

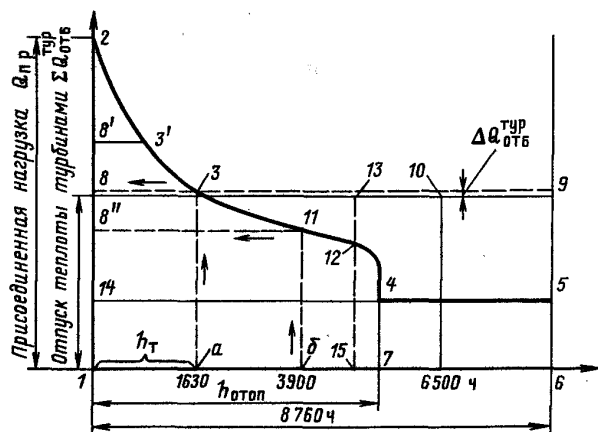
Мал.4. Залежність річної економії палива ТЕЦ, від $\alpha_{ТЕЦ}$ та типу турбін ($Q_{В П}^{DİK}$ та $E_{ТЕЦ}^{DİK} = idem$). 1 – Т-25-35; 2 – Т-25-90; 3 – Т-100-130.

$$B_{ек} = E^T(\psi b_{КЕС} - b_{ТЭЦ}^{e.T}) - E_{ТЕЦ}^K(b_{ТЕЦ}^{e.K} - \psi b_{КЕС})$$

Перший член - економія палива при виробництві е/е на тепловому споживанні при віднесенні всієї економії на електроенергію (фізичний метод).

Другий член – втрати: питома витрата палива ТЕЦ у конденсаційному режимі більше, ніж у КЕС: для Т-100-130 у конденсаційному режимі на 10% вище, ніж у К-200-130, та на 17% більше, ніж у К-300-240.

Максимальна економія досягається коли відборами покривається лише частина навантаження: $\alpha_{ТЕЦ} < 1$ (мал.4).



Зі збільшенням $\alpha_{ТЕЦ}$ від 8 до 8':

- зростає річне виробництва е/е на тепловому споживанні E^T та 1-й член рівняння та зростає $B_{ек}$.
 - зростає відпуск теплоти з відборів - площа 8-8'-3'-3-8.
- Зі збільшенням E^T зростає.

Однак зі зростанням $\alpha_{ТЕЦ}$ збільшується встановлена електрична потужність турбін ТЕЦ (пропорційно до зростання $\sum Q_{відб}^{тур}$), а відповідно, зростає і конденсаційне виробництво е/е на ТЕЦ $E_{ТЕЦ}^K$.

Зі зростанням $E_{ТЕЦ}^K$ збільшується 2-й член, який має від'ємний знак, що зменшує $B_{ек}$.

Тобто зі зростанням $\alpha_{ТЕЦ}$ збільшуються як E^T так і $E_{ТЕЦ}^K$, але різними темпами:

- темп зростання E^T зменшується (площа 8-8'-3'-3-8 \ll площі 4'-8-3-4-4', тощо),
- темп зростання $E_{ТЕЦ}^K$ збільшується.

В результаті при зростанні $\alpha_{ТЕЦ}$ - $B_{ек}$ спочатку збільшується, а згодом починає зменшуватись.

Методика визначення оптимального значення $\alpha_{\text{ТЕЦ}}$ (максимальна економія палива).

Значення $\alpha_{\text{ТЕЦ}}$, при якому приріст економії палива змінює знак, тобто коли $\Delta B_{\text{ек}} = 0$.

$$\Delta B_{\text{ек}} = 0 = \Delta E^T (\psi b_{\text{КЕС}} - b_{\text{ТЭЦ}}^{\text{е.т}}) - \Delta E_{\text{ТЕЦ}}^{\text{к}} (b_{\text{ТЕЦ}}^{\text{е.к}} - \psi b_{\text{КЕС}}) \quad (4.7)$$

Відношення $\Delta E^T / \Delta E_{\text{ТЕЦ}}^{\text{к}}$, при якому приріст економії палива стає рівним нулю:

$$\frac{\Delta E^T}{\Delta E_{\text{ТЕЦ}}^{\text{к}}} = \varphi = \frac{b_{\text{ТЕЦ}}^{\text{е.к}} - \psi b_{\text{КЕС}}}{\psi b_{\text{КЕС}} - b_{\text{ТЭЦ}}^{\text{е.т}}} \quad (4.8)$$

Метод є ідентичним прирівнюванню до нуля похідної $B_{\text{ек}}^{\text{річ}} = f(\alpha_{\text{ТЕЦ}})$, але є наочнішим.

