

## ЕНЕРГОАУДИТ ТА ОБЛІК ЕНЕРГОНОСІЇВ

УДК.621.3.

Й. Мисак, М. Крук, Є. Якимів

НУ"Львівська політехніка", кафедра "Теплотехніки та теплових електростанцій"

ВАТ" ЛьвівОРГРЕС"

### ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ДОПОМІЖНЕ УСТАТКОВАННЯ ПІД ЧАС ЗНАХОДЖЕННЯ БЛОКІВ ТЕС У РЕЗЕРВІ

© Мисак Й., Крук М., Якимів Є., 2002

**Запропонована методика математичного описання і визначення витрат теплової та електричної енергії, яка затрачається на привід допоміжного устаткування під час збереження котлів у резерві.**

**This article bears upon determination of losses of thermal electric energy under blocks finding time in reserve, and also offered methods of determination and rate setting of these losses.**

Протягом останніх років, особливо в літній період частина блоків ТЕС знаходиться в резерві. У зв'язку з цим виникає проблема застосування ефективних методів захисту внутрішніх і зовнішніх поверхонь нагріву від корозії та визначення втрат тепла і електроенергії, пов'язаних з простоюванням блоків в оперативному стані резерву, які не регламентуються чинними НД.

З літературних джерел та досвіду експлуатації відомі основні чинники, які зумовлюють проходження корозійних процесів на енергетичному устаткуванні під час його роботи, і дуже мало інформації щодо корозії устаткування під час простоювання його в стані резерву чи консервації. До них належать температура і вологість зовнішнього повітря та повітря, що надходить в котел за рахунок самотяги; хімічний склад і властивості відкладень на поверхнях нагріву; вид і властивості палива, що спалювалось перед виводом котла в резерв тощо.

Однак нині не визначені оптимальні значення вказаних чинників, які б могли забезпечувати сприятливу швидкість (інтенсивність) корозії, а також мінімальні втрати тепла та електроенергії, пов'язані з забезпеченням роботоздатності і належного технічного стану під час простоювання блоків у резерві.

Під час знаходження блока у резерві чи довготривалому резерві для забезпечення оптимальних умов збереження, роботоздатності та готовності до введення в роботу виконується низка заходів, пов'язаних із періодичним залученням до роботи допоміжного устаткування, що призводить до додаткових втрат тепла і електроенергії на власні потреби ТЕС.

Залежно від тривалості простоювання блока в резерві та пори року постійно залучається до роботи відповідна частина допоміжного устаткування і механізмів.

Залучення до роботи допоміжного устаткування умовно поділяється на три етапи, тобто:

–підготовка блока до простоювання у резерві чи тривалому резерві (вакуумне сушіння);

–знаходження блока у резерві (чи тривалому резерві);

–виведення блока із резерву і підготовка його до чергового пуску.

Відповідно на кожному етапі до роботи залучається певне допоміжне устаткування і механізми, які також розподіляються на три групи залежно від режиму роботи:

- безпосередньо під час вакуумного сушіння пароводяного тракту котла блока;
- постійно протягом всього часу простоювання блока в резерві;
- періодично протягом всього часу простоювання в резерві.

Витрати тепла на вакуумне сушіння пароводяного тракту котла включають:

- витрати тепла на ежектори;
- витрати електроенергії на привід допоміжного устаткування ;
- витрати електроенергії на періодичну роботу допоміжного устаткування і механізмів;
- витрата електроенергії на устаткування, яке постійно знаходиться в роботі.

Крім цих втрат, є ще додаткові втрати тепла і електроенергії під час простоювання блоків в резерві , а саме:

- витрати електроенергії на пропомповування конденсату по контуру газоохолоджувачів і блоків знесолюючої устави;
- витрати електроенергії на обертові сітки циркуляційних pomp;
- витрати тепла на прогрів оливи в оливосистемі турбогенератора;
- витрати тепла на обігрівання приміщення КТЦ в зоні непрацюючих блоків.

Втрати тепла на ежектори розраховуються на годину і один цикл вакуумного сушіння після зупину блоків в резерв або чергового сушіння під час тривалого простоювання блока в резерві.

Під час вакуумного сушіння пароводяного тракту блока (котла, турбіни та елементів теплової схеми) до роботи залучаються основні (робочі) та пусковий ежектори.

Втрати пари на ежектори під час вакуумного сушіння визначаються згідно з технічними характеристиками ежекторів і параметрами пари.

Годинна витрата тепла з паром на ежектори під час сушіння пароводяного тракту котла визначається за формулою:

$$\theta_{bc}^I = d * (i' - i'') ; \text{ккал/кг} \quad (1)$$

- де  $d$  – витрата пари на робочі ежектори, кг/год;  
 $i'$  – тепловміст пари перед ежектором, ккал/кг;  
 $i''$  – тепловміст конденсату, ккал/кг.

