

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЮРАСОВА Оксана Георгіївна

УДК 621.182.2

**АНАЛІЗ РОБОТИ КОТЛІВ ТПП-210А, ТПП-312А ЕНЕРГОБЛОКІВ 300
МВт ПРИ СПАЛЮВАННІ НЕПРОЕКТНИХ ВИДІВ ПАЛИВА**

Спеціальність 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О.Г. Юрасова

Науковий керівник: Семерак Михайло Михайлович, доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки.

Ідентичність всіх примірників дисертації

ЗАСВІДЧУЮ:

Вчений секретар спеціалізованої

вченої ради Д35.052.04

/Ю.Вашкурак/

Львів – 2020

АНОТАЦІЯ

Юрасова О.Г. Аналіз роботи котлів ТПП-210А, ТПП-312А енергоблоків 300 МВт при спалюванні непроєктних видів палива. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. – Національний університет «Львівська політехніка» МОН України, Львів, 2020.

Дисертація присвячена дослідженню роботи котлів ТПП-210А, ТПП-312А енергоблоків 300 МВт під час спалювання непроєктних видів палива, а також коригування режимних карт на підставі результатів випробувань.

На основі проведених досліджень доведено перспективність залучення до сировинної бази існуючих котлоагрегатів непроєктного вугілля.

Вперше встановлено вплив режимних факторів на роботу котла ТПП-210А під час спалювання непроєктного палива, таких як: частка природного газу на підсвічування пилувугільного факела, характеристики твердого палива (A^p , W^p), температура повітря до повітропідігрівника, надлишок повітря.

Визначено режимні і економічні характеристики котла ТПП-210А під час спалювання непроєктного палива: коефіцієнт корисної дії бруто, складові теплових втрат, витрати електроенергії на власні потреби котла, аеродинамічні і температурні характеристики газоповітряного тракту, температурні характеристики пароводяного тракту в робочому діапазоні навантажень блока.

Вперше розрахунковим шляхом були визначені поправочні коефіцієнти з використанням програми теплогідравлічного розрахунку котла “Trakt” до температури відхідних газів під час спалювання непроєктного палива при зміні: температури повітря перед рециркуляцією гарячого повітря; присмоктів повітря в паливню; присмоктів повітря на ділянці „режимний переріз – остання поверхня нагріву (ОПН)”; присмоктів повітря в ОПН; присмоктів повітря на ділянці „ОПН – ДС”; вологи сирого вугілля (відношення вологи палива до

горючої маси); зольності сирого вугілля (відношення зольності палива до горючої маси).

Встановлено залежності впливу паропродуктивності котла ТПП-312А на режимні та економічні показники роботи котла під час спалювання непроектного палива.

Вперше встановлено залежність оптимального коефіцієнта надлишку повітря від паропродуктивності котла ТПП-312А під час спалювання непроектного палива.

На основі результатів проведених теплових випробувань котла ТПП-210А в експлуатаційному діапазоні навантажень під час роботи на вугіллі марок «Г», «ДГ» складено проект нормативної характеристики корпусів котла під час роботи котла у двокорпусному та однокорпусному режимах.

Визначено експериментальним шляхом режимні показники роботи котла ТПП-210А, економічні показники роботи котла, екологічні показники, витрати електроенергії на тягу, дуття та пилоприготування, поправки до температури відхідних газів при умові $Q_k^{op} = \text{const}$ від зміни температури повітря перед рециркуляцією гарячого повітря (t'_{rc}) при $\Delta t_{rc} = \text{const}$, надлишку повітря в режимному перерізі (α_{rp}), частки підсвічування природним газом ($q_{пр.газу}$), поправки до витрати електроенергії від зміни надлишку повітря (α_{rp}).

Встановлено, що при оптимальному надлишку повітря вміст оксиду вуглецю у відхідних газах не перевищував 150 ppm, що приводить відповідно до втрати тепла с хімічним недопалом не більше ніж 0,081 %.

За результатами проведених випробувань складена режимна карта роботи котла ТПП-210А ст. № 3 у двокорпусному режимі під час спалювання твердого палива та отримано дані для подальшого коригування показників нормативної характеристики роботи котла

На основі результатів проведених режимно-налагоджувальних випробувань котла ТПП-312А в експлуатаційному діапазоні навантажень під час переведення його на спалювання твердого палива, яке відрізняється від проектного

загальними та специфічними властивостями, розроблений проект нормативної характеристики роботи котла та визначено режим роботи пилосистеми котла.

Встановлено величини присмоктів повітря в окремі елементи та газовий тракт котла ТПП-312А у цілому. Присмокти повітря в топку котла, приведені до номінального навантаження, становлять 5 %, що відповідає вимогам.

Встановлено, що у діапазоні навантажень котла 65-100 % від номінального (навантаження блока 196-297 МВт) під час спалювання твердого палива без підсвічування природним газом забезпечується стабільна довготривала робота котла з номінальними параметрами і задовільним виходом рідкої жужелі.

Складена режимна карта роботи котла ТПП-312А і пилосистеми та приведені пропозиції щодо підвищення економічності і надійності роботи котла.

Ключові слова: котел, вугілля, паливня, рідка жужіль, присмокти холодного повітря, теплові втрати, ккд котла брутто, коефіцієнт надлишку повітря.

SUMMARY

Yurasova O.H. Analysis of the operation of boilers TPP-210A, TPP-312A 300 MW power units with burning non-project fuels. – Qualified scientific work on the rights of the manuscript. - Qualifying scientific paper on the rights of the manuscript. Thesis for a Candidate's Degree in Engineering by specialty 05.14.06 – technical thermophysics and industrial thermal power engineering. – Lviv Polytechnic National University Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2020.

The dissertation is devoted to the research of the operation of the TPP-210A, TPP-312A boilers of 300 MW units for the combustion of non-project fuels, as well as the correction of mode maps on the basis of test results.

On the basis of researches the prospect of involvement of non-project coal in the raw material base of the existing boiler units has been proved.

For the first time, the influence of mode factors on the operation of the TPP-210A boiler during combustion of non-project fuel, such as: the share of natural gas on the illumination of the coal-fired torch, the characteristics of solid fuel (A^p , W^p), the air temperature to the air heater, the excess air, was established.

The mode and economic characteristics of the TPP-210A boiler during the combustion of non-project fuel are determined: gross efficiency, components of heat losses, electricity costs for the boiler's own needs, aerodynamic and temperature characteristics of the gas-air path, the temperature characteristics of the steam-water tract in the working load.

For the first time, the calculation coefficients were determined using the program of thermal and hydraulic calculation of the "Trakt" boiler to the temperature of the exhaust gases when combusting non-project fuel to change: air temperature before hot air recirculation; air shots in the fuel; air inspections at the section "mode cross section - last heating surface (LHS)"; air intakes in the LHS; air shots at the section "LHS"; raw coal moisture (ratio of fuel moisture to combustible mass); crude ash content (ratio of ash content of fuel to combustible mass). The dependences of the steam boiler productivity of the TPP-312A boiler on the mode and economic performance of the boiler during non-project fuel combustion are established.

For the first time, the dependence of the optimal coefficient of excess air on the steam capacity of the TPP-312A boiler during combustion of non-project fuel is established.

On the basis of the results of thermal tests of the boiler TPP-210A in the operational load range when working on coal grades "G", "DG" draft project of the standard characteristics of boiler housings when operating the boiler in two-hull and single-hull modes.

The mode of operation of the TPP-210A boiler, the economic performance of the boiler, environmental performance, electricity consumption for traction, blasting and dust preparation, corrections to the temperature of the exhaust gases under the

condition $Q = \text{const}$ from the change of air temperature before recirculation of hot air (t_r determined experimentally)) at $\Delta t = \text{const}$, the excess air in the regime section (α), the share of illumination by natural gas, the corrections to the consumption of electricity from the change of excess air (α). It was found that at optimum excess air, the carbon monoxide content of the exhaust gases did not exceed 150 ppm, which results in no more than 0.081% of the heat loss with the chemical deficiency.

According to the results of the tests, a mode map of the boiler TPP-210A Art. No. 3 in double-hull mode during solid fuel combustion and data were obtained for further adjustment of boiler performance

Based on the results of the mode-adjustment tests of the boiler TPP-312A in the operational load range when transferring it to solid fuel combustion, which differs from the design general and specific properties, the draft normative characteristics of the boiler operation was developed and the mode of operation of the boiler system was determined.

The values of air intakes in individual elements and the gas path of the TPP-312A boiler as a whole were established. Air aspirations in the boiler furnace, reduced to nominal load, make up 5%, which complies with the requirements. It is established that in the range of boiler loads 65-100% of nominal (unit load 196-297 MW) when burning solid fuel without illumination with natural gas provides stable long-term operation of the boiler with nominal parameters and satisfactory output of liquid beetle.

The mode map of the TPP-312A boiler and vacuum cleaners has been drawn up and the suggestions for increasing the efficiency and reliability of the boiler are given.

Key words: boiler, coal, fuel, liquid sniffer, cold air, heat losses, gross boiler efficiency, excess air ratio.

Список опублікованих праць за темою дисертації:

1. Yurasova O. Technical modernization of station 3 boiler unit of Trypillia thermal power station in terms of using non-standard fuel / O. Yurasova, M. Semerak, S. Lys, M. Klub // Scientific journal “Energy Engineering and Control Systems”. – Lviv, 2020. – Volume 6, Number 1. – P. 23–32.

2. Юрасова О.Г. Обґрунтування рішень технічного переоснащення котлоагрегату Трипільської теплоелектростанції / О.Г. Юрасова // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2020. – Вип. 30(2) – С. 99–106.

3. Lys S. Analysis of Methods for Extending the Life Cycle of a TP-100A Boiler / Stepan Lys, Oksana Yurasova, Nadiya Lashkovska // Scientific journal “Energy Engineering and Control Systems”. – Lviv, 2018. – Volume 4, Number 1. – P. 1–8.

4. Лис С.С. Аналіз методів збільшення терміну експлуатації котлоагрегата ТП-100А енергоблоку № 10 Бурштинської ТЕС / С.С. Лис, О.Г. Юрасова // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2018. – Вип. 28(1) – С. 99–103.

5. Юрасова О.Г. Дослідження екологічних показників роботи котла ТПП-210А енергоблоку 300 МВт при різних системах пилоподачі / О.Г. Юрасова // Technology audit and production reserves. – Харків, 2014. – № 6/5(20) – С. 39-42.

6. Мисак Й.С. Дослідження економічних показників роботи котла ТПП-210А енергоблоку 300 МВт при різних системах пилоподачі / Й.С. Мисак, О.Г. Юрасова // Вісник інженерної академії України. – Київ, 2014. – № 1. – С. 324–329.

7. Мисак Й.С. Вплив різних факторів на витрату тепла в навколишнє середовище потужними водогрійними котлами / Й.С. Мисак, Я.Ф. Івасик, І.І. Марчак, Н.М. Лашковська, О.Г. Цепак (Юрасова) // «Коммунальное хозяйство городов». – 2003. – Выпуск 49. – С.14–21.

8. Патент на винахід № 80263 «Спосіб роботи прямотруминного котла при часткових навантаженнях». Автори: Мисак Й.С., Івасик Я.Ф., Близнюк В.Ф.,

Цепак О.Г., Демчук І.А., Галянчук І.Р. МПК: F22В 35/00.2007.

9. Патент на винахід № 75985 «Спосіб регулювання витрати пари а пускових режимах прямотруминного котла». Автори : Мисак Й.С., Кравець Т. Ю., Гут П. О., Івасик Я. Ф., Цепак О.Г., Пісько М. С.. Оpubліковано: 15.05.2006, МПК: F22В 35/00.

10. Патент на винахід № 76277 «Спосіб пуску енергоблока». Автори: Мисак Й.С., Клуб М. В., Якимів Є. М., Близнюк В. Ф., Цепак О. Г., Галянчук І. Р.. Оpubліковано: 17.07.2006, МПК: F01D 19/00.

11. Патент на винахід № 110554 «Котельна установка». Автори: Мисак Й.С., Івасик Я.Ф., Мисак С.Й., Заяць М.Ф., Коваленко Т.П., Кузнецова М.Я., Юрасова О.Г.. Оpubліковано: 12.01.2016, МПК: F22В 33/18, F23С 9/00, F23L 15/00.

12. Патент на винахід № 108320 «Котельна установка». Автори: Мисак Й.С., Кузнецова М.Я., Коваленко Т.П., Заяць М.Ф., Мисак С.Й., Юрасова О.Г.. Оpubліковано: 10.04.2015, МПК: F23L 15/00.

13. Юрасова О.Г. Розрахункове обґрунтування рішень для технічного переоснащення котлоагрегату ст. №3 Трипільської ТЕС в частині використання непроектного палива / О.Г. Юрасова // Сучасний рух науки: тези доп. Х міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 2-3 квітня 2020 р. – Дніпро, 2020. – Т.2. – С. 739-748.

14. Юрасова О.Г. Режимно-налагоджувальні випробування котла ТПП-312А на ТЕС з коригуванням режимних карт / О.Г. Юрасова // Сучасні наукові інновації: матеріали ІV Міжнародної науково-практичної конференції м. Київ, 30-31 березня 2020 року. – Київ: МЦНІД, 2020. – С. 25-28.

15. Lys S.S. Methods of extending the life cycle of a ТП-100А boiler / S.S. Lys , О.Н. Yurasova, N.M. Lashkovska // International scientific and practical conference «Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience» Wloclawek, Republic of Poland, September 27-28, 2019. – Wloclawek: Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2019. – P. 28-31.

16. Lys S. Methods of Extending the Life Cycle of a ТП-100А Boiler / Stepan

Lys, Oksana Yurasova, Nadiya Lashkovska // Proceedings of the 8th International Youth Science Forum "Litteris et Artibus", November 21–23, 2018. – Lviv: Lviv Polytechnic National University, 2018. – P. 68–73.

17. Мисак Й.С. Дослідження сумісного спалювання вугілля та природного газу на котлі ТПП-210А / Й.С. Мисак, О.Г. Юрасова // 11-а Міжнародна науково-практична конференція. Угольная теплоенергетика : проблеми реабилитации и развития, Київ 16-20 вересня 2015р. – Київ, 2015. – С. 39-42.

18. Мисак Й.С. Теплові дослідження котла ТПП-210А при згоранні твердого палива / Й.С. Мисак, О.Г. Юрасова // VIII Міжнародна науково-практична конференція «Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні», Львів 2015р. – Львів, 2015. – С. 282-285.

19. Юрасова О.Г. Дослідження екологічних показників роботи котла ТПП-210А при різних системах пилоподачі / О.Г. Юрасова, Й.С. Мисак // 10-я Международная научно-практическая конференция “Угольная теплоэнергетика : проблемы реабилитации и развития”, Киев 18-22 сентября 2014г. : тезисы доклада. – Киев, 2014. – С. 58-60.

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	12
Вступ	13
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ, ОБ'ЄКТ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
1.1. Проблеми та перспективи використання вугілля ТЕС України	22
1.2. Аналіз устаткування котла ТПП-210А	24
1.3. Обсяг технічного переоснащення котла ТПП-210А	27
1.3.1. Технічні рішення по пилосистемах	28
1.3.2. Тракт додавання димових газів (тракт ВГД) та повітря	30
1.3.3. Система подачі пилу до пальників та пальники	31
1.4. Аналіз технічної характеристики обладнання котла ТПП-312А	33
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА І УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ	38
2.1. Теплові випробування прямотокового котла ТПП-210А	38
2.2. Режимно-налагоджувальні випробування котла ТПП-312А	45
2.2.1. Методика випробувань котла	45
2.2.2. Методика вимірювань	45
2.2.3. Умови випробувань	46
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕПЛОВИХ ВИПРОБУВАНЬ КОТЛА ТПП-210А	51
3.1. Стан і характеристика роботи обладнання котла ТПП-210А	51
3.2. Визначення оптимального надлишку повітря та поправочних коефіцієнтів до температури відхідних газів котла ТПП-210А	52
3.3. Аналіз балансових дослідження котла ТПП-210А	56
3.3.1. Умови проведення балансових випробувань котла	56
3.3.2 Економічні показники роботи котла ТПП-210А	56
3.3.3. Характеристика роботи газоповітряного тракту котла ТПП-210А	60
3.3.4. Характеристика роботи пароводяного тракту котла	70

3.4. Проект нормативної характеристики котла ТПП-210А	77
3.5. Складання режимної карта роботи котла ТПП-210А	84
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РЕЖИМНО- НАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ КОТЛА ТПП-312А	87
4.1. Проведення режимних дослідів для визначення необхідності та кількості підсвітки іншим видом палива та визначення присмоктів повітря в паливню і газоходи котла	87
4.2. Визначення оптимальної величини тонини помелу вугілля (R_{90}) та оптимальної величини коефіцієнту надлишку повітря в режимному перетині	88
4.3. Характеристика роботи пароводяного тракту котла	89
4.4. Характеристика роботи газоповітряного тракту котла	94
4.5. Економічні показники роботи котла ТПП-312А	97
4.6. Режимна карта роботи котла ТПП-312А і пилосистем	99
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ І РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ	101
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	104
ДОДАТКИ	117

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АПЖ - аераційний пиложивильник;
БП – бункер пилу;
ВГД – вентилятор гарячого дуття;
ВРЧ – верхня радіаційна частина;
ВЕ – водяний економайзер;
ВЗ – вбудована засувка;
ГПП – гарячий промперегрів;
ДВ – дуттєвий вентилятор;
ДС – димосмок;
ДРГ – димосмок рециркуляції газів;
ЕФ – електрофільтр;
КБМ – кульовий барабанний млин;
ККД – коефіцієнт корисної дії;
КПП ВТ – конвективний пароперегрівник високого тиску;
КПП НТ – конвективний пароперегрівник низького тиску;
МВ – млиновий вентилятор;
НРЧ – нижня радіаційна частина;
ОПН – остання поверхня нагріву;
ПВКр – пил високої концентрації під розрідженням;
ПВТ – підігрівник високого тиску;
РПП – регенеративний повітропідігрівник;
РПП НТ – регулятор пари промперегріву низького тиску;
САР - системи автоматичного регулювання;
СКК ТП - система контролю і керування тепловими процесами;
СРЧ – середня радіаційна частина;
ТЕС – теплова електрична станція;
ХПП – холодний промперегрів;
ШПП – ширмовий пароперегрівник.

ВСТУП

Актуальність теми. Враховуючи ситуацію, що склалася на вугільному ринку України у 2014 році, коли всі шахти на Донбасі, добуваючі вугілля антрацитної групи, виявилися на тимчасово неконтрольованій території, одним з головних антикризових заходів стало переведення енергоблоків ТЕС ПАТ «Центренерго», які використовують вугілля антрацитної групи, на спалювання неprojektних видів палива газової групи. Відповідно до Указу Президента України № 37/2017 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 16 лютого 2017 року «Про невідкладні заходи з нейтралізації загроз енергетичній безпеці України та посилення захисту критичної інфраструктури», на виконання графіку ремонту основного обладнання теплових електростанцій (Додаток №2 до наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості України №622 від 25.09.2017 р. «Про підготовку обладнання електростанцій і теплових мереж до надійної та ефективної роботи у 2018 р. та осінньо-зимовий період 2018/2019 року») [6, 12, 14, 22-24, 53, 69], та беручи до уваги позитивний досвід технічного переоснащення енергоблоку ст. №4 Трипільської ТЕС [2] з переведенням на спалювання вітчизняного газового вугілля, виникла необхідність у виконанні заходів з переведення пиловугільного енергоблоку 300 МВт ст. №3 Трипільської ТЕС та ст. №3 Вуглегірської ТЕС на використання неprojektного палива.

Тому, дана робота передбачає, в тому числі з урахуванням досвіду технічного переоснащення енергоблоку ст. №4 [2], проведення теплових випробувань котла ТПП-210А ст. № 3 Трипільської ТЕС під час роботи на вугіллі марок «Г», «ДГ» в експлуатаційному діапазоні навантажень, розроблення режимної карти та отримання даних для подальшого коригування показників нормативної характеристики роботи котла, а також проведення режимно-налагоджувальних випробувань котла ТПП-312А ст. № 3 Вуглегірської ТЕС в експлуатаційному діапазоні навантажень і коригування

режимних карт роботи котла та пилосистем під час переведення його на спалювання твердого палива, яке відрізняється від проектного загальними та специфічними властивостями.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота є складовою частиною науково-дослідних робіт, які виконуються у відповідності з основними напрямками наукової діяльності кафедри теплоенергетики, теплових та атомних електричних станцій Національного університету „Львівська політехніка”.

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є аналіз роботи котлів ТПП-210А, ТПП-312А енергоблоків 300 МВт під час спалювання непроектних видів палива, а також коригування режимних карт на підставі результатів випробувань.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати такі завдання:

- провести теплові випробування котла ТПП-210А під час роботи на вугіллі марок «Г», «ДГ» в експлуатаційному діапазоні навантажень;
- визначити режимні і економічні характеристики котла ТПП-210А: коефіцієнта корисної дії брутто, складових теплових втрат, витрат електроенергії на власні потреби котла, аеродинамічних і температурних характеристик газоповітряного тракту, температурних характеристик пароводяного тракту в робочому діапазоні навантажень блока;
- розробити режимну карту та отримати дані для подальшого коригування показників нормативної характеристики роботи котла ТПП-210А;
- визначити поправки для складання нормативної енергетичної характеристики котла ТПП-210А;
- провести режимно-налагоджувальні випробування котла ТПП-312А в експлуатаційному діапазоні навантажень під час переведення його на спалювання твердого палива, яке відрізняється від проектного загальними та специфічними властивостями;

- визначити залежність впливу паропродуктивності на режимні та економічні показники роботи котла ТПП-312А;

- внести корективи в режимну карту котла ТПП-312А і пилосистеми.

Об’єкт дослідження – котлоагрегат ТПП-210А, ТПП-312А і допоміжне обладнання блоку 300 МВт; процеси спалювання непроектних видів палива.

Предмет дослідження – сукупність технічних рішень для переведення котлів ТПП-210А, ТПП-312А на спалювання непроектних видів палива.

Методи дослідження. Використано стандартизовані методи проведення теплових випробувань котла ТПП-210А ст. № 3 Трипільської ТЕС з метою отримання даних для складання енергетичних характеристик, а також стандартизовані методи проведення режимно-налагоджувальних випробувань котла ТПП-312А ст. № 3 Вуглегірської ТЕС в експлуатаційному діапазоні навантажень і коригування режимних карт роботи котла та пилосистем. Використано сучасні програмні середовища та обчислювальні методи обробки і узагальнення результатів на основі комп’ютерних технологій.

Наукова новизна отриманих результатів. На основі проведених досліджень доведено перспективність залучення до сировинної бази існуючих котлоагрегатів непроектного вугілля.

Вперше встановлено вплив режимних факторів на роботу котла ТПП-210А під час спалювання непроектного палива, таких як: частка природного газу на підсвічування пилувугільного факела, характеристики твердого палива (A^p , W^p), температура повітря до повітропідігрівника, надлишок повітря.

Запропоновані схемні рішення котла ТПП-210А під час спалювання непроектного палива.

Вперше розрахунковим шляхом були визначені поправочні коефіцієнти з використанням програми теплогідравлічного розрахунку котла “Trakt” до температури відхідних газів під час спалювання непроектного палива при зміні: температури повітря перед рециркуляцією гарячого повітря; присмоктів повітря в паливню; присмоктів повітря на ділянці „режимний переріз – остання

поверхня нагріву (ОПН)”; присмоктів повітря в ОПН; присмоктів повітря на ділянці „ОПН – ДС”; вологи сирого вугілля (відношення вологи палива до горючої маси); зольності сирого вугілля (відношення зольності палива до горючої маси).

Встановлено залежності впливу паропродуктивності котла ТПП-312А на режимні, та економічні показники роботи котла під час спалювання непроектного палива.

Вперше встановлено залежність оптимального коефіцієнта надлишку повітря від паропродуктивності котла ТПП-312А під час спалювання непроектного палива.

Практичне значення отриманих результатів полягає в реалізації досліджень. На основі результатів проведених теплових випробувань котла ТПП-210А ст. №3 Трипільської ТЕС в експлуатаційному діапазоні навантажень під час роботи на вугіллі марок «Г», «ДГ» складено проект нормативної характеристики корпусів котла під час роботи котла у двокорпусному та однокорпусному режимах.

Визначено експериментальним шляхом режимні показники роботи котла ТПП-210А, економічні показники роботи котла, екологічні показники, витрати електроенергії на тягу, дуття та пилоприготування, поправки до температури відхідних газів при умові $Q_k^{6p} = \text{const}$ від зміни температури повітря перед рециркуляцією гарячого повітря (t'_{pc}) при $\Delta t_{pc} = \text{const}$, надлишку повітря в режимному перерізі (α_{rp}), частки підсвічування природним газом ($q_{пр.газу}$), поправки до витрати електроенергії від зміни надлишку повітря (α_{rp}).

Встановлено, що при оптимальному надлишку повітря вміст оксиду вуглецю у відхідних газах не перевищував 150 ppm, що приводить відповідно до втрати тепла с хімічним недопалом не більше ніж 0,081 %.

За результатами проведених випробувань складена режимна карта роботи котла ТПП-210А ст. №3 у двокорпусному режимі під час спалювання твердого

палива та отримано дані для подальшого коригування показників нормативної характеристики роботи котла

На основі результатів проведених режимно-налагоджувальних випробувань котла ТПП-312А ст. №3 Вуглегірської ТЕС в експлуатаційному діапазоні навантажень під час переведення його на спалювання твердого палива, яке відрізняється від проектного загальними та специфічними властивостями, розроблений проект нормативної характеристики роботи котла та визначено режим роботи пилосистеми котла.

Встановлено величини присмоктів повітря в окремі елементи та газовий тракт котла ТПП-312А у цілому. Присмокти повітря в топку котла, приведені до номінального навантаження, становлять 5 %, що відповідає вимогам.

Встановлено, що у діапазоні навантажень котла 65-100 % від номінального (навантаження блока 196-297 МВт) під час спалювання твердого палива без підсвічування природним газом забезпечується стабільна довготривала робота котла з номінальними параметрами і задовільним виходом рідкої жужелі.

Складена режимна карта роботи котла ТПП-312А і пилосистеми та приведені пропозиції щодо підвищення економічності і надійності роботи котла.

Впровадження результатів роботи. Матеріали наукових досліджень впроваджено на Трипільській ТЕС, ТОВ «СПЕЦТЕРМОМОНТАЖ-ЕНЕРГО» та в навчальний процес кафедри теплоенергетики, теплових та атомних електричних станцій Національного університету „Львівська політехніка”.

Ступінь достовірності та обґрунтованості наукових положень, сформульованих у роботі. Наукові положення дисертаційної роботи, результати досліджень, висновки та рекомендації мають достатню обґрунтованість та достовірність. Вони забезпечуються коректністю і відповідністю розроблених наукових положень отриманим результатам експериментальних досліджень. Одержані результати не суперечать основним положенням науки, а також підтверджуються апробацією і практичною

реалізацією. Вони базуються на значній кількості експериментальних даних, зібраних в результаті проведення комплексних досліджень. Достовірність отриманих результатів підтверджується використанням сучасних методів проведення випробувань котлів енергоблоку 300 МВт ТЕС з метою отримання даних для складання енергетичних характеристик.

Особистий внесок здобувача вказаний нижче для кожної публікації окремо

1. Yurasova O. Technical modernization of station 3 boiler unit of Trypillia thermal power station in terms of using non-standard fuel / O. Yurasova, M. Semerak, S. Lys, M. Klub // Scientific journal “Energy Engineering and Control Systems”. – Lviv, 2020. – Volume 6, Number 1. – P. 23–32. *(постановка задачі, участь у проведенні досліджень, обговорення результатів та формування висновків).*

2. Юрасова О.Г. Обґрунтування рішень технічного переоснащення котлоагрегату Трипільської теплоелектростанції / О.Г. Юрасова // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2020. – Вип. 30(2) – С. 99–106.

3. Lys S. Analysis of Methods for Extending the Life Cycle of a TP-100A Boiler / Stepan Lys, Oksana Yurasova, Nadiya Lashkovska // Scientific journal “Energy Engineering and Control Systems”. – Lviv, 2018. – Volume 4, Number 1. – P. 1–8 *(участь у обговоренні результатів та формуванні висновків).*

4. Лис С.С. Аналіз методів збільшення терміну експлуатації котлоагрегата ТП-100А енергоблоку № 10 Бурштинської ТЕС / С.С. Лис, О.Г. Юрасова // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2018. – Вип. 28(1) – С. 99–103 *(участь у обговоренні результатів та формуванні висновків).*

5. Юрасова О.Г. Дослідження екологічних показників роботи котла ТПП-210А енергоблоку 300 МВт при різних системах пилоподачі / О.Г. Юрасова // Technology audit and production reserves. – № 6/5(20), 2014. – С. 39-42

6. Мисак Й.С. Дослідження економічних показників роботи котла ТПП-210А енергоблоку 300 МВт при різних системах пилоподачі / Й.С. Мисак, О.Г.

Юрасова // Вісник інженерної академії України. – Київ, 2014. – № 1. – С. 324–329 (*постановка задачі, участь у проведенні досліджень, обговорення результатів та формування висновків*).

7. Мисак Й.С. Вплив різних факторів на витрату тепла в навколишнє середовище потужними водогрійними котлами / Й.С. Мисак, Я.Ф. Івасик, І.І. Марчак, Н.М. Лашковська, О.Г. Цепак (Юрасова) // «Коммунальное хозяйство городов». – 2003. – Выпуск 49. – С.14–21 (*обговорення результатів та формування висновків*).

8. Патент на винахід № 80263 «Спосіб роботи прямотруминного котла при часткових навантаженнях». Автори: Мисак Й.С., Івасик Я.Ф., Близнюк В.Ф., Цепак О.Г., Демчук І.А., Галянчук І.Р. МПК: F22В 35/00.2007.