φ та $\alpha_{\text{ТЕЦ}}^{\text{опт}}$ залежать від $b_{\text{ТЕЦ}}^{\text{е.к}}$, $b_{\text{КЕС}}$, $b_{\text{ТЭЦ}}^{\text{е.т}}$ та ψ та від характеру графіка навантаження (мал.4.9).

Визначення оптимального $\alpha_{\text{ТЕЦ}}$ за допомогою φ .

Нехай значення $\alpha_{\text{ТЕЦ}}^{\text{опт}}$ визначається точкою 8

(мал.4.9). Зі зростанням $\alpha_{\text{ТЕЦ}}$ на мале значення $\Delta \alpha_{\text{ТЕЦ}}$ зростають відпуск теплоти з відборів $\Delta Q_{\text{відб}}^{\text{тур}}$ (мал. 4.9), та електрична потужність турбін.

В результаті спостерігається приріст ΔE^T та $\Delta E_{\text{ТЕЦ}}^{\text{к}}$.

Приріст комбінованого виробництва ΔE^T , що

відповідає $\Delta Q_{\text{відб}}^{\text{тур}} : \Delta E^T = \Delta Q_{\text{відб}}^{\text{тур}} \bar{e}_T h_T \quad (4.11)$

де $\Delta Q_{\text{відб}}^{\text{тур}}$ - годинний приріст відпуску теплоти зовнішнім споживачам з відборів турбін (визначається $\Delta \alpha_{\text{ТЕЦ}}$); \bar{e}_T - питоме виробництво електроенергії на тепловому споживанні; h_T - число годин роботи турбін протягом року з додатковим навантаженням відборів $\Delta Q_{\text{відб}}^{\text{тур}}$ (відрізок 8-3 на мал. 4.9).

Приріст виробництва е/е на конденсаційному режимі при цьому значенні $\Delta \alpha_{\text{ТЕЦ}}$:

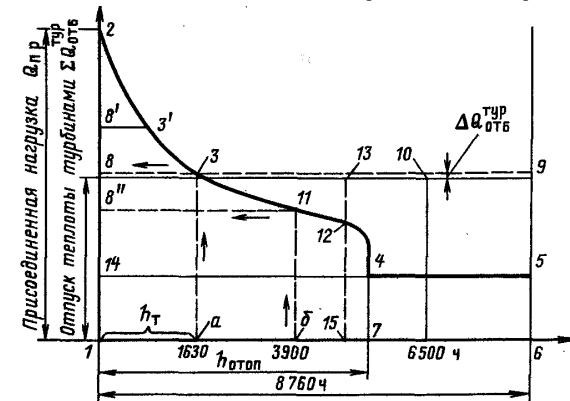
$$\Delta E_{\text{ТЕЦ}}^{\text{к}} = \Delta N_e h_k \quad (4.12)$$

де ΔN_e - приріст електричної потужності турбін, який відповідає приросту $\Delta \alpha_{\text{ТЕЦ}}$ та $\Delta Q_{\text{відб}}^{\text{тур}}$ для даної турбіни; h_k - число годин роботи турбіни у конденсаційному режимі (відрізок 3-9 на мал.4.9).

Питомий відпуск теплоти зовнішнім споживачам для конкретної турбіни має певне значення:

$$q_{\text{відб}}^{\text{пит}} = Q_{\text{відб}}^{\text{тур}} / N_e \quad (4.13)$$

$q_{\text{відб}}^{\text{пит}}$ визначають за довідником для режиму з повним навантаженням.



Застосовуючи $q_{\text{Відб}}^{\text{Пит}}$ у рівнянні (4.11), знаходимо

$$\Delta E^T = \Delta N_e q_{\text{Відб}}^{\text{Пит}} \bar{e}_T h_T \quad (4.14)$$