Сумарна витрата тепла на ежектори визначається так

$$Q_{bc}^I = Q_{bc}^I * \tau_{bc} ; \text{Гкал} \quad (2)$$

- де  $Q_{bc}^I$  – витрата тепла на основні ежектори , Гкал

$\tau_{bc}$  – тривалість вакуумного сушіння, год.

Під час вакуумного сушіння починають працювати циркуляційні, конденсатні помпи, помпи пускового ежектора , помпи відкачування дренажу з прияроків КЕП.

Витрати електроенергії на привід ЦП, КЕП-1ст.,КЕП-ст.,ЦрП.,ППЕ на один цикл сушіння розраховують за формулою:

$$E_{bc} = (K_{цп} * N_{цп} + K_{кп} * N_{кп} + K_{дп} * N_{дп}) * \tau_{bc} + K_{ппе} * N_{ппе} * \tau_{ппе} , \text{кВт*год} \quad (3)$$

де  $K$  – коефіцієнт завантаження електродвигунів під час сушіння приймається 0,3; 0,5;0,8;0,8; для ЦП,КЕП, ДрП і ППЕ, відповідно;

$N$  – потужність електродвигунів ЦП,КЕП, ДрП і ППЕ;

$\tau_{вс}$  – тривалість вакуумного сушіння;

$\tau_{ме}$  – тривалість роботи пускового ежектора.

Під час простоювання блока в резерві періодично вмикається частина устаткування і механізмів для забезпечення його робоздатності і готовності до пуску. Втрата електроенергії на привід устаткування за один місяць простоювання блока у резерві визначається за формулою:

$$E_{неp} = \left( N_{г} * \tau_{г} * \frac{\tau_{рез}}{\tau_{неp}} + N_{м} * \tau_{м} * \frac{\tau_{рез}}{\tau_{неp}} + N_{рпн} * \tau_{рпн} * \frac{\tau_{рез}}{\tau_{неp}} + N_{р} * \tau_{р} * \frac{\tau_{рез}}{\tau_{неp}} \right) \quad (4)$$

де,  $N_{г}, N_{м}, N_{р}, N_{рпн}$  – потужність електродвигунів валоповороту, оливосистеми системи регулювання турбіни та приводів РПП, відповідно.

$\tau_{рез}$  – тривалість простоювання блока у резерві, год;

$\tau_{г}, \tau_{м}, \tau_{р}, \tau_{рпн}$ , – тривалість роботи устаткування за весь час простоювання у резерві: валоповороту маслосистеми, системи регулювання турбіни та приводів РПП, год;

$\tau_{неp}$  – періодичність включення устаткування в роботу, год;

$K$  – коефіцієнт завантаження електродвигунів.

Під час простоювання блоків у резерві окремі системи і механізми знаходяться в роботі постійно. До них належать:

- помпи ущільнень вала генератора;
- помпи охолодження статора генератора;
- грівки електродвигунів димосмоктів дуттевих вентиляторів, димосмоктів рециркуляції;

- помпи відпомповування дренажу з приямка КЕП:

- помпи відкачування конденсату із бака нижніх точок;

- вентилятори димової труби.

Витрата електроенергії на привід устаткування під час простою блока в резерві визначається за формулою:

$$E_{неp} = K * \sum_{l=1}^n N * \tau_{рез}; \text{ кВт*год} \quad (5)$$

$K$  – коефіцієнт завантаження;

$\sum_{l=1}^n N$  – сумарна встановлена потужність електродвигунів, кВт;

$n$  – кількість електродвигунів, шт.;

$\tau_{рез}$  – тривалість простоювання блока у резерві, год.

Крім основних втрат електроенергії та тепла у зимовий період виникають додаткові, які зумовлені підтриманням робоздатного стану виробничого устаткування у холодну пору року. Якщо температура повітря в КТЦ нижча ніж  $+3^{\circ}\text{C}$ , конденсат відпомповується помпами ПГО по контуру газоохолоджувачів КПЗУ.

Годинна витрата електроенергії на привід pomp газоохолоджувачів ( $E_{\text{про}}$ ) і конденсатних pomp знесоленої устави ( $E_{\text{кпау}}$ ) визначається за формулою:

$$E_n = E_{\text{пго}} + E_{\text{кпзу}} - K * N_{\text{пго}} * \tau_{\text{пго}} + K * N_{\text{кпау}} * \tau_{\text{кпау}}, \text{ кВт} \quad (6)$$

де  $K$  – коефіцієнт завантаження електродвигунів ПГО і КПЗУ;

$N_{\text{пго}}, N_{\text{кпзу}}$  – потужність електродвигунів ПГО і КПЗУ;

$\tau_{\text{пго}}, \tau_{\text{кпзу}}$  – тривалість включення в роботу ПГО і КПЗУ під час простоювання блоків.

Для запобігання заморожування і забруднення (забивання) оберткових сіток ЦП під час перебування блоків ТЕС у резерві вони залишаються в робочому стані (електричні схеми не розбираються, автоматика не відключається і працюють в режимах для відповідних періодів року).