9. Патент на винахід № 75985 «Спосіб регулювання витрати пари а пускових режимах прямотруминного котла». Автори : Мисак Й.С., Кравець Т. Ю., Гут П. О., Івасик Я. Ф., Цепак О.Г., Пісько М. С.. Оpubліковано: 15.05.2006, МПК: F22В 35/00.

10. Патент на винахід № 76277 «Спосіб пуску енергоблока». Автори: Мисак Й.С., Клуб М. В., Якимів Є. М., Близнюк В. Ф., Цепак О. Г., Галянчук І. Р.. Оpubліковано: 17.07.2006, МПК: F01D 19/00.

11. Патент на винахід № 110554 «Котельна установка». Автори: Мисак Й.С., Івасик Я.Ф., Мисак С.Й., Заяць М.Ф., Коваленко Т.П., Кузнецова М.Я., Юрасова О.Г.. Оpubліковано: 12.01.2016, МПК: F22В 33/18, F23С 9/00, F23L 15/00.

12. Патент на винахід № 108320 «Котельна установка». Автори: Мисак Й.С., Кузнецова М.Я., Коваленко Т.П., Заяць М.Ф., Мисак С.Й., Юрасова О.Г.. Оpubліковано: 10.04.2015, МПК: F23L 15/00.

13. Юрасова О.Г. Розрахункове обґрунтування рішень для технічного переоснащення котлоагрегату ст. №3 Трипільської ТЕС в частині використання непроектного палива / О.Г. Юрасова // Сучасний рух науки: тези доп. Х міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 2-3 квітня 2020 р. – Дніпро, 2020. – Т.2. – С. 739-748.

14. Юрасова О.Г. Режимно-налагоджувальні випробування котла ТПП-312А на ТЕС з коригуванням режимних карт / О.Г. Юрасова // Сучасні наукові інновації: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції м. Київ, 30-31 березня 2020 року. – Київ: МЦНІД, 2020. – С. 25-28.

15. Lys S.S. Methods of extending the life cycle of a ТП-100А boiler / S.S. Lys , О.Н. Yurasova, N.M. Lashkovska // International scientific and practical conference «Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience» Wloclawek, Republic of Poland, September 27-28, 2019. – Wloclawek: Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2019. – P. 28-31. *(участь у обговоренні результатів та формуванні висновків).*

16. Lys S. Methods of Extending the Life Cycle of a ТП-100А Boiler / Stepan Lys, Oksana Yurasova, Nadiya Lashkovska // Proceedings of the 8th International Youth Science Forum "Litteris et Artibus", November 21–23, 2018. – Lviv: Lviv Polytechnic National University, 2018. – P. 68–73 *(участь у обговоренні результатів та формуванні висновків).*

17. Мисак Й.С. Дослідження сумісного спалювання вугілля та природного газу на котлі ТПП-210А / Й.С. Мисак, О.Г. Юрасова // 11-а Міжнародна науково-практична конференція. Угольная теплоенергетика : проблеми реабилитации и развития, Київ 16-20 вересня 2015р. – Київ, 2015. – С. 39-42 *(постановка задачі, участь у проведенні досліджень, обговорення результатів та формування висновків).*

18. Мисак Й.С. Теплові дослідження котла ТПП-210А при згоранні твердого палива / Й.С. Мисак, О.Г. Юрасова // VIII Міжнародна науково-практична конференція «Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні», Львів 2015р. – Львів, 2015. – С. 282-285 *(постановка задачі, участь у проведенні досліджень, обговорення результатів та формування висновків).*

19. Юрасова О.Г. Дослідження екологічних показників роботи котла ТПП-210А при різних системах пилоподачі / О.Г. Юрасова, Й.С. Мисак // 10-я

Международная научно-практическая конференция “Угольная теплоэнергетика : проблемы реабилитации и развития”, Киев 18-22 сентября 2014г. : тезисы доклада. – Киев, 2014. – С. 58–60 (*постановка задачі, участь у проведенні досліджень, обговорення результатів та формування висновків*).

Апробація результатів дослідження. Основні положення дисертаційної роботи та її окремі розділи і результати обговорювалися на:

- X Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сучасний рух науки» (м. Дніпро, 2020);
- IV Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні наукові інновації» (м. Київ, 2020);
- International scientific and practical conference «Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience» (Republic of Poland, Wloclawek, 2019);
- Proceedings of the 8th International Youth Science Forum "Litteris et Artibus" (Lviv, 2018);
- XI Міжнародній науково-практичній конференції «Угольная теплоэнергетика : проблемы реабилитации и развития» (м. Київ, 2015);
- VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні» (м. Львів, 2015);
- X Міжнародній науково-практичній конференції «Угольная теплоэнергетика : проблемы реабилитации и развития» (м. Київ, 2014).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 19 наукових праць, з них 7 – у фахових виданнях, 7 – у матеріалах і тезах доповідей науково-практичних конференцій і 5 – у патентах на винахід.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, семи додатків. Зміст роботи викладено на 174 сторінках, в тому числі 40 рисунках, 19 таблицях.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ, ОБ'ЄКТ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Проблеми та перспективи використання вугілля ТЕС України

У ситуації, що склалася на ринку енергетичного палива України у 2014 році, коли частина шахт на Донбасі, добуваючих вугілля газової групи, і всі шахти, добуваючі вугілля антрацитної групи, виявилися на тимчасово неконтрольованій території, одним з головних антикризових заходів стало переведення енергоблоків теплових електростанцій ПАТ «Центренерго», які використовують вугілля антрацитної групи (А і П), на спалювання непроекtnих видів палива газової групи (Г і ДГ).

Антрацит і вугілля газової групи – принципово різні види палива, які мають різні норми і вимоги по вибухобезпеці під час пилоподібного спалювання. Якщо антрацит є низькорекційним і погано займистим навіть після його розмелу, то «газові» вугілля мають якісно інші умови займання, створюючи небезпеку загорянь і вибухів в системі підготовки палива, при виділенні летких компонентів.

З 14 ТЕС України 7 спроектовані для спалювання вугілля газової групи марок Д, ДГ, Г, а 7 – для спалювання вугілля марок А і П. Через припинення поставок донецьких антрацитів і пісного вугілля з шахт, які опинилися в зоні АТО, виникла проблема відновлення забезпечення паливом ТЕС, котлоагрегати яких розраховані на спалювання вугілля марок А і П, за рахунок поставок імпортного вугілля [6, 14, 92].

Оскільки з переходом на більш ефективні і екологічно чисті технології пилоподібного спалювання з твердим шлаковидаленням розвинені країни почали використовувати в основному вугілля газової групи, вже більше 25 років сегмент енергетичного вугілля марок А і П на світовому ринку не перевищує 5-10%. Це вугілля видобувається або для внутрішнього використання в США та

Китаї, або для постачання найближчих сусідів (В'єтнам для Китаю). Зараз потенційними великими постачальниками вугілля цих марок залишилися тільки Росія (Кузбас) та ПАР.

Однак у 2014 року, анонсуєчи прийняття Закону України "Про санкції", уряд наполягав на заборону закупівлі російського вугілля. Розпорядження ж про негайну закупівлю вугілля з ПАР (всього 6 партій загальним обсягом близько 500 тис. т) не враховувало неможливості швидкої видачі необхідних обсягів поставок з належною якістю. В результаті його спалювання в існуючих котлах перетворилося на складну інженерну задачу, до рішення якої були залучені фахівці ІВЕ НАН України. На момент початку роботи на складі Зміївської та Трипільської ТЕС ПАТ "Центренерго" знаходилися: вугілля ПАР марки П з 1-ї партії ($Q_{ir} = 4850$ ккал/кг, $A_d = 30-32\%$, $V_{daf} = 17-18\%$); Кузнецьке пісне вугілля ($Q_{ir} = 6000-6150$ ккал/кг, $A_d = 16-18\%$, $V_{daf} = 15-16\%$) [6, 14, 92, 94-96].

Обидві марки вугілля відрізнялися тугоплавкою золою ($t_c = 1500-1550$ °С в окислювальному середовищі) в порівнянні з проектними для цих котлоагрегатів донецьким вугіллям марок А і П ($t_c = 1300-1350$ °С), а вугілля ПАР з першої партії – ще й з погіршеною якістю ($Q_{ir} = 4800$ ккал/кг, в порівнянні з проектним значенням $Q_{ir} = 5800-6500$ ккал/кг). Згідно з «Правилами технічної експлуатації електричних станцій і мереж», котли ТЕС можуть бути переведені на спалювання неprojektних палив, палив погіршеної якості або сумішей палив за умови опрацювання та реалізації режимних або конструкторських заходів, що забезпечують безпечну експлуатацію пилесистем, умови стійкого горіння і шлаковидалення, а також повноту вигорання палива [92, 94-96].

Отже, при переході на «газові» вугілля потрібно передбачити протипожежні заходи не тільки в котельному цеху, але по всьому тракту прийому, подачі, приготування вугілля, що вимагає додаткових витрат. Під час спалювання в котлі вугілля, відмінних від проектних, змінюється механізм роботи всього паливне-пальникового комплексу. Тому необхідно виконати комплекс розрахунків, який можна порівняти з об'ємом проектування нового котла,

розробити конструкторську документацію, а потім виготовити ряд принципово нових вузлів котла, від нових пальників до системи рециркуляції димових газів.

1.2. Аналіз устаткування котла ТПП-210А

Котел ТПП-210А – прямотоковий, П-подібного компоновання, двокорпусний, симетричний, підключений до турбіни К-300-240 ХТГЗ по схемі дубль-блоку. Кожний корпус являє собою самостійний агрегат надкритичного тиску, паропродуктивністю 475 т/год, пиловугільний з рідким жужелевидаленням, розрахований на спалювання антрацитового штибу (АШ) Донецького родовища або природного газу [8, 26, 30, 56, 66, 80]. В кожному корпусі розташований свій первинний і вторинний пароперегрівники.

Проектні характеристики вугілля марок АШ (П) для спалювання в котлі:

- нижча теплота згорання на робочу масу ($Q_{н}^p$) – 5790 (6640) ккал/кг;
- зольність на робочу масу (A^p) – 19,0 (16,2) %;
- вологість на робочу масу (W^p) – 7,5 (4,5) %;
- вихід летких (V^{daf}) – 4,0 (13,0) %;
- вміст сірки (S^p) – 1,57 (2,46) %;
- вміст вуглецю (С) – 68,0 (70,6) %.

Паливня кожного корпусу котла обладнана шістьма пилогазовими турбулентними пальниками [3, 9, 31, 58] потужністю по 70 МВт кожний, розташованими в один ярус (по три пальники на фронтівій і задній стінці передпаливні). Продуктивність пальника по вугільному пилу – 10 т/год. Вугільний пил високої концентрації подається в пальники пилопроводами діаметром 89x4 мм. Пиложивильники аераційного типу (АПП-16) максимальною продуктивністю 16 т/год. Природний газ подається в паливню з кільцевого колектора по 76 трубках діаметром 25x3,5 мм та 16x5 мм (розташування газових трубок почергове – після двох трубок діаметром 25 мм

розміщена одна трубка діаметром 16 мм), розміщеними рівномірно ззовні труби первинного повітря.

Крім природного газу, для підсвічування пиловугільного факелу або розпалу котла може використовуватись мазут, для чого під кожним турбулентним пальником розміщена розпалювальна мазутна форсунка продуктивністю 1 000 кг/год з механічним розпилюванням.

По висоті паливні виступи фронтового і заднього екрану утворюють перетиск, який розділяє її на камеру горіння (передпаливня) і камеру догорання. Для відведення рідкої жужелі в поді передпаливні, виконаної з ухилом 8° , є дві охолоджувані льотки.

Котел був обладнаний трьома системами пилоприготування (А, Б, В) з кульовими барабанными млинами (КБМ) типу ШБМ-370-850, розмільною проектною продуктивністю при розмілі вугілля марки АШ та при залишку на ситі $R_{90}=7-8\%$ - 46,2 т/год з електродвигуном типу СДС-2000-100 з кількістю обертів 100 об/хв. потужністю 2000 кВт [60-64]. Після кульових млинів пил подається в проміжний бункер пилу. Ширина бункера 7,95 м, висота - 7,15 м, довжина - 10,6 м.

Сушильний агент млиновим вентилятором (МВ) типу МВ-160/850 (продуктивністю $Q = 126 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$, напором $H = 890 \text{ кгс/м}^2$) з електродвигуном типу ДАЗО-13-67-6 з кількістю обертів 985 об/хв. потужністю 630 кВт подавався в паливню через скидні пальники прямокутної форми, які розташовані над основними пальниками на відмітці 13.3 м.

На корпусах включені в роботу регулятори завантаження млинів, що входять в систему автоматичного регулювання (САР) енергоблоку.

В проектному виконанні подача пилу до пальників здійснювалась пиложивильниками типу УЛПП-2-64-И [5, 73, 74]. Після реконструкції подача вугільного пилу переведена на систему подачі пилу високої концентрації під тиском - ПВК(т), яка функціонує від двох повітряних джерел - повітрорудки і вентилятора гарячого дуття [32]:

- повітродувка типу ТВВ-80-1,8-01 (продуктивністю $Q = 6000 \text{ м}^3/\text{год}$ і тиском нагнітання $H = 0,8 \text{ кгс}/\text{см}^2$), після якої стиснене повітря в спеціальному теплообміннику нагрівається за рахунок тепла первинного повітря і розподіляється по повітропроводах на аерацію і на транспорт вугільного пилу;

- вентилятор гарячого дуття (ВГД) типу ВГД-20У (продуктивністю $Q = 183 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$ і напором $H = 273 \text{ мм вод. ст.}$) з електродвигуном типу ДАЗО-13-42-8 з кількістю обертів 740 об/хв. потужністю 320 кВт для подачі первинного повітря в ежекційний змішувач (трубу Вентурі), в якому на відстані 2,0 м - 2,5 м від завитка пальника змішується висококонцентрований потік вугільного пилу з первинним повітрям і відбувається поступова температурна стабілізація потоку аеросуміші [3, 31, 58]. Пил з бункера пилу самопливом надходить в аераційний пиложивильник, де відбувається його зрідження аерованим повітрям і дозування регулюючим клапаном, після чого пил скидається в змішувач, до якого підведене транспортує повітря.

Кожен корпус котла оснащений одним двошвидкісним дуттьовим вентилятором (ДВ) типу ВДН-24х2-ІІ ($Q=556 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$, $H=985 \text{ мм вод. ст.}$) з електродвигуном типу ДАЗО-1569-8/10 з кількістю обертів 400/800 об/хв. потужністю 590/735 кВт, одним димосмоком (ДС) типу ДО-31,5 ($Q=900 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$, $H=760 \text{ мм вод. ст.}$) з електродвигуном типу ДАЗО-1910-12 з кількістю обертів 496 об/хв. потужністю 1700 кВт і двома обертовими регенеративними повітропідігрівниками типу РПП-68 МА.

По ходу димових газів в конвективній шахті розміщені конвективний пароперегрівник високого тиску (КПП ВТ), конвективний пароперегрівник низького тиску (КПП НТ)-ІІ ст., КПП НТ-І ст., регулювальний ступінь пароперегрівника низького тиску (РПП НТ) і водяний економайзер (ВЕ).

Димові гази очищаються від золи в електрофільтрах (ЕФ) типу УГ-2-4-53 і скидаються в атмосферу [16] через димову трубу висотою 180 м і діаметром вихідного устя 9,6 м.

Основні проектні параметри роботи корпусу котла ТПП-210А наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Основні проектні параметри роботи корпусу котла ТПП-210А

Найменування величини	Значення
Витрата перегрітої пари, т/год	475
Температура перегрітої пари, °С	565
Тиск перегрітої пари, кгс/см ²	255
Температура живильної води, °С	260
Витрата пари промперегріву, т/год	400
Температура пари промперегріву за котлом, °С	570
Тиск пари промперегріву за котлом, кгс/см ²	37
Температура пари промперегріву перед котлом, °С	307
Тиск пари промперегріву перед котлом, кгс/см ²	39,5
Температура повітря перед РПП, °С	30
Температура гарячого повітря, °С	390

У відповідності з експлуатаційним циркуляром №Т-4/71 від 03 березня 1971 року всі 300 МВт блоки Трипільської ТЕС переведені на роботу з температурою перегрітої пари і пари промперегріву пари 545 °С [19, 21, 68, 59, 76].

1.3. Обсяг технічного переоснащення котла ТПП-210А

Концепція переоснащення котла ТПП-210А енергоблоку №3 полягала в організації спалення в котлоагрегаті вугілля марок «Г» та «ДГ» та їх суміші замість проектної марки вугілля «АШ» (антрацитовий штиб) [8, 79, 92-98, 103, 104], що потребувала внесення змін в системи та обладнання, зокрема – пилосистеми, пилоподачу та пальникову групу паливні при максимальному збереженні існуючого обладнання та безпечної експлуатації котельної установки [7, 11, 33-46, 70-72, 91]. Елементарний склад газового вугілля для спалювання в котлі приведено в таблиці 1.2.

Елементарний склад газового вугілля для спалювання в котлі

Найменування параметра, позначення, одиниця виміру	Марка палива		
	Г(Г2)Р(0-200)	Суміш 40% Г(Г2)Р серт. №186+ 60% ДГ 0-100 серт. № 204	ДГ 0-100
Нижча теплота згорання на робочу масу ($Q_{н^P}$), ккал/кг	5212	5177	5154
Зольність на суху масу (A^d), %	27,8	23,64	20,6
Вологість на робочу масу (W^r), %	6,5	4,6	15,0
Вихід летких на сухий беззольний стан (V^{daf}), %	37,5	39,5	42,3
Вміст сірки на суху масу (S^d), %	1,54	1,47	1,25
Вміст вуглецю на сухий беззольний стан (C^{daf}), %	82,15	82,15	83,24

Основні технічні рішення по окремих системах наведені нижче.

1.3.1. Технічні рішення по пилосистемах

Для роботи у режимі спалювання кам'яного вугілля марки «Г» та «ДГ» або їх суміші задіяні дві пилосистеми 3А та 3В, які повністю забезпечують потребу котла у вугільному пилу [10, 28]. Для збереження можливості зворотного переходу роботи котла на «АШ» пилосистема 3Б відглушена та законсервована.

Дотримання правил вибухопожежобезпеки [78] вимагає організації вентиляції КБМ сумішшю різних потоків димових газів і повітря для отримання з одного боку необхідної сушильної продуктивності, у тому числі і в випадку надходження вологого палива, а з іншого боку дотримання в усіх режимах необхідного вмісту кисню у сушильно - вентиляючому агенті (менше 16%) та температури агента (менше 120 °С), у тому числі у режимі вихолощення пилосистеми без надходження вугілля.

Повітряна складова суміші формується за рахунок змішування двох потоків: холодного повітря з видачі відповідного дуттьового вентилятора та гарячого повітря з коробу за РПП.

Газова складова суміші забезпечується за рахунок переключення ВГД з тракту транспорту пилу на тракт подачі димових газів. Точка відбору – газозабірні вікна після пакетів водяного економайзера з верхньої частини перехідного газоходу до РПП. Також застосовується впорскуючий газоохолоджувач, який встановлений на газоході видачі ВГД до пилосистеми, принцип дії якого полягає у охолодженні до необхідної температури потоку димових газів, які подаються до пилосистеми, змонтований ближче до вхідної горловини млинів у порівнянні з місцем встановлення на котлі блоку ст. №4 [2].

Для забезпечення надійної та безпечної експлуатації пилосистем у пускових, перехідних режимах та режимах зупину додатково встановлюється димосмок присадки холодних інертних димових газів (ДІГ) типу ДН-15 продуктивністю 60 000 м³/год, повним напором 690 кгс/м² за температури 100 °С та швидкості обертання 1500 об/хв з електродвигуном типу ВАО2-450-250-4 потужністю 250 кВт та рециркуляція сушильного агента на вхід пилосистем. Відбір димових газів на ДІГ виконаний з напору основних ДС. На котел встановлюється один ДІГ на два корпуси. Схемою передбачені відсікаючі шибери для подачі і відбору димових газів від корпусів котла.

На пилосистемах встановлена рециркуляція відпрацьованого сушильного агента з виходу МВ на вхід до КБМ (врізка відбору – у висхідний пилопровід безпосередньо перед «перчаткою»), яка використовується для забезпечення вентиляції млина під час подачі вугілля з низьким вмістом вологи [1, 4].

Для забезпечення роботи МВ під час зупинки КБМ та охолодження відповідних каналів скидних пальників котла, у проекті передбачається встановлення шиберу додавання холодного повітря з атмосфери котельного відділення цеху на вхід млинового вентилятора.

Скид відпрацьованого сушильно - вентиляючого агенту з МВ здійснюється на чотири скидні пальники котла, канали скидних пальників №2 і №5 від пилосистем відглушені і закладені термостійкою цеглою [3]. Для забезпечення однакових витрат сушильного агенту на скидні пальники на всіх трубопроводах скидного агенту на виході з «перчатки» встановлено регулювальні (налагоджувальні) шибери з ручним приводом оснащені механічними фіксаторами положення.

В якості ДРГ використовується існуючий ВГД, в яких враховуючи незадовільний стан, зношеність робочих коліс, корпусу та завитка, підшипників проведено заміну механізмів ВГД-3А і ВГД-3Б (ВГД-20У) продуктивністю від 50 000 м³/год до 340 000 м³/год напором від 5 250 Па до 2 600 Па з встановленням на існуючий фундамент та збереженням електродвигунів. Для захисту робочих коліс вентилятора від ерозійного зносу, для очищення потоку димових газів від часток золи, на коробі всмокту встановлюється система очищення, що складається з відцентрового золотого концентратора та золозмивного апарату на кожен ВГД.

Для можливості роботи в однокорпусному режимі та забезпечення відокремлення пилосистем, бункер пилу розділений металевією перегородкою на два бункери, які обладнані схемами подачі вуглекислоти, азоту та насиченої пари.

1.3.2. Тракт додавання димових газів (тракт ВГД) та повітря

Проектний підвід гарячого повітря на всмокт ВГД відглушений металевією перетинкою, а на вхід ВГД подаються димові гази з конвективної шахти після ВЕ перед РПП (за рядом «Г» будівельної частини).

Для регулювання температури сушильного агенту та підтримування вмісту кисню після пилосистеми менше 16% використовуються димові гази, гаряче повітря після РПП та холодне повітря з напору ДВ, а під час подачі вугілля з

низьким вмістом вологим [1, 8] також включається рециркуляція сушильного агенту з напору МВ на вхід млина.

1.3.3. Система подачі пилу до пальників та пальники

Існуючі аераційні пиложивильники демонтовані. Замість аераційних живильників пилу в системі пилу високої концентрації під розрідженням ПВКр встановлено лопатеві типу УЛПП-2-64М1. Кількість живильників (6 шт.) зберігається. Після живильників пил потрапляє до змішувача, де утворюється суміш високої концентрації з повітрям. Після змішувачів пил високої концентрації по 12 пилопроводах високої концентрації скеровується на пальники [3, 31]. Кожному пилопроводу відповідає визначений пальник. Перед пальником встановлений ежектор з паровим соплом Лавалю, яке створює розрідження для транспорту пилу. Кожен корпус котла має 6 пилогазових пальників (рис. 1.1) продуктивністю 12 т/год, розташованих зустрічно в один ярус на фронтівій і задній стінках паливні.

Розпилювання пилоповітряної суміші здійснюється відпрацьованою парою з ежектора. В пальнику (за ежектором) облаштовується труба ПВКр з розсікачем на кінці, яка транспортує пил до зони займання та спалювання.

На пальниках виконані наступні роботи:

- вилучено апарат закрутки центрального повітря;
- змонтовано труби ПВКр (замість основної мазутної форсунки);
- зміщено мазутну форсунку вниз від твірної в центральному каналі;
- підключення перемички гарячого повітря до каналів первинного повітря всіх пальників корпусів 3А, 3Б з регулювальними шиберами;
- подача скидного сушильного агенту на чотири скидних пальники №1, №3, №4, №6 із встановленням чотирьох регулювальних шиберів з механічними фіксаторами положення після «печатки» на видачі МВ.

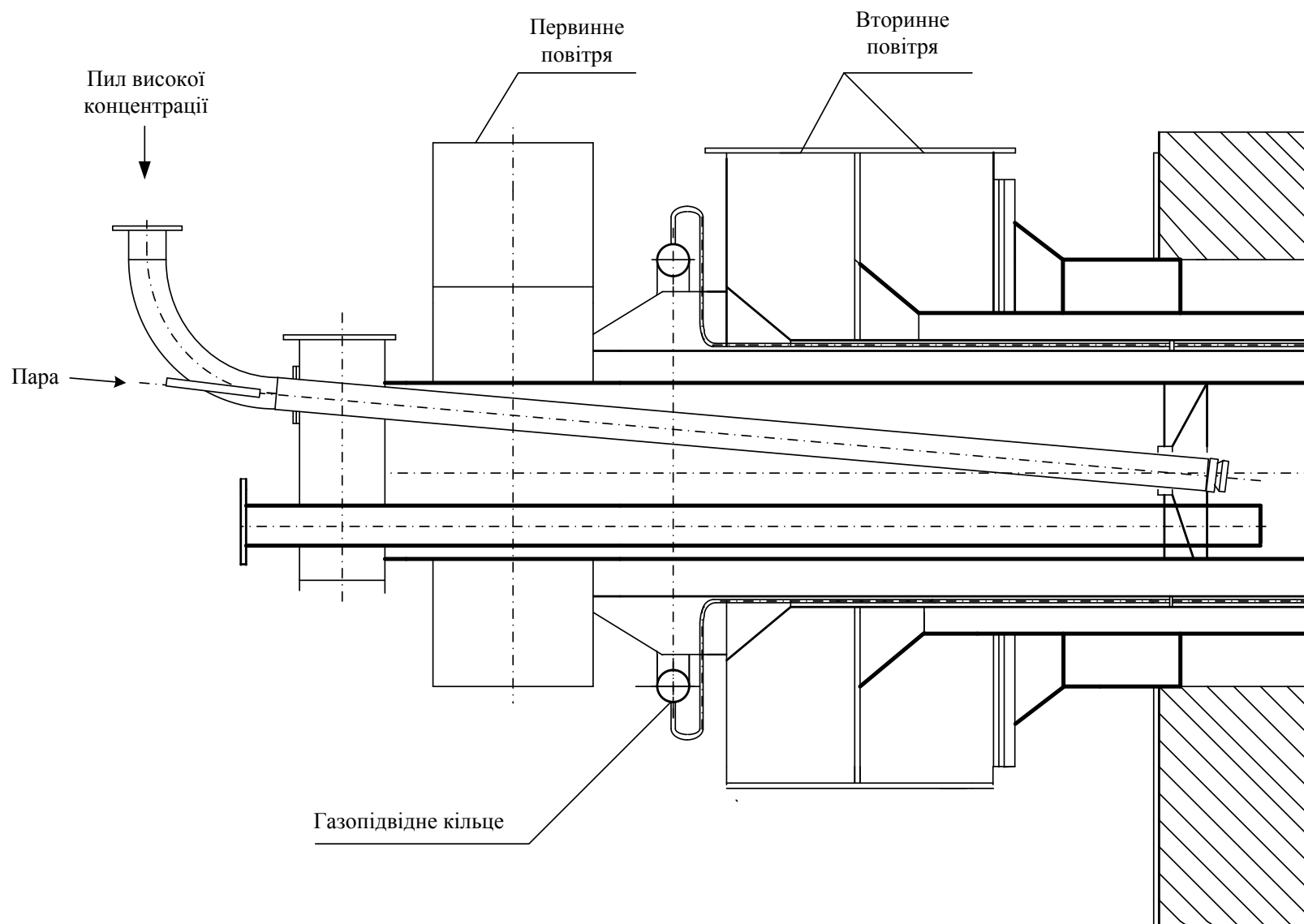


Рис. 1.1. Пальник котла у варіанті роботи на вугіллі марки «Г» («ДГ»)

1.4. Аналіз технічної характеристики обладнання котла ТПП-312А

Котел ст. № 3 типу Пп-955-255Ж (заводська модель – ТПП-312А) виготовлений Таганрозьким котельним заводом (ТКЗ), прямотоковий, пиловугільний, з рідким жужелевідведенням, однокорпусний, П-подібної компоновки, з проміжним перегрівом пари [46].

Котел працює в моноблоці з турбіною К-300-240-2 ХТГЗ номінальною потужністю 300 МВт.

Котел розрахований на спалювання продуктів збагачення донецького газового вугілля марки ГСШ [1, 8, 83]. Проектні характеристики вугілля такі:

- нижча теплота згорання на робочу масу ($Q_{\text{н}}^{\text{р}}$) – 5000 ккал/кг;
- зольність на робочу масу ($A^{\text{р}}$) – 22,3%;
- вологість на робочу масу ($W^{\text{р}}$) – 11,0%;
- вихід летких (V^{daf}) – 40,0%;
- вміст сірки ($S^{\text{р}}$) – 3,07%.

Паливна камера екранована трубами радіаційних поверхонь нагріву: нижньої радіаційної частини (НРЧ), середньої радіаційної частини (СРЧ) I та II ступенів, верхньої радіаційної частини (ВРЧ). Труби НРЧ, включаючи під паливні, до відмітки 11,4 м ошиповані і покриті карборундовою обмазкою. В верху паливні та поворотній камері розміщені: фронтний та стельовий пароперегрівники, ширми I, II і III ступенів, екрани задньої та бокових стін поворотної камери. В конвективній шахті по ходу димових газів розміщені: конвективний пароперегрівник (КПП) надкритичного тиску, проміжний пароперегрівник II і I ступенів, водяний економайзер (ВЕ).

У паливні на фронтній і задній стінах на відмітці 8,9 м в один ярус встановлено вісім пиловугільних турбулентних пальників (рис. 1.2).

