

На правах рукопису

Харченко Анатолій Васильович

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПИЛЕВУГІЛЬНИХ  
КОТЛІВ ТЕС, ПРАЦЮЮЧИХ У ЗМІННИХ РЕЖИМАХ

05.04.01-котли, парогенера-  
тори та камери згоряння

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук



Робота виконана у Науково-дослідницькому Інституті  
Теплоенергетики /м.Горлівка /

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00820010 (B)

Науковий керівник - Академік  
професор

МІА, доктор наук, професор  
Малоян Атанас Арменович

Офіційні опоненти - Доктор технічних наук, професор  
Редько Олександр Федорович  
- Кандидат технічних наук, доцент  
Рябокобиленко Ігор Вікторович

Провідна організація- Підприємство Дон ОРДРЕМ  
/ м.Горлівка/

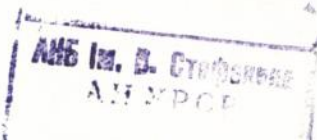
Захист відбудеться " 18 " лютого 1993 р. в аудиторії №       
о 14 год. 30 хв. на засіданні спеціалізованої ради Д 068.39.01  
при Харківському політехнічному Інституті / 310000 м.Харків ,  
вул.Фрунзе ,21./

Із дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту.

Автореферат розісланий " 5 " січня 1993 року.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради

Зайченко Є.Т.



## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ

Актуальність теми. Пошук нових технологічних методів експлуатації котлів ТЕС, спалюючих тверде паливо в умовах регулювання графіка електричних навантажень є невід'ємним від проблеми зменшення витрат палива у нестаціонарних режимах пускозупиночного циклу, котрий широко використовується для регулювання перемінної частини графіка навантажень. В умовах змінюючогося паливного балансу у бік скорочення споживання високореакційного твердого палива та розширення використання низькореакційного твердого палива, пошук шляхів дедальшого скорочення споживання мазуту конче потрібен. При такій тенденції дослідження засобів підвищення ефективності пилевугільних блоків та скорочення споживання мазуту у нестаціонарних режимах актуальні, мають практичну цінність та певний теоретичний інтерес.

Робота виконувалась відповідно до тематичного плану наукових досліджень Південного філіалу ВТІ Ім.Ф.Е.Дзержинського по цілевій комплексній програмі 0.01.01 "Створити та опанувати нові види устаткування для виробництва електричної та теплової енергії на електростанціях працюючих на органічному паливі", затвердженої постановою Держкомітету з питань науки та техніки Ради Міністрів СРСР від 30 жовтня 1981 р. № 555.

Ціль роботи. Розробити засоби підвищення ефективності пилевугільних котлів ТЕС, працюючих у змінних режимах шляхом раціонального спалювання низькосортного палива в перехідних періодах пуско-зупиночного циклу, та надійного резервування теплового стану котлів на періоди провалу графіка навантажень.

Наукова новизна. Теоретично досліджено вплив нестабільності якості палива, параметрів паливоповітряної суміші та теплового стану котла на його ефективність у перехідному періоді, котра визначається стійкістю процесу займання палива .

Розроблено методику та математичну модель розрахунку параметрів стійкого займання палива, пов'язуючу нестабільність якості твердого палива, параметри паливоповітряної суміші та тепло - вий стан котла із показниками критичного стану займання палива у перехідному періоді.

Отримані експериментальні та розрахункові дані, визначаючі діапазон стійкого займання палива у перехідному періоді при спалюванні низькосортних палив.

Виявлено та досліджено обмежуючі фактори, розроблено нові методи та прилади, підвищуючі ефективність роботи котла у перехідних періодах пуско-зупиночного циклу.

Обосновано необхідність підвищеної точності контролю теплових потоків в зоні займання, розроблено новий метод та пристрій для контролю променевих теплових потоків.

Достовірність результатів забезпечена використанням загально-визнаваних у фізиці та енергетиці диференціальних рівнянь, балансових залежностей, багатфакторних аналітичних характеристик, отриманих методами планування експерименту із застосуванням статистичних заходів чисельного аналізу та експериментальних даних багаторічних досліджень процесів спалення палива та резвування теплового стану котлів на пилевугільних електростанціях.

Практична цінність. Результати викладених у роботі теоретичних досліджень, натурних експериментів та практичних рекомендацій використані на ТЭС, працюючих в умовах регулювання графіка електричних навантажень.

Методика розрахунку параметрів, забезпечуючих стійкість займання палива у нестаціонарних режимах дозволяє установити раціональний регламент експлуатації котлів у пуско-зупиночному циклі, скорочує обсяг, трудомісткість технологічних операцій.

Розроблений автором вимірвач променевих теплових потоків забезпечує оперативність контролю параметрів перехідних режимів.