В осінньо-зимовий період (жовтень–квітень) сітки працюють один раз на добу, а у весняно-літній період (травень–вересень) сітки відключаються через дві, чотири і вісім годин відповідно.

Сітки працюють в автоматичному режимі тривалістю 5–7хв., під час їх промивання.

Втрати електроенергії на привід оберткових сіток за звітний період визначають за формулою:

$$E_{\text{ос}} = K * N_{\text{ос}} * n * \tau_{\text{зн}}, \text{ кВт*год} \quad (7)$$

де  $K$  – коефіцієнт завантаження електродвигунів ;

$N_{\text{ос}}$  – сумарна потужність електродвигунів сітки і промивної помпи, кВт;

$n$  – кількість сіток на одну циркуляційну помпу, шт.;

$\tau_{\text{зн}}$  – тривалість роботи сіток за звітний період, час.

Під час простоювання блоків у резерві олива підігривається у оливосистемі турбогенератора для забезпечення роботоздатності оливосистеми у зимовий період. Підігривається мережною водою з температурою 70°C. Витрата води 5т/год. протягом п'яти найхолодніших місяців. Після підігріву оливи вода скидається у циркуводи.

Періодичність підігріву масла пов'язана з періодичністю прокачування оливи в оливосистемі турбогенератора. За даними експлуатаційного персоналу тривалість підігріву оливи – в середньому 24 години.

Витрата тепла  $Q_{\text{нм}}$  на підігрів оливи за час простоювання блока у резерві визначається за формулою:

$$Q_{\text{нм}} = G_{\text{мв}} * (t'' - t') * \tau_{\text{нм}} * \frac{\tau_{\text{рез}}}{\tau_{\text{пер}}} * 10^{-6}, \text{ Гкал} \quad (8)$$

де  $G_{\text{мв}}$  – витрата мережної води на підігрів оливи , т/год ;

$t'$  – температура мережної води, °C;

$t''$  – температура води, що подається на поповнення втрат у тепловій мережі, °C;

$\tau_{\text{нм}}$  – тривалість нагрівання оливи , прийнята 24 год ;

$\tau_{\text{рез}}$  – тривалість простоювання блока у резерві, год;

$\tau_{\text{пер}}$  – періодичність прогрівання оливи , прийнято один раз на місяць, протягом години.

Приміщення котлотурбінного цеху під час простоювання газомазутних блоків у резерві в осінньо-зимовий період опалюються за допомогою:

- регістрів (калориферів), які включаються в роботу, коли температура зовнішнього повітря нижча від нуля, а температура в приміщенні не перевищує  $3\pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- додаткового увімкнення газового опалення (мангалів), коли температура повітря в найхолоднішій зоні знижується до мінусової (де ведеться постійне спостереження);
- скидання підігрітого в калориферах повітря в межах непрацюючих котлів.

Для газомазутних блоків потужністю 300 МВт Київських ТЕЦ-5, ТЕЦ-6 та Трипільської ТЕС ці витрати знаходяться на рівні:  $2,5\div 5,8$  Гкал/год.

#### **Висновки.**

Визначення та аналіз витрат тепла і електроенергії пов'язаних з простоюванням блоків у резерві показує, що ці витрати можуть бути істотно зменшені, якщо здійснювати обчислення за запропонованою методикою внаслідок впровадження оптимальних режимів вакуумного сушіння і включення у роботу допоміжних механізмів та виконувати нормування цих витрат для кожного типу обладнання.

*1.Збереження устаконування енергоблоків 150, 200, 300 і 800 МВт у стані довготривалого резерву. - К., 1995. 2.Трембовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. Телотехнические испытания котельных установок. -М., 1977.*

УДК.621.3

**І. Марчак, Й. Мисак**  
 НУ "Львівська політехніка",  
 "Львівтеплоенерго"

## **ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ТЕПЛА В НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ВОДОГРІЙНИМИ КОТЛАМИ**

© Марчак І., Мисак Й., 2002

**Розглянуто визначення втрат тепла з поверхні водогрійних котлів.**

**Article is devoted to determination of heat losses from surface of generator heat. Stated ways of effective determination of these losses.**

За допомогою відомих методів практично неможливо однозначно визначити реальну втрату тепла в навколишнє середовище ( $q_s$ ) для водогрійних котлів.

Вказана проблема пов'язана з трудомісткістю і складністю прямих вимірів і багатоваріантністю методів цього показника.

Витрата тепла  $q_s$  залежить, в основному, від таких факторів:

1. Стану і якості теплоізоляції.
2. Температури повітря в котельні.
3. Конструктивних особливостей поверхонь нагріву і теплоізоляції.
4. Теплопродуктивності котельної установки;
5. Виду палива і температурного рівня теплоносіїв, що контактують з внутрішньою поверхнею теплоізоляції.

В остаточному результаті реальна втрата тепла в навколишнє середовище визначається сумарною площею зовнішніх тепловиділяючих поверхонь котла, температурою зовнішньої