Переламне значення $\alpha_{\text{ТЕЦ}}$ буде спостерігатись при співвідношеннях

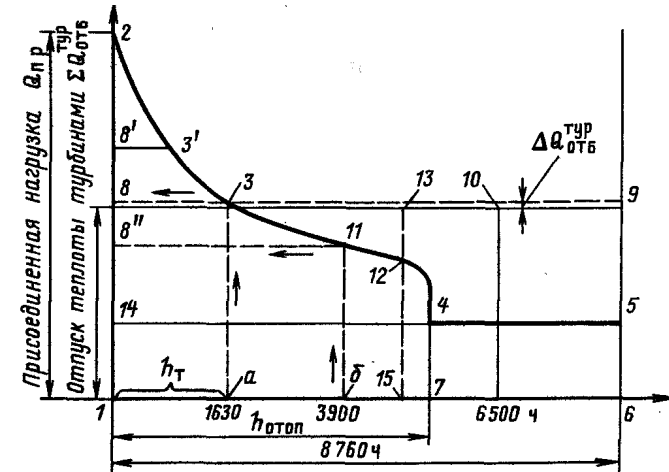
$$\frac{\Delta E^T}{\Delta E_{\text{ТЕЦ}}^{\text{К}}} = \frac{\Delta N_e q_{\text{Відб}}^{\text{Пит}} \bar{e}_T h_T}{\Delta N_e h_{\text{К}}} = \frac{h_T}{h_{\text{К}}} q_{\text{Відб}}^{\text{Пит}} \bar{e}_T = \frac{b_{\text{ТЕЦ}}^{\text{е.к}} - \psi b_{\text{КЕС}}}{\psi b_{\text{КЕС}} - b_{\text{ТЭЦ}}^{\text{е.т}}} \quad (4.15)$$

$$\text{звідки } \frac{h_T}{h_{\text{К}}} = \frac{1}{\bar{e}_T q_{\text{Відб}}^{\text{Пит}}} \frac{b_{\text{ТЕЦ}}^{\text{е.к}} - \psi b_{\text{КЕС}}}{\psi b_{\text{КЕС}} - b_{\text{ТЭЦ}}^{\text{е.т}}} \quad (4.17)$$

Граничне значення $h_T + h_{\text{К}} = 8760$ годин.

Відношення $h_T/h_{\text{К}}$ дорівнює відношенню відрізків (8-3)/(3-9) (мал.4.9).

Тобто, за відомими $b_{\text{ТЕЦ}}^{\text{е.к}}$, $b_{\text{КЕС}}$, $b_{\text{ТЭЦ}}^{\text{е.т}}$ для даної турбіни та розрахованим за (4.17) значенням $h_T/h_{\text{К}}$ можна за допомогою річного графіка теплового навантаження визначити значення оптимального $\alpha_{\text{ТЕЦ}}$.



Значення $\alpha_{\text{ТЕЦ}}^{\text{опт}}$ визначається, згідно (4.17) лише

- питомими характеристиками теплофікаційних турбін $b_{\text{ТЕЦ}}^{\text{е.к}}$, \bar{e}_T , $q_{\text{Відб}}^{\text{Пит}}$
- значенням $b_{\text{ТЭЦ}}^{\text{е.т}}$ (визначається в основному ККД котельної ТЕЦ),
- показниками КЕС, яка заміщується $b_{\text{КЕС}}$.
- втратами електроенергії при транспорті від КЕС до споживача та витрати е/е на власні потреби ТЕЦ (ψ).

Значення $\alpha_{\text{ТЕЦ}}^{\text{опт}}$ не залежить від таких факторів, як частка гарячого водозабезпечення, тривалість опалювального періоду, а також від конфігурації нижньої частини річного графіка навантаження (нижче горизонталі, що відповідає $\alpha_{\text{ТЕЦ}}^{\text{опт}}$). Ці фактори значно впливають на абсолютне значення річної економії палива на ТЕЦ $B_{\text{ек}}^{\text{річ}}$, але не впливають на $\alpha_{\text{ТЕЦ}}^{\text{опт}}$.

Економічно оптимальний $\alpha_{\text{ТЕЦ}}$

Визначається аналогічним методом за зміною знаку приросту економії приведених витрат $\Delta C_{\text{ек}}$. Річні приведені витрати на ТЕЦ $C^{\text{річ}}$ визначаються витратами на паливо за вирахуванням витрат, пов'язаних з капіталовкладеннями на спорудження ТЕЦ:

$$C^{\text{річ}} = B^{\text{річ}} c_{\text{пал}} - \Delta N_{\text{ТЕЦ}}^e k_{\text{ТЕЦ}} (E_{\text{н}} + f)$$

де $B^{\text{річ}}$ – річні витрати умовного палива; $c_{\text{пал}}$ – питомі витрати на умовне паливо; $\Delta N_{\text{ТЕЦ}}^e$ – встановлена електрична потужність ТЕЦ; $k_{\text{ТЕЦ}}$ – питома вартість встановленого 1 кВт на ТЕЦ, включаючи пікову котельню; $E_{\text{н}}$ – коефіцієнт відрахувань від капіталовкладень; f – частка щорічних відрахувань на амортизацію, поточний ремонт та інші витрати, відсоток капіталовкладень.