Запропоновані засоби резервування теплового стану котла на період провалу графіка електричних навантажень разом із методами удосконалювання перехідних режимів у пуско-зупиночному циклі дозволяє додатково підвищити економічність ТЕС, спалюючих низькосортне паливо.

Реалізація роботи у промисловості. Методика розрахунку параметрів, визначаючих стійке займання палива у перехідних режимах та засоби резервування теплового стану котлів впроваджені на Миронівській ДРЕС ВЕО "Донбасенерго" та використовуються при розробці регламенту пуско-зупиночного циклу основного обладнання. Вимірвач променевих теплових потоків використовується в умовах експериментального контролю параметрів перехідних режимів.

Запропоноване рішення по забезпеченню технологічних режимів двофазної факельно-слоєвої топki впроваджено у робочий проект реконструкції котла ТП-230 ст.№ 10 Миронівської ДРЕС.

Річний економічний ефект від удосконалення змінних режимів ТЕС на основі результатів роботи досягає 142 тис.крб. для одного котла типу ТП-230 (в цінах 1989 року).

Апробація роботи. Результати роботи доповідались на Донецькій обласній науково-практичній конференції "Ефективність спалення низькосортних донецьких палив у енергетичних котлах" у 1987 році; науково-технічній раді Південного філіалу ВТІ (м.Горлівка)

у 1989, 1991 р.р.; окремі частини роботи виставлялись на конкурсах Донецької області Ради НТОВ та ЕП.

Публікації. На тему дисертації опубліковано дев'ять друкованих робіт, у тому числі три авторських свідоцтва на винахід, три статті у наукових виданнях.

Персональний вклад автора. Автором виконані теоретичні та експериментальні дослідження умов займання твердого палива марки АШ у перехідному режимі пуско-зупиночного циклу котла. Розроблені та застосовані у експерименті спеціальні пристрої для контролю параметрів топочного процесу. Складено математичну модель розрахунку та виконано розрахунковий аналіз параметрів стійкого займання твердого палива у перехідних режимах. Розроблені раціональні методи забезпечення стійкого займання палива у перехідному режимі пускового періода котла. Запропоновані та досліджені експериментально засоби консервації теплового стану котла, підвищуючі ефективність роботи ТЕС у цілому.

Автор захищає :

- результати експериментальних досліджень ефективності змінних режимів пилевугільних котлів ТЕС в умовах регулювання графіка навантажень із використанням пуско-зупиночного циклу;
- методіку та математичну модель розрахунку характеристик займання твердого палива у перехідних режимах;
- результати розрахункового експерименту з визначенням параметрів стійкого займання палива у перехідному періоді;
- раціональні методи забезпечення стійкого займання палива у перехідному режимі пускового періода котла;

- контрольно-вимірювальні пристрої для визначення параметрів перехідних режимів;
- засоби консервації теплового стану котла.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складатиметься із вступу, п'яти глав, заключення, списку цитуємої літератури (130 найменувань) та прикладень. Дисертація викладена на 118 сторінках машинописного тексту і вміщує 29 малюнків та 5 таблиць. Обсяг роботи разом із прикладеннями та списком літератури складає 147 сторінок.

### КОРОТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першій главі викладено опубліковані дані про вплив технологічних та режимних факторів на ефективність котлів пилевугільних ТЕС, працюючих у змінних режимах. Проаналізовано графіки електричних навантажень ТЕС ВЕО "Донбасенерго" на прикладі котрих досліджена проблема використання устаткування в умовах регулювання енергоспоживання. Показано особисті та взаємозв'язок змінних режимів пуско-зупиночного циклу енергоблоків з пилевугільним котлом, виділені основні періоди пуско-зупиночного циклу та проаналізовані фактори, визначаючі їх ефективність. Наведені дані про вплив процесу заходження котла у процесі резервування на ефективність та стійкість процесу горіння у пусковому періоді.

Визначені факти підтвержені експериментально у роботах ВТІ (Маршак Ю.Л., Бабій В.І., Кувасв Ю.Ф.), ЦКТИ (Митор В.В., Кацнельсон Б.Д., Шагалова С.Л.), ЛПІ (Померанцев В.В., Ахмедов Д.Б.), МЕІ (Хзмалян Д.М., Віленський Т.В.) та іншими.

Аналіз структури окремих етапів добового графіка роботи котла, а також фактів опублікованих у монографіях та періодичних виданнях дає право рахувати, що в умовах реалізації двох зупинок за добу для пилевугільних котлів утрати палива досягнуть вагомого значення у паливному балансі ТЕС. Тенденції зростання кількості зупинок просліджується для неблочних агрегатів ТЕС, а також для окремих блоків.

На основі виконаного аналізу літературних даних провадиться обґрунтування цілі та задач дослідження.

