

рогію зі зменшенням витрати палива на відпущену теплову енергію. Розрахунки можна проводити на персональних комп'ютерах.

1. Мысак И.С., Кусков И.А. Повышение маневренности энергоблоков. К., 1982. Береження устаткування енергоблоків 150, 200, 250, 300, 800 МВт у стані аварійного резерву: Правила. ГКД 34.25502-95. К., 1995.
3. Витрати газомазутного палива під час спалювання кам'яного вугілля з виходом летких речовин 20 % і більше. ГКД 34.10.501-96. К., 1996.
4. Мысак Й.С., Гут П.О. Деякі проблеми теплоенергетики на сучасному етапі та напрямки їх вирішення: Матер. міжнар. наук.-практ. конф. -96. К., 1996.
5. Мысак И.С., Гут Ф.О., Ивасык Я.Ф. и др. Исследование технологических и конструктивных факторов котла на изменение содержания оксидов азота. 1997. N 1 С.28-31.
6. Мысак Й.С., Ивасик Я.Ф., Ясинівський Б.І. Дослідження роботи котла під час спалювання органічного палива за триступеневою схемою // Енергетика і трифікація. 1996. N 6. С.7-10.
7. Мысак Й.С., Ботвінов В.П., Крук М.Т. Технічні питання котлів ТЕС та деякі питання їх технічного переозброєння // Енергетика і трифікація. 1994. N 5. С.13-15.
8. Прокопенко А.Г., Мысак И.С. Стационарные, пусковые и пусковые режимы работы ТЭС. М., 1990.
9. Котельные и турбинные установки энергоблоков мощностью 500 и 800 МВт / Под ред. В.Е.Дорощука и В.И.Рубина. М., 1979.
10. Трёмбовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. Теплотехническое проектирование котельных установок. М., 1997.
11. Мысак Й.С., Гут П.О., Ивасик Я.Ф. та ін. Дослідження впливу режимних факторів на величину концентрації оксидів азоту вихідних газів котла ТГМП-344А під час спалювання природного газу // Енергетика і трифікація. 1997. N 1. С.2-5.

621.66.051

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГОБЛОКІВ 300 МВт З ГАЗОМАЗУТНИМИ КОТЛАМИ НА МІНІМАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Мысак Й.С., Івасик Я.Ф., 1999

Львівська політехніка", ВАТ ЛьвівОРГРЕС

**The work deals with the improvement of the maintenance of energy block 300 MWT with gas-mazut boilers ТГМП-314 and ТГМП-114.**

Удосконалення роботи та експлуатації енергоблоків 300 МВт з газомазутними котлами ТГМП-314 і ТГМП-114 тощо є актуальним завданням. Від правильності технічних рішень, закладених у конструкції устаткування, суттєво залежить економічність та маневренність його роботи.

Досліджуючи перші зразки устаткування енергоблоків 300 МВт, виявлено ряд недоліків, через які неможлива економічна і надійна експлуатація устаткування на мінімальних навантаженнях.

Згідно з виконаними раніше дослідженнями [1-8] енергоблоки 300 МВт з котлами ТГМП-314 можуть працювати на ковзному тиску у всьому тракті в діапазоні навантажень до 40 % номінального значення. Подальше пониження витрати живильної води і навантаження блока неможливе, через появу теплогідрравлічних розвірок у радіаційних поверхнях нагріву. Для енергоблоків 300 МВт з котлами ТГМП-114 мінімальне навантаження блока під час роботи на ковзному тиску середовища становить також 40 % номінального значення.

З метою розширення діапазону навантажень котлів ТГМП-314, ТГМП-114 і блоків загалом в зоні мінімальних навантажень нижче 40 % номінального значення були проведені дослідження. На основі досліджень встановлено, що для блоків 300 МВт з котлами ТГМП-114 зниження їх продуктивності можливе до електричного навантаження 100 МВт, яке відповідає витраті живильної води на котел ~30 % номінального значення. Подальше розвантаження необхідно обмежити через масовий вихід змійовиків НРЧ на перегрів і відсутність зони з недогріву середовища до кипіння на вході в НРЧ [2].

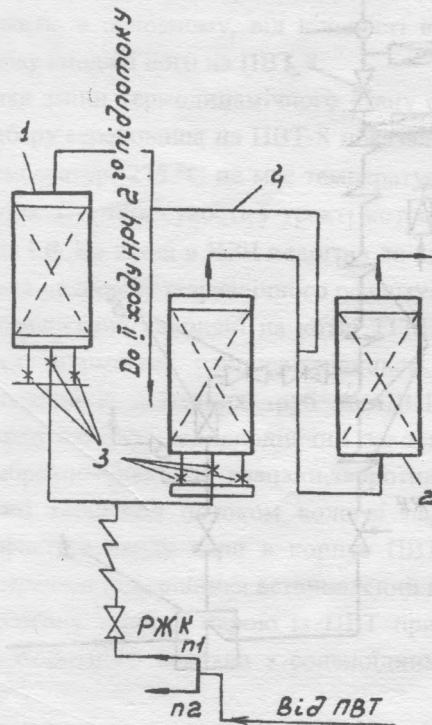


Рис.1. Реконструкція схеми пароводяного тракту котла ТГМП-314 блока 300 МВт:

1 – економайзер; 2 – НРЧ; 3 – підпірні шайби, встановлені додатково; 4 – гідродинамічна перемичка за 1-им ходом НРЧ

Для блоків 300 МВт з котлами ТГМП-314 початкове зниження навантаження на ковзному тиску середовища можливе до 50 % значення. Подальше зниження навантаження обмежувалось тепловим і гідравлічним режимами екранів котла. Сюди належить температурна розвірка між змійовиками НРЧ, тепла і гідравлічна розвірка між підпотоками НРЧ, а також міжпотокова пульсація витрат і температур у НРЧ.

Малий діапазон розвантажень блока 300 МВт з котлами ТГМП-314 на ковзному тиску призводив до зниження їх маневренності на часткових навантаженнях.

Для підвищення стійкості гідравліки котла ТГМП-314, а відповідно і розширення діапазону навантажень в режимі ковзного тиску і маневренності, була запропонована і впроваджена схема встановлення додаткових гідродинамічних перемичок між підпотоками НРЧ (рис.1).

Після відповідних досліджень діапазон роботи котла і блока на ковзному тиску був розширений, а мінімальне навантаження знижене до 120 МВт.

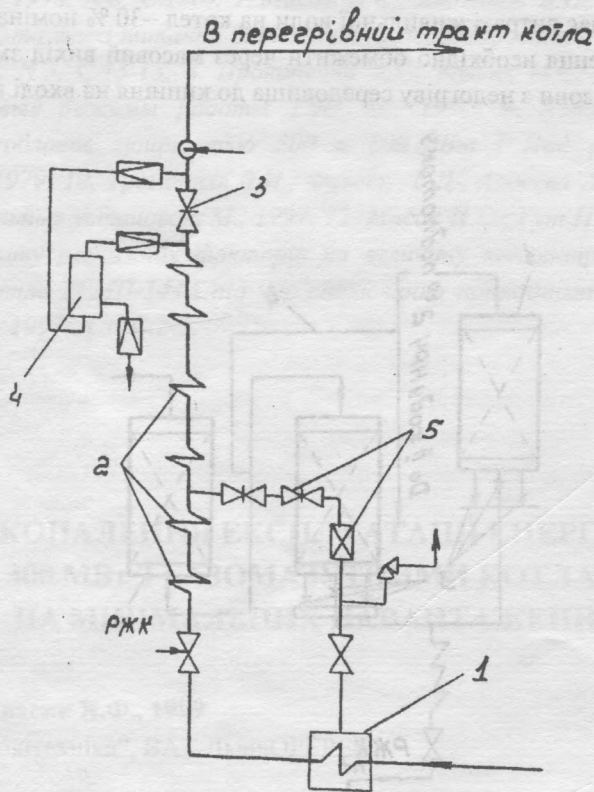


Рис.2. Схема реконструкції пароводяного тракту блока 300 МВт:

- 1 – ПВТ; 2 – радіаційні поверхні нагріву котла ТГМП-314;
- 3 – ВЗ; 4 – ВС; 5 – додатково встановлений трубопровід з регулюючою і запірно-запобіжною арматурою, який з'єднує колектори поверхонь нагріву котла з паровим простором ПВТ-8

Для підвищення ефективності роботи блоків 300 МВт з котлами ТГМП-314 і ТГМП-114 на мінімальних навантаженнях і ковзному тиску середовища необхідно знизити нижню межу регульовального діапазону ЖТН з 3800 до 2600 хв<sup>-1</sup>, а також впровадити комплекс засобів керування котлом і блоком на мінімальних навантаженнях (витратомірів для вимірювання малих витрат води, пари, мазуту), розширити діапазон роботи АСР теплових процесів тощо.

Враховуючи обмеження, що виникли під час подальшого зниження навантаження котлів і блоків 300 МВт в цілому, була розроблена нова схема зниження мінімального навантаження вказаних блоків, яка показана на рис.2.

Суть схеми полягає в тому, що частину середовища із колекторів радіаційних поверхонь нагріву котла відбирають і скидають в паровий простір останнього ПВТ за ходом води ПВТ-8. При цьому відбір середовища із колекторів вибирається так, щоб забезпечити достатню витрату води через радіаційні поверхні нагріву, стосовно стійкості гідродинамічних процесів у цих поверхнях.

Виконані відповідні розрахунки надійності схеми, а також котла в цілому свідчать про те, що впровадження вказаної схеми дозволить зберегти температурний режим поверхонь нагріву котла практично на попередньому рівні, а зниження електричного навантаження блока залежить, в основному, від кількості відбираного середовища із колекторів поверхонь нагріву і подачі його на ПВТ-8.

