивності котельні, тобто залежність $r_K = f(Q_K)$ [1, с. 126-132; 3, с. 265-268; 5, с. 289-293]. Для котельні r_K є похідна від витрати палива за теплопродуктивністю

$$r_K = \frac{dB_K}{dQ_K}. \quad (5)$$

Величини r_K можна одержати шляхом графічного диференціювання енергетичної характеристики [1, с. 127-128] або прийняти приблизно за рисунком 1 залежно від η_K [3, с. 266]. Під час використання графіків за рисунком 1 за 100 % Q_K прийняти величину Q_{KH} . Узяті з рисунка 1 дані доцільно звести в таблицю, причому цю таблицю зручно об'єднати з таблицею розрахунків енергетичної характеристики котельні. За даними таблиці збудувати графік $r_K = f(Q_K)$ на тому самому рисунку, де побудовано графік $B_K = f(Q_K)$.



1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 - $\eta_K = 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93 \%$

Рисунок 1 – Характеристики відносних приростів витрати палива котельні

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

РОЗРАХУНОК І ПОБУДОВА ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОАГРЕГАТІВ

При виконанні завдання необхідно оптимально розподілити електричне навантаження поміж окремими турбоагрегатами ТЕЦ за умови, що теплові навантаження вже розподілені. Через те використовуються залежності параметрів від електричного навантаження. У цьому випадку енергетична характеристика турбоагрегата – це залежність витрати теплоти Q_m

турбоагрегатом від його електричного навантаження P_m , тобто $Q_m = f(P_m)$ [1, с.132-137; 3, с. 268-273].

З достатньою для практичних розрахунків точністю енергетичну характеристику турбоагрегатів можна описати рівнянням ламаної лінії. Для турбоагрегатів типу ПТ таке рівняння має вигляд

$$Q_m = Q_0 + \kappa_{вир} D_{вир} + \kappa_{он} D_{он} + r_{m1} P_m + (r_{m2} - r_{m1}) \cdot (P_m - P_{кр1}) + (r_{m3} - r_{m2}) \cdot (P_m - P_{кр2}), \quad (6)$$

де Q_0 – умовна витрата теплоти на холостий хід;

$D_{вир}, D_{он}$ – витрати пари з відборів турбіни відповідно виробничих та опалювальних параметрів;

$\kappa_{вир}, \kappa_{он}$ – коефіцієнти відборів;

r_{m1}, r_{m2}, r_{m3} – відносні прирости витрати теплоти турбоагрегатом на різних ділянках характеристики;

$P_{кр1}, P_{кр2}$ – значення електричних навантажень у точках зломів характеристики.

Значення електричних навантажень $P_{кр}$, кількість яких може бути різною для різних турбоагрегатів, визначаються за формулами вигляду

$$P_{кр1} = P_0 - \alpha_{вир} \cdot D_{вир} - \alpha_{он} \cdot D_{он}, \quad (7)$$

$$P_{кр2} = P_{кр1} + P_{01}, \quad (8)$$

$$P_{кр3} = P_{кр2} + P_{02}. \quad (9)$$

Для турбоагрегатів типу Т формули (6), (7) скорочуються, оскільки немає відборів пари виробничих параметрів.

Рівняння енергетичних характеристик для різних турбін типів ПТ і Т наведено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Рівняння енергетичних характеристик різних турбоагрегатів

Тип турбоагрегата	Рівняння енергетичних характеристик
ПТ-25-90	$Q_m = 54,5 + 1,26 D_{вир} + 0,63 D_{он} + 7,33 P_m + 1,26(P_m - P_{кр1}) + 1,38(P_m - P_{кр2}),$ $P_{кр1} = 29,1 - 0,172 D_{вир} - 0,082 D_{он},$ $P_{кр2} = P_{кр1} + 12,4$
ПТ-50-90	$Q_m = 83,8 + 1,84 D_{вир} + 0,83 D_{он} + 8,4 P_m + 0,084(P_m - P_{кр}),$ $P_{кр} = 58,6 - 0,1 D_{вир} - 0,22 D_{он}$
ПТ-50-130	$Q_m = 88 + 1,66 D_{вир} + 0,77 D_{он} + 7,75 P_m + 0,34(P_m - P_{кр1}) + 0,71(P_m - P_{кр2}),$ $P_{кр1} = 79,6 - 0,22 D_{вир} - 0,1 D_{он},$ $P_{кр2} = P_{кр1} + 11,4$
Т-25-90	$Q_m = 26,8 + 1,03 D_{он} + 8,4 P_m + 1,05 (P_m - P_{кр}),$ $P_{кр} = 29 - 0,089 D_{он}$
Т-50-90	$Q_m = 50,3 + 1,03 D_{он} + 8,2 P_m + 0,84 (P_m - P_{кр}),$ $P_{кр} = 58 - 0,089 D_{он}$
Т-50-130	$Q_m = 54,5 + 1,05 D_{он} + 7,75 P_m + 1,01 (P_m - P_{кр}),$ $P_{кр} = 55 - 0,195 D_{он}$
Примітка – у рівняннях прийнято такі одиниці вимірювання: витрата пари $D_{вир}$, $D_{он}$ – т/год; електричне навантаження P_m , $P_{кр}$, МВт; витрата теплоти Q_m , ГДж/год	

Для розрахунків за цими рівняннями необхідно встановити можливий інтервал зміни електричного навантаження, тобто визначити значення P_{min} і P_{max} для даного турбоагрегата. Ці навантаження визначаються за характеристиками турбоагрегатів, які наведено на рисунках 2-7 залежно від величин відборів пари.