У другій главі викладено теоретичні положення та аналіз факторів, забезпечуючих стійке займання твердого палива в умовах нестабільності його якості та змінення теплофізичних характеристик у перехідному режимі при пуску котла. Наведені також узагальнення про вплив теплового стану у перехідному режимі при пуску. Показано, що момент подачі твердого палива в топку при навантаженні котла визначається досягненням необхідних значень основних факторів, забезпечуючих стійке займання.

У дослідженні умов стійкого займання твердого палива на основі стаціонарної теорії теплового самозаймання використано наведене Н.Н. Семеновим поняття критичного стану паливної суміші на грані самозаймання. При досягненні паливною сумішшю температури, прийнятною за температуру займання виконуються умови існування критичного стану, у якому тепловиділення ( $Q_p$ ) дорівнює теплоутратам ( $Q_T$ ) і в цьому стані дорівнюють їх перші похідні від температури:

$$\begin{cases} Q_p(T) = Q_T(T) \\ \frac{dQ_p(T)}{dT} = \frac{dQ_T(T)}{dT} \end{cases} \quad (2.1)$$

Графічне зображення цих умов наведено на мал.І. Умова (2.І) виконується при взаємному торканні ліній  $Q_p$  та  $Q_T$  у крапці "К".

У такому критичному стані процес самозаймання  $Q_p$  є стійким, бо при локальному пониженні температури займання не відбудеться, оскільки суміш буде недогріта до певного стану. Для досягнення стійкого займання потребує визначення умови  $Q_p > Q_T$ . Такий випадок наведено на мал. І лініями 1,2 для паливної суміші нормативної якості.

Відомо, що змінення якості палива впливає на фізичні характеристики вугільної суміші : розмір поверхні хімічного реагування та повної питомої поверхні. З приводу цього введено показник нестабільності якості, визначаємий співвідношенням фактичної та нормативної величин калорійності палива.

$$q = Q_H^p / (Q_H^p)^H$$

де:  $q$  - показник нестабільності якості;

$Q_H^p$  та  $(Q_H^p)^H$  - фактична та нормативна калорійність палива.

При змінненні якості палива змінюється теплота реагування та теплові втрати, що надходять до основного балансового рівняння. Нове положення  $Q_p'$  та  $Q_T'$  на мал.І наведено лініями 3,4 при  $q = 0,5$ .

Очевидно, що <sup>ΔQ<sub>д</sub></sup> відновлення виникшого небалансу між  $Q_p$  та  $Q_T$  необхідно підвести у зону займання додаткову кількість теплоти  $\Delta Q_d$ , котра компенсує дефіцит тепловиділення палива. Уявляючи, що  $\Delta Q_d$  є зміненням енергії газového об'єму, котрий виділився із додаткової кількості палива, пропорціональному значенню дефіциту температури займання  $\Delta T_d$ , маємо новий вид умови критичного займання палива при нестабільності його якості :

$$\begin{cases} Q_p' - Q_T' + \Delta Q_d = 0 \\ \frac{dQ_p'}{dT} = \frac{dQ_T'}{dT} \end{cases} \quad (2.2)$$

Ця умова на мал.І визначена лініями 5 та 3, а значення дефіциту температури займання ( $\Delta T_{\text{д}}^{\text{кр}}$ ) визначається відрізком  $\Delta T_{\text{д}}^{\text{кр}} = T_{\text{ГО}}^{\text{кр}} - T_{\text{ГО}}'$ . Стійке займання на мал.І наведено лініями 3 та 6, причому воно забезпечується при  $\Delta T_{\text{д}}^{\text{уст.}} = T_{\text{ГО}}^{\text{уст.}} - T_{\text{ГО}}'$ .

Вплив теплового стану запропоновано оцінювати показником адиабатичності режиму резервування. Він визначає співвідношення теплоти, акумульованої котлом у стаціонарному режимі ( $Q_{\text{ак}}^{\text{НОМ}}$ ) та теплоти, витраченої під час резервування ( $\Delta Q_{\text{ак}}^{\text{рез}}$ ):

$$K_{\text{ад}} = 1 - (\Delta Q_{\text{ак}}^{\text{рез}} / Q_{\text{ак}}^{\text{НОМ}}) \quad (2.3)$$

Значення  $Q_{\text{ак}}^{\text{НОМ}}$  визначається згідно до типу котла по відомій методиці. Коефіцієнт  $K_{\text{ад}}$  визначається шляхом експериментального дослідження технології забезпечення незмінного теплового стану котла у період знаходження у резерві.