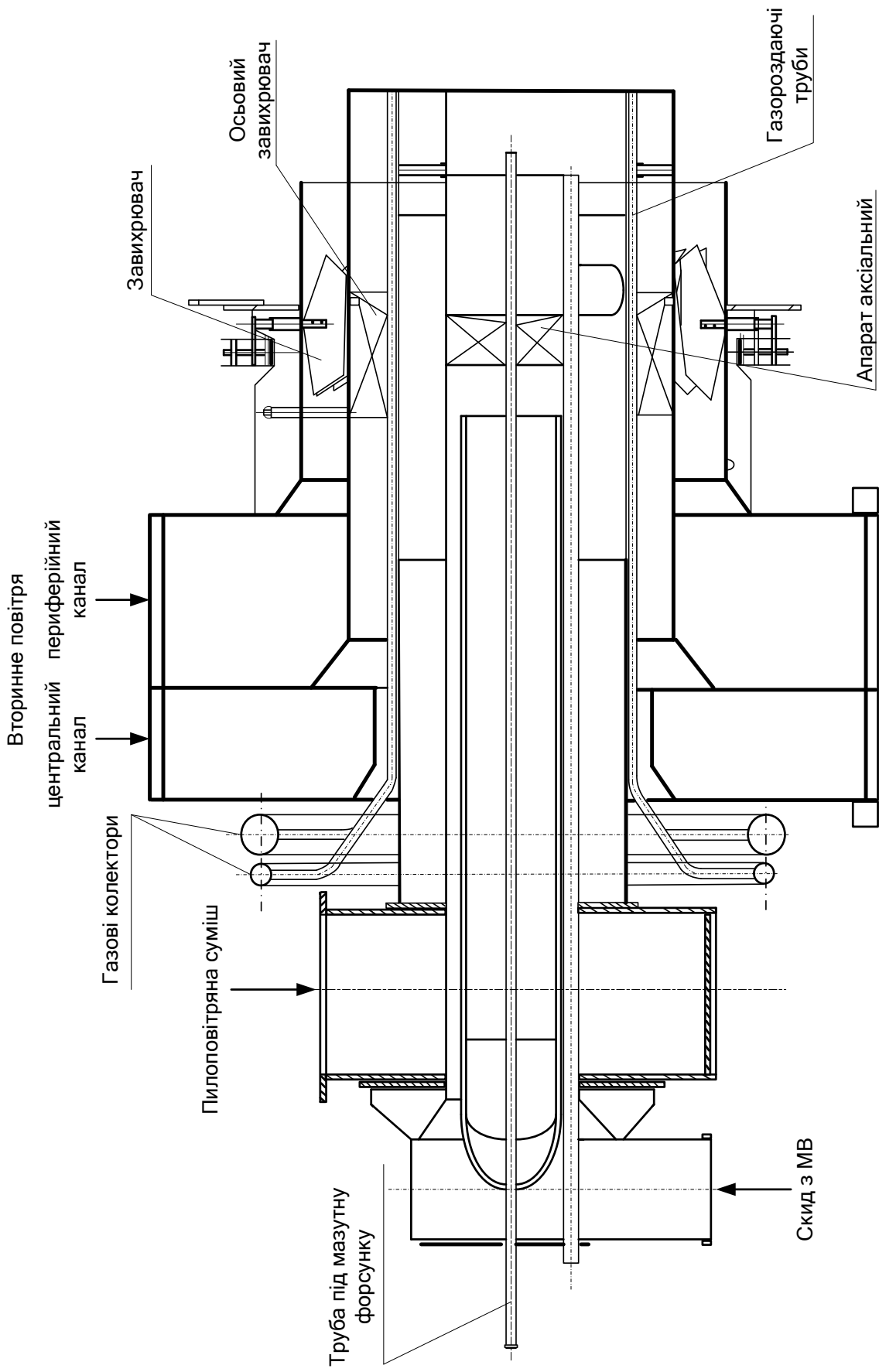


Рис. 1.2. Пилогазомазутний паливник котла ТПП-312А

Технічна характеристика пальника:

- теплова потужність пальника, Гкал/год	83,1
- продуктивність по пилу, т/год	20,8
- витрата газу, м ³ /год	10,52x10 ³ .

Живлення котла водою здійснюється живильним турбонасосом типу СВПТ-1150-340 і передбачений також пускорезервний живильний електронасос типу ПЭ-600-300-2.

Димові гази після димосмоків скидаються в димову трубу.

Котлоагрегат обладнаний наступними допоміжними системами:

- пилоприготування;
- тяги і дуття;
- рециркуляції інертних газів;
- жужелевідведення.

Система пилоприготування індивідуальна, замкнута з проміжним бункером пилу. Для приготування пилу, використовуються кульові барабанні млини типу Ш-50А, продуктивністю 50 т/год при $R_{90} = 7\%$ [74]. Вентиляція і транспорт пилу здійснюється вентиляторами типу ВМ-180/1100, продуктивністю 180 000 м³/год, напором 1100 кгс/м² при температурі не більше 120 °С з електродвигунами типу ДАЗО-2-16-59-491 потужністю 1250 кВт. Роботу котла забезпечують дві пилосистеми з одним бункером пилу об'ємом 200 м³. З бункера пил подається в 16 лопатевих живильників пилу типу УЛПП-64-М (по два на пальник).

Система тяги й дуття обладнана двома димосмоками типу ДОД-31,5Ф продуктивністю 967 000 м³/год і напором – 390 кг/м² при температурі 100 °С з електродвигуном типу ДАЗО 19-1012М-VI потужністю 1 700 кВт; двома двохшвидкісними вентиляторами типу ВДН-21Б, продуктивністю на другій швидкості 456 000 м³/год., напором - 354 кг/м², з електродвигуном типу ДАЗО-19-16-8М-VI потужністю 1100/625 кВт. Для пуску і зупину пилосистем використовуються холодні інертні гази, забір яких проводиться з газоходу після електрофільтрів спеціально встановленим димосмоком – ДПГ (димосмок

присадки інертних газів), типу Д-13,5х2У продуктивністю 80 000 м³/год, напором 325 кг/м² з електродвигуном типу АО2-92-6 потужністю 75 кВт.

Для підігріву повітря використовуються два регенеративних обертових повітропідігрівники РПП-98 із діаметром ротора 9800 мм.

Повітря перед РПП підігрівається за рахунок рециркуляції гарячого повітря на всмокт дуттьового вентилятора.

Димові гази очищаються від золи в двох електрофільтрах типу ЕГЗ-3-177-03.

Для пониження температури в поворотній камері з метою зменшення жужелювання і підвищення надійності пароперегрівника застосовується рециркуляція димових газів, які відбираються після водяного економайзера і подаються у верхню частину паливни через шість сопел на тильній стінці. Частина газів рециркуляції для забезпечення вибухобезпечності подається в суміші з гарячим повітрям на пилосистеми для сушіння твердого палива [27].

До складу системи рециркуляції димових газів входять два димосмоки типу ГД-20-500У продуктивністю 200 000 м³/год і напором 490 кгс/м² при температурі 300 °С з електродвигуном типу ДАЗО-13-67-6М-VI потужністю 630 кВт, і чотири циклони ДРГ.

Система жужелевідведення механічна, зі шнековими транспортерами і гідротранспортом золожужельних залишків.

Основні розрахункові параметри роботи котла ТПП-312А:

- номінальна паропроductивність, $D_{пе}$, т/ГОД.....1 000
- тиск свіжої пари, $P_{пе}$, кгс/см².....255
- температура свіжої пари, $t_{пе}$, °С545
- витрата пари промперегріву, $D_{пп}$, т/ГОД.....850
- температура пари гарячого промперегріву, $t_{гпп}$, °С.....545
- тиск пари гарячого промперегріву $P_{гпп}$, кгс/см².....39,0
- температура живильної води, $t_{ж.в.}$, °С265
- температура повітря за РПП (при $T'_{рпп} = 30$ °С) $T_{г.п.}$, °С370

Основні економічні показники роботи котла ТПП-312А:

- температура відхідних газів, $T_{в.г.}$, °С	167
- втрата тепла з відхідними газами, q_2 , %	8,21
- втрата тепла з хімічним недопалом, q_3 , %	0,0
- втрата тепла з механічним недопалом, q_4 , %	1,0
- втрата тепла в навколишнє середовище, q_5 , %	0,2
- втрата тепла з фізичним теплом жужелі, q_6 , %	0,38
- ККД брутто котла, $\eta^{бр}_к$, %	90,21
- витрата сирого вугілля, $V_{п.}$, кг/год	135 200

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ

2.1. Теплові випробування прямоотокового котла ТПП-210А

Теплові випробування прямоотокового котла ТПП-210А ст. №3 були проведені згідно із загальноприйнятою методикою [88] та програмами, затвердженими Трипільською ТЕС.

Обробка результатів випробувань проводилась згідно з [18, 52, 65, 84, 85].

Всі досліді проводились у двокорпусному та однокорпусному (в роботі корпус А) режимах. Досліді по визначенню оптимального надлишку повітря та поправок на зміну режимних параметрів проводились на корпусах «А» та «Б», результати яких були перенесені на котел в цілому. Для фіксації параметрів роботи котла використовується система штатного вимірювального контролю (перелік основних вимірювань і приладів у табл. 2.1) та заново встановлена система контролю і керування тепловими процесами (СКК ТП).

Таблиця 2.1

Основні вимірювання і прилади, використані під час проведення теплових випробувань котла ТПП-210А ст. №3 Трипільської ТЕС в частині використання непроектного палива (вугілля марок Г, ДГ)

Найменування параметру		Позначення	Тип приладу	Границі вимірювань	Клас точності
1		2	3	4	5
Витрата	перегрітої пари н."А,Б"	$D_{пе}$	КСД3-054	0 - 250 т/год	1,0
	перегрітої пари н."В,Г"	$D_{пе}$	КСУ 2	0 - 250 т/год	1,0
	живильної води н."А,Б"	$D_{ж.в}$	КСД 2	0 - 250 т/год	1,0
	живильної води н."В", "Г"	$D_{ж.в}$	КСД 2-056	0 - 250 т/год	1,0
	ж.в.на корпус"А", "Б"	$D_{ж.в}$	КСД2-004	0 - 500 т/год	1,0
	холодного промперегріву	$D'_{ппе}$	БИК-3(25)	0 - 500 т/год	1,0
	на II впорск к."А", "Б"	$D_{II\text{ впр}}$	БИК-3(22)	0 - 20 т/год	1,0
	на III впорск к."А", "Б"	$D_{III\text{ впр}}$	БИК-3(22)	0 - 20 т/год	1,0
	газу (основна) к."А", "Б"	$Q_{пр.газу}$	КСУ2-068	0-500*100 нм ³ /год	1,0
	газу (розпалювальна) к."А", "Б"	$Q_{пр.газу}^{роз}$	КСУ2 068	0-500·10 нм ³ /год	1,0

	1	2	3	4	5
Температура по пароводяному тракту	живильної води	$t_{ж.в}$	КСД2-004	0 - 500 °С	0,5
	за ВЕ (перед НРЧ) н."А", "Б", "В", "Г"	$t'_{НРЧ}$	БИК-1(15)	0 - 600 °С	1,0
	перед боковою панеллю НРЧ н."А", "Б", "В", "Г"	$t'_{Б,НРЧ}$	БИК-1(14)	0 - 600 °С	1,0
	за НРЧ н."А", "Б", "В", "Г"	$t''_{НРЧ}$	БИК-1(13)	0 - 600 °С	0,5
	за ВРЧ н."А", "Б", "В", "Г"	$t''_{ВРЧ}$	БИК-2(16)	0 - 600 °С	1,0
	перед II впр. н."А", "Б", "В", "Г"	$t'_{II\text{ впр.}}$	БИК-2(12)	0 - 600 °С	1,0
	за II впорском н."А", "Б", "В", "Г"	$t''_{II\text{ впр.}}$	БИК-2(11)	0 - 600 °С	1,0
	перед III впорском н."А", "Б", "В", "Г"	$t'_{III\text{ впр.}}$	БИК-3(12)	0 - 600 °С	0,5
	за III впорском н."А", "Б", "В", "Г"	$t''_{III\text{ впр.}}$	БИК-3(11)	0 - 600 °С	0,5
	перед IV впорском н."А", "Б", "В", "Г"	$t'_{IV\text{ впр.}}$	БИК-1(16)	0 - 600 °С	0,5
	перегрітої пари	$t_{пе}$	КСП2-016	0 - 600 °С	0,5
	перед V впорском н."А", "Б", "В", "Г"	$t'_{V\text{ впр.}}$	БИК-2(32)	0 - 600 °С	0,5
	за V впорском н."А", "Б", "В", "Г"	$t''_{V\text{ впр.}}$	БИК-3(31)	0 - 600 °С	0,5
	промперегрітої пари н. "А", "Б"	$t'_{ппе}$	КСП2	0 - 600 °С	0,5
	промперегрітої пари н. "В", "Г"	$t'_{ппе}$	КСП2-060	0 - 600 °С	0,5
Температура дим. газів по газовому у тракту	в поворотній камері к."А"	$T^A_{пк}$	КСП2-027	0 - 110*10 °С	0,5
	в поворотній камері к."Б"	$T^B_{пк}$	КСП2-028	0 - 110*10 °С	0,5
	за РПП н."А", "Б", "В", "Г"	$T''_{РПП}$	БИК2 (56)	-150 - +150 °С	0,5
	за димосмоком к."А", "Б"	$T''_{ДС}$	КСМ2-071	0 - 400 °С	0,5
Тиск	перегрітої пари к."А,Б"	$P_{пе}$	КСД2-003	0 - 400 кгс/см ²	1,0
	холодного промперегріву	$P'_{ппе}$	БИК2(36)	0 - 63 кгс/см ²	1,0
	гарячого промперегріву	$P''_{ппе}$	БИК2(35)	0 - 63 кгс/см ²	1,0
	перед ВЗ	$P'_{ВЗ}$	ДПР	0 - 400 кгс/м ²	1,5
	води за РЖК н."А", "Б", "В", "Г"	$P''_{РЖК}$	БИК1(35)	0 - 600 кгс/м ²	1,0
	повітря за ДВ н."А", "Б", "В", "Г"	$P''_{ДВ}$	БИК1 (53)	0 - 400 кгс/см ²	1,0
	в коробі вторинного повітря	$P^{втор.}_{пов.}$	ТДМ	0-250 кгс/м ²	2,5
	природного газу	$P''_{пг}$	ДПР	0-0,63 кгс/м ²	1,0
Температура повітря	перед рециркуляцією	$t'_{рец}$	БИК1 (54)	-5-+5	1,0
	перед РПП	$t'_{РПП}$	БИК1 (55)	0 - 40 °С	1,0
	за РПП	$t''_{РПП}$	БИК1 (56)	0 - 400 °С	1,0
Розрідження	в верху паливні	$S''_{пал.}$	КСД2-003	-20 - +20 кгс/м ²	1,0
	за ВЕ	$S''_{ВЕ}$	ТМП1	- 400-0 кгс/м ²	2,5
	перед ЕФ	$S'_{ЕФ}$	ТМП1	- 400-0 кгс/м ²	2,5
	перед ДС	$S'_{ДС}$	ТМП1	- 400-0 кгс/м ²	2,5
	перед МВ	$S'_{МВ}$	ТМП1	- 600-0 кгс/м ²	2,5
	перед КБМ-А, В	$S'_{КБМ}$	П1(13)	-100 - 60 кгс/м ²	1,5
	після РПП	$S''_{РПП}$	БИК3(56)	0-25 кгс/см ²	1,0
Перепад	РПП	$\Delta S_{РПП}$	БИК3(15)	0-25кгс/см ²	1,0
Вміст O ₂ в димових газах, ліва сторона	O ₂ ^{зліва}	МН-5	0 - 10%	2,0	
Вміст O ₂ в димових газах, права сторона	O ₂ ^{справа}	МН-5	0 - 10%	2,0	

Під час проведення випробувань обсяг вимірювань охоплював усі величини, необхідні для отримання необхідних залежностей і характеристик режиму роботи устаткування [57, 103, 104]. До заміряних витрат живильної води, природного газу введені поправки на відхилення температури і тиску від розрахункових параметрів витратомірних пристроїв. Витрата перегрітої пари прийнята за показами корпусної витрати живильної води [13].

Витрата пари промперегріву не вимірялась через відсутність витратомірних пристроїв і була визначена згідно з діючою нормативною характеристикою енергоблока [55]. Проби вугільного пилу для визначення технічних характеристик відбирались з-під пиложивильників, а сирого вугілля – з живильника сирого вугілля. Проби виносу золи з котла відбирали за допомогою штатних виносних уставок (рис. 2.1) в газоходах після ВЕ. Одночасно з відборами золи у дослідах відбирали проби жужелі з-під льоток корпусів котла.

Аналіз проб твердого палива (Q_H^p , A^p , W^p , S^p , V^{daf}), пилу (W^p , R_{90}), вмісту горючих у виносі, жужелі ($\Gamma_{вин.}$, $\Gamma_{жуж.}$) виконувала паливна лабораторія хімічного цеху Трипільської ТЕС.

Витрата електроенергії на власні потреби котла підраховувалась за показами станційних електричних лічильників двигунів КБМ, млинових вентиляторів, вентиляторів гарячого дуття, дуттьових вентиляторів, димосмоків.

Значення температури зовнішнього повітря та барометричного тиску визначали загальностанційними приладами. Витрата твердого палива на котел визначалась за зворотнім балансом.

Під час випробувань обсяг вимірювань охоплював усі величини, необхідні для отримання потрібних залежностей і характеристик режиму роботи обладнання. Схеми пароводяного, газоповітряного трактів котла зображені на рис. 2.2 і 2.3. На рис. 2.4 показані системи пилоприготування [29].

Режимний переріз (РП) для регулювання режиму горіння [67] знаходився між КПП НТ-II та КПП НТ-I ст. Балансовий переріз (БП) для визначення економічності роботи котла - після ДС.

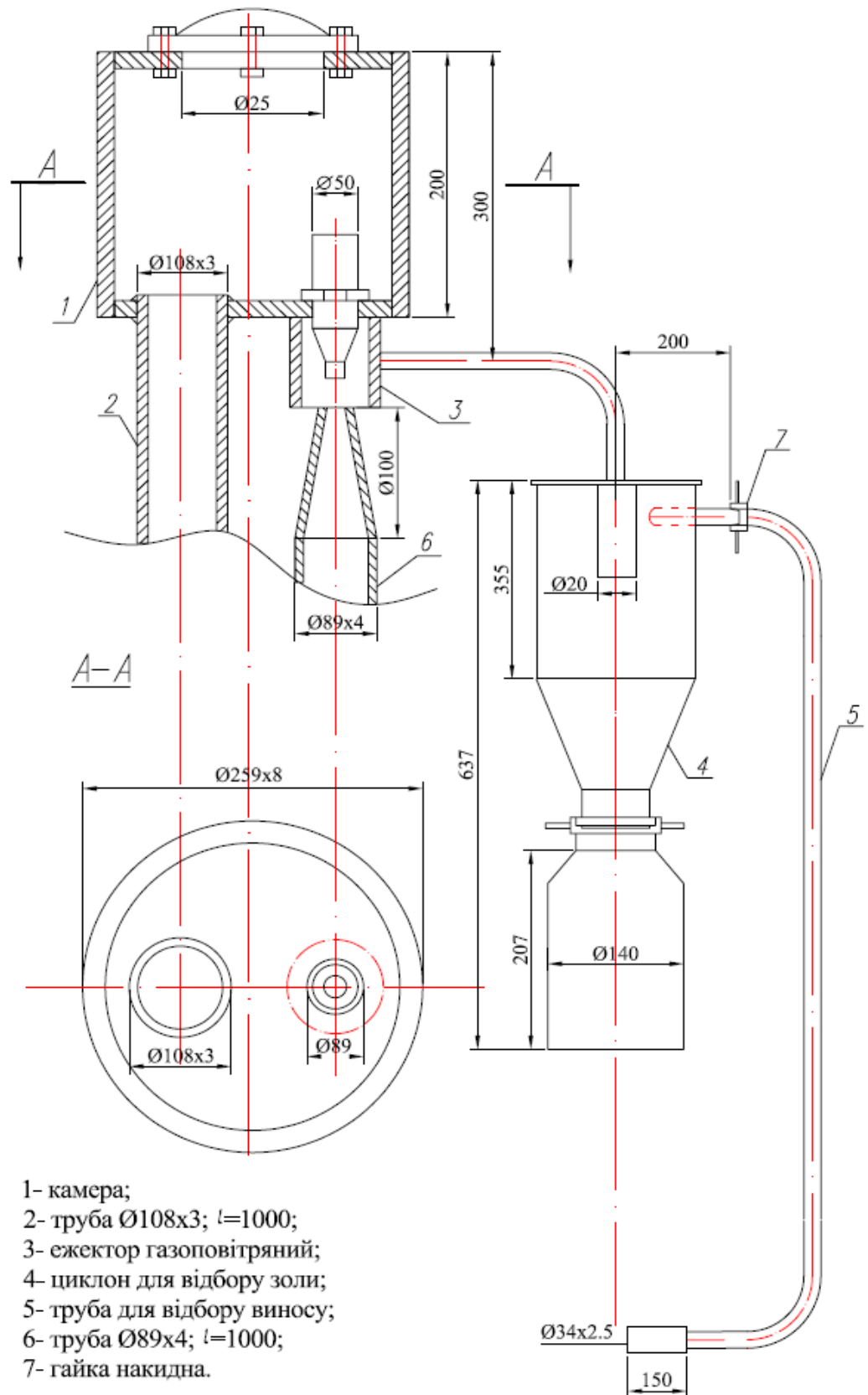


Рис. 2.1. Ескіз виносної установки

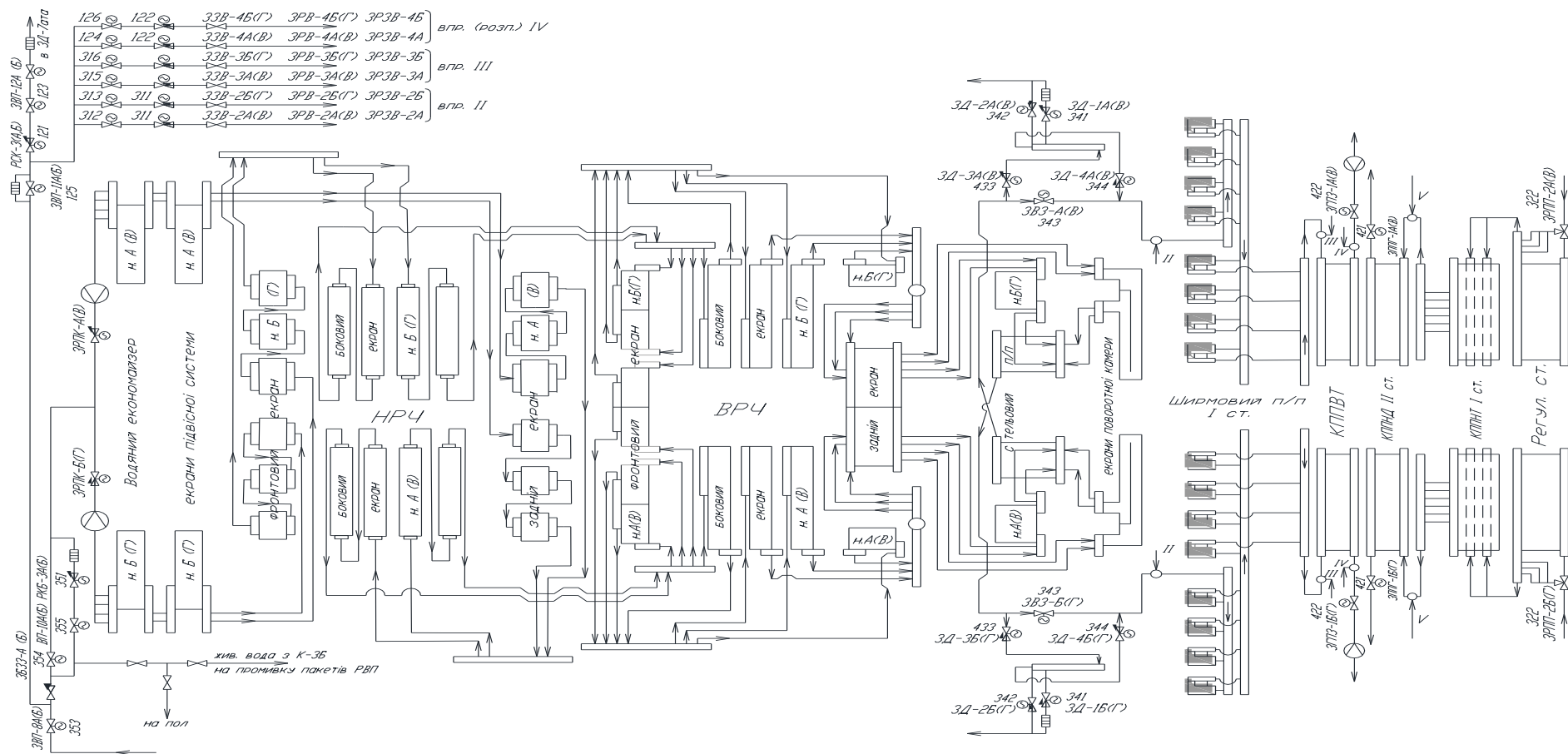


Рис. 2.2. Схема пароводяного тракту котла ТПІ-210А

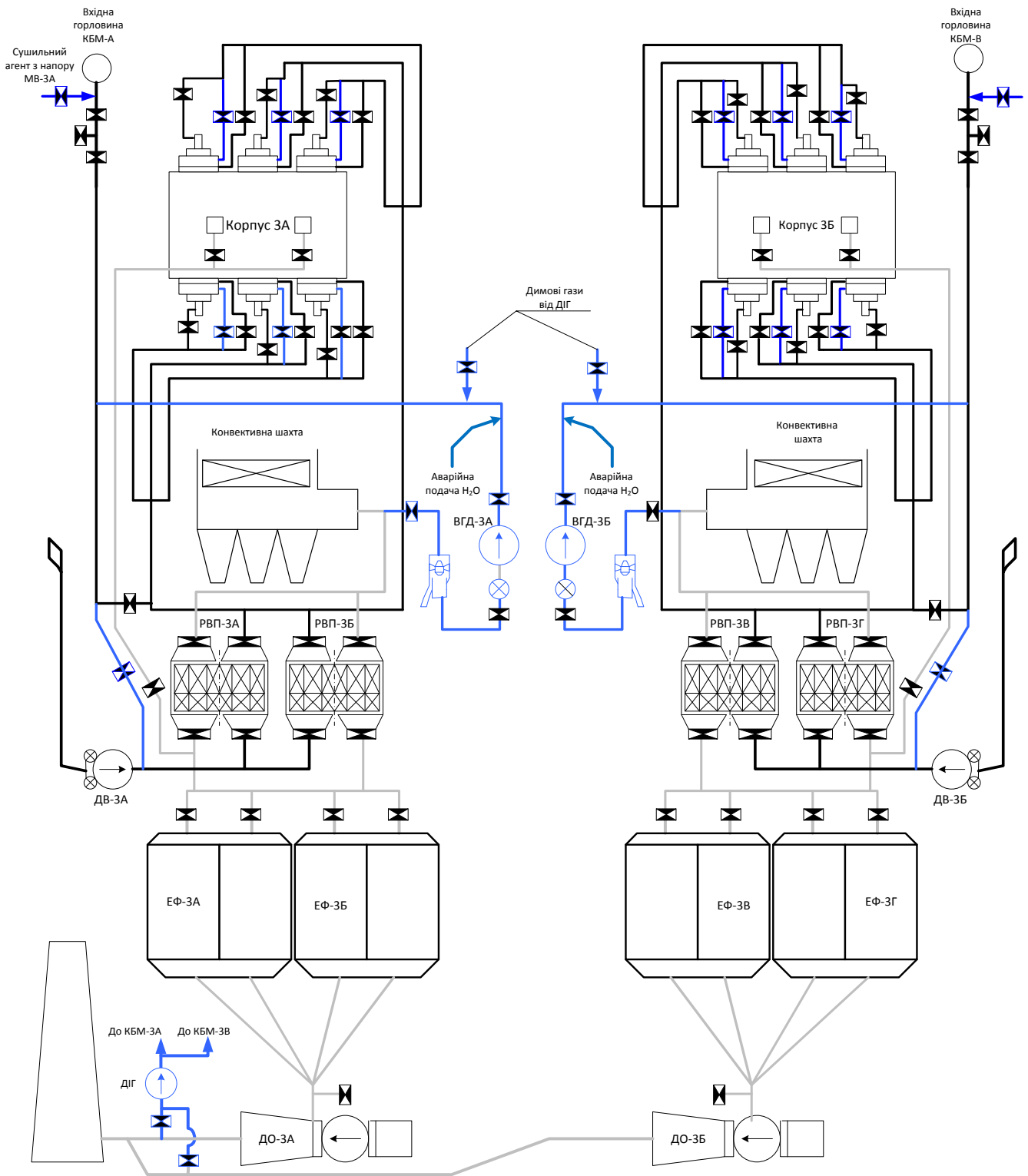


Рис. 2.3. Схема газоповітряного тракту котла

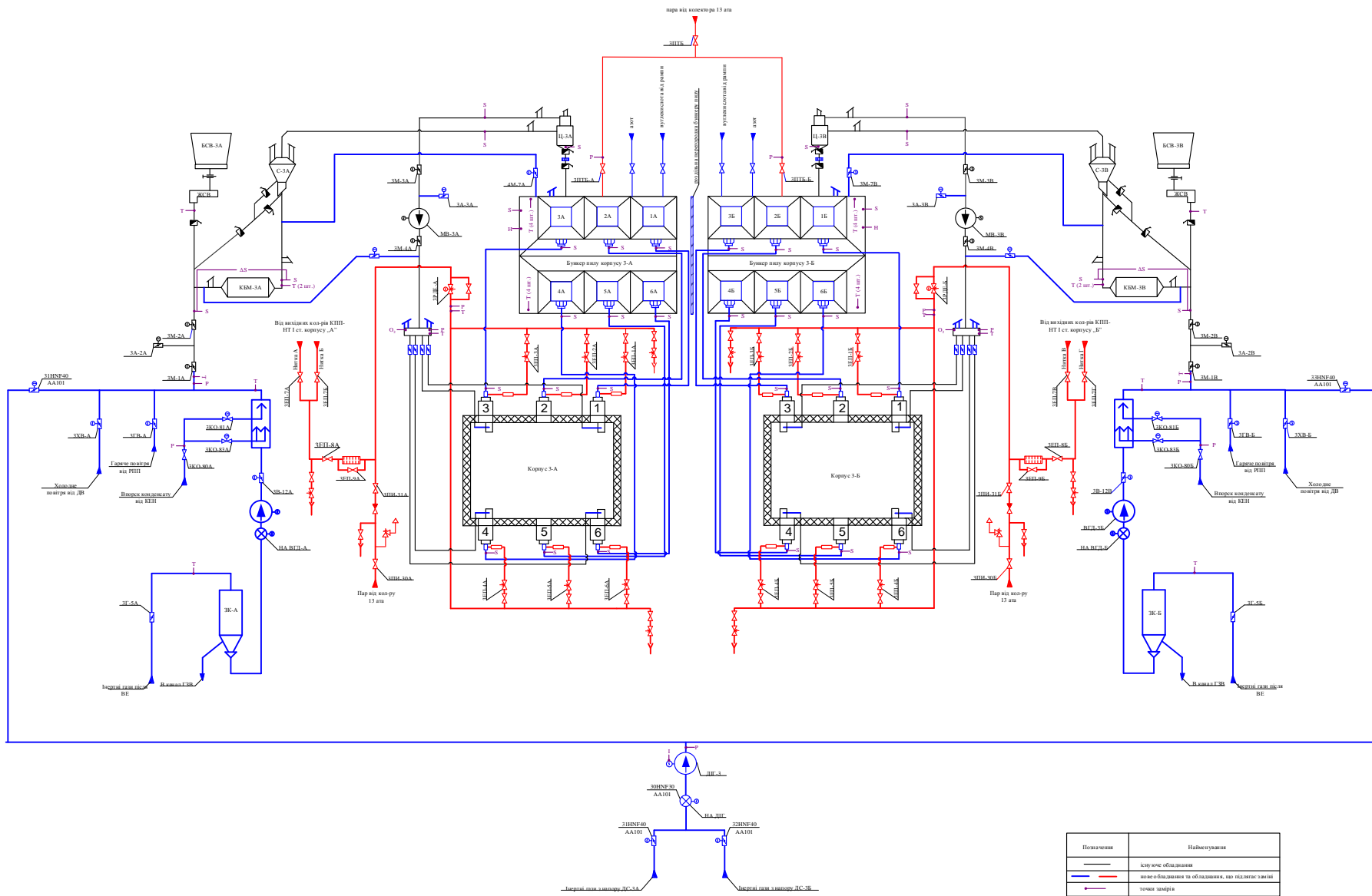


Рис. 2.4. Схема основних вимірювань в системах пилоприготування котла

Відбір проб димових газів на аналіз проводили за допомогою неохолоджувальних газозабірних трубок. Вміст O_2 , CO , SO_2 , NO_x в димових газах визначали каліброваним (повіреним) газоаналізатором «СИНТЕЗ».