Річна економія приведених витрат на ТЕЦ:

$$\Delta C_{\text{ек}} = \Delta B_{\text{ек}} c_{\text{пал}} - \Delta N_{\text{ТЕЦ}}^e [(k_{\text{ТЕЦ}} - \psi k_{\text{розд}})(E_{\text{н}} + f) + c_{\text{дод}}^{\text{пит}}] = 0 \quad (4.22)$$

де $k_{\text{розд}}$ – питома вартість встановленого 1 кВт при роздільному варіанті (КЕС плюс вартість районних котельних) з урахуванням різної вартості теплових мереж при ТЕЦ та КЕС; $k_{\text{розд}}$ – питома вартість встановленого 1 кВт при роздільному варіанті (КЕС плюс вартість районних котельних) з урахуванням різної вартості теплових мереж при ТЕЦ та КЕС; $c_{\text{дод}}^{\text{пит}}$ – питомі річні витрати на ТЕЦ, віднесені до встановленого 1 кВт. При попередніх розрахунках останнім членом можна, як правило, знехтувати.

Величина $\alpha_{\text{ТЕЦ}}$ досягає оптимального (переламного) значення за умови: $\Delta C_{\text{ек}} = 0$

Значення $\Delta B_{\text{ек}}$ визначимо з урахуванням (4.7), (4.12), (4.14) та (4.15):

$$\Delta B_{\text{ек}} = \Delta N_{\text{ТЕЦ}}^e q_{\text{відб}}^{\text{пит}} \bar{e}_{\text{т}} h_{\text{т}} (\psi b_{\text{КЕС}} - b_{\text{ТЭЦ}}^{\text{е.т}}) - \Delta N_{\text{ТЕЦ}}^e h_{\text{к}} (b_{\text{ТЕЦ}}^{\text{е.к}} - \psi b_{\text{КЕС}}) \quad (4.23)$$

З виразів (4.22) та (4.23) знаходимо

$$q_{\text{відб}}^{\text{пит}} \bar{e}_{\text{т}} h_{\text{т}} (\psi b_{\text{КЕС}} - b_{\text{ТЭЦ}}^{\text{е.т}}) - h_{\text{к}} (b_{\text{ТЕЦ}}^{\text{е.к}} - \psi b_{\text{КЕС}}) = \frac{(k_{\text{ТЕЦ}} - \psi k_{\text{розд}})(E_{\text{н}} + f) + c_{\text{дод}}^{\text{пит}}}{c_{\text{пал}}} \quad (4.24)$$

Оскільки сума $h_{\text{т}} + h_{\text{к}} = 6500$ г/рік задана, вираз (4.24) містить лише одне невідоме $h_{\text{т}}$ та має розв'язок.

Для коректного визначення $\alpha_{\text{ТЕЦ}}^{\text{опт}}$ важливо врахувати неминучу неоднозначність вихідної інформації. Як правило, достатньо точно можуть бути визначені лише границі, в яких вони можуть змінюватись.

Підставляючи до формули (4.24) можливі границі коливань значень факторів, які впливають $c_{\text{пал}}, k_{\text{ТЕЦ}}, k_{\text{розд}}, b_{\text{КЕС}}, b_{\text{ТЕЦ}}^{\text{е.к}}$, тощо, знаходять по мал.4.9 декілька відповідних значень $\alpha_{\text{ТЕЦ}}$ - групу точок, які формують діапазон відповідних значень $\alpha_{\text{ТЕЦ}}^{\text{опт}}$.

Одиничні потужності реальних турбін змінюються східчасто, тому $\alpha_{\text{ТЕЦ}}^{\text{опт}}$ також змінюється східчасто.

Вибір східчастого оптимального $\alpha_{\text{ТЕЦ}}$ здійснюється не по одному значенню $\alpha_{\text{ТЕЦ}}^{\text{опт}}$, а по зоні його значень.

Питоме виробництво електроенергії на тепловому споживанні \bar{e}_T суттєво залежить від температури прямої та зворотної мережевої води, які залежать від температури зовнішнього повітря.

В результаті \bar{e}_T , а відповідно, і питомої економії палива на одиницю відпущеної теплоти на початку опалювального сезону та у холодні зимові дні відрізняються на 8-10%.

При точних розрахунках опалювальний період розбивають на 4-6 частин та визначають для кожного періоду окреме значення \bar{e}_T , $Q_{\text{відб}}^{\text{тур}}$. При цьому $E^T = \bar{e}_T Q_{\text{відб}}^{\text{тур}}$. По отриманому значенню E^T визначають економію палива за дану частину опалювального періоду.