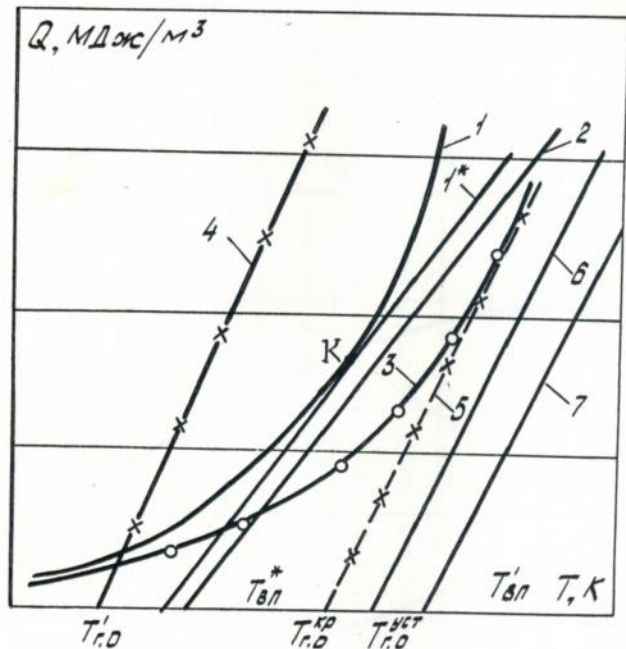
На розглянутих теоретичних положеннях визначено напрямок розрахункових досліджень. В умовах морального виснаження діючого обладнання розрахункові дослідження показників нестаціонарних режимів набувають перевагу перед експериментом.

По даним теоретичного аналізу зроблено висновок про існування режимних умов, забезпечуючих стійке займання палива у перехідних режимах. Визначення цих умов виконано методами розрахункових та експериментальних досліджень.

У третій главі викладено результати розрахункових досліджень по розробленій автором математичній моделі, котра описує тепловий баланс реагуючої паливної суміші у стані, відповідальному критичним умовам самозаймання.

В моделі враховані показники нестабільності якості палива ( $\varphi$ ) та адиабатичності режиму резервування котла ( $K_{\text{ад}}$ ), котрі визначать умови займання палива в перехідному режимі, а також параметри паливної суміші у зоні займання, та умови теплообміну із

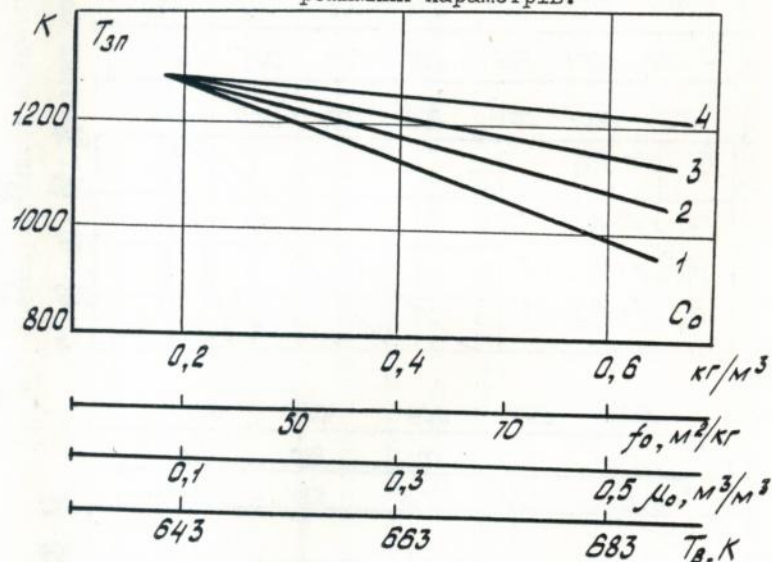
Умови стійкого займання АШ у критичному стані.



Положення ліній  $Q_p$  та  $Q$  для  
 1,2 - палива нормативної якості,  
 3,4 - палива погіршеної якості,  $\mu_0 = 0,5$ ,  
 3,5,6,7,-критичного стану та стійкого зай-  
 мання палива.

Мал.1

Розрахункові залежності температури займання від режимних параметрів.