2.2. Режимно-налагоджувальні випробування котла ТПП-312А

2.2.1. Методика випробувань котла

Випробування було проведено згідно із загально прийнятою методикою [88] та узгодженою Робочою програмою випробувань.

В обсяг режимно-налагоджувальних випробувань котла входили підготовчі роботи і режимно-налагоджувальні дослідження [83, 88, 101, 102].

Режимно-налагоджувальні дослідження включали визначення присмоктів повітря в паливню і газовий тракт котла, визначення оптимальної величини коефіцієнту надлишку повітря в режимному перетині, характеристики роботи пароводяного та газоповітряного трактів котла, а також дослідження з визначення оптимальних значень режимних параметрів, теплових втрат і ККД котла бруто [5, 87, 89].

Враховуючи, що на Трипільській ТЕС виконано широкомасштабні випробування під час спалювання аналогічного вугілля [17], дослідження на Вуглегірській ТЕС виконано за дещо скороченою програмою (не виконувалися дослідження з визначення оптимальної тонини помелу [25]).

Опрацювання результатів випробувань проводилось згідно з [15, 18, 52, 54, 85].

2.2.2. Методика вимірювань

Вимірювання основних параметрів роботи котла проводились за допомогою приладів штатного контролю. Температури, тиски, витрати, електрична потужність турбогенератора, температури по газоповітряному тракту котла вимірювались приладами штатного контролю.

Димові гази для газового аналізу відбирались з перерізу газоходу перед водяним економайзером (режимний переріз) і за димосмоками (балансовий переріз) і виконувались протарованим газоаналізатором TESTO-340.

Для визначення присмоктів повітря по ділянках газового тракту додатково виконували газовий аналіз в перерізах за регенеративними повітропідігрівниками.

Відбори проб твердого палива для визначення зольності, вологості і калорійності проводили з живильників сирого вугілля.

Проби пилу для визначення тонини помелу і вологості відбирали з протічок пилу під циклонами.

Проби золи для визначення горючих (мехнедопалу) відбирали з димових газів за допомогою штатних виносних установок з газоходу перед водяним економайзером.

Витрата твердого палива на котел визначалась шляхом зворотного балансу.

Визначення характеристик проб твердого палива, пилу, а також вміст горючих у виносі виконував персонал паливної лабораторії Вуглегірської ТЕС.

Схеми замірів по пароводяному, газоповітряному трактах і системі пилоприготування показані відповідно на рис. 2.5-2.7.

2.2.3. Умови випробувань

Допоміжне обладнання, яке забезпечує підготовку і подачу палива в паливню і система гідрозоложужелевідведення проектувались для роботи котла на відсівах газового вугілля ГСШ.

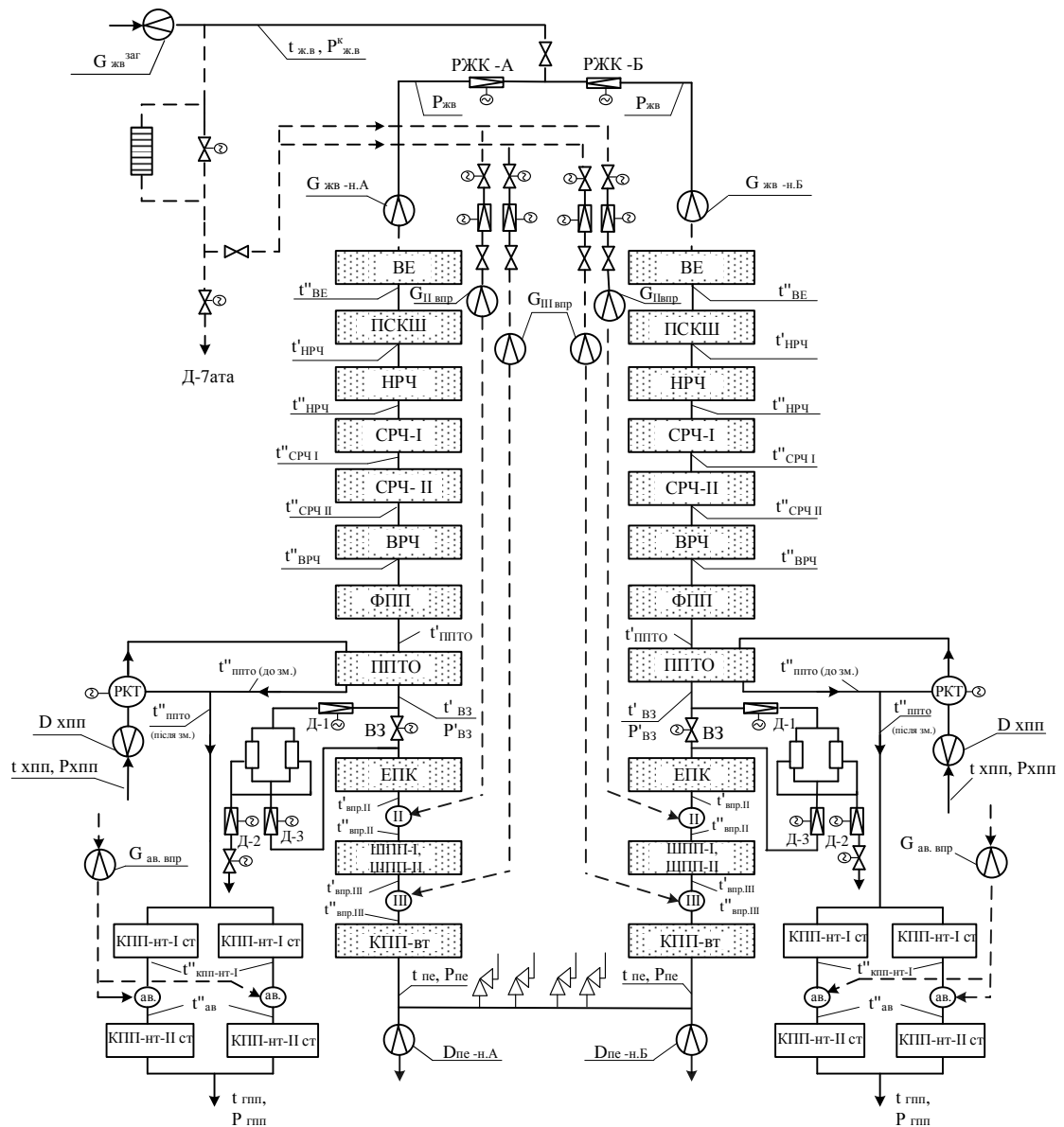
Згідно представленого сертифікату (додаток А.1) характеристики непроектного палива наступні:

$$Q^p_n = 5524 \text{ ккал/кг};$$

$$W^p = 16,4 \text{ \%};$$

$$A^p = 11,1 \text{ \%};$$

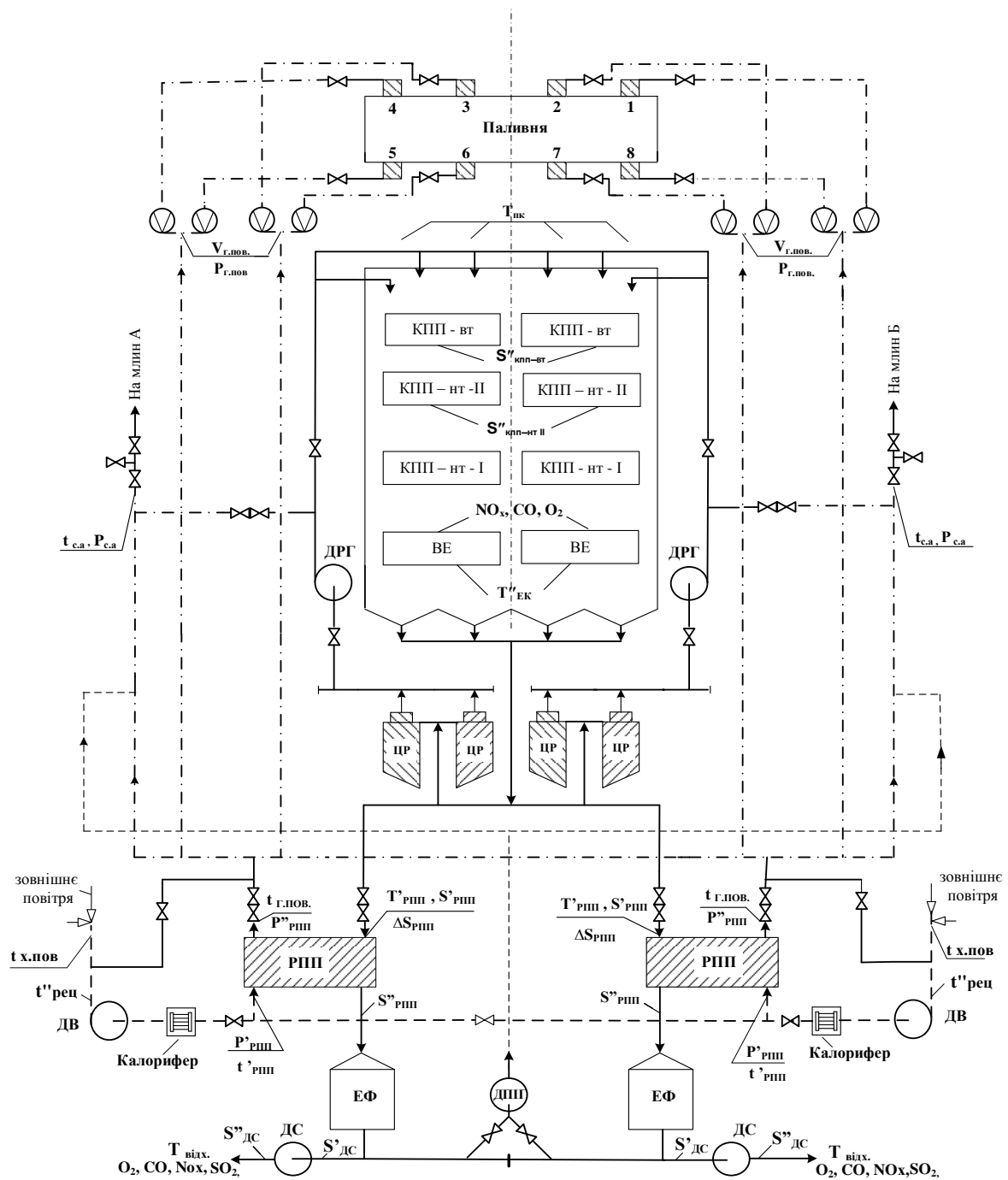
$$V^r = 41,7 \text{ \% (на суху беззольну масу)}.$$



Позначення параметра	Найменування параметра
W ж.в.	витрата живильної води на котел
G впр II	витрата води на II впорск
G впр III	витрата води на III впорск
G ав впр	витрата води на аварійний впорск
D пе	витрата перегрітої пари
D хпп	витрата холодного промперегріву
P жв	тиск живильної води за РЖК
W ж.в. А,Б	витрата живильної води п. А,Б
P' в3	тиск середовища до ВЗ
P пе	тиск перегрітої пари
t жв	температура живильної води
P ^к жв	тиск живильної води перед котлом
t'' вк	температура води за ВЕ
t'' нрч	температура середовища за НРЧ
t'' срч I	температура середовища за СРЧ I
t'' срч II	температура середовища за СРЧ II

Позначення параметра	Найменування параметра
t'' врч	температура середовища за ВРЧ
t' в3	температура середовища до ВЗ
t' впр II	температура середовища до II впорска
t'' впр II	температура середовища за II впорском
t' впр III	температура середовища до III впорска
t'' впр III	температура середовища за III впорском
t пе	температура перегрітої пари
t'' ппто (до зм.)	температура середовища за ППТО до змішування
t'' ппто (після зм.)	температура середовища за ППТО після змішування
t'' кпп-нт-I	температура середовища за КПП нт. I ст.
t'' ав	температура середовища за аварійним впорском
t хпп	температура холодного промперегріву
P хпп	тиск холодного промперегріву
t гпп	температура гарячого промперегріву
P гпп	тиск гарячого промперегріву

Рис. 2.5. Схема вимірювань по пароводяному тракту котла ТПП-312А



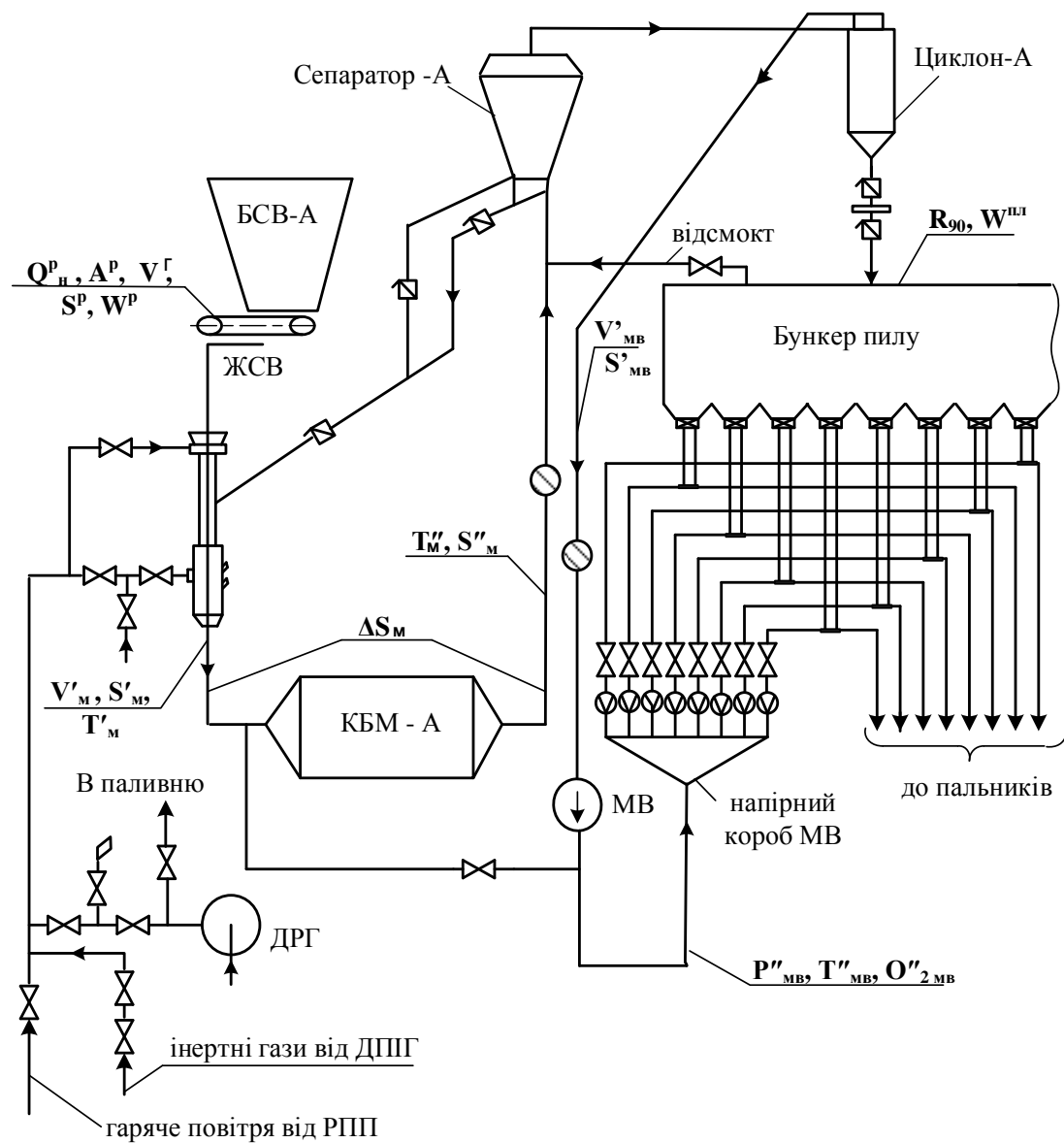
Температура	
$T_{ПК}$	газів в поворотній камері
$T''_{ЕК}$	газів за вод. економайзером
$T'_{РПП}$	газів за РПП
$T_{вих.}$	відхідних газів
$t_{х.пов.}$	холодного повітря
$t'_{рпп}$	повітря до РПП
$t_{г.пов.}$	гарячого повітря
$t_{са}$	сушильного агента

Тиск	
$P''_{рпп}$	повітря після РПП
$\Delta P_{рпп}$	опір РПП
$P_{г.пов.}$	гарячого повітря
$P_{са}$	сушильного агента

Розрідження	
$S''_{пал.}$	на виході з паливни
$S''_{кпп-вт}$	в газоході за КППвт
$S''_{кпп-нт II ст.}$	в газоході за КППнт II ст.
$S''_{кпп-нт I ст.}$	в газоході за КППнт I ст.
$S''_{екон.}$	газів за економайзером
$S''_{рпп}$	газів за РПП

Витрата	
$V_{г.пов.}$	гарячого повітря
$V_{са}$	сушильного агента
Вміст	
O_2, CO, NO_x, SO_2	на виході з паливни
O_2, CO, NO_x, SO_2	у відхідних газах

Рис. 2.6. Схема вимірювань по газоповітряному тракту котла ТПП-312А



T'_m	температура перед млином
$T''_{мв}$	температура за МВ
S'_m	розрідження перед млином
S''_m	розрідження за млином
$S''_{мв}$	розрідження до МВ
$P''_{мв}$	тиск за МВ
V'_m	витрата суш. агента перед млином
$V''_{мв}$	витрата перед МВ

$O''_{2мв}$	вміст кисню за МВ
Q_n^p	нижча теплота згорання палива
A^p	зольність палива робоча
W^p	волога палива робоча
R_{90}	тонкість пилу по залишку на ситі 90 мкм
W^{pi}	волога пилу
V^Gamma	вихід летких
S^p	вміст сірки на робочу масу

Рис. 2.7. Схема вимірювань в системі пилоприготування

Якість даного вугілля за виходом летких і калорійністю вугілля відповідає вітчизняному вугіллю газової групи [8]. В умовах Вуглегірської ТЕС виділити окрему площадку для зберігання непроектного палива неможливо, тому складування виконувалося тільки з одного боку вугільного складу, звідки і подавалося на спалювання.

Під час проведення режимно-налагоджувальних дослідів середня якісна характеристика твердого палива була такою:

$$Q^p_n = 5265 \text{ ккал/кг};$$

$$W^p = 12,2 \text{ \%};$$

$$A^p = 19,1 \text{ \%};$$

$$V^r = 41,7 \text{ \% (на робочу масу)}.$$

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕПЛОВИХ ВИПРОБУВАНЬ КОТЛА ТПП-210А

3.1. Стан і характеристика роботи обладнання котла ТПП-210А

Випробування котла були проведені в періоді травень-липень 2019 року. Напрацювання котла ТПП-210А ст. № 3 з початку введення (30.11.1970р.) до початку проведення капітального ремонту (модернізації) становило: корпусу „А” – 281 167 годин, 860 – пусків/зупинів; корпусу „Б” – 276 651 годин, 855 – пусків/зупинів, турбіни – 299 890 годин при 469 пусках.

Напрацювання корпусів після капітального ремонту (технічного переоснащення) станом на 01.07.2019 року становило 2 418/1 974 годин (корпус А/корпус Б відповідно) при 12/25 пусках/зупинах, турбіни – 2753 годин і 8 пусках.

Теплові випробування котла проводились згідно з розробленою та затвердженою робочою програмою (додаток Б). За період проведення випробувань в паливнях котла спалювалось газове вугілля Г(ДГ) з такими характеристиками: нижчою теплотою згоряння на робочу масу ($Q_{н^p}$) від 5237 ккал/кг до 5729 ккал/кг; вологою на робочу масу (W^p) від 8,0% до 9,3 %; зольністю на робочу масу (A^p) від 19,9% до 24,8 %, сіркою на робочу масу S^p від 1,29% до 1,36%, виходом летких (V^{daf}) від 37,1% до 39,3%.

Аналіз сертифікатів вугілля (додаток А.2), яке постачається на Трипільську ТЕС показує, що вугілля марки Г та ДГ за своїми характеристиками: виходом летких, вмістом золи, коефіцієнтом розмелювальної здатності, характеристиками плавкості золи практично не відрізняються і не впливають на техніко-економічні показники роботи котла і пилосистем [47-55, 81].

Присмоктки повітря в паливню, приведені до номінального навантаження, становили 10/12 % (корпуси А/Б відповідно) при нормативних значеннях 5 % згідно з [54].

Приведені до номінального навантаження присмокти повітря в газовий тракт на ділянці від РП – до перерізу перед РПП складають 15/15 % (корпуси А/Б відповідно); присмокти в РПП складають 20/24% (корпус А/Б відповідно) при нормативі 20 %, на ділянці від ОПН (за РПП) до БП – 10/10 % (корпуси А/Б відповідно).

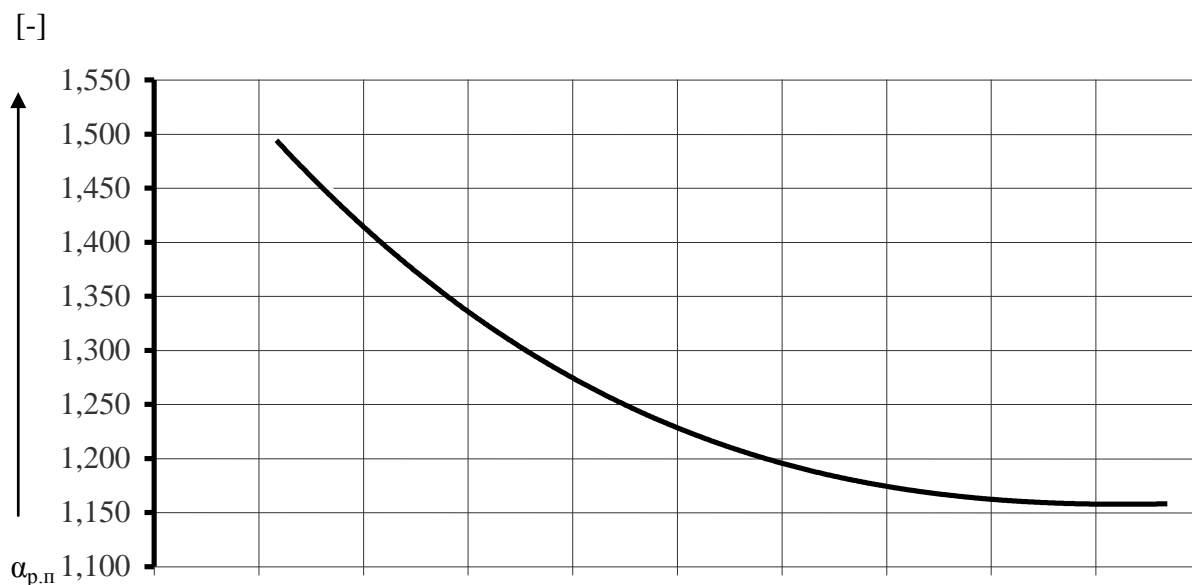
Присмокти в пилосистеми наступні: в „А” – 25 % і в „В” – 27 %, при нормативному значенні - 22 %. Присмокти в пилосистему „Б” не визначались, оскільки вона відключена і законсервована.

3.2. Визначення оптимального надлишку повітря та поправочних коефіцієнтів до температури відхідних газів котла ТПП-210А

Режимні випробування проводились на корпусах А та Б під час роботи котла у двокорпусному режимі.

Досліди по визначенню оптимального надлишку повітря (додаток В.1) проводились в діапазоні навантажень від 340,0т/год/340,0т/год до 432,0т/год/430,0т/год (відповідно корпус А/корпус Б). Оптимальні надлишки повітря в РП визначались з умов забезпечення стійкості горіння в паливні [20, 67], номінального рівня температури промперегріву (максимально відкритий трьохходовий регулювальний клапан промперегріву низького тиску (РПП НТ)), задовільного виходу рідкої жужелі та відсутності продуктів неповного згорання у відхідних газах.

У досліджуваному діапазоні навантаження оптимальні надлишки повітря змінювались від 1,13 до 1,23 (рис. 3.1). На цьому ж рисунку показано значення поправочного коефіцієнта до температури відхідних газів при зміні надлишку повітря в режимному перерізі від теплопродуктивності корпусу котла.



а

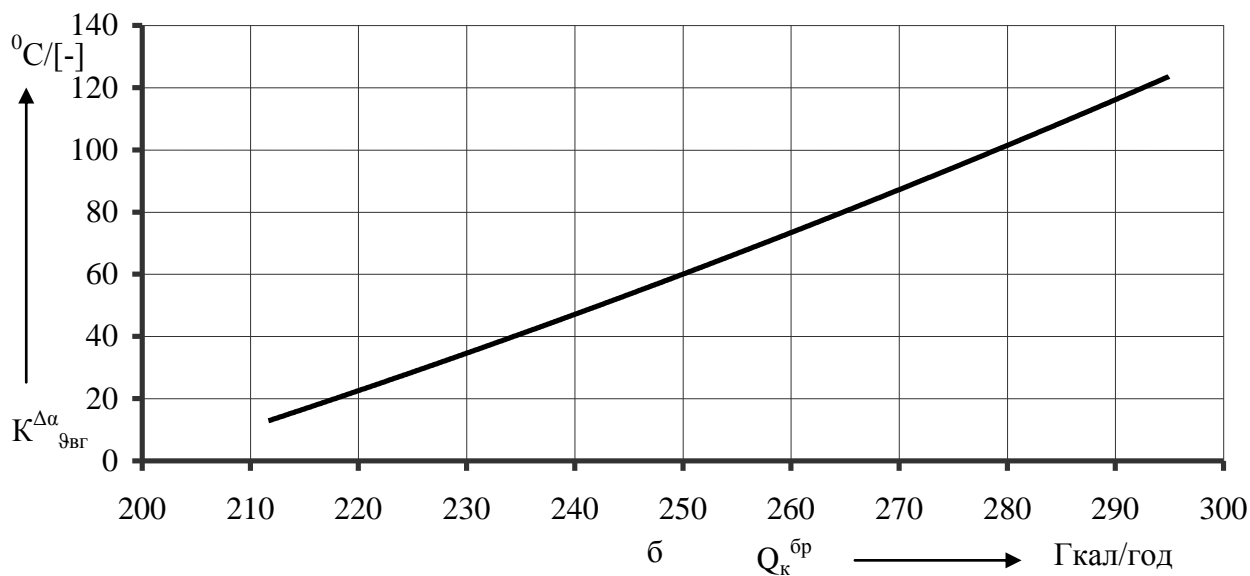


Рис. 3.1. Залежність оптимального коефіцієнта надлишку повітря в режимному перетині (а) та поправочного коефіцієнта до температури відхідних газів при зміні надлишку повітря в режимному перетині (б) від теплопродуктивності корпусів котла ТПП-210А

Результати з експериментального визначення поправок до температури відхідних газів при зміні коефіцієнта надлишку повітря представлені в додатку В.1; нагріву холодного повітря з приміщення котельні (досліди № 1 ,2), частки природного газу на підсвічування пилувугільного факелу в паливні (досліди № 3, 4, 5) - в додатку Г.