Аналітичні розрахунки зміни термодинамічного стану середовища у тракці котла при увімкненні схеми відбору середовища на ПВТ-8 показали, що при витраті води на котел 360-380 т/год і її температурі 275 °С не має температур, що перевищують допустимі значення у тракці котла. Ступінь сухості у тракці котла на виході із НРЧ – після НРЧ змінюється від 0,47 до 1,0. На вході в НРЧ недогрів до кипіння дорівнює 34 °С, що є достатнім для забезпечення надійного гідравлічного режиму роботи екранів [5].

Експериментальні дослідження виконані на котлі ТГМП-314 блока 300 МВт при відборі середовища перед ширмовим пароперегрівником за 1 впорском. Відбір середовища із котла виконаний із підвідних труб до ШПП. На трубах встановлені обмежники витрати, а також засувки, швидкодіючий захисний клапан, дросельний і регулюючий клапани, мембранно-запобіжні клапани, зворотний та імпульсний клапани. Для захисту від ерозійного зношення потоком вологої пари трубої системи ПВТ виконаний спеціальний пристрій вводу пари в корпус ПВТ. На паровідвідній трубі відбираної пари турбіни всередині підігрівника встановлений пароструминний ежектор.

Для попередження розгону турбіни парою із ПВТ при відімкненні енергоблока додатково до проектного зворотного клапана з соленоїдним приводом встановлений зворотний клапан.

Для попередження ерозійного зношення трубопроводу дренажу гріючої пари ПВТ-8 встановлений розподільник. Для захисту корпусу ПВТ-8 від перевищення тиску гріючої пари виконані три ступені захисту, а для визначення підвищення тиску гріючої пари в ПВТ-8 виконані відповідні блокування на закриття швидкодіючого клапана експлуатаційної засувки і регулюючого клапана. Всі ці технічні рішення узгоджені з заводами-виготовлювачами устаткування і з відповідними інспекціями.

Виконані розрахунки показали, що при увімкненні схеми в роботу і зміні електричної потужності від 120 до 90 МВт зменшення витрат умовного палива становитиме 6,3 т/год.

Умовна витрата тепла, у випадку роботи блока на ковзному тиску й увімкненні схеми в роботу, визначалась за формулою:

$$q = \frac{D_0 i_0 + D_{nn} \Delta i_{nn} + D_1 i_1 - D_{жв} i_{жв}}{N_m},$$

де  $D_0, i_0$  – витрата і ентальпія свіжої пари;  $D_{nn}, \Delta i_{nn}$  – витрата і приріст ентальпії пар промперегріву;  $D_1, i_1$  – витрата і ентальпія середовища на ПВТ-8;  $D_{жв}, i_{жв}$  – витрата ентальпія живильної води;  $N_m$  – потужність турбіни.

На навантаженні 90 МВт різниця в питомих витратах тепла при роботі увімкненою схемою, порівняно з режимом нормально увімкненої регенерації, становив 39 ккал/кВт-год, тобто питома витрата теплоти збільшується на 1,7 %, що знаходиться межах точності проведених розрахунків.

На підставі виконаних аналітичних розрахунків з подальшим розроблення проекту схеми, її впровадження і експериментального дослідження можна відзначити, що схема надійна в експлуатації і дає можливість знизити електричне навантаження енергоблоків 300 МВт з котлами ТГМП-314 до 80 МВт і нижче, що дозволяє суттєво розширити діапазон навантажень на мінімальних навантаженнях.

1. Мысак И.С., Кусков И.А. Повышение маневренности энергоблоков. К., 1983.
2. Мысак И.С., Кусков И.А., Ботвинов В.П. и др. Расширение диапазона нагрузок котла ТГМП-114 и блока 300 МВт в режиме скользящего давления // Теплоэнергетика. 1983. № 6. С.30-35.
3. Мысак И.С. Внедрение режимов скользящего давления на котлах блока 300-800 МВт // Промышленная теплотехника. 1985. Т.7. №1. С.99-102.
4. Теплицы М.Г., Прокопенко А.Г., Кочиашивили А.Л. и др. Экономичность блоков 300 МВт с турбоустановками К-300-240 ХТГЗ при работе на скользящем давлении // Теплоэнергетика. 1974. № 6. С.43-47.
5. Мысак И.С., Желунцын О.И. Экспериментальные исследования режимов скользящего давления на котлах ТГМП-314 и ТПП-312 блоков 300 МВт. Энергетика. Изв.высш.учеб.заведений. 1984. № 5. С.78-84.
6. Мысак И.С., Кусков И.А., Заяц М.Ф. и др. Исследование режимов работы котла ТГМП-114 и блока 300 МВт при расходе питательной воды ниже 30 % номинального значения // Энергетика. Изв.высш.учеб.заведений. 1986. № 12. С.60-66.
7. Леонков А.М., Мысак И.С., Прокопенко А.Г. Исследование максимально-возможной нагрузки энергоблоков 300 МВт. Энергетика. Изв.вузов СССР. 1977. № 9. С.57-61.
8. Герасимов В.В., Кусков И.А., Дуд И.М. и др. Результаты испытаний опытно-промышленной эксплуатации энергоблоков нагрузкой 330 МВт // Экспресс-информация. Сер. Эксплуатация и ремонт электрических станций. 1988. Вып.1. С.15-34.