$$1 - T_{зп} = f(C_0),$$

$$3 - T_{зп} = f(f_0),$$

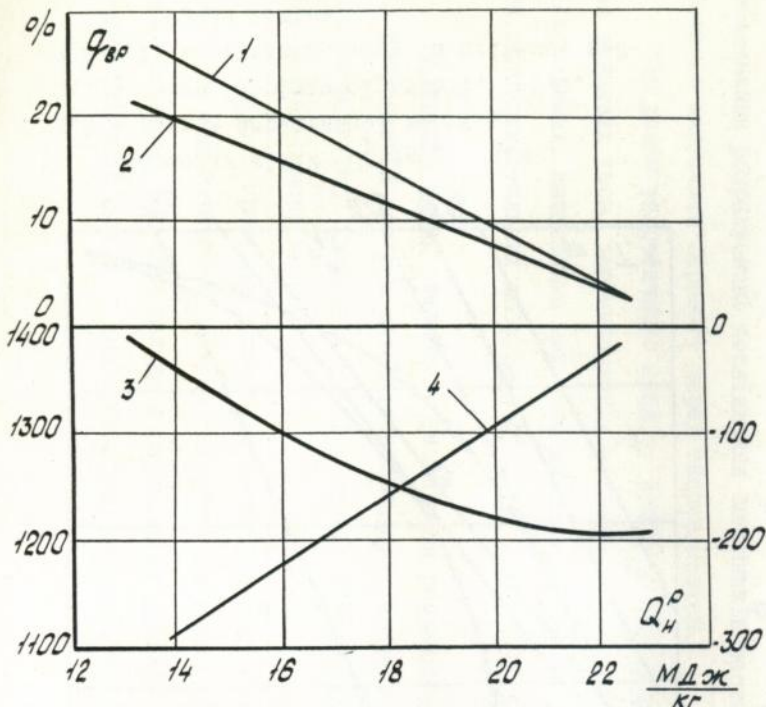
$$2 - T_{зп} = f(\mu_0),$$

$$4 - T_{зп} = f(T_0).$$

Мал.2

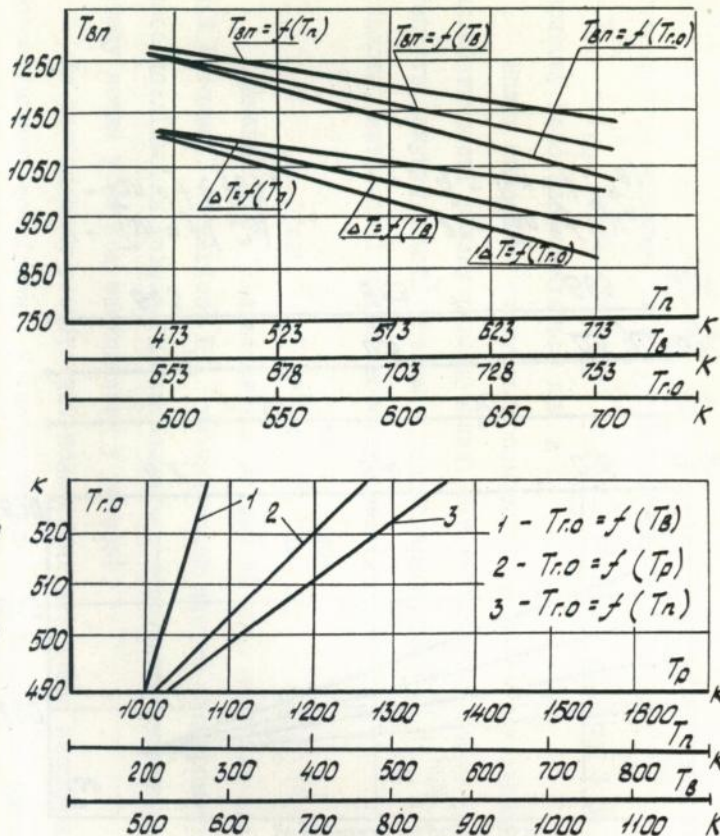
Результати розрахункового експерименту.

Характер впливу температурних факторів на умови займання палива



- 1-нормативна характеристика для АШ,
- 2-експериментальна характеристика для АШ,
- 3-розрахункова залежність температури займання для АШ,
- 4-дефіцит температури займання для АШ.

Мал. 3



Мал. 4

поверхнями нагріву. Розгорнута форма запису функцій, надходячих до моделі має вид :

$$Q'_p = \sqrt[3]{q} (Q_n^p)^n \cdot \beta \cdot c \cdot \mu_o \cdot K_o (273/T)^2 \text{EXP}(-E/RT)$$

$$Q'_r = (1/q) (f_o \mu_o \alpha_u (T - (T_{r.o}' + \Delta T_d^{kr})) + \sigma_o \epsilon \varphi (T^4 - T_{\sigma o}^4))$$

Позначення:

$\beta$  - стехіометричний коефіцієнт, дорівнюючий відношенню маси прореагувавшего палива до маси кисню, кг/кг;  $c$  - концентрація кисню, кг/м<sup>3</sup>,  $\mu_o$  - концентрація палива, кг/м<sup>3</sup>;  $K_o$  - передекспоненціальний множник, дорівнюючий швидкості реакції, м/с;  $E$  - енергія активації, Дж/моль;  $R$  - універсальна газова стала, Дж/моль·К;  $\alpha_u$  - коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $f_o$  - питома поверхня паливного пилу, м<sup>2</sup>/кг;  $\Delta T_d^{kr}$  - дефіцит температури займання у критичному стані, К;  $\sigma_o$  - стала Больцмана, кВт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>);  $\epsilon$  - ступінь чорноти частки палива;  $\varphi$  - коефіцієнт опромінення частки палива;  $T_{\sigma o}$  - температура опромінювача, К;  $T'_{r.o}$  - початкова температура паливоповітряної суміші, К.

$$T'_{r.o} = (C_{aer} \cdot T_B + C_{II} \cdot T_{II}) / (C_{aer} + C_{II})$$

де :  $C_{aer}$ ,  $T_B$  та  $C_{II} T_{II}$  - теплоємність та температура повітряного та паливного потоків.