Решта поправочних коефіцієнтів до температури відхідних газів, а також до присмоктів повітря в паливню; присмоктів повітря на ділянці „РП – ОПН” ($\Delta\alpha_{\text{рп-опн}}$); присмоктів повітря в ОПН ($\Delta\alpha_{\text{опн}}$); присмоктів повітря на ділянці „ОПН – ДС” ($\Delta\alpha_{\text{опн-дс}}$); зміни відношення вологи сирого вугілля до горючої маси; зміни зольності сирого вугілля до горючої маси визначені розрахунковим методом з використанням програми теплогідрравлічного розрахунку котлів “Trakt”.

Результати отриманих поправок до проекту нормативної енергетичної характеристики роботи котла ТПП-210А ст. №3 на температуру відхідних газів наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Поправочні коефіцієнти до температури відхідних газів на зміну технічної характеристики палива і режимних параметрів роботи котла ТПП-210А

Найменування і величина змінюваної нормативної умови	Числове значення поправки, °С			
	Теплопродуктивність котла, Гкал/год			
	218,0	247,7	276,7	295,1
Зміна відношення вологи до вмісту горючих сирого вугілля $\Delta W^p = \pm 10 \%$	$\pm 4,04$	$\pm 4,43$	$\pm 4,82$	$\pm 5,06$
Зміна відхилення відношення зольності до вмісту горючих сирого вугілля $\Delta A^p = \pm 10 \%$	$\pm 0,19$	$\pm 0,41$	$\pm 0,62$	$\pm 0,76$
Зміна температури холодного повітря перед врізкою рециркуляції ($\Delta t_{\text{рец.}} = \text{const}$), $\Delta t_{\text{х.пов.}} = \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	$\pm 0,5722$			
Зміна частки природного газу в суміші по теплу, $\Delta q_{\text{пр}} = \pm 10 \%$	$\pm 5,60$			
Зміна присмоктів в паливню, $\Delta\alpha_{\text{пал.}} = \pm 10 \%$	$\pm 1,89$	$\pm 2,00$	$\pm 2,06$	$\pm 2,07$

Зміна присмоктів в газоході на ділянці РП – до РПП $\Delta\alpha_{рс-рпп}=\pm 1\%$	$\pm 0,16$	$\pm 0,104$	$\pm 0,091$	$\pm 0,083$
Зміна присмоктів в РПП $\Delta\alpha_{рпп}=\pm 1\%$	$\mp 0,5$	$\mp 1,1$	$\mp 4,1$	$\mp 5,9$
Зміна присмоктів в ЕФ $\Delta\alpha_{рпп}=\pm 1\%$	$\mp 0,12$	$\mp 0,22$	$\mp 0,41$	$\mp 0,59$
Зміна коефіцієнту надлишку повітря в РП, $\Delta\alpha_{рп}=\pm 1\%$	$\pm 0,22$	$\pm 0,49$	$\pm 0,99$	$\pm 1,48$

У таблиці 3.2 наведені поправки до електричної потужності ДВ та ДС котла від зміни: температури повітря перед ДВ при постійному нагріві (або його відсутності) рециркуляцією гарячого повітря $\Delta t'_{рец.} = \pm 10$ °С; температури димових газів перед ДС $\Delta t'_{дс} = \pm 10$ °С та присмоктів повітря в газовий тракт $\Delta\alpha'_{дс} = \pm 0,1$.

Таблиця 3.2

Поправочні коефіцієнти до електричної потужності ДВ та ДС корпусу котла ТПП-210А

Найменування і величина змінюваної нормативної умови	Числове значення поправок, кВт			
	Теплопродуктивність котла, Гкал/год			
	218,0	247,7	276,7	295,1
ДВ				
Зміна температури повітря перед ДВ при підвищенні (або пониженні) $\Delta t'_{рец.} = \pm 10$ °С, $K_{\Delta}^{N_{дв}}$, кВт/°С	$\pm 8,26$	$\pm 9,36$	$\pm 11,08$	$\pm 12,35$
ДС				
Зміна температури димових газів перед ДС $\Delta t'_{дс} = \pm 10$ °С, $K_{\Delta}^{N_{дс}}$, кВт/°С	$\pm 16,28$	$\pm 17,44$	$\pm 18,09$	$\pm 21,15$
Зміна присмоктів повітря в газовий тракт $\Delta\alpha'_{дс} = \pm 0,1$, $K_{\Delta\alpha}^{N_{дс}}$, кВт/[-]	$\pm 70,865$	$\pm 96,897$	$\pm 114,855$	$\pm 154,628$

3.3. Аналіз балансових досліджень котла ТПП-210А

3.3.1. Умови проведення балансових випробувань котла

Балансові дослідження були проведені під час роботи енергоблока з одним та двома корпусами під час спалювання твердого палива Г(ДГ) згідно з узгодженою робочою програмою.

Під час балансових дослідів витрата твердого палива підтримувалась постійною.

Вміст кисню в димових газах у РП підтримувався оптимальним (за даними режимних випробувань).

Температура свіжої пари і пари промперегріву за котлом підтримувалась на номінальному рівні.

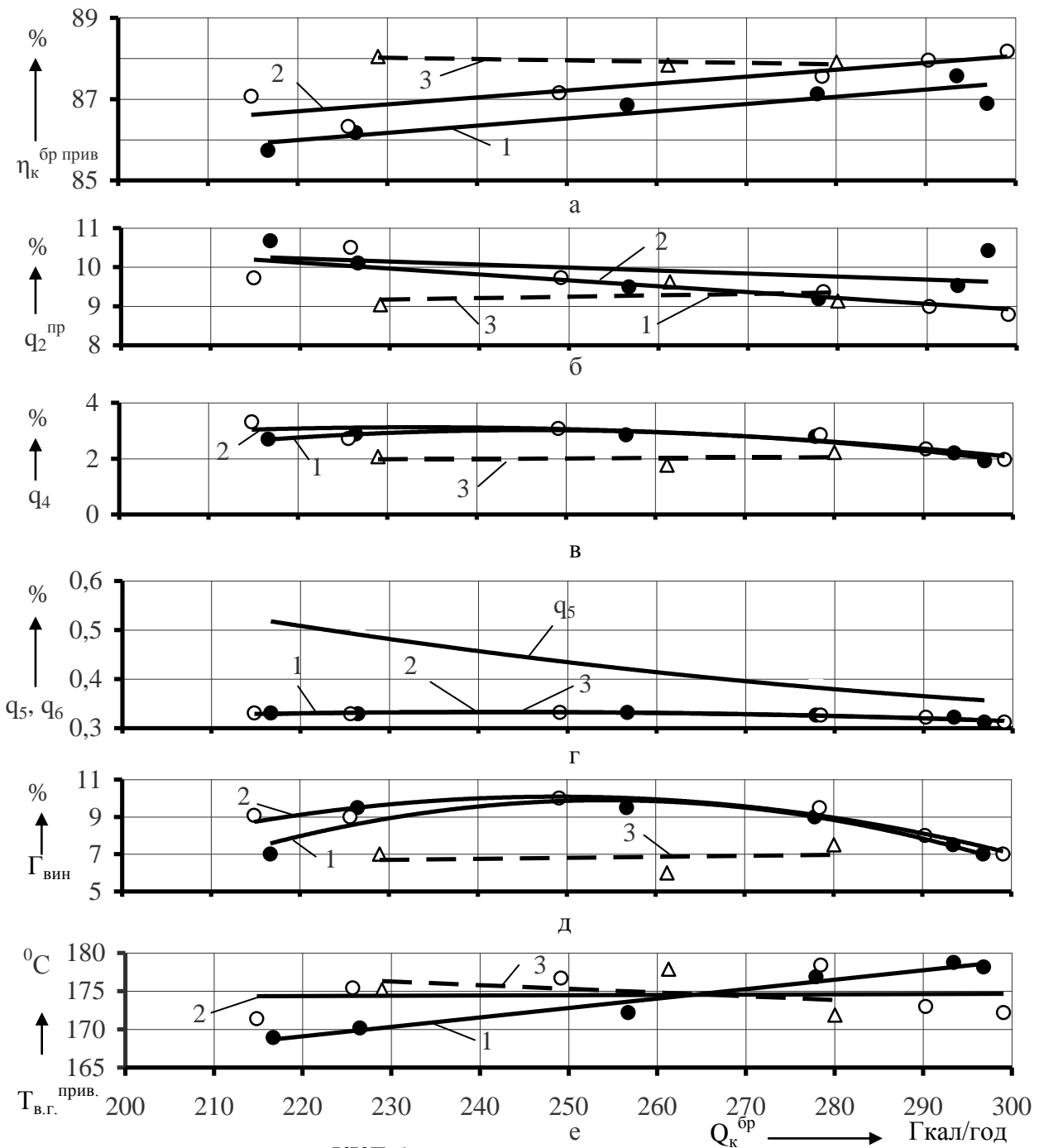
3.3.2 Економічні показники роботи котла ТПП-210А

Зведена таблиця результатів балансових випробувань котла ТПП-210А ст. №3 у двокорпусному режимі (додаток Г.1) та однокорпусному режимі (додаток Г.2).

Результати визначення приведених температур відхідних газів корпусів під час відхилення основних режимних параметрів від нормативних або оптимальних значень, отримані в балансових дослідях, наведено в додатку Д.

Залежності економічних параметрів роботи котла у двокорпусному та однокорпусному режимах при приведених умовах від теплопродуктивності показані на рис. 3.2.

Під час спалювання твердого палива приведені втрати тепла з відхідними газами при максимальному навантаженні 100 % від номінального становлять відповідно: 10,42%/8,79% (корпуси А /Б при двокорпусному режимі роботи та корпус А при однокорпусному режимі (86 % від номінального) – 9,13 %; коефіцієнт надлишку повітря у відхідних газах 1,62/1,63/1,74.



- а - приведений ККД брутто корпусу;
- б - приведена втрата корпусу з відхідними газами;
- в - втрата тепла з механічним недопалом;
- г - втрати тепла в навколишнє середовище (q_5) та фізичним теплом жужелі;
- д - вміст горючих у виносі золи;
- е - приведена температура відхідних газів.

Рис. 3.2. Залежність економічних параметрів роботи корпусів котла ТПП-210А у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від теплопродуктивності при проведенні балансових досліджень

Приведені до нормативних значень вологості і зольності твердого палива, температури зовнішнього повітря 23,2 °С, температури повітря перед рециркуляцією гарячого повітря 26,3 °С, температури повітря до РПП 30 °С (нагрів повітря в ДВ, рециркуляція гарячого повітря – відключена), нормативних значень присмоктів повітря в паливню і пилосистему, температура відхідних газів становитиме 178,2⁰С/172,2⁰С/171,9⁰С.

Зі зниженням навантаження до 94 % від номінального або $Q_k^{бр} = 290,7$ Гкал/год/287,5Гкал/год (відповідно корпуси А/Б при двокорпусному режимі роботи) і 80% від номінального або 264,2 Гкал/год, (корпус А при однокорпусному режимі) втрати тепла з відхідними газами становлять 9,53%/8,99%/9,62% при надлишку повітря у відхідних газах 1,67/1,67/1,69. При цьому температура відхідних газів 178,8⁰С/173,0⁰С/177,9⁰С.

При навантаженні 90 % від номінального ($Q_k^{бр} = 277,9$ Гкал/год/278,4 Гкал/год) втрати тепла з відхідними газами під час роботи котла у двокорпусному режимі становили 9,19%/9,37% (А/Б) та 70 % від номінального під час роботи в однокорпусному режимі – 9,04 %. При цьому надлишок повітря у відхідних газах відповідно були 1,69/1,68/1,69.

Втрати тепла з хімедопалом при оптимальних надлишках повітря практично відсутні (вміст СО в режимному перетині не перевищував 150 ppm).

Втрати тепла в навколишнє середовище при навантаженні котла 100 % від номінального становлять 0,35 %. Втрати тепла з фізичним теплом жужелі становлять 0,31%/0,31%. Приведений ККД котла брутто становить 86,89%/88,18%/87,91%.

Під час пониження навантаження котла до 67 % від номінального, ККД корпусів котла брутто становить 85,74%/87,07% (відповідно корпуси А /Б при двокорпусному режимі роботи).

Питома витрата електроенергії на тягу і дуття при навантаженні котла 100 % від номінального становить відповідно 7,7/7,6/8,3 кВт/Гкал (корпуси А/Б

при двокорпусному режимі роботи/корпус А при однокорпусному режимі). У цю статтю включені: потужність димосмоків - 1529/1576/1535 кВт, дуттьових вентиляторів - 617/544/650 кВт та 30 % потужності МВ - 146/142/147 кВт (відповідно корпус А при двокорпусному режимі/корпус А при двокорпусному режимі /корпус А при однокорпусному режимі роботи).

Завантаження млинів кулями під час дослідів становило 90-100 т.

Питомі витрати електроенергії за даними теплових випробувань на тягу і дуття залежно від теплопродуктивності котла наведені на рис. 3.3.

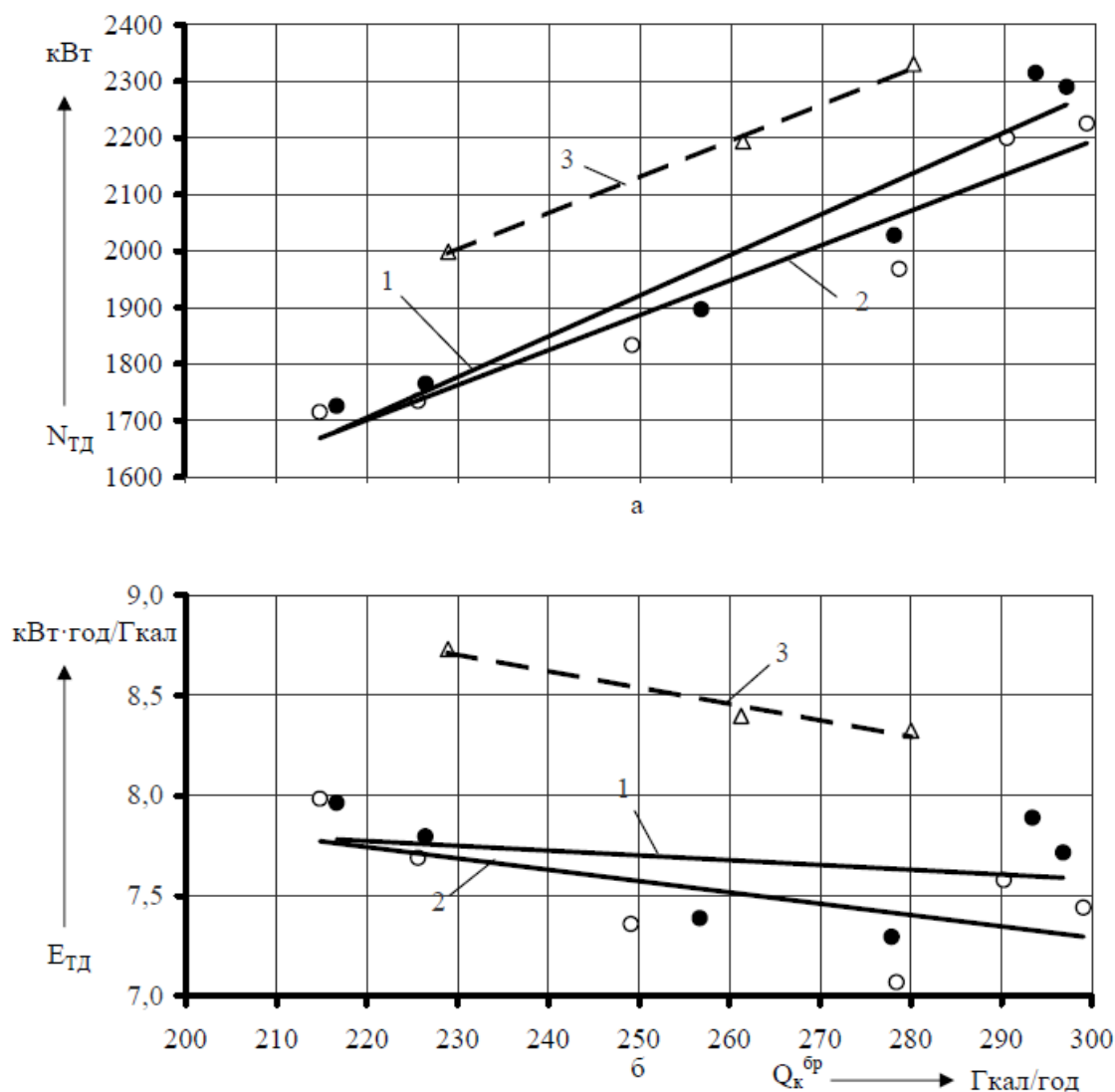


Рис. 3.3. Залежність спожитої електроенергії (а) та питомої витрати електроенергії на тягу і дуття (б) у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від теплопродуктивності корпусів котла

Залежність спожитої електроенергії на пилоприготування від теплопродуктивності корпусів котла наведена на рис. 3.4, куди ввійшли сума потужностей КБМ-А, 70 % МВ-А, ВГД-А (КБМ-В, 70 % МВ-В, ВГД-В).

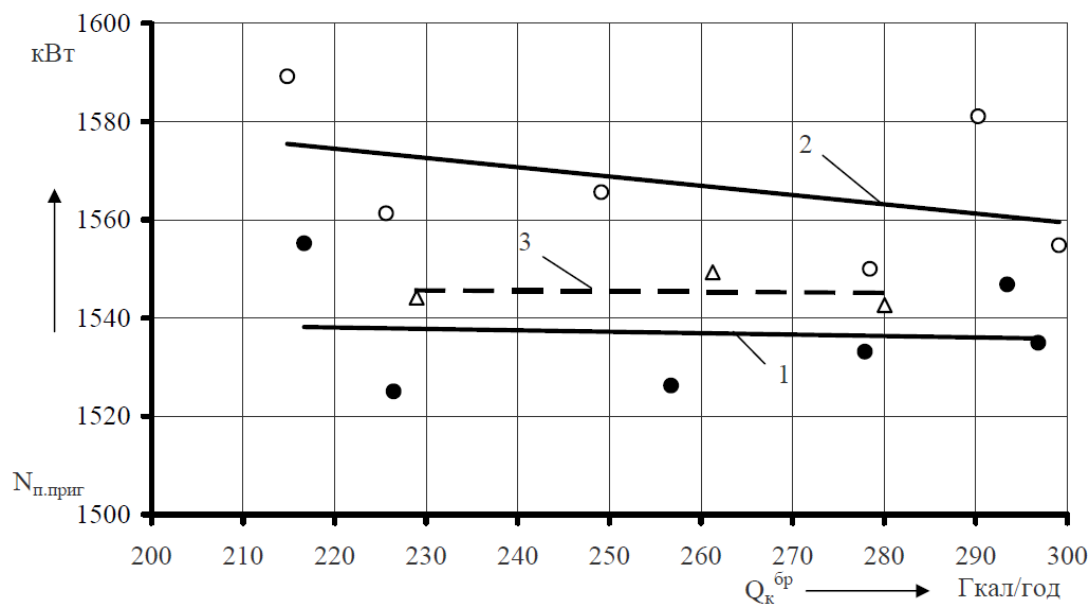


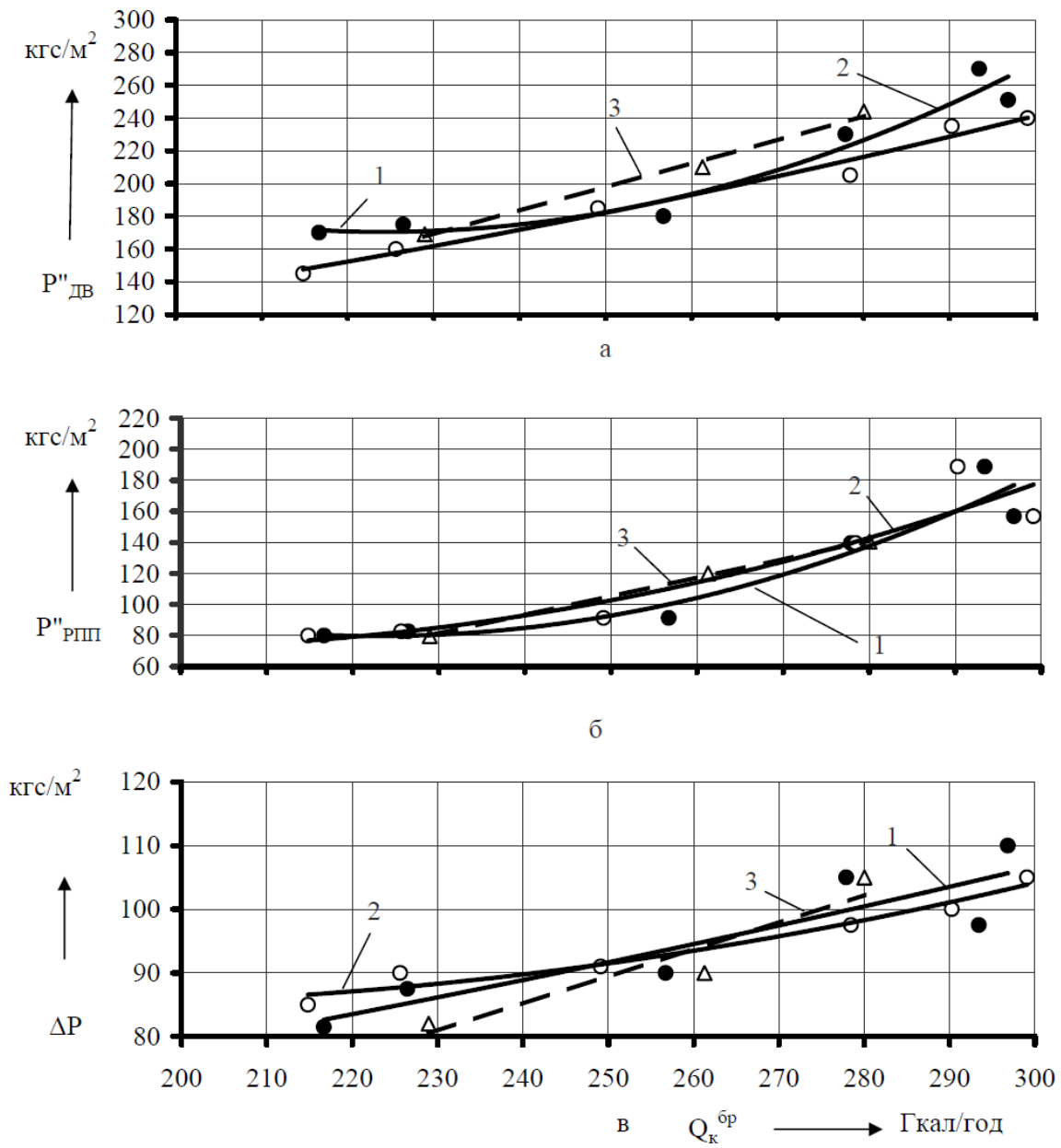
Рис. 3.4. Залежність спожитої електроенергії на пилоприготування у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від теплопродуктивності корпусів котла ТПП-210А

3.3.3. Характеристика роботи газоповітряного тракту котла ТПП-210А

Аеродинамічна характеристика газоповітряного тракту залежно від теплопродуктивності корпусів котла приведена на рис. 3.5 та 3.6.

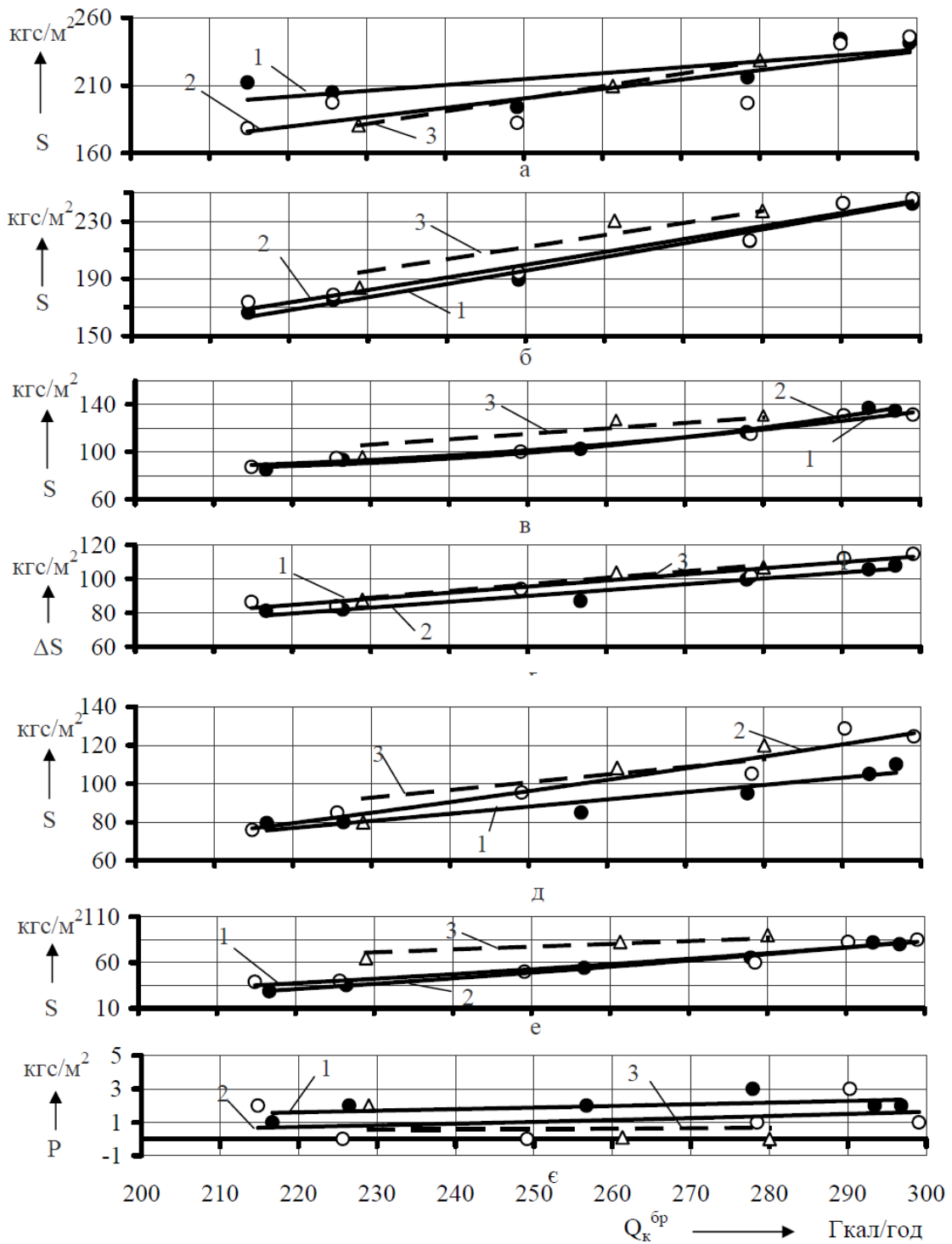
Перепад на РПП при номінальному навантаженні і оптимальному повітряному режимі становить по газовій стороні близько 110/125/148 кгс/м², по повітряній стороні 90/92/120 кгс/м² (відповідно корпуси А/Б при двокорпусному/корпус Б при однокорпусному режимі роботи).

Перетоки повітря через нижні ущільнення РПП і присмокти в ЕФ з суміжними газоходами знижують температуру відхідних газів, збільшують надлишок повітря в них і практично не змінюють втрат тепла з відхідними газами, а приводять до зниження економічності котла тільки за рахунок спожитої потужності ДС і ДВ.



а - тиск повітря за ДВ;
 б - усереднений тиск повітря за РПП;
 в - усереднений перепад повітря на РПП.