Припустимо, що для турбоагрегата ПТ-25-90 відбори становлять $D_{вир} = 50$ т/год; $D_{он} = 40$ т/год. Тоді $P_{min} = 18$ МВт, $P_{max} = 30$ МВт (рисунок 2). Коли для цього ж турбоагрегата при тому самому значенні $D_{он}$ відбір пари виробничих параметрів складав би 100 т/год, то $P_{min} = 25$ МВт, $P_{max} = 28,2$ МВт (рисунок 2).

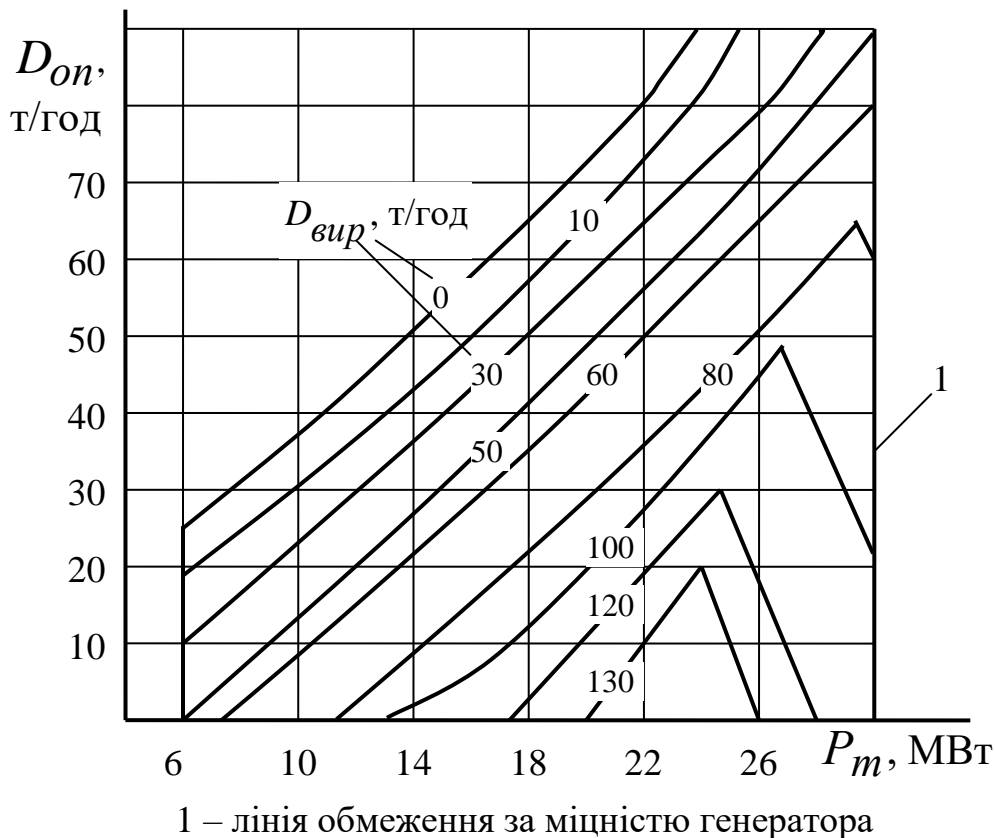


Рисунок 2 – Характеристики турбоагрегата ПТ-25-90

Розрахунок за рівнянням (6) виконується для значень електричного навантаження $P_{min} \leq P_m \leq P_{max}$. Оскільки рівняння (6) є рівнянням ламаної лінії, то достатньо виконати розрахунки тільки для характерних значень P_m , якими є P_{min} , $P_{кр1}$, $P_{кр2}$, P_{max} . Під час розрахунків за формулою (6) треба мати на увазі особливості рівняння ламаної лінії, для різних ділянок якої формула (6) містить різну кількість доданків.

Формально це означає, що у формулі (6) доданки з від'ємними значеннями ($P_m - P_{кр}$) під час розрахунків враховувати не треба. Розрахунки доцільно звести в таблицю. За результатами розрахунків збудувати енергетичні характеристики турбоагрегатів, розмістивши їх на одному рисунку.