Рішення системи рівнянь (2.2) визначає температуру займання ( $T$ ) та  $\Pi$  дефіцит ( $\Delta T_d$ ). Методика рішення системи диференціальних рівнянь (2.2) в номінальному режимі при стабільних значеннях параметрів існує. Для перехідного режиму використання цієї методики можливо якщо припустимо, що відбуваються процеси є квазістаціонарними. Параметрами, характерізуючими динаміку теплообміну та початкового стану реагуючої суміші прийняті  $T_{\sigma o}$  та  $T'_{r.o}$ . Задаючи характер змінення режимних параметрів, знаходимо із рішення системи рівнянь (2.2) розрахункові характеристики змінення температури займання та  $\Pi$  дефіциту в перехідному режимі.

Математична модель реалізована на ПЕОМ. Температурні залежності теплоємності прийняті у моделі відповідно до рекомендацій "Нормативного метода теплового расчета котельных агрегатов на ЭВМ".

В розрахунковому експерименті досліджено однофакторні залежності типу  $T_{зп} = F(\Phi_i)$  (мал.2).

де:  $T_{зп}$  - температура займання палива,  $\Phi_i$  - фактори, вибрані у розрахунку.

Із аналізу однофакторних залежностей слідує, що температура займання суттєво визначається якістю палива, причому при зниженні якості, температура зростає. Фактично на ТЕС ВЕО "Донбасенерго" зниження  $Q_H^D$  від 24 Мдж/кг до 16 Мдж/кг призвело до росту температури займання на  $50 \pm 100$  К.

Дефіцит температури займання у діапазоні змінення  $Q_H^D = 16 \pm 24$  Мдж/кг коливається від мінус 226 К до плюс 90 К. Знак плюс вказує на відсутність (або запас) дефіциту температури займання палива та стійке розвитку процесу. Критичним розрахунковим значенням  $Q_H^D$ , при котрому  $\Delta T_d = 0$ , становить  $(Q_H^D)_{кр} = 22,3$  Мдж/кг (мал.3)

Розрахункова величина долівисокореакційного палива <sup>(ф.в.р.)</sup> при  $Q_H^D = 14$  Мдж/кг становить 20%, і знижується до 2% при критичному значенні  $(Q_H^D) = 22,3$  Мдж/кг.

Змінення параметру якості розмолу палива у розрахунковому експерименті від 2% до 12% призведе до затягування процесу досягнення стійкого займання палива. Вплив темпу навантаження котла на дефіцит температури займання та її абсолютне значення відповідає скороченню періоду займання при підвищенні темпу навантаження. Оскільки темп навантаження визначається концентрацією палива, то при подачі палива з підвищеною концентрацією відбувається його стійке займання.

Істотного впливу на значення дефіциту температури займання набуває параметр  $T_{г0}$  - початкова температура газів у зоні займання. Так, змінення температури гарячого повітря від 500 К до 600 К підвищує  $T_{г0}$  від 490 до 540 К, змінення температури палива від 200 К до

600 К призведе до росту  $T_{ГО}$  від 490 К до 525 К. Сумісне змінення цих параметрів від початкового до кінцевого значення призведе до росту  $T_{ГО}$  до 734,6 К. При цьому дефіцит температури займання знижується дуже значно (мал.4).

Аналіз цієї однофакторної залежності дає висновок про необхідність подавання в топку при навантаженні попередньо підготовленого термічного паливного пилу із підвищеною концентрацією в цілях досягнення стійкого займання. Практична реалізація цього висновку має бути досягнена при використанні розробленого автором пальника, підвищуючого стійкість займання. Розраховане значення температури підогріву паливного пилу, забезпечує стійке займання, сягає 843,6 К.

У четвертій главі викладено методику, використовані та удосконалені засоби контролю топочних параметрів, а також здобуті автором результати експериментальних досліджень.

Враховуючи особливості та режимні можливості об'єкту досліджень наведена характеристика засобів контролю технологічних параметрів у перехідному режимі пуско-зупиночного циклу. Відзначено, що діючий контроль параметрів топочного процесу в перехідних режимах не відповідає вимогам до контролю високодинамічних процесів, тобто умовам теплообміну, займання та горіння палива.