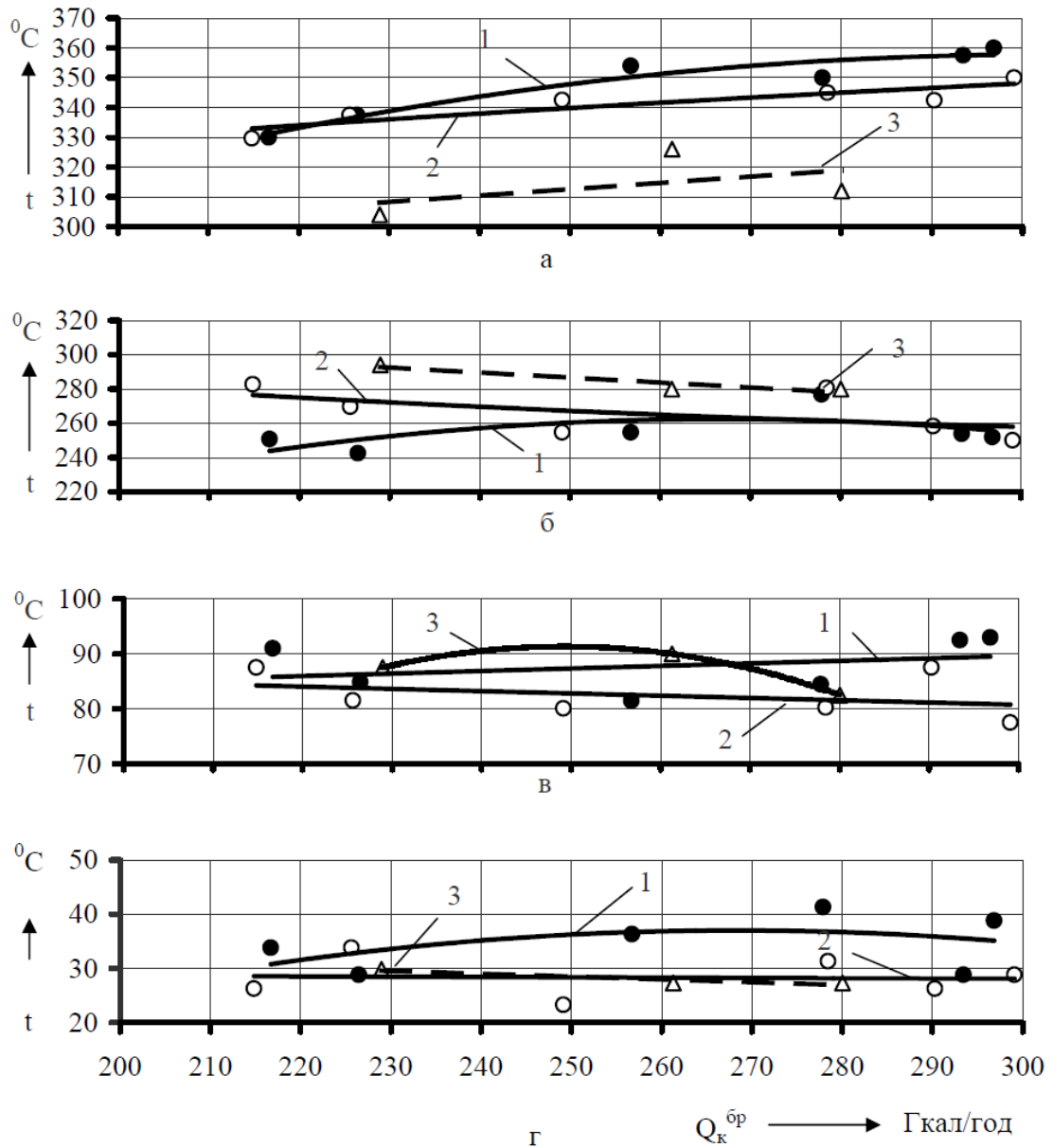
Рис. 3.5. Залежність тисків повітря по повітряному тракту котла ТПП-210А у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від теплопродуктивності корпусів котла



а - до ДС; б - за РПП; в - до РПП; г - усереднений перепад на РПП;
 д - за ВЕ; е - за КПП; е - вверху паливні.

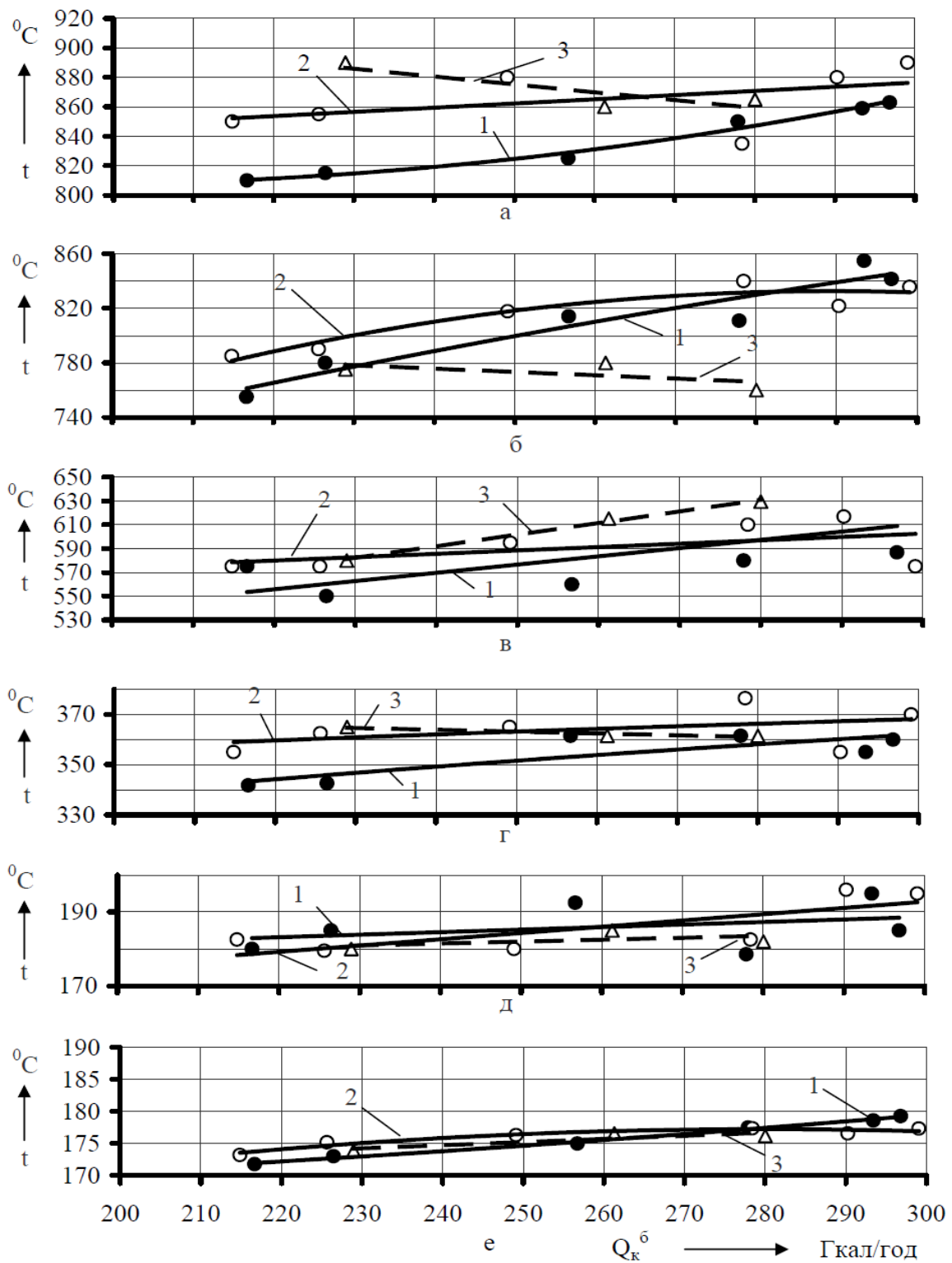
Рис. 3.6. Залежність розріджень по газовому тракту котла ТПП-210А у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від їх теплопродуктивності

Температурна характеристика повітряного тракту котла приведена на рис. 3.7, газового тракту корпусів – на рис. 3.8.



а - за РПП;
 б - до КБМ;
 в - аеросуміші за КБМ;
 г - до ДВ.

Рис. 3.7. Залежність температур по трактах котла ТПП-210А у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від їх теплопродуктивності



а - в ПК; б - за КПП; в - за промперегрівником;
 г - до РПП; д - за РПП; е - за ДС.

Рис. 3.8. Залежність температур по газовому тракту котла ТПП-210А у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від їх теплопродуктивності

Температура газів рис. 3.7 та 3.8 у поворотній камері для корпусів при номінальному навантаженні котла становить $863^{\circ}\text{C}/890^{\circ}\text{C}/865^{\circ}\text{C}$ (відповідно корпуси А/Б при двокорпусному режимі /корпус А при однокорпусному режимі роботи). У балансових дослідах середня температура холодного повітря становила $+22,0^{\circ}\text{C}$.

Середня, в балансових дослідах, температура повітря перед РПП становить 35°C при відключеній рециркуляції гарячого повітря за рахунок тепловиділення з котельного залу (перекидний шибер забору повітря «з приміщення»/«з двору» в положенні – «з приміщення»).

Температура гарячого повітря за РПП при 100 % навантаженні котла становить $360^{\circ}\text{C}/350^{\circ}\text{C}/312^{\circ}\text{C}$ (відповідно корпуси А/Б при двокорпусному режимі роботи/ корпус А при однокорпусному режимі роботи).

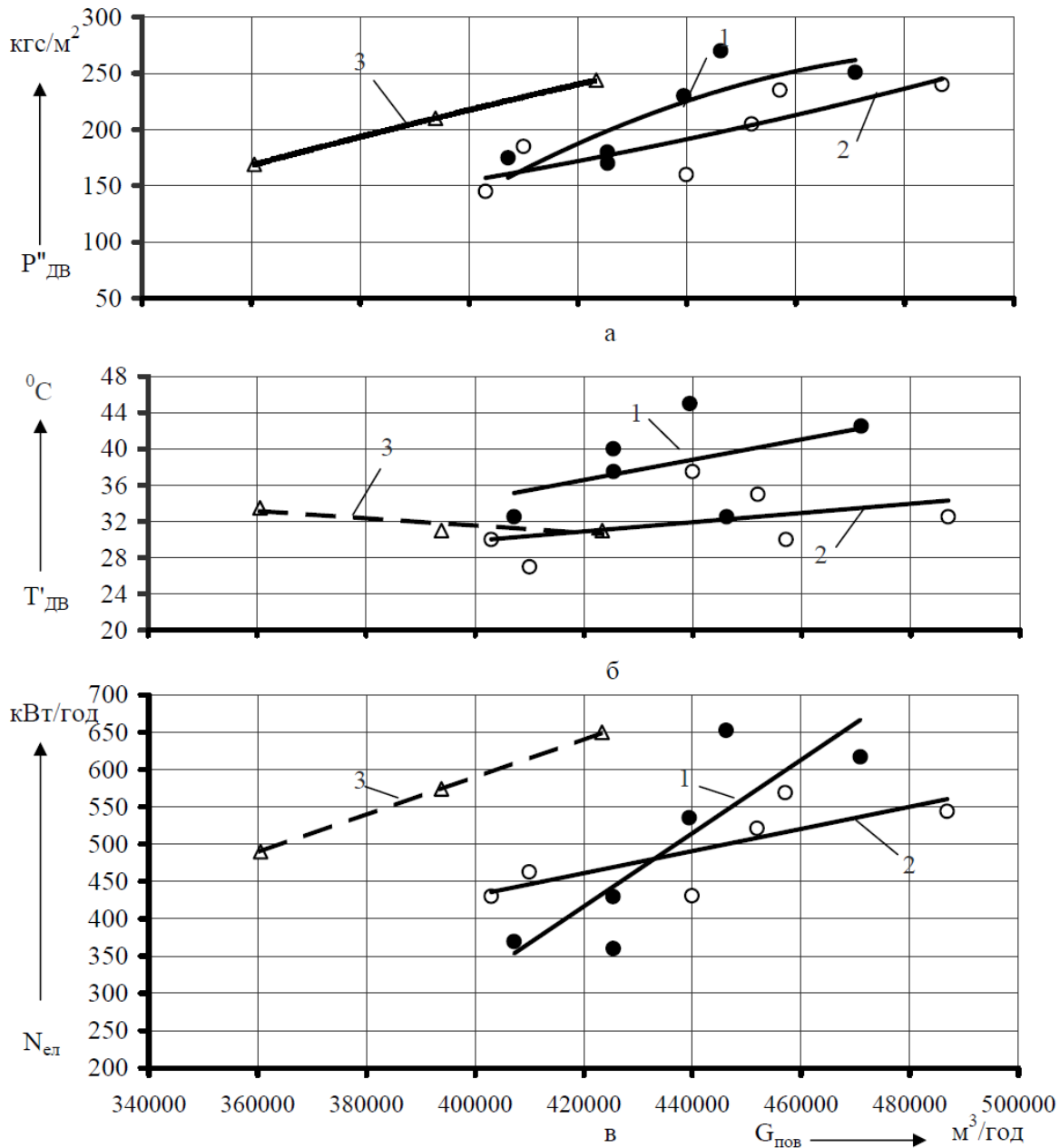
Під час максимального навантаження котла і середній температурі газів перед РПП $360^{\circ}\text{C}/375^{\circ}\text{C}/362^{\circ}\text{C}$, температурі холодного (зовнішнього) повітря 27°C , температурі повітря перед РПП $39/28/27^{\circ}\text{C}$, фактичній величині присмоктів повітря і їх розподілом по ділянках (відрізках) газоходів, якості твердого палива і наявній температурі живильної води температура відхідних газів за ДС становила – $179^{\circ}\text{C}/177^{\circ}\text{C}/176^{\circ}\text{C}$ (відповідно корпуси А/Б при двокорпусному режимі роботи/корпус А при однокорпусному режимі роботи).

На рис. 3.9 показані режимні параметри роботи ДВ, а саме залежності: тиску повітря за ДВ, температури повітря перед ДВ, спожитої потужності електродвигунами ДВ-А та ДВ-Б від витрати повітря. Розрахунок виконано згідно з [17].

Залежності розрідження димових газів перед МВ, температури аеросуміші за КБМ та спожитої потужності електродвигунами МВ-А, МВ-Б, МВ-В від теплопродуктивності котла зображені на рис. 3.10.

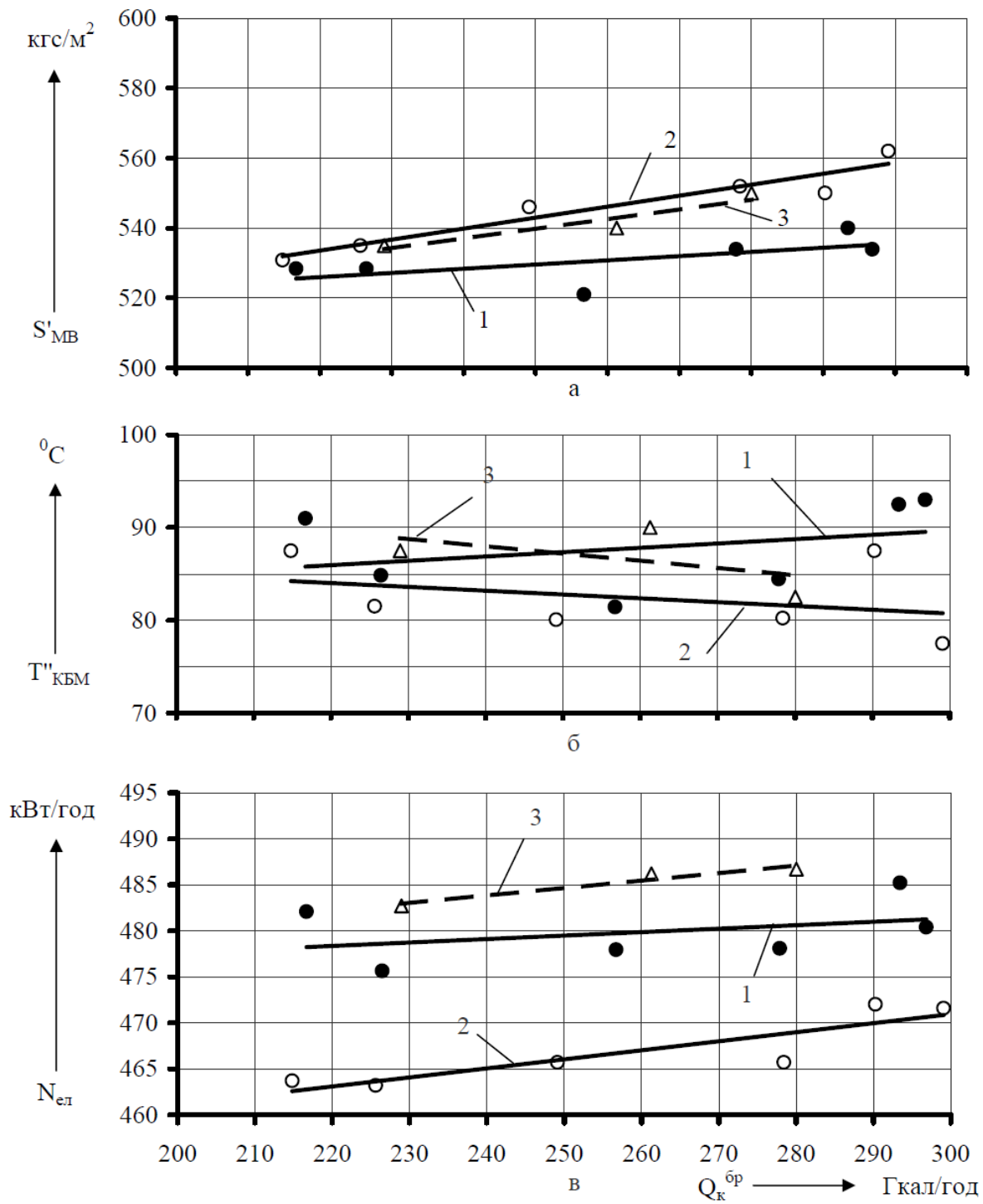
На рис. 3.11 представлено залежність розрідження димових газів перед ДС, температури димових газів за ЕФ, спожитої потужності електродвигунами ДС-А, ДС-Б від витрати димових газів на вході в ДС.

На рис. 3.12 зображена залежність приведеної концентрації оксидів азоту та двоокису сірки у відхідних газах (при $\alpha_{пр.}=1,4$) від теплопродуктивності корпусів котла.



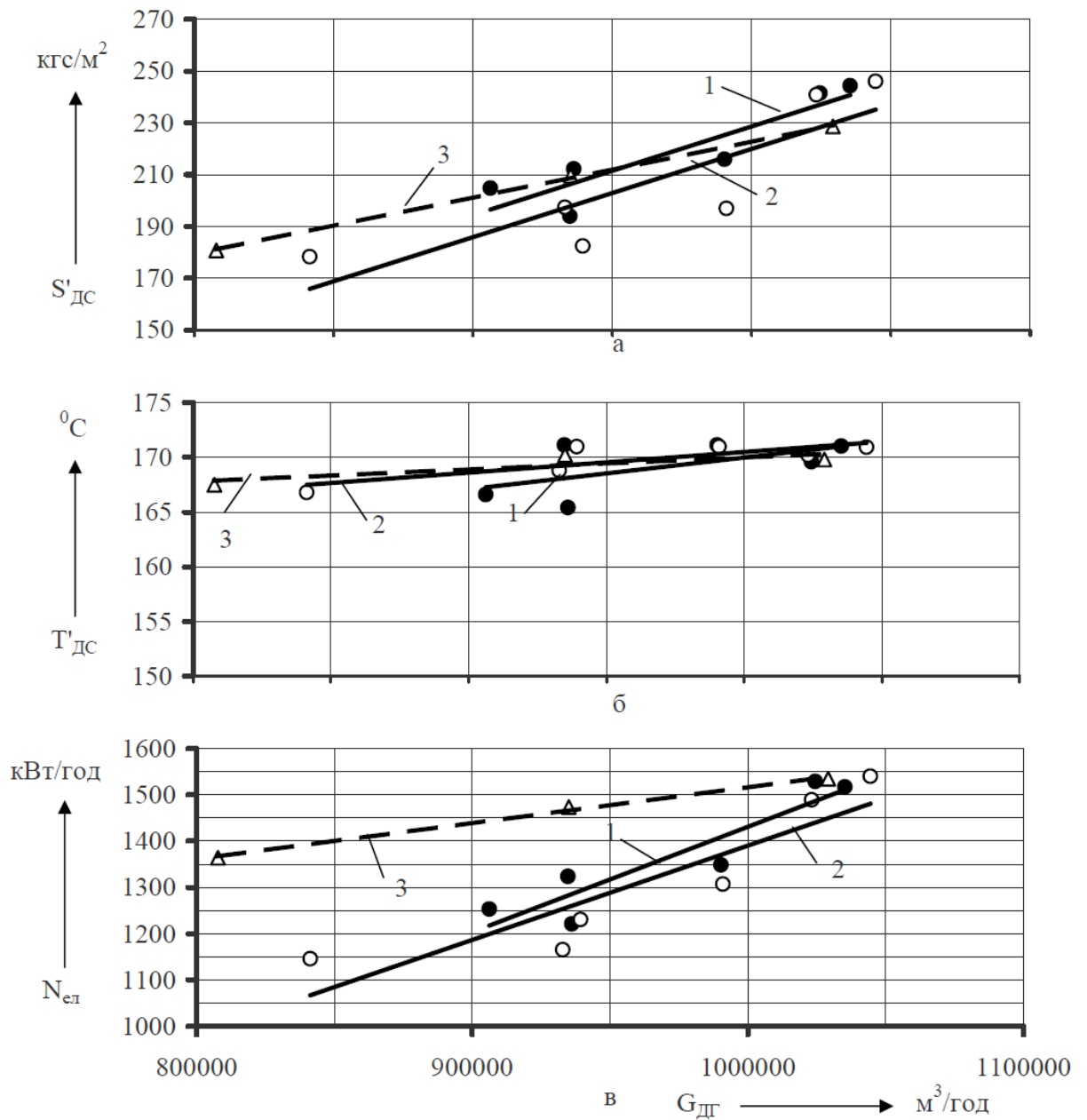
а - тиск повітря за ДВ;
 б - температура повітря за ДВ;
 в - спожита потужність електродвигунами ДВ.

Рис. 3.9. Залежність режимних параметрів роботи ДВ у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від витрати повітря на вході в ДВ



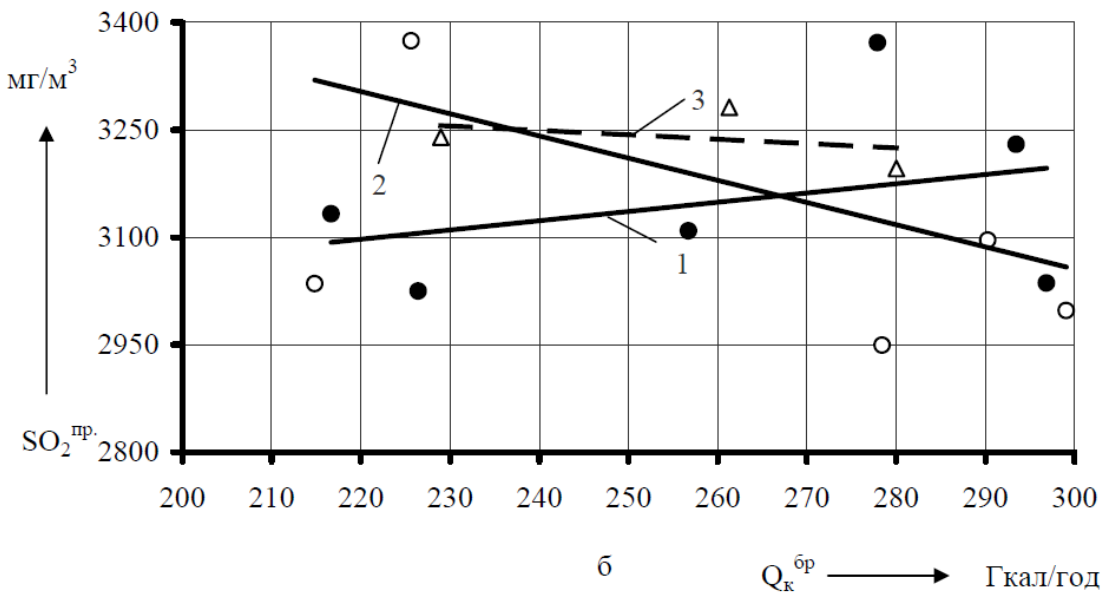
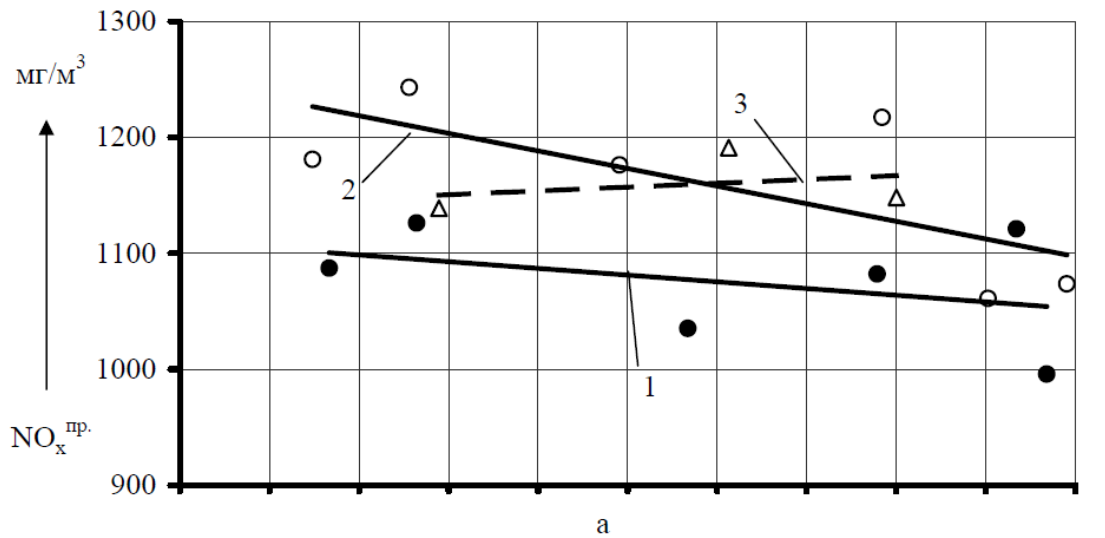
а - розрідження димових газів до МВ;
 б - температура аеросуміші за КБМ;
 в - спожита потужність електродвигунами

Рис. 3.10. Залежність режимних параметрів роботи МВ у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від теплопродуктивності



а - розрідження димових газів перед ДС;
б - температура димових газів перед ДС;
в - спожита потужність електродвигунами ДС.

Рис. 3.11. Залежність режимних параметрів роботи ДС у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від витрати димових газів на вході в ДС



а - концентрація $\text{NO}_x^{\text{мр.}}$;
 б - концентрація $\text{SO}_2^{\text{мр.}}$.

Рис. 3.12. Залежність приведеної концентрації оксидів азоту та двоокису сірки у відхідних газах котла ТПП-210А у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від їх теплопродуктивності

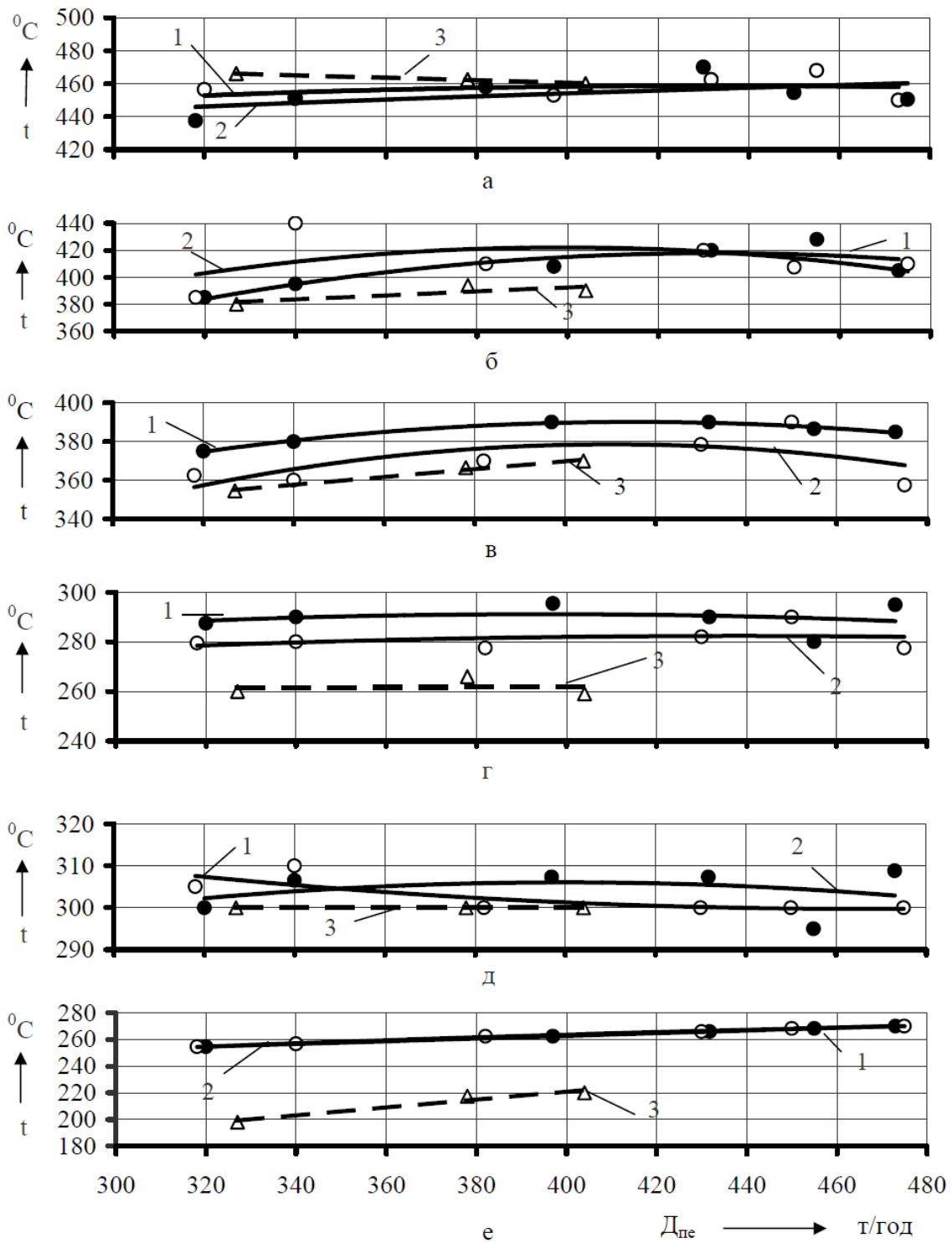
3.3.4. Характеристика роботи пароводяного тракту котла

Температурна характеристика пароводяного тракту наведена на рис. 3.13 та 3.14.