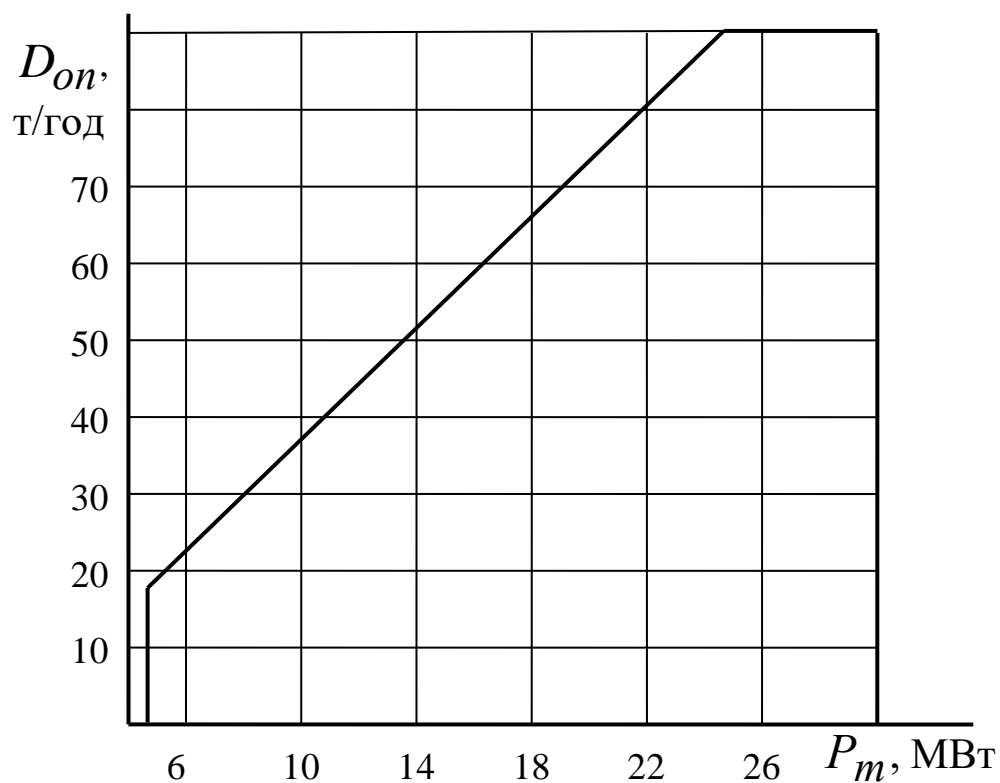


Рисунок 3 – Характеристика турбоагрегата Т-25-90

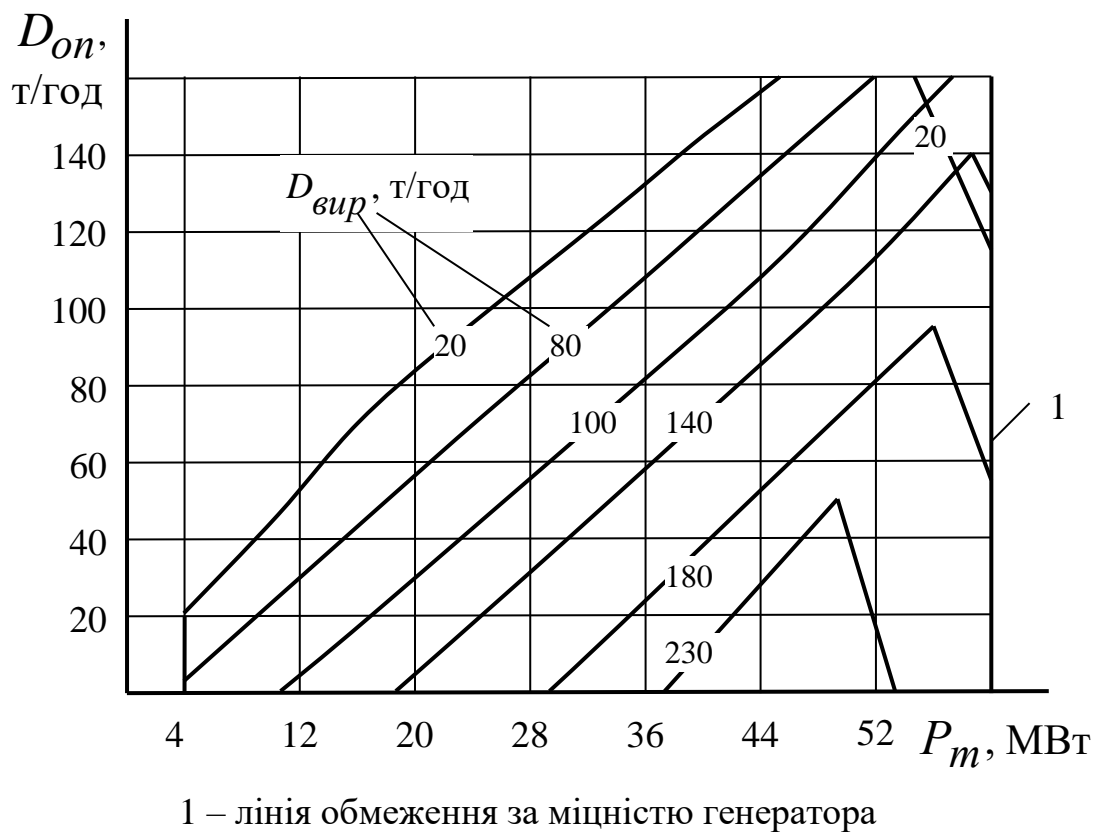


Рисунок 4 – Характеристики турбоагрегата ПТ-50-90

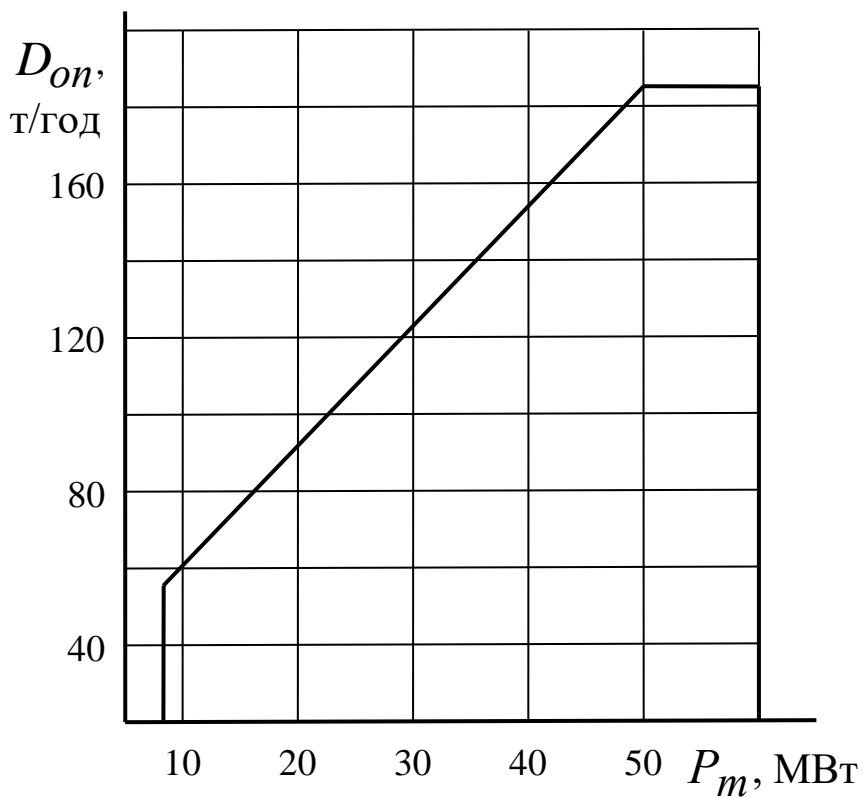
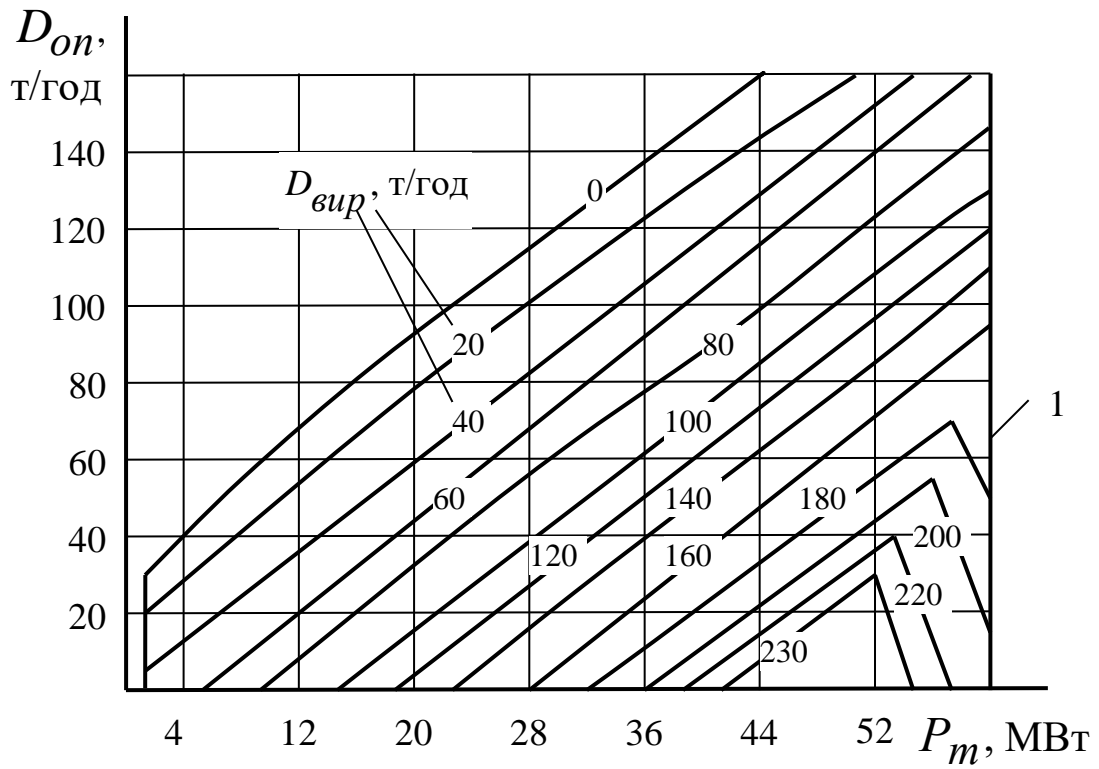


Рисунок 5 – Характеристика турбоагрегата Т-50-90



1 – лінія обмеження за міцністю генератора

Рисунок 6 – Характеристики турбоагрегата ПТ-50-130

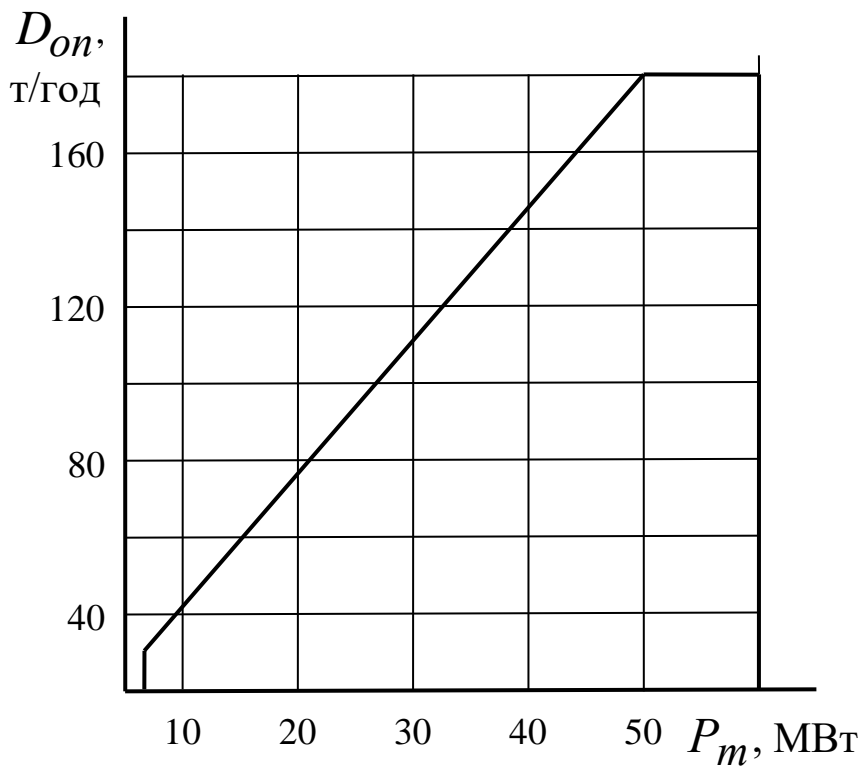


Рисунок 7 – Характеристика турбоагрегата Т-50-130

Характеристикою відносних приростів витрати теплоти турбоагрегатом називають залежність відносного приросту r_m витрати теплоти від електричного навантаження, тобто $r_m = f(P_m)$. Для енергетичної характеристики у вигляді ламаної лінії

$$r_m = \frac{\Delta Q_m}{\Delta P_m}, \quad (10)$$

що на графіку залежності $Q_m = f(P_m)$ дорівнює тангенсам кутів нахилу ділянок енергетичної характеристики до осі P_m , тому величини r_m закладені в рівняння енергетичних характеристик. Наприклад, для турбоагрегата ПТ-50-130 з рівняння енергетичної характеристики (таблиця 5) видно:

- $r_{m1} = 7,75$ ГДж/(МВт · год) – величина r_m на ділянці характеристики від P_{min} до $P_{кр1}$ (порівняйте рівняння з таблиці 5 з загальним виглядом характеристики за рівнянням (6));

- $(r_{m2} - r_{m1}) = 0,34$ ГДж/(МВт · год), звідки $r_{m2} = r_{m1} + 0,34 = 7,75 + 0,34 = 8,09$ ГДж/(МВт · год) – величина r_m на ділянці характеристики від $P_{кр1}$ до $P_{кр2}$;

- $(r_{m3} - r_{m2}) = 0,71$, звідки $r_{m3} = 0,71 + 8,09 = 8,8$ ГДж/(МВт · год) – величина r_m на ділянці від $P_{кр2}$ до P_{max} .

Визначивши значення r_m для заданих турбоагрегатів, можна збудувати графіки $r_m = f(P_m)$ на тому самому рисунку, де побудовано графіки $Q_m = f(P_m)$.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3

РОЗРАХУНОК І ПОБУДОВА ХАРАКТЕРИСТИК МАШИННОГО ЗАЛУ ТЕЦ

Енергетична характеристика машинного залу ТЕЦ є залежністю витрати теплоти $Q_{MЗ}$ машзалом від електричного навантаження $P_{MЗ}$ машзалу, тобто $Q_{MЗ} = f(P_{MЗ})$.

Характеристика відносних приростів витрати теплоти машзалом є залежністю відносного приросту $r_{MЗ}$ витрати теплоти машзалом від електричного навантаження машзалу, тобто $r_{MЗ} = f(P_{MЗ})$.

Для побудови названих характеристик за відомими характеристиками встановлених у машзалі турбоагрегатів необхідно розподілити спільне електричне навантаження машзалу між окремими турбоагрегатами. Варіантів такого розподілу може бути безліч, відповідно можна збудувати й безліч характеристик машзалу. Завданням передбачений оптимальний розподіл навантаження, що забезпечує найменшу витрату пари в машзалі та відповідно найменшу витрату палива на ТЕЦ. Умовою такого оптимального розподілу є рівність відносних приростів витрати теплоти кожним з турбоагрегатів

$$r_{m1} = r_{m2} = \dots = r_{mn}. \quad (11)$$

Тобто якщо в якомусь інтервалі зміни електричного навантаження умова (11) виконується, то треба завантажувати водночас всі турбоагрегати. Ураховуючи східчастий характер зміни r_m , умову (11) можна виконати не завжди. Тоді названу умову можна виконати приблизно, якщо завантажувати турбоагрегати по черзі збільшення величин r_m . Тобто в кожному інтервалі зміни P_m треба завантажувати той з турбоагрегатів, який у даному випадку має найменшу величину r_m [1, с. 140-144; 2, с. 280-281; 3, с. 298-299]. Внаслідок цього одержимо

характеристики машзалу, які відповідають оптимальному розподілу навантаження.

Нехай, наприклад, у машзалі встановлено n_1 турбоагрегатів з характеристиками $Q_{m1} = f(P_{m1})$ і $r_{m1} = f(P_{m1})$ і n_2 турбоагрегатів з характеристиками $Q_{m2} = f(P_{m2})$ і $r_{m2} = f(P_{m2})$ (рисунок 8). В інтервалах від P_{min} до $P_{кр}$ для обох турбоагрегатів умова (11) виконується, тому треба завантажувати водночас всі турбоагрегати. Тоді

$$P_{мз1} = P_{m1кр} \cdot n_1 + P_{m2кр} \cdot n_2. \quad (12)$$

Для даного інтервалу значення $r_{мз}$ буде дорівнювати значенням r_{m1} і r_{m2} (які однакові). Величини $Q_{мз}$ у даному інтервалі знайдемо підсумовуванням відповідних значень витрат теплоти кожним турбоагрегатом. Для навантажень більших, ніж значення $P_{кр}$, виконати умову (11) неможливо, величини r_{m1} та r_{m2} у кожного з турбоагрегатів різні. Тому надалі треба завантажувати турбоагрегати 2, оскільки в них менші величини r_{m2} . Під час цього турбоагрегати 1 повинні мати попередню потужність $P_{кр}$. Відповідне значення $P_{мз2}$ та наступну величину $Q_{мз}$ знайдемо підсумовуванням даних по кожному з турбоагрегатів (залежності для розрахунків будуть аналогічні формулі (12)). За даними розрахунків треба побудувати характеристики машзалу.

На цьому ж рисунку треба збудувати режимну карту машзалу, яка являє собою залежність електричного навантаження кожного з турбоагрегатів від навантаження машзалу, тобто залежність $P_m = f(P_{мз})$. Режимна карта відображає графічно послідовність і величини навантаження турбоагрегатів, які було прийнято під час побудови характеристик машзалу.