Автором досліджено експериментально на діючому обладнанні та в стендових умовах перемінні режими роботи котла для двох періодів пуско-зупиночного циклу:

- перехідного режиму на етапі навантаження котла;
- режиму резервування теплового стану котла.

Параметри, забезпечуючі реалізацію цих режимів (температури палива та повітря, доля мазуту на підсвічування факелу, збиток повітря, швидкість навантаження, тривалість процесу резервування, якість та дисперсійні характеристики палива, та інші) визначались умовами праці обладнання ТЕС при регулюванні диспетчерського графіка навантаження та забезпечення надійності обладнання в дослід-

жуваних режимах. Досліди на експериментальному котлі регламентувались програмою, затвердженою Міненерго України.

Численні експериментальні дослідження виконані раніше різними авторами, дозволяють рахувати променистий теплообмін визначальним у процесі підготування паливо-повітряної суміші до займання на початковій ланці факелу. Відомо, що на основі вимірювань променистих теплових потоків можна визначити ефективну температуру поверхні теплообміну, та радіаційну температуру топочного середовища. Використовані досі в експериментах пристрої для контролю теплових потоків мають недостатню точність для використання їх в перехідних режимах. Для підвищення точності та оперативності контролю параметрів займання палива в перехідних режимах автором розроблено пристрій для вимірювання променистих теплових потоків, принцип дії котрого засновано на незалежності коефіцієнту теплопровідності рідких металів від температури. Пристрій призначено для оперативного контролю за процесом займання палива по випромінюванню факелу. Експериментально підтвержені також передумови про вплив на характер перехідного процесу займання палива теплового стану котла, а також якісних показників та моменту подачі основного палива в топку. Вплив умов організації процесу займання на витрати в перехідних режимах досліджено уперше з позицій визначення діапазона стійкого займання та параметрів його забезпечення.

Результати експериментальних досліджень в узагальному вигляді використовані при проведенні розрахункових досліджень процесу стійкого займання палива в перехідному режимі.

Експериментальні дослідження режиму резервування котла, забезпечуючого близький до номінального тепловий стан на момент пуску, виконувались на натурному обладнанні та в стендових умовах. Враховуючи графік роботи котлів пилевугільних ТЕС, працюючих в перемінних режимах, виконано аналіз змінення теплового стану котла при знаходженні його в резерві. Експериментальні значення

витрат теплоти в результаті розхолодження котла ТП-230, вилучені на діючому обладнанні дорівнюють для чотирьох годин резерва 51,5 ГДж, а для шести годин - 74,5 ГДж. Компенсація цих витрат при пуску приведе до значного перевикористання палива. Для зменшення витрат теплоти в режимі резервування теплового стану котла автором пропоновано засіб та розроблено пристрій, дозволяючи усунути причини витрат акумульованої теплоти. Сутність засоба полягає в усуненні основного джерела вентиляції газоходів - самотяги димарів. Для цієї цілі у газоході поміж димососом та димарем виконуються отвори, через котрий димар з'єднується з атмосферою. Конструкція приладу випробувана у стендових умовах. Визначені оптимальні конструктивні розміри пристрою. Конструктивне оформлення пристрою виконано у кількох варіантах з різним рішенням щодо організації щільності при використанні пристрою під час роботи котла. Дано рекомендації по використанню досліджених засобів та пристроїв на ТЕС.

У п'ятій главі на основі аналізу результатів розрахункового експерименту викладено розроблені автором та пропоновані до використання раціональні методи роботи котлів пилевугільних ТЕС в перемінних режимах.

Висновки про скорочення періоду нестійкого займання та зменшення дефіциту температури займання **використані** у проекті реконструкції котла ТП-230 Миронівської ДРЕС щодо реалізації двохзонної технології спалювання твердого палива, виконаного ЦКБ "Енергоремонт".

Висновок про зріст дефіциту температури займання при зниженні якості палива використано у рекомендаціях по навантаженню котлів на високореакційному паливному пилу.

Завдяки використанню розробленого автором на рівні винаходу пристрою для вимірювання променистих теплових потоків наведені

рекомендації щодо скорочення часу та трудоемності при виконанні налагодочних та режимних випробувань пилевугільних котлів.

Розроблені та впроваджені засоби консервації теплового стану котлів на період резерву, виконані на рівні винаходу, та дозволяють суттєво знизити теплові витрати при знаходженні котла у резерві а також зменшити витрати палива на їх компенсацію при пуску котла.

## В И С Н О В К И

1. На основі експериментальних даних, здобутих на котлах пилевугільних ТЕС, працюючих у змінних режимах, вивчені загальні закономірності та взаємозв'язок етапів пуско-зупиночного циклу. Виявлені та проаналізовані основні параметри, визначаючі ефективність двох етапів пуско-зупиночного циклу: перехідного режиму при пуску та режиму резервування теплового стану котла. Уточнена фізична модель процесу займання палива в перехідному режимі.