Під час дослідів температура свіжої пари і пари гарячого промперегріву за котлом підтримувалась на рівні 543-548 °С в усьому діапазоні навантажень.

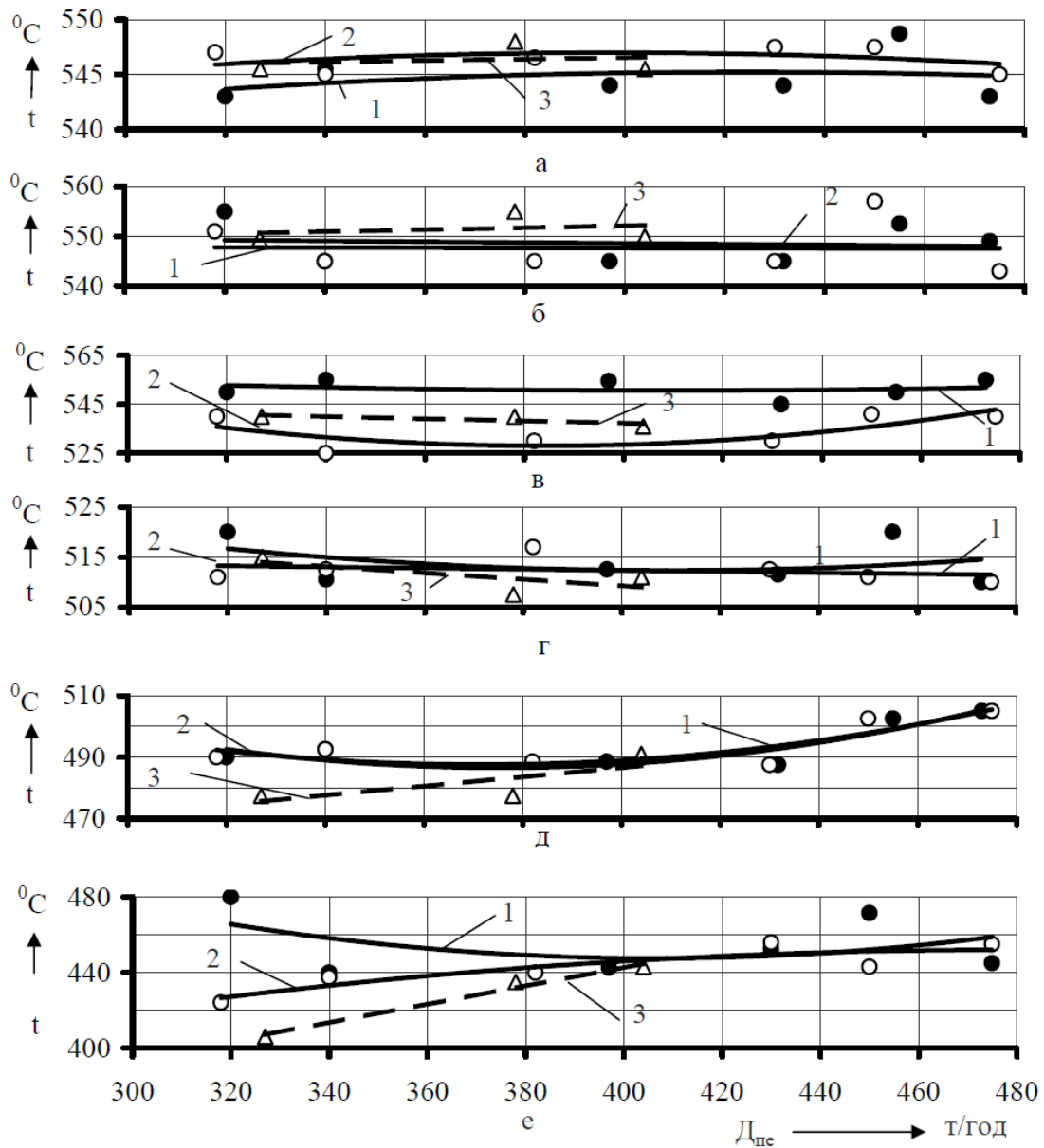
Температура живильної води змінювалась від 255 °С до 270 °С у діапазоні навантаження корпусів котла від 318 т/год до 475 т/год у двокорпусному режимі роботи та від 198 °С до 220 °С у діапазоні навантаження корпусу котла від 327 т/год до 404 т/год в однокорпусному режимі.

Гідравлічна характеристика пароводяного тракту високого і низького тиску наведена на рис. 3.15. Як допоміжні графіки на рис. 3.16 та 3.17 наведені залежності, які пов'язують витрату пари гарячого промперегріву з витратою перегрітої пари та теплопродуктивність корпусу котла з витратою живильної води [13]. На рис. 3.17 показана залежність потужності електродвигуна КБМ від маси завантажених куль в ньому.



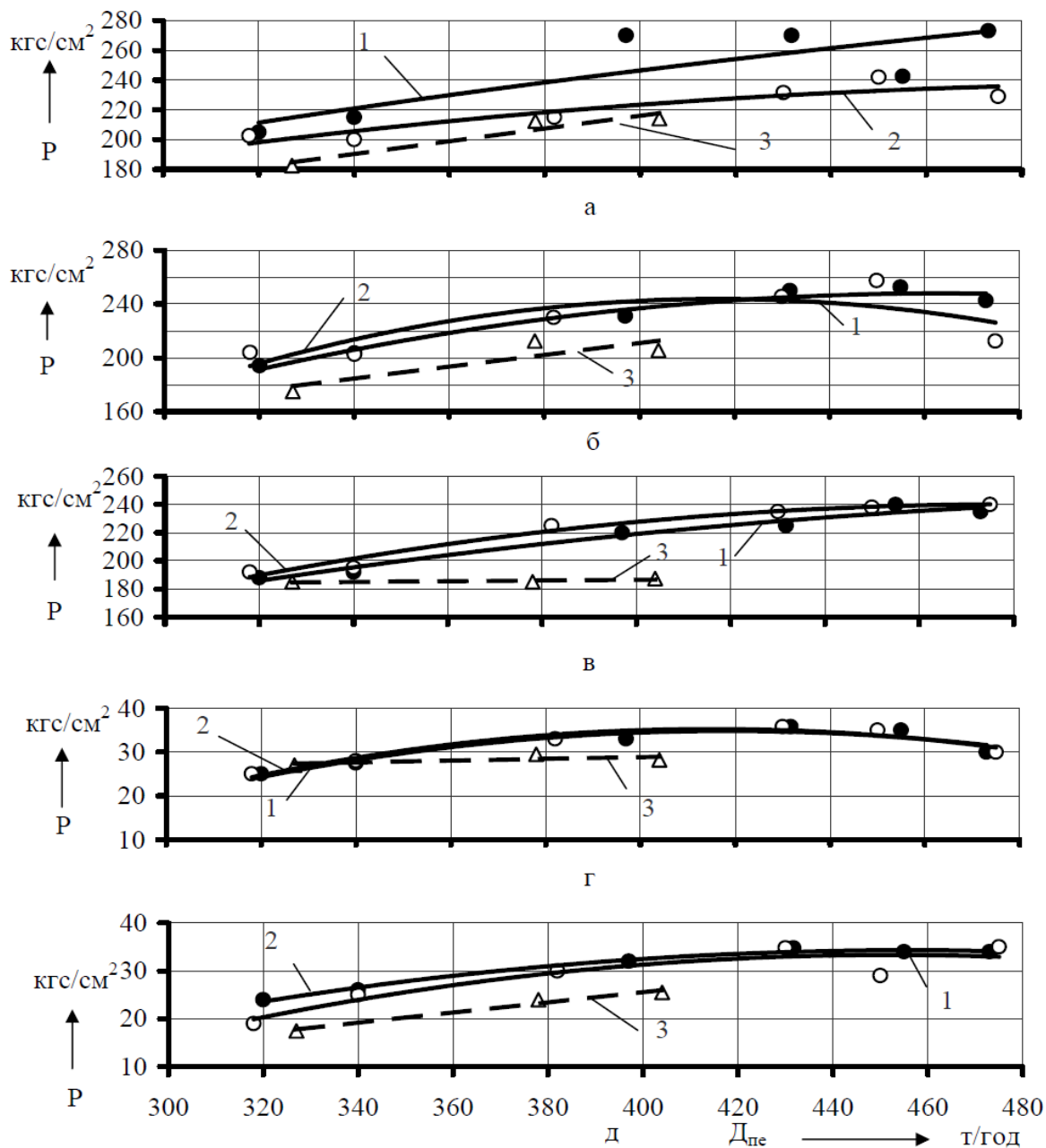
а - за СЕ; б - за ВРЧ; в - за НРЧ; г - за ВЕ;
 д - холодного промперегріву; е - живильної води.

Рис. 3.13. Залежність температур по пароводяному тракту котла ТПП-210А у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від їх паропроductивності



а - перегрітої пари;
 б - пари промперегріву;
 в - за IV впорском;
 г - до III впорску;
 д - за III впорском;
 е - до II впорску.

Рис. 3.14. Залежність температур по пароводяному тракту котла у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від їх паропроductивності



- а - живильної води за РЖК;
- б - води до ВЗ;
- в - перегрітої пари;
- г - холодного промперегріву;
- д - гарячого промперегріву.

Рис. 3.15. Залежність тисків по пароводяному тракту високого (а, б, в) і низького тиску (г, д) котла у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від їх паропроductивності

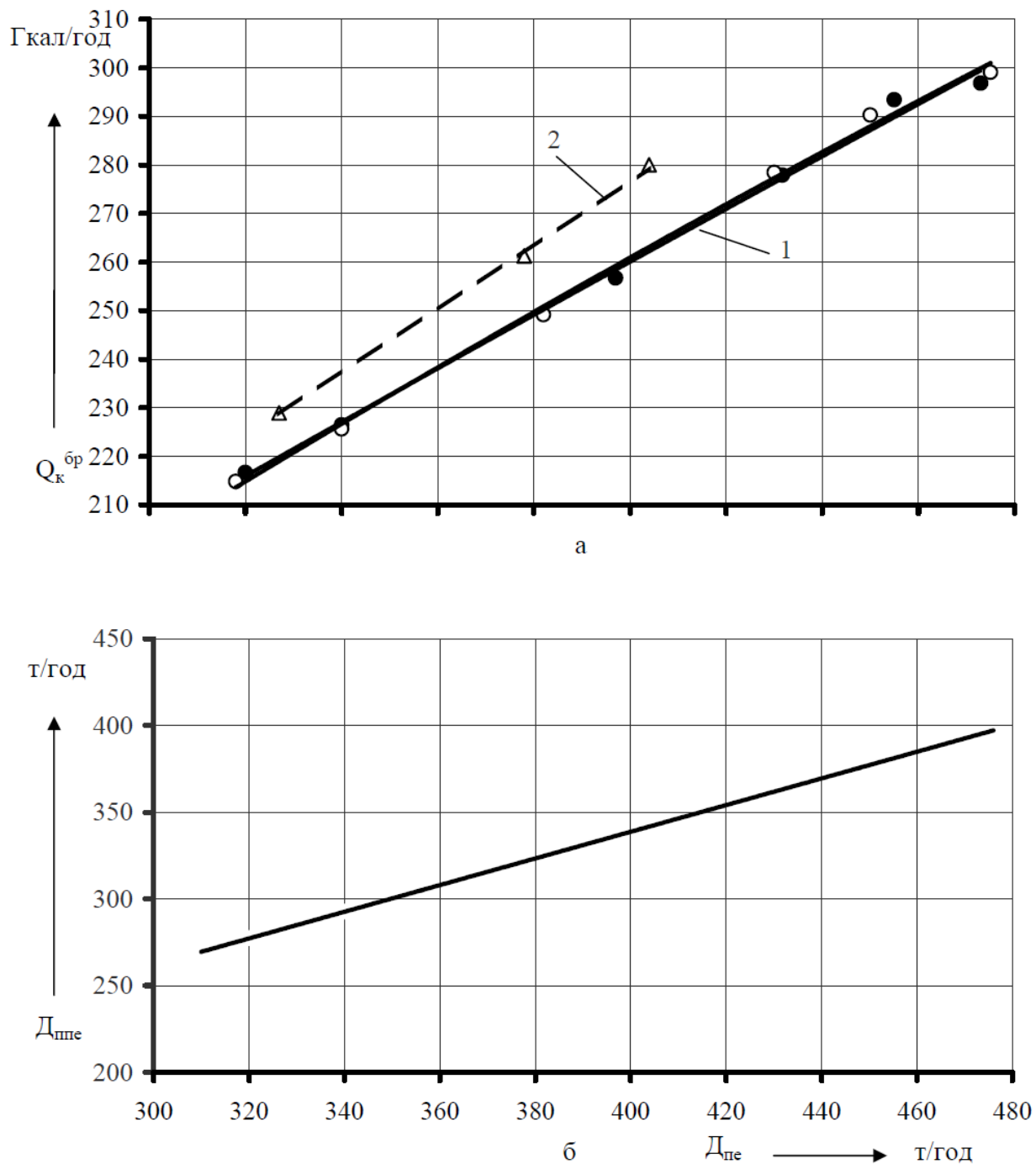


Рис. 3.16. Залежність теплопродуктивності корпусу котла (а) та витрати пари холодного промперегріву (б) від витрати перегрітої пари у двокорпусному (1) та однокорпусному (2) режимах

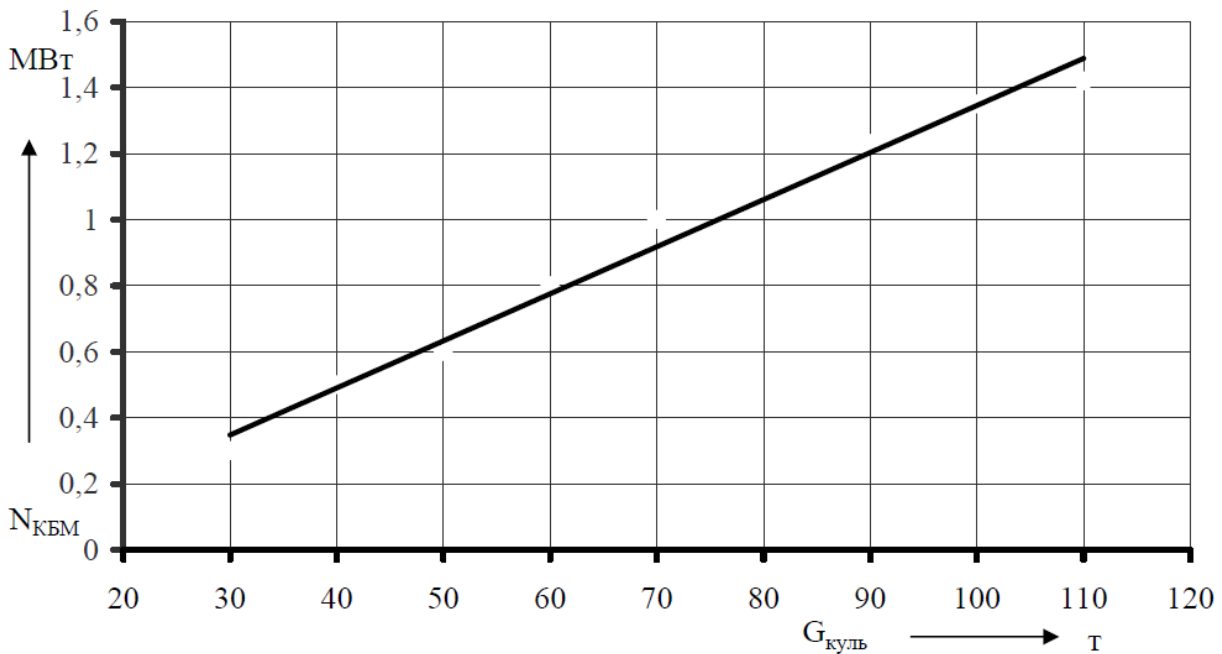
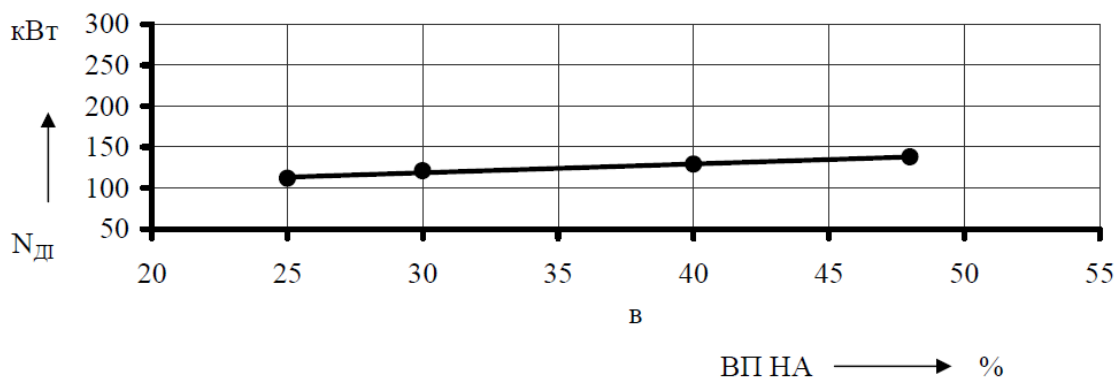
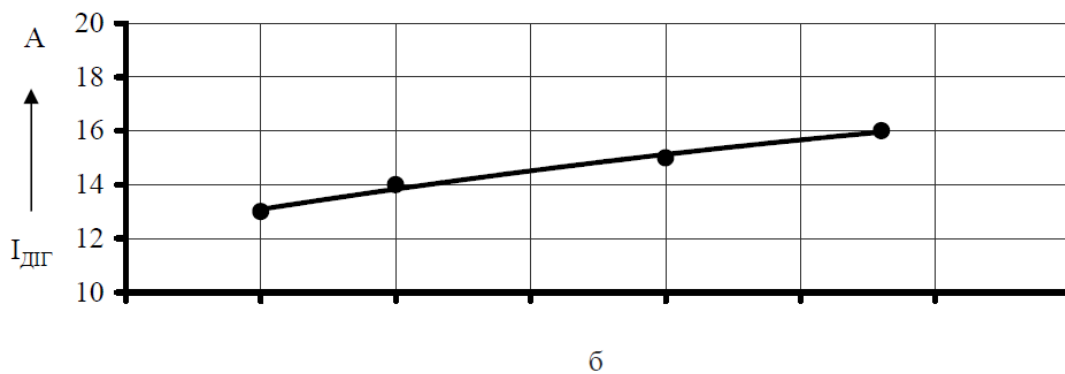
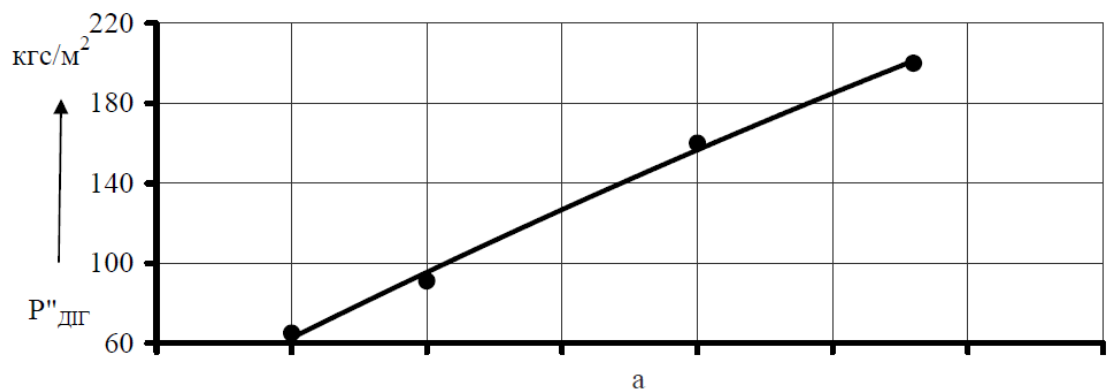


Рис. 3.17. Залежність потужності електродвигуна КБМ від маси завантажених куль в нього

Як відмічалось вище, на котлі змонтовано димосмок інертних газів, який використовується в пускових режимах пилосистеми та в режимах вихолощення. Проведені дослідження для підтвердження можливості використання ДІГ для газового сушіння вугілля замість ВГД при його аварійному відключенні і виведенні в ремонт. На основі отриманих даних були побудовані залежності – тиск димових газів після ДІГа, струмове завантаження та потужності електродвигуна від відкриття направляючого апарату (рис. 3.18). Значення вище згаданих параметрів наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Найменування показника, позначення, одиниця вимірювань	Значення			
1. Вказівник положення направляючих апаратів НА ДІГ, %	25	30	40	48
2. Тиск димових газів після ДІГ $P''_{дг}$, кгс/м ²	65	91	160	200
3. Струмове завантаження електродвигуна ДІГ, $I_{дг}$, А	13	14	15	16
4. Потужність електродвигуна ДІГ, $N_{дг}$, кВт	112	121	129	138



а - тиск інертних газів за ДІГ;
 б - сила струму;
 в - спожита потужність.

Рис. 3.18. Залежність тиску інертних газів за ДІГ, сили струму та спожитої потужності електродвигуна ДІГ від вказівника положення направляючого апарату

3.4. Проект нормативної характеристики котла ТПП-210А

На основі результатів проведених теплових випробувань складено проект нормативної енергетичної характеристики корпусів котла (табл. 3.4-3.6) під час роботи котла у двокорпусному та однокорпусному режимах.

Умови побудови нормативної характеристики котла.

Характеристика твердого палива:

марка	Г(ДГ);
калорійність $Q_{н}^p$, ккал/кг	5304;
$Q_{н}^r$, ккал/кг	7744;
зольність A^p , %	22,9;
вологість W^p , %	8,6;
вихід летких V^{daf} , %	38,0;
вміст сірки приведеній $S^{пр}$, %·кг·10 ³ /ккал	0,39.

Поправки до температури відхідних газів та приведення значень горючих у виносі і приведення їх до нормативних значень по корпусах наведені в таблиці 3.4-3.6 та додатку Д.

Нормативне значення температури відхідних газів при навантаженні 100 % від номінального за ДС у двокорпусному режимі роботи – 178,2 °С (корпус А) та 172,2 °С (корпус Б) та в однокорпусному режимі роботи 171,9 °С (корпус А) визначено при:

- температурі зовнішнього повітря - 22,0 °С;
- температурі повітря перед рециркуляцією - 26,3 °С;
- нагріві повітря тепловиділенням котельні;
- температурі повітря перед ДВ - 26,3 °С;
- температурі повітря перед РПП 30 °С (рециркуляція гарячого повітря відключена) - п.8.3.33, табл.8.3 [15];
- нагріві у ДВ - 3,7°С;
- нагрів димових газів в ДС - 6,4°С;

- фактичній тепловій ефективності набивки РПП.

Таблиця 3.4

Проект нормативної енергетичної характеристики корпусу А при роботі в двокорпусному режимі котла. Теплові втрати і ККД бруто корпусу котла

Найменування показника, одиниця виміру		Теплопродуктивність корпусу котла бруто, Гкал/год					
		216,7	226,54	256,7	277,9	293,3	296,8
Паропродуктивність котла, т/год, (%)		320,0 (67)	340,0 (72)	397,0 (84)	432,0 (91)	455,0 (96)	473,0 (100)
Кількість в роботі пилосистем, шт.		1	1	1	1	1	1
Паливо (вугілля)	вологість робоча, %	8,6					
	зольність робоча, %	22,9					
	нижча теплота згорання робоча, ккал/кг	5304					
	вологість приведена, % кг/ккал	1,63					
	зольність приведена, % кг/ккал	4,31					
Вміст горючих у виносі, %		8,27					
Вміст горючих у жужелі, %		0,5					
Частка золи з виносом жужеля		0,80					
Температура, °С	зовнішнього повітря	22,0					
	перед ДВ	26,3					
	повітря перед РПП	30					
Температура відхідних газів за ДС, °С		168,9	170,2	172,2	176,9	178,8	178,2
Коефіцієнт надлишку повітря в РП		1,46	1,36	1,22	1,17	1,16	1,16
Присмокти повітря на ділянці „РП – РПП”		18	17	16	16	15	15
Присмокти повітря в РПП		29	28	27	25	24	24
Присмокти повітря в ЕФ		12	12	11	10	10	10
Коефіцієнт надлишку повітря у відхідних газах в БП		2,052	1,93	1,765	1,68	1,65	1,65
Коефіцієнти для розрахунку втрати тепла з відхідними газами	A _t	1,003	1,003	1,004	1,003	1,004	1,004
	к	3,532					
	с	0,465					
	б	0,14					
Втрати тепла, %	з відхідними газами	10,54	10,54	9,27	9,35	9,36	9,08
	від хімічної неповноти згорання	0					
	від механічної неповноти згорання	2,34					
	в навколишнє середовище	0,52	0,49	0,42	0,39	0,37	0,36
	з рідким жужелем	0,34					
Сумарні втрати тепла, %		13,74	13,11	12,37	12,41	12,41	12,11
ККД котла бруто, %		86,26	86,89	87,63	87,59	87,59	87,89

Таблиця 3.5

Проект нормативної енергетичної характеристики корпусу Б при роботі в двокорпусному режимі котла. Теплові втрати і ККД бруто корпусу котла

Найменування показника, одиниця виміру		Теплопродуктивність корпусу котла бруто, Гкал/год						
		214,8	225,6	249,1	278,4	290,3	299,1	
Паропродуктивність котла, т/год, (%)		318,0 (67)	340,0 (72)	382,0 (80)	430,0 (91)	450,0 (95)	475 (100)	
Кількість в роботі пилосистем, шт..		1	1	1	1	1	1	
Паливо (вугілля)	вологість робоча, %	8,6						
	зольність робоча, %	22,9						
	нижча теплота згорання робоча, ккал/кг	5304						
	вологість приведена, % кг/ккал	1,63						
	зольність приведена, % кг/ккал	4,31						
Вміст горючих у виносі, %		8,27						
Вміст горючих у жужелі, %		0,5						
Частка золи з виносом жужеля		0,80						
Температура, °С	зовнішнього повітря	22,0						
	перед ДВ	26,3						
	повітря перед РПП	30						
Температура відхідних газів за ДС, °С		171,4	175,4	176,7	178,4	173,0	172,2	
Коефіцієнт надлишку повітря в РП		1,43	1,37	1,24	1,17	1,16	1,16	
Присмокти повітря на ділянці „РП – РПП”		18	17	17	16	16	15	
Присмокти повітря в РПП		29	28	27	25	25	25	
Присмокти повітря в ЕФ		12	12	11	10	10	10	
Коефіцієнт надлишку повітря у відхідних газах в БП		2,02	1,94	1,79	1,68	1,67	1,66	
Коефіцієнти для розрахунку втрати тепла з відхідними газами		A _t	1,002	1,002	1,003	1,003	1,003	1,003
		к	3,532					
		с	0,465					
		б	0,14					
Втрати тепла, %	з відхідними газами	9,80	10,50	9,78	9,39	8,98	8,76	
	від хімічної неповноти згорання	0						
	від механічної неповноти згорання	2,34						
	в навколишнє середовище	0,52	0,49	0,44	0,39	0,37	0,35	
	з рідким жужелем	0,34						
Сумарні втрати тепла, %		12,81	13,59	12,79	12,40	11,99	11,76	
ККД котла бруто, %		86,85	86,30	87,09	87,46	87,94	88,16	

Таблиця 3.6

Проект нормативної енергетичної характеристики корпусу А при роботі в однокорпусному режимі котла. Теплові втрати і ККД котла брутто

Найменування показника, одиниця виміру		Теплопродуктивність корпусу котла брутто, Гкал/год			
		280,0	261,3	229,0	
Паропродуктивність котла, т/год, (%)		404,0 (85%)	378,0 (80%)	327,0 (69%)	
Кількість в роботі пилосистем, шт..		1	1	1	
Паливо (вугілля)	вологість робоча, %	8,6			
	зольність робоча, %	22,9			
	нижча теплота згорання робоча, ккал/кг	5304			
	вологість приведена, % кг/ккал	1,63			
	зольність приведена, % кг/ккал	4,31			
Вміст горючих у виносі, %		8,27			
Вміст горючих у жужелі, %		0,5			
Частка золи з виносом жужеля		0,8			
Температура, °С	зовнішнього повітря	22,0			
	перед ДВ	26,3			
	повітря перед РПП	30,0			
Температура відхідних газів за ДС, °С		171,9	177,9	175,2	
Коефіцієнт надлишку повітря в РП		1,17	1,19	1,31	
Присмокти повітря на ділянці „РП – РПП”		16	16	19	
Присмокти повітря в РПП		21	22	24	
Присмокти повітря в ЕФ		10	11	12	
Коефіцієнт надлишку повітря у відхідних газах в БП		1,64	1,68	1,86	
Коефіцієнти для розрахунку втрати тепла з відхідними газами		A _t	1,003	1,003	1,002
		к	3,532		
		с	0,465		
		б	0,140		
Втрати тепла, %	з відхідними газами		9,29	9,44	9,25
	від хімічної неповноти згорання		0		
	від механічної неповноти згорання		2,06		
	в навколишнє середовище		0,42	0,43	0,50
	з рідким жужелем		0,34		
Сумарні втрати тепла, %		12,38	12,56	12,44	
ККД котла брутто, %		87,62	87,44	87,56	

Присмокти на ділянках: „паливня – РП”, від „РП – до РПП”, „до РПП – за РПП” та „за РПП – за ДС” становлять на номінальному навантаженні 13,0 %, 15 %, 24 % і 10 % відповідно.

Присмокти в пилосистеми А і В –25% та 27% відповідно.

Оптимальні надлишки повітря в режимному перерізі визначались з умов забезпечення стійкості горіння в паливні, номінальної температури перегрітої пари та промперегріву (максимально відкритий трьохходовий регулювальний клапан РПП НД), повного згорання (мінімальних, не вище 150 ppm значеннях продуктів неповного згорання (СО) у відхідних газах) та задовільного виходу рідкої жужелі.

Коефіцієнт надлишку повітря вимірювався в РП, який знаходився між КПП ВТ та КПП НТ II ст.

Коефіцієнт надлишку повітря у відхідних газах визначено як суму оптимального надлишку повітря перед ВЕ і нормованої величини присмоктів повітря у хвостову частину котла.

Тепловміст рідкої жужелі $(ct)_{жуж.} = 378$ ккал/кг прийнято при $t_{жуж.} = 1400$ °С.

Вміст горючих у виносі золи та жужелі прийнятий середнім за досліди та дорівнює 8,3% і 0,5 % відповідно. Кульове завантаження млинів по 90 т. Середня витрата електроенергії на роботу ВГД-А, ВГД-Б становила 113 кВт.

Потужність спожита електродвигунами ТДМ вираховувалась як сума потужностей електродвигунів ДВ, ДС та 30% МВ. Потужність, яка витрачається на пилоприготування визначалась як сума потужностей електродвигунів КБМ, ВГД та 70%МВ.

На рис. 3.19. показана залежність тиску перегрітої пари, температури живильної води у двокорпусному та однокорпусному режимах роботи від витрати перегрітої пари на корпус.

Графічні залежності нормативних показників економічності представлені на рис. 3.20.

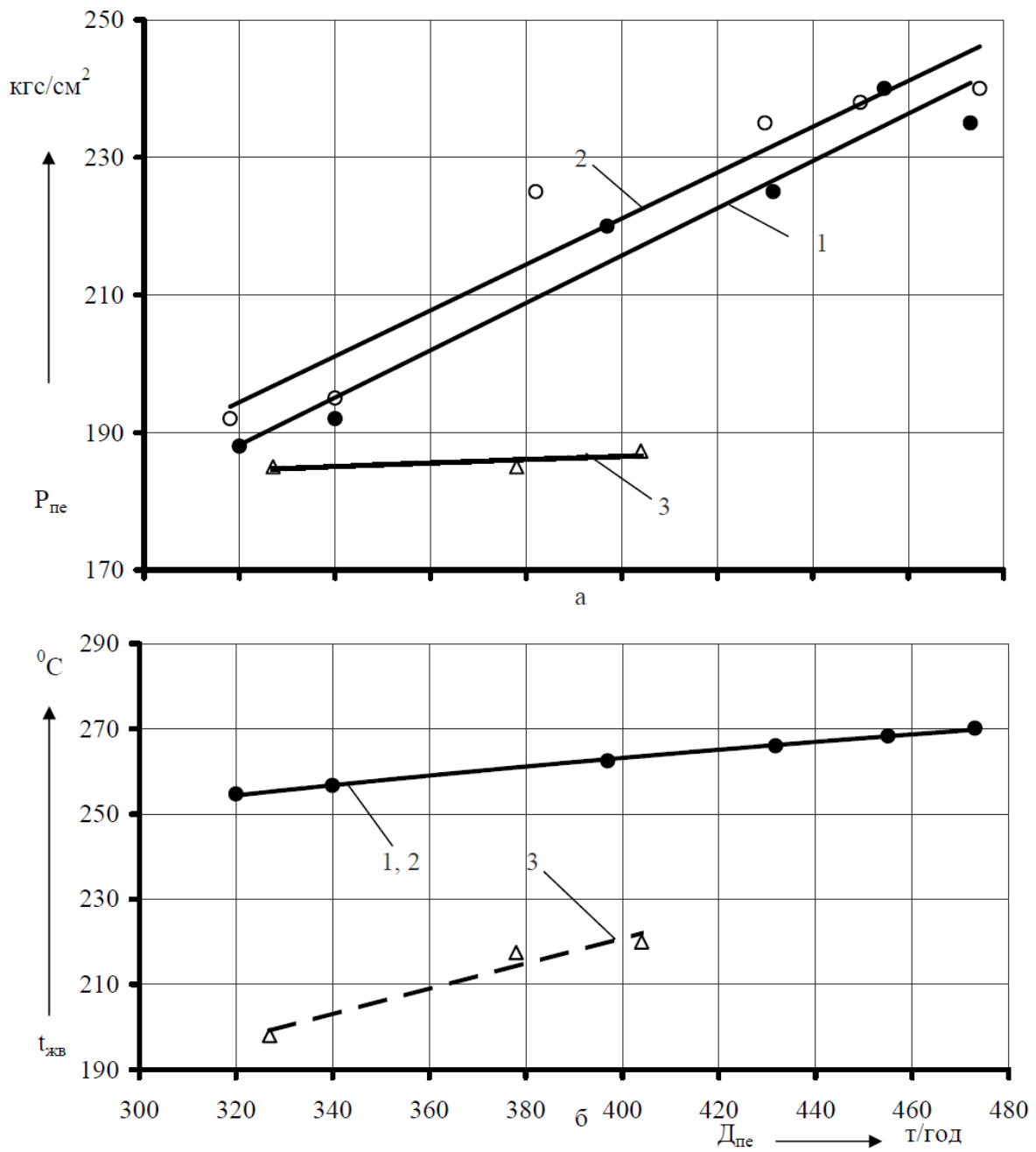
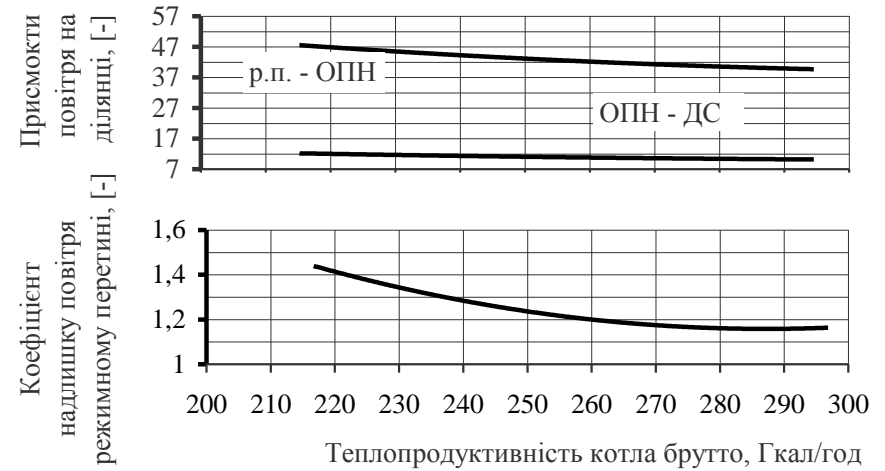
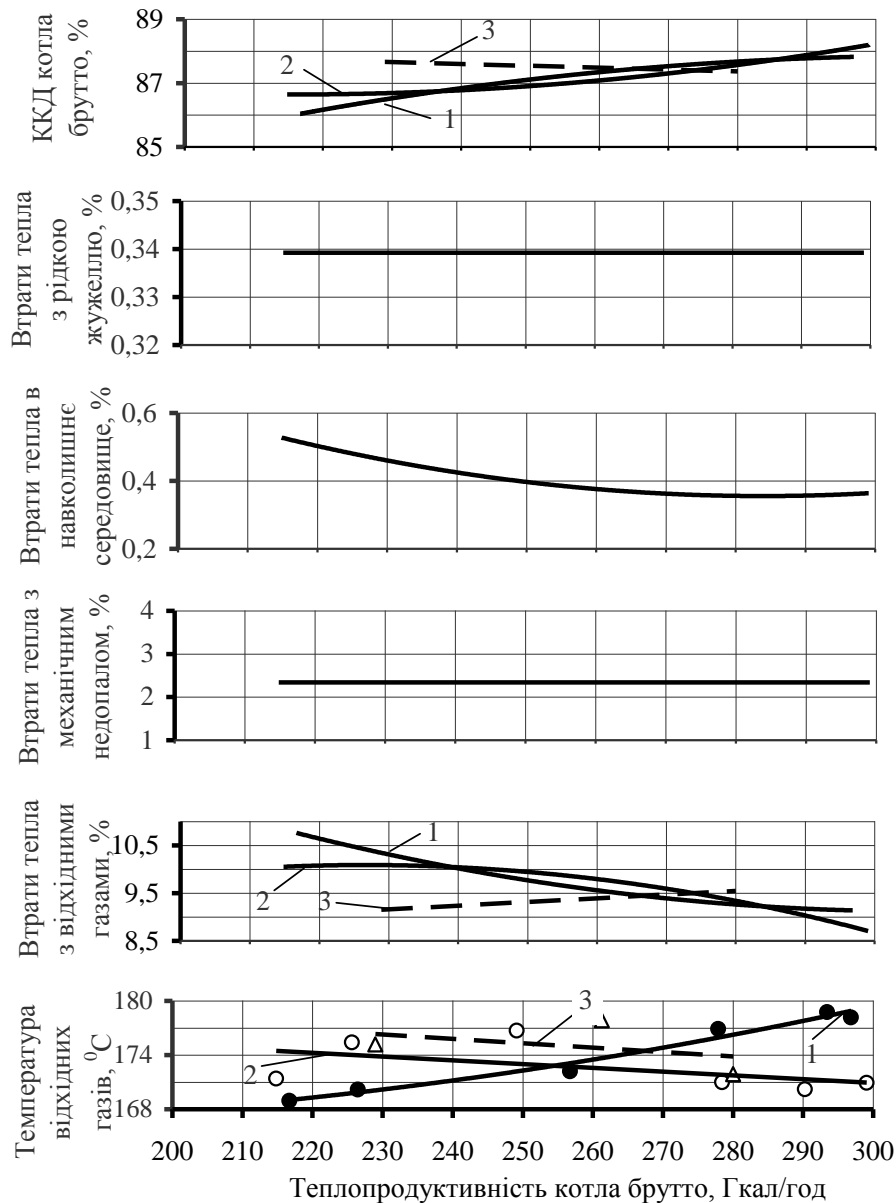


Рис. 3.19. Залежність тиску перегрітої пари (а) і температури живильної води (б) у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах від витрати перегрітої пари на корпус



Умови побудови нормативної характеристики:

1 Характеристика палива:

а) тверде паливо: вугілля calorific value on working mass $Q_{п}^P = 5304$ ккал/кг; calorific value on burning mass $Q_{п}^B = 7744$ ккал/кг; ash content on working mass $A^P = 22,9\%$; moisture content on working mass $W^P = 8,6\%$.

2 Температура повітря $t_{з.пов.} = 23$ °C; температура повітря до РПП $t'_{рпп} = 30$ °C; температура повітря до ДВ $t'_{дв} = 26,3$ °C.

3 Температура живильної води згідно з рисунком 3.13.

4 Втрати тепла від хімічної неповноти згоряння відсутні.

5 Вміст горючих у виносі золи та жужелі: двокорпусний режим - $\Gamma_{вин.} = 8,3\%$, $\Gamma_{жуж.} = 0,5\%$; однокорпусний режим - $\Gamma_{вин.} = 8,3\%$, $\Gamma_{жуж.} = 0,5\%$.

6 Поправки дані при теплопродуктивності котла $Q_k^{BP} = 299,1$ Гкал/год (100 % ном. навантаження):

а) при зміні відношення вологості до вмісту горючих сирого вугілля $\Delta W^P = \pm 10\%$; $\Delta \theta_{в.г.} = \pm 5,06$ °C;

б) при зміні відношення зольності до вмісту горючих сирого вугілля $\Delta A^P = \pm 10\%$, $\Delta \theta_{в.г.} = \pm 0,76$ °C;

в) при зміні температури зовнішнього повітря ($\Delta t_{реж.} = \text{const}$) $\Delta t_{з.пов.} = \pm 10$ °C, $\Delta \theta_{в.г.} = \pm 5,72$ °C;

г) при зміні присмоктів в паливну, $\Delta \alpha_{пал.} = \pm 10\%$, $\Delta \theta_{в.г.} = \pm 2,07$ °C;

д) при зміні присмоктів в газоходи на ділянці (РП – за ВЕ), $\Delta \alpha_{рп-ве} = \pm 10\%$, $\Delta \theta_{в.г.} = \pm 0,83$ °C;

е) при зміні присмоктів в РПП $\Delta \alpha_{рпп} = \pm 1\%$, $\Delta \theta_{в.г.} = \mp 5,9$ °C;

є) при зміні присмоктів в ЕФ, $\Delta \alpha_{ЕФ} = \pm 10\%$, $\Delta \theta_{в.г.} = \mp 5,9$ °C.

7 Для інших навантажень в таблиці Г.1 (додаток Г).

Рис. 3.20. Проект нормативної характеристики корпусів котла ТПП-210А під час роботи у двокорпусному (1 - корпус А, 2 - корпус Б) та однокорпусному (3 - корпус А) режимах

3.5. Складання режимної карта роботи котла ТПП-210А

За результатами проведених випробувань складена режимна карта [87] роботи котла ТПП-210А ст. № 3 у двокорпусному режимі під час спалювання твердого палива (табл. 3.7) у відповідності з [17].

Таблиця 3.7

Режимна карта роботи котла ТПП-210А ст. № 3 у двокорпусному режимі роботи енергоблоку під час спалювання вугілля марки Г (ДГ)

№ п/п	Найменування параметру	Навантаження корпусу, %						Можливе відхилення параметра
		63	72	80	88	95	100	
Пароводяний тракт								
1	Витрата живильної води $D_{ж.в.}$, т/год	300	340	380	420	450	475	±5,0
2	Тиск живильної води перед котлом $P_{ж.в.}$, кгс/см ²	205	220	235	255	260	265	±6,0
3	Температура живильної води $t_{ж.в.}$, °С	255	257	262	267	270	272	±1,5
4	Тиск гострої пари $P_{пе}$, кгс/см ²	178	200	218	232	239	243	±6,0
5	Температура перегрітої пари $t_{пе}$, °С	545						
6	Тиск пари промперегріву за котлом $P_{ппе}$, кгс/см ²	24,2	27,3	30,1	32,6	34,3	35,6	±1,0
7	Температура пари промперегріву $t_{ппе}$, °С	545						
10	Температура пари за пусковим впорском $t''_{пук. впр.}$, С	545	545	545	545	545	545	±9,0
11	Температура за II впорском t''_{II} , °С	418	422	425	428	431	432	±9,0
12	Температура пари за III впорском t''_{III} , °С	474	475	477	478	479	480	±9,0
Повітряний тракт								
13	Температура повітря перед РПП $t'_{РПП}$, °С	30						±3,0
14	Температура гарячого повітря $t_{г. пов.}$, °С	320/ 325	335/ 335	350/ 340	355/ 345	357/ 347	360/ 350	±3,0
15	Тиск повітря після РПП $P''_{РПП}$, кгс/м ²	80/ 80	80/ 80	90/ 100	120/ 125	160/ 160	180/ 180	±5,0
16	Температура аеросуміші за КБМ $t''_{КБМ}$, °С	80÷90						±6,0
17	Перепад повітря на РПП $\Delta P_{РПП}$, кгс/м ²	75/ 80	85/ 90	90/ 95	95/ 100	100/ 110	110/ 115	±6,0
Газовий тракт								
18	Температура газів в поворотній камері $T_{ПК}$, °С	820/ 840	830/ 860	830/ 860	840/ 870	870/ 870	880/ 900	±5,5

19	Температура відхідних газів за димосмоками $T''_{ДС}, ^\circ\text{C}$	172/ 175	175/ 178	177/ 180	177/ 180	180/ 180	182/ 185	$\pm 1,5$
20	Розрідження вверху паливної $S''_{\text{пал.}}, \text{кгс/м}^2$	2÷3						$\pm 3,0$
21	Розрідження перед димосмоками $S'_{ДС}, \text{кгс/м}^2$	170/ 180	180/ 200	205/ 215	215/ 230	230/ 250	250/ 270	$\pm 6,0$
22	Перепад димових газів на РПП $\Delta S_{РПП}, \text{кгс/м}^2$	55/ 40	70/ 60	85/ 80	95/ 100	105/ 110	106/ 111	$\pm 6,0$
23	Вміст O_2 в режимному перерізі $\text{O}_2, \%$	7,0	5,4	3,9	3,2	3,1	2,9	$\pm 0,2$
24	Надлишок повітря в режимному перерізі $\alpha_{р.п.}, [-]$	1,50	1,35	1,23	1,18	1,17	1,16	$\pm 0,02$
25	Концентрація CO у відхідних газах $\text{CO}, \text{мг/м}^3$	0	0	0	0	0	0	-
26	Концентрація NO_x у відхідних газах $\text{NO}_x, \text{мг/м}^3$	1000÷1200						
27	Тонина помелу $R_{90}, \%$	18÷23						-
28	Рівень пилу в бункері $H_{\text{пилу}}, \text{м}$	3÷5						-

Умови складання режимної карти:

- Режимна карта складена під час спалювання вугілля марки Г (ДГ) з теплотворною здатністю $Q_{н^p} = 5037 \div 5729$ ккал/кг; вологістю $W^p = 8,0 \div 9,3 \%$; зольністю $A^p = 19,9 \div 24,8 \%$, виходом летких $V^{daf} = 37,1 \div 39,3 \%$.

- Присмокти повітря: в паливню котла – 13%/12%; в газовий тракт котла - 55%/49%; в пилосистеми – 25%/27%.

- Дугтевий вентилятор працює на другій швидкості.

- Рівень пилу в бункері пилу тримати не нижче рівня 3м.

- Температура відхідних газів вказана при включених 2 групах ПВТ.

- Кульове завантаження КБМ - 90 т.107.

- Обдування поверхонь нагріву від золових відкладень – одноразове на зміну.

- В чисельнику показані значення параметрів для корпусу А, в знаменнику – для корпусу Б.

За необхідності відключення пальника [3, 31] при забиванні пилопроводу, несправності пилосистемного паливника – включити відключений пальник на спалювання мазуту або природного газу, при погіршенні якості вугілля – включити підсвітку природним газом або мазутом.

Режимна карта роботи корпусів А і Б складена для стану обладнання, який мав місце на період проведення теплових випробувань, у діапазоні навантажень котла 63-100 % від номінальної паропродуктивності і при включених двох групах ПВТ.

У разі проведення ущільнення паливні і газоходів, реконструкції окремих поверхонь нагріву чи проведення інших заходів, режимну карту необхідно скоригувати.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РЕЖИМНО-НАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ КОТЛА ТПП-312А

Режимно-налагоджувальні дослідження проведені в діапазоні навантажень блока 65,0-100 % від номінального, що відповідає паропродуктивності котла 638,0-951,0 т/год під час спалювання твердого палива. Параметри роботи котла в оптимальних режимах наведені в додатку Е.

4.1. Проведення режимних дослідів для визначення необхідності та кількості підсвітки іншим видом палива та визначення присмоктів повітря в паливню і газоходи котла

Експериментально встановлено, що під час спалювання вугілля з $Q^p_n = 5265$ ккал/кг, надлишках повітря близьких до оптимального і задовільному стані пальників в діапазоні навантажень блока 65 - 100 % від номінального [3, 101, 102], забезпечується задовільний вихід рідкої жужелі без підсвічування природним газом.

Присмоктки повітря в паливню, приведені до номінального навантаження, становлять приблизно 5,0 %, що відповідає вимогам [86].

Приведені до номінального навантаження присмоктки повітря в газовий тракт від водяного економайзера і до виходу з димосмоків становлять 41,7 %, при допустимому значенні 35 % згідно з [86]. По ділянках вказані присмоктки розподіляються таким чином:

- в водяний економайзер, газохід і РПП - 26,0 % ;
- від РПП і електрофільтри з суміжними газоходами до ДС – 15,7 %.

Сумарні присмоктки повітря в конвективну шахту, газохід і РПП збільшують кількість газів, які проходять через РПП, що призводить до підвищення температури відхідних газів, надлишку повітря у відхідних газах,

спожитої потужності димосмоками, тобто до зниження економічності роботи котла.

Перетоки повітря через нижні ущільнення РПП і присмокти в електрофільтри з суміжними газоходами знижують температуру відхідних газів, збільшують надлишок повітря в них і практично не змінюють втрат тепла з відхідними газами, а приводять до зниження економічності котла тільки за рахунок спожитої потужності димосмоками і дуттьовими вентиляторами [32, 48].

4.2. Визначення оптимальної величини тонини помелу вугілля (R_{90}) та оптимальної величини коефіцієнту надлишку повітря в режимному перетині

З урахуванням проведених випробувань під час спалювання аналогічного вугілля на Трипільській ТЕС досліди з визначення оптимальної тонини помелу (R_{90}) не виконувались і прийняті згідно з рекомендаціями [77] та режимною картою. Тонина помелу (R_{90}) під час проведення дослідів складала 24 – 25 %.

Оптимальний надлишок повітря в режимному перерізі вибирався з умов відсутності продуктів хімічного допалу (СО) в димових газах, мінімального вмісту горючих у виносі і задовільного плавлення жужелі.

Оптимальний надлишок повітря в режимному перерізі при навантаженні котла 100 % від номінального становить 1,15, при навантаженні 80 % становить 1,2, і при навантаженні 65 % - становить 1,22.

При надлишках повітря нижче від оптимальних на 0,03 – 0,04 з'являються продукти хімічного допалу (СО) і збільшується вміст горючих у виносі (втрати з мехнедопалом).

Залежність оптимального надлишку повітря від паропроодуктивності котла наведено на рис. 4.1.

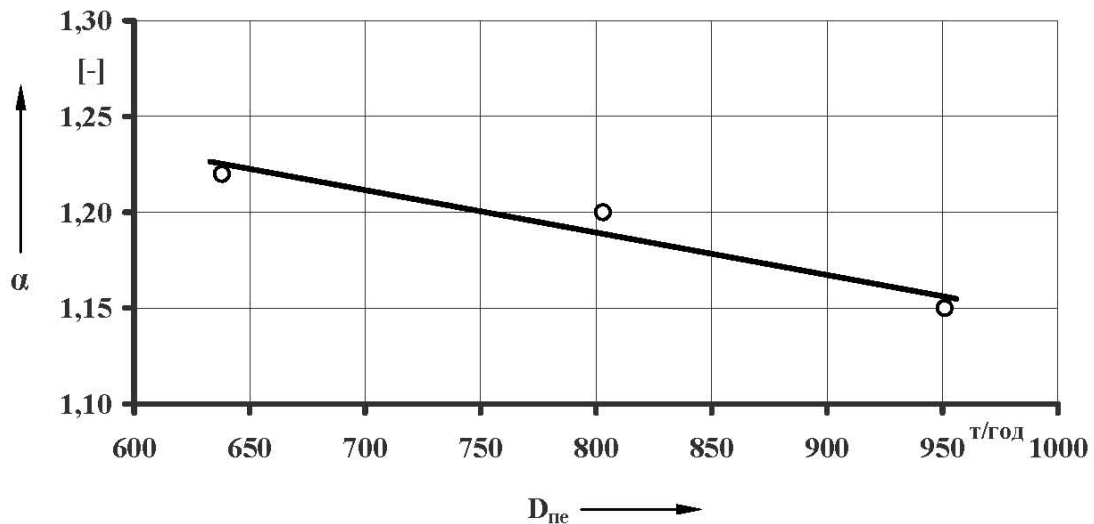


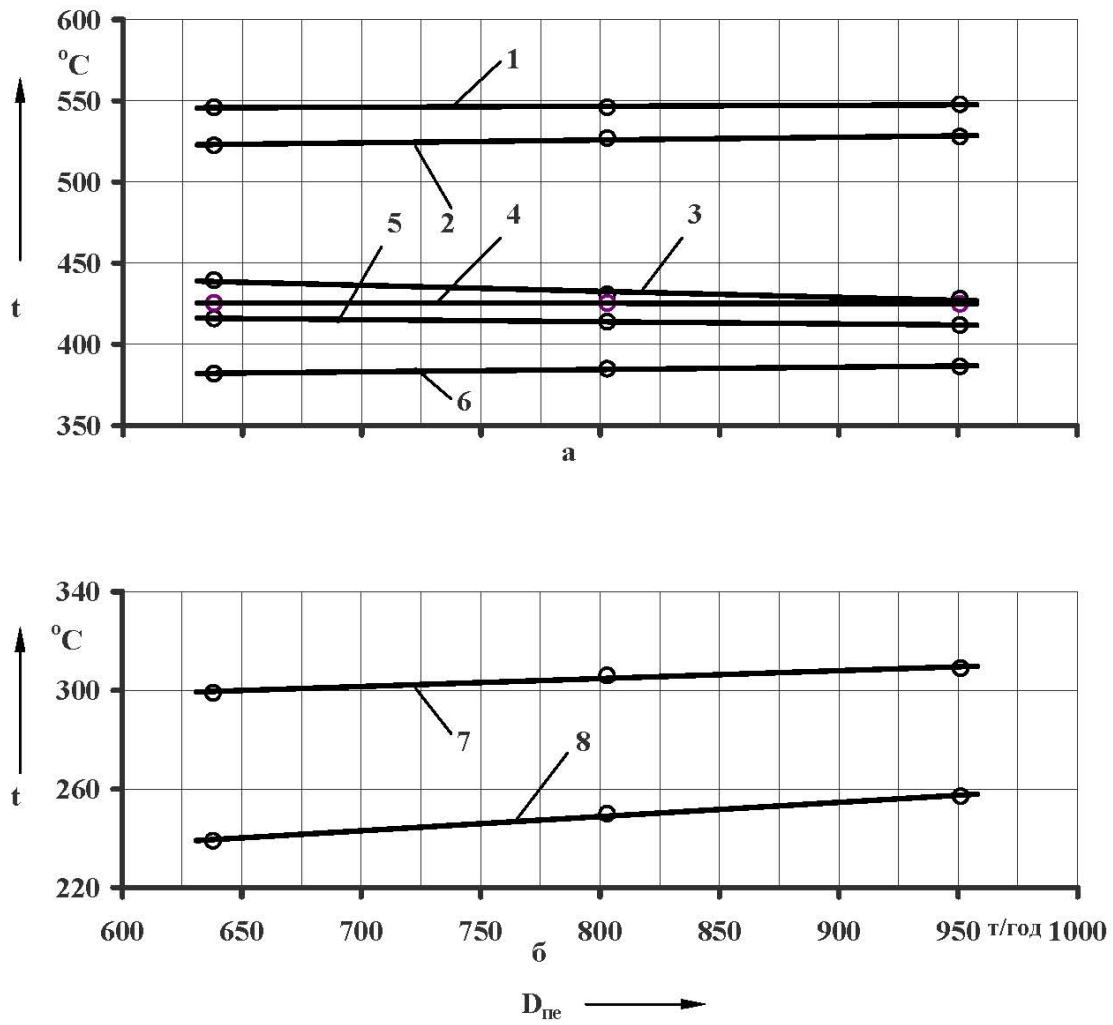
Рис. 4.1. Залежність оптимального коефіцієнта надлишку повітря від паропродуктивності котла ТПП-312А

4.3. Характеристика роботи пароводяного тракту котла

Параметри середовища по пароводяному тракту наведені в додатку Е. На їхній основі побудовані температурні і гідравлічні характеристики трактів високого і низького тисків.

Температурна характеристика пароводяного тракту високого тиску наведена на рис. 4.2, гідравлічна характеристика на рис. 4.3.

Сумарна відносна витрата живильної води на впорск до ширмового пароперегрівника (II впорск) і до КПП високого тиску (III впорск) в експлуатаційному діапазоні навантажень становить 10,7 – 13,6 % від витрати перегрітої пари.



1 - $t''_{\text{пe}}$; 2- $t''_{\text{щпш}}$; 3 - $t''_{\text{врч}}$; 4 - $t''_{\text{вз}}$; 5 - $t''_{\text{срч}}$; 6 - $t''_{\text{нрч}}$; 7- $t''_{\text{ве}}$; 8 - $t_{\text{пв}}$;

Рис. 4.2. Залежність температур по пароводяному тракту котла ТПП-312А від його паропроductивності

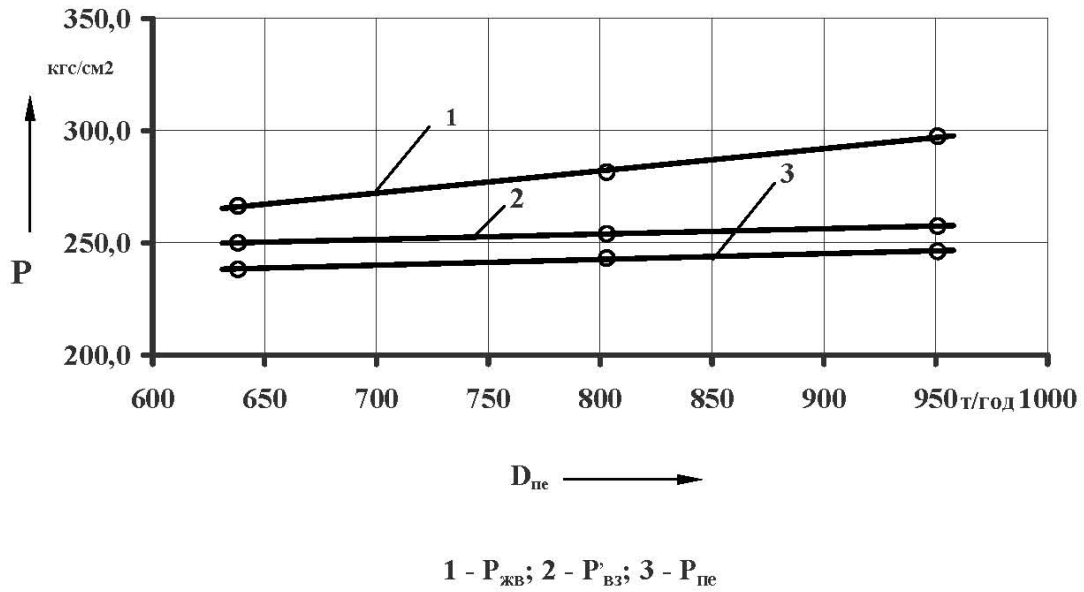