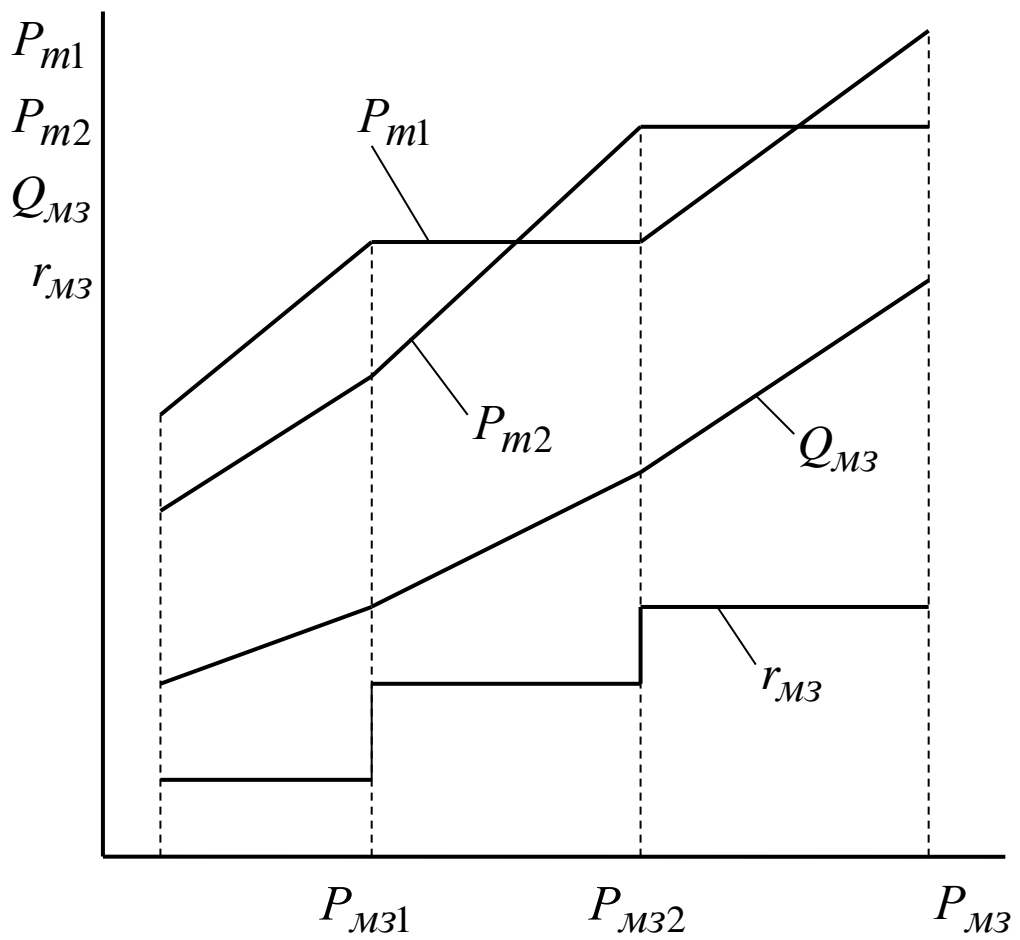
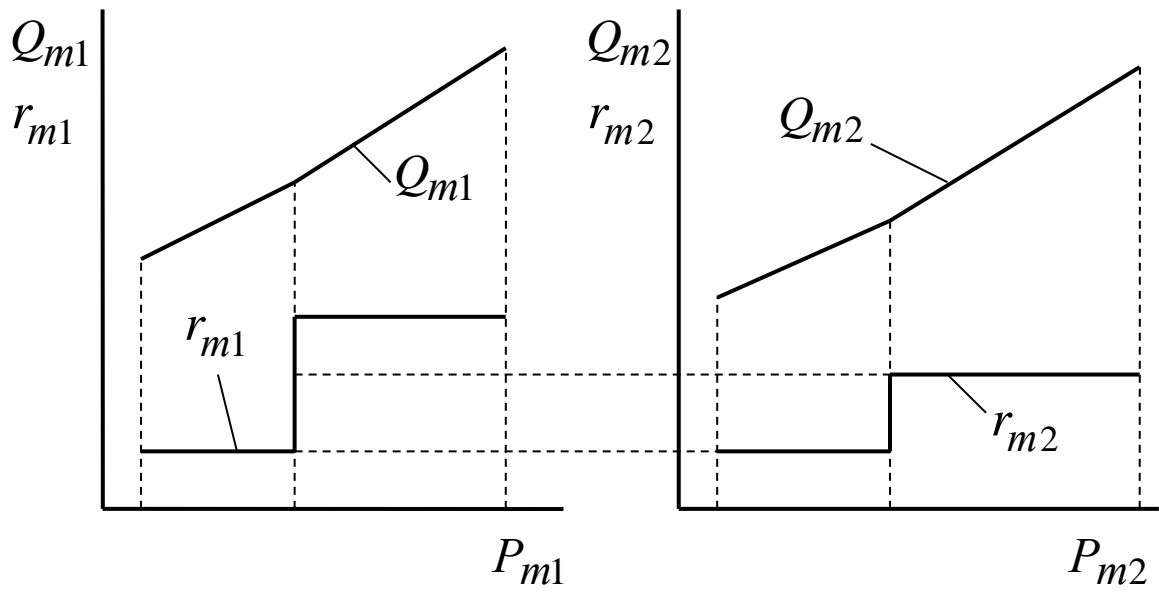


Рисунок 8 – Приклад побудови характеристик машзалу

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4

РОЗРАХУНОК І ПОБУДОВА ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЦ

Для ТЕЦ треба побудувати дві характеристики: енергетичну та відносних приростів витрати палива.

Енергетична характеристика ТЕЦ є залежністю витрати палива $V_{ТЕЦ}$ від електричного навантаження $P_{ТЕЦ}$, тобто $V_{ТЕЦ} = f(P_{ТЕЦ})$. Для її побудови використовуються збудовані раніше характеристики котельної і машзалу [1, с. 144-145; 2, с. 287-288; 3, с. 298-301]. Попередньо необхідно:

1) визначити витрати теплоти $Q_{МЗ}^K$ у котельні, які необхідні для забезпечення витрат $Q_{МЗ}$ машинного залу. З урахуванням втрат теплоти в розмірі (2...3) %

$$Q_{МЗ}^K = (1,02 \dots 1,03) Q_{МЗ} .$$

Доцільно збудувати графік $Q_{МЗ}^K = f(P_{МЗ})$ на тому самому рисунку, де наведено графік $Q_{МЗ} = f(P_{МЗ})$;

2) визначити можливі режими спільної роботи котельної та машзалу, що можна зробити, порівнюючи найбільші та найменші значення Q_K і $Q_{МЗ}^K$. Якщо порівняти найменші з указаних величин, то більша з них буде дорівнювати найменшій витраті теплоти на ТЕЦ. Якщо порівняти найбільші, то знайдемо найбільшу витрату теплоти на ТЕЦ, яка буде дорівнювати найменшій з величин, що порівнюються. У такий спосіб знайдемо межі можливої зміни витрат теплоти $Q_{ТЕЦ}$. Відповідні їм межі зміни $P_{ТЕЦ}$ знайдемо з графіка $Q_{МЗ}^K = f(P_{МЗ})$, маючи на увазі, що знайдені в такий спосіб межі зміни $P_{МЗ}$ співпадають з межами зміни $P_{ТЕЦ}$.

Витрати палива $V_{ТЕЦ}$ можна знайти з енергетичних характеристик машзалу та котельні в такий послідовності:

- для будь-якого значення $P_{ТЕЦ}$ з графіка $Q_{МЗ}^K = f(P_{МЗ})$ знаходять відповідну витрату теплоти $Q_{МЗ}^K$;

- для знайденої величини $Q_{МЗ}^K$ з графіка $B_K = f(Q_K)$ визначають витрату палива $B'_{ТЕЦ}$. Якщо врахувати витрату палива на власні потреби ТЕЦ у розмірі приблизно 4 %, то $B_{ТЕЦ} = 1,04 B'_{ТЕЦ}$.

Залежність $B_{ТЕЦ} = f(P_{ТЕЦ})$ нелінійна, тому для побудови графіка потрібно одержати якнайменше 4...5 значень $B_{ТЕЦ}$. Вибір розрахункових точок графіка довільний, але до них обов'язково повинні належати значення, характерні для залежностей машзалу (точки згину енергетичної характеристики, які потрапили в межі зміни $P_{ТЕЦ}$). За наслідками розрахунків побудувати графік енергетичної характеристики ТЕЦ. Приклад графіка наведено на рисунку 9.

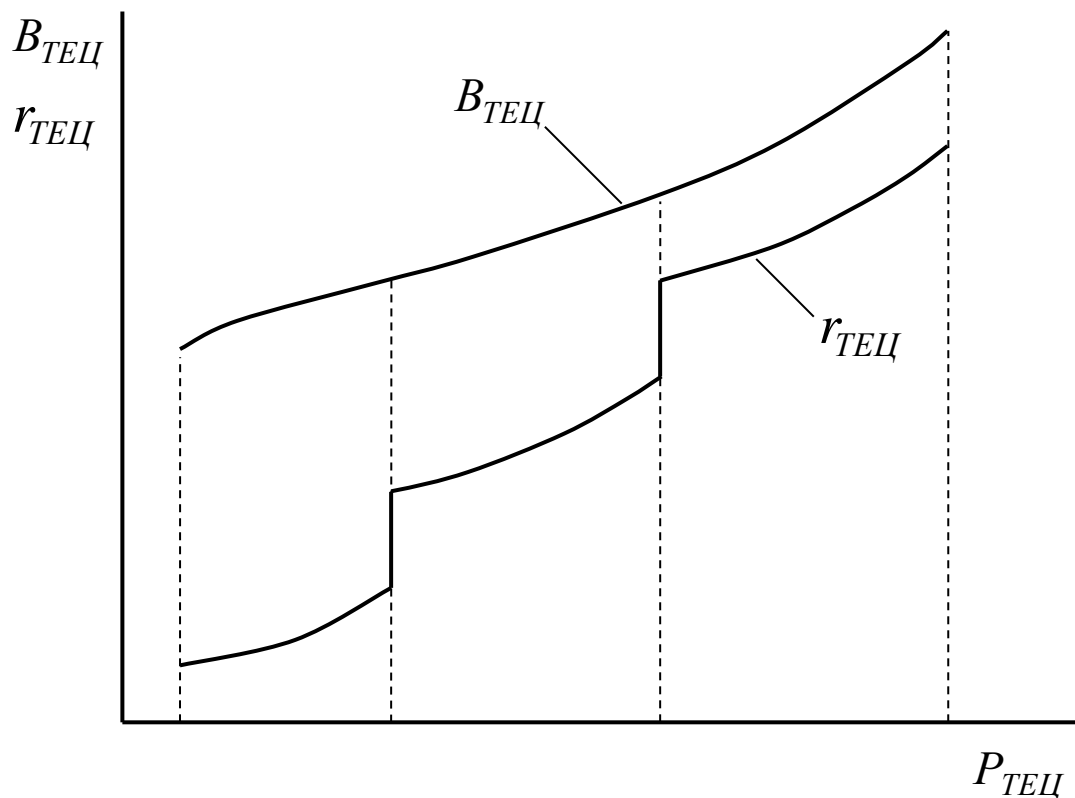


Рисунок 9 – Приклад характеристик ТЕЦ

Характеристика відносних приростів витрати палива – це залежність відносного приросту $r_{ТЕЦ}$ витрати палива від електричного навантаження, тобто $r_{ТЕЦ} = f(P_{ТЕЦ})$ [1, с. 144-145; 2, с. 287-289; 3, с. 298-301].

Для визначення величини $r_{ТЕЦ}$ використовуються одержані раніше значення відносного приросту r_K витрати палива котельною та відносного приросту $r_{МЗ}$ витрати теплоти машзалом. Якщо прийняти приблизно витрату палива на власні потреби ТЕЦ у розмірі 4 %, то

$$r_{ТЕЦ} = 1,04 \cdot r_K \cdot r_{МЗ} \cdot \quad (13)$$

Розрахунки за формулою (13) доцільно звести в таблицю. Під час цього доцільно обирати ті самі розрахункові точки, що було обрано під час визначення $B_{ТЕЦ}$. Зрозуміло, що кожного разу у формулі (13) значення r_K та $r_{МЗ}$ повинні відповідати одному і тому самому значенню $P_{ТЕЦ}$. За результатами розрахунків побудувати графік $r_{ТЕЦ} = f(P_{ТЕЦ})$ на одному рисунку з графіком енергетичної характеристики ТЕЦ. Приклад вказаних графіків наведено на рисунку 9, причому графіки приблизно відповідають даним, наведеним на рисунку 8.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ З КУРСУ

- 1 Виробничі процеси і їх класифікація.
- 2 Розкрийте поняття техпроцесу, операції, робочого місця.
- 3 Види руху предметів праці в процесі виробництва.
- 4 Методи організації виробничих процесів.
- 5 Основні принципи раціональної організації виробничих процесів.
- 6 Застосування графів параметрів при моделюванні виробничих процесів.
- 7 Застосування матричного опису параметрів при моделюванні виробничих процесів.
- 8 Розрахунок і побудова характеристик машинного залу ТЕЦ.
- 9 Характеристики ТЕЦ і їх використання.
- 10 Умови оптимального розподілу навантаження між котлами у котельні.
- 11 Умови оптимального розподілу навантаження між турбоагрегатами.
- 12 Основні функції організації виробничих процесів при проектуванні виробництва в умовах діючого виробництва.
- 13 Закони упорядкування руху предметів праці і ритмічності виробничого циклу.
- 14 Основні закони раціональної організації виробничих процесів.
- 15 Розрахунок і побудова характеристик котельні ТЕЦ.
- 16 Лінійне програмування як метод оптимізації параметрів виробничих процесів.
- 17 Характеристики парових і водогрійних котлів.
- 18 Використання характеристик парових і водогрійних котлів для оптимального розподілу навантаження котельної.
- 19 Збільшена схема ТЕЦ і загальна постановка задачі оптимізації деяких виробничих процесів.
- 20 Виробничий цикл і його тривалість.
- 21 Лінійні та сітвові графіки виробничих процесів.
- 22 Класифікація моделей виробничих процесів, можливості їх аналітичного опису.

23 Загальне формулювання і графічна ілюстрація задачі лінійного програмування.

24 Постановка задачі оптимізації параметрів виробничих процесів.

25 використання класичних методів матаналізу при оптимізації параметрів виробничих процесів.

26 Можливості опису стохастичних виробничих процесів.

27 Можливості опису дискретних виробничих процесів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Организация, планирование и управление энергетическим предприятием: Учеб. для энерг. спец. вузов / С.Л. Прузнер, А.Н. Златопольский, В.Г. Журавлев. – М.: Высшая школа, 1981. – 432 с.

2 Златопольский А.Н., Завадский И.М. Экономика промышленной теплоэнергетики. – М.: Высшая школа, 1975. – 328 с.

3 Экономика энергетики СССР: Учеб. для энерг. спец. вузов / С.Л. Прузнер, А.Н. Златопольский, А.М. Некрасов. – М.: Высшая школа, 1984. – 424 с.

4 Сизова Н.М. Организация и планирование производственных процессов в объединении, на предприятии: Учеб. пособие. – Л.: ЛФЭИ, 1985. – 62 с.

5 Летенко В.А., Туровец О.Г. Организация машиностроительного производства: Теория и практика. – М.: Машиностроение, 1982. – 208 с.

6 Петров В.А. Методические основы пространственной организации производственных систем: Учеб. пособие. – Л.: ЛИТМО, 1982. – 74 с.

7 Франчук В.И. Основы построения организационных систем. – М.: Экономика, 1991. – 111 с.

8 Васильев В.Н. Организация производства в условиях рынка. – М.: Машиностроение, 1993. – 368 с.

9 Основы теории управления производством /А.Т. Сидоров, Ю.А. Глущенко, Е.Г. Пинаев и др. – М.: МИИГА, 1992. – 128 с.

10 Управление производственными процессами с непрерывным характером производства / В.И. Скурихин, Э.И. Савустьяненко, Ю.Г. Мекинян. – Киев: КПИ, 1986. – 108 с.

11 Неймарк Ю.И., Коган Н.Я., Савельев В.П. Динамические модели теории управления. – М.: Наука, 1985. – 400 с.

12 Имитационные системы принятия экономических решений / К.А. Багриновский, Т.И. Конник, М.Р. Левинсон и др. – М.: Наука, 1989. – 165 с.

13 Смехов А.А. Введение в логистику. – М.: Транспорт, 1993.

14 Леншин И.А., Смоляков Ю.И. Логистика. – М.: Машиностроение, 1996. – Ч. 1. – 246 с.

15 Леншин И.А., Смоляков Ю.И. Логистика. – М.: Машиностроение, 1996. – Ч. 2. – 96 с.

16 Родников А.Н. Логистика: Терминологический словарь. – М.: Экономика, 1995. – 251 с.

17 Смехов А.А. Основы транспортной логистики: Учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1995. – 197 с.

18 Неруш Ю.М. Коммерческая логистика: Учеб. для вузов. – М.: Банки и биржи: ЮНИТИ, 1997. – 271 с.

19 Логистика: Учебник / Под ред. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 352 с.

20 Організація і технологія надання послуг: Навч. посібник / За ред. В.В. Акопія. – К.: Вид. центр “Академія”, 2006. – 311 с.