2. Обґрунтовано завдання дослідження параметрів стійкого процесу запалення палива у перехідному режимі при пуску котла. Враховуючи основні положення стаціонарної теорії теплового самозаймання, а також результати промислового експерименту та даних розрахункових досліджень процесу займання та вигорання твердого палива, розроблено математичну модель та методику розрахунку параметрів, забезпечуючих стійке запалення твердого палива у перехідному режимі при пуску котла. Показано адекватність моделі фізичному процесу. Рекомендовано шляхи практичного застосування розробленої методики.

3. Виконані розрахункові дослідження по визначенню параметрів стійкого запалення палива в перехідному режимі. Визначе-

ні вагомі режимні фактори.

4. Рекомендовано засоби забезпечення умов стійкого залявання палива в перехідних режимах при пуску пилевугільних котлів ТЕС.

5. Розроблено засоби та пристрої для цілей резервування теплового стану котлів пилевугільних ТЕС на період провалу графіка електричних навантажень. У стендових та промислових умовах виконано перевірку ефективності розроблених пристроїв.

6. Обґрунтована необхідність підвищеної точності контролю характеристик випромінювання факелу в перехідному режимі. Розроблений та впроваджений у виробництво вимірjuвач променевих теплових потоків, відрізняючийся підвищеною точністю, оперативністю контролю параметрів перехідних режимів пилевугільних котлів.

7. Результати роботи впроваджені на котлах ТП-230 Миронівської ДРЕС ПЕО "Донбасенерго".

Окремі висновки роботи використані при розробці технічного завдання на маневрений поліблок потужністю 840-1200 МВт для спалювання низькорекційного палива, та проєкті реконструкції котла ТП-230 для реалізації технології двофазного спалювання палива.

Економічний ефект від впровадження результатів досліджень сягає 142 тис.крб.

8. У результаті виконаних досліджень досягнута основна ціль роботи - розроблено засоби підвищення ефективності ТЕС з пилевугільними котлами у перемінних режимах.

Основні результати та зміст окремих глав дисертації надруковано у слідуючих виданнях

1. Рыбалко В.К., Харченко А.В., Гуля М.П. Обеспечение оптимальных параметров пылеугольных парогенераторов при глубоких разгрузках.- Энергетика и электрификация, 1976, № 5.- С.41-44.
2. А.с.805015 СССР. М.кл.Р2311/02. Устройство для регулирования тяги /Мадоян А.А., Рыбалко В.К., Харченко А.В./Открытия. Изобретения.- 1981.- № 6.
3. А.с.932295 СССР.М.кл.К.17/08. Устройство для измерения лучистых

тепловых потоков/Мадоян А.А., Рыбалко В.К., Харченко А.В. // Открытия. Изобретения. - 1982. - № 20.

4. Харченко А.В. Эффективность предпусковой консервации газового тракта котла. / В сб. "Эффективность сжигания низкосортных донецких углей в энергетических котлах". Тезисы доклада. Горловка, 1987. - С. 30-32.

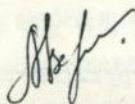
5. Перевод котла, сжигающего антрацитовый штыб, на твердое шлакоудаление / Балтян В.Н., Рыбалко В.К., Харченко А.В. и др. // Энергетика и электрификация. 1987, № 4, - С. 24-26.

6. А.с. 1553782 СССР, МКл F22B35/00. Барабанный котел. Балтян В.Н., Коренев С.Г., Харченко А.В., Караманян А.К. // Открытия. Изобретения. - 1990. - № 12.

7. Балтян В.Н., Подрезова И.Л., Харченко А.В. Двухзонная топка для сжигания углей ухудшенного качества. - Информационный листок № 33-91. Донецкий ЦНТИ, Донецк, 1991г.

8. Балтян В.Н., Харченко А.В. Вихревая пылеугольная горелка с повышенной устойчивостью воспламенения. Информационный листок № 49-91, Донецкий ЦНТИ, Донецк, 1991.

9. Балтян В.Н., Подрезов Ф.В., Харченко А.В. Особенности воспламенения низкосортного угля и мероприятия по его обеспечению. - М.: 1991. - С. 18. Деп. в Информэнерго 17.06.91 № 3301-эн 91.



Відповідний за випуск  
канд. техн. наук

В.С. Парихін

**Ав 26.623**

Нідписано по друку 15.12.92 р. Формат 60x84 1/16.  
Ум. друк. арк. 1.0. Обл.-вид. арк. 1.0. Тираж 100 прим.

Ротапринт НДІТЕ.338001 м.Горлівка, пл.Леніна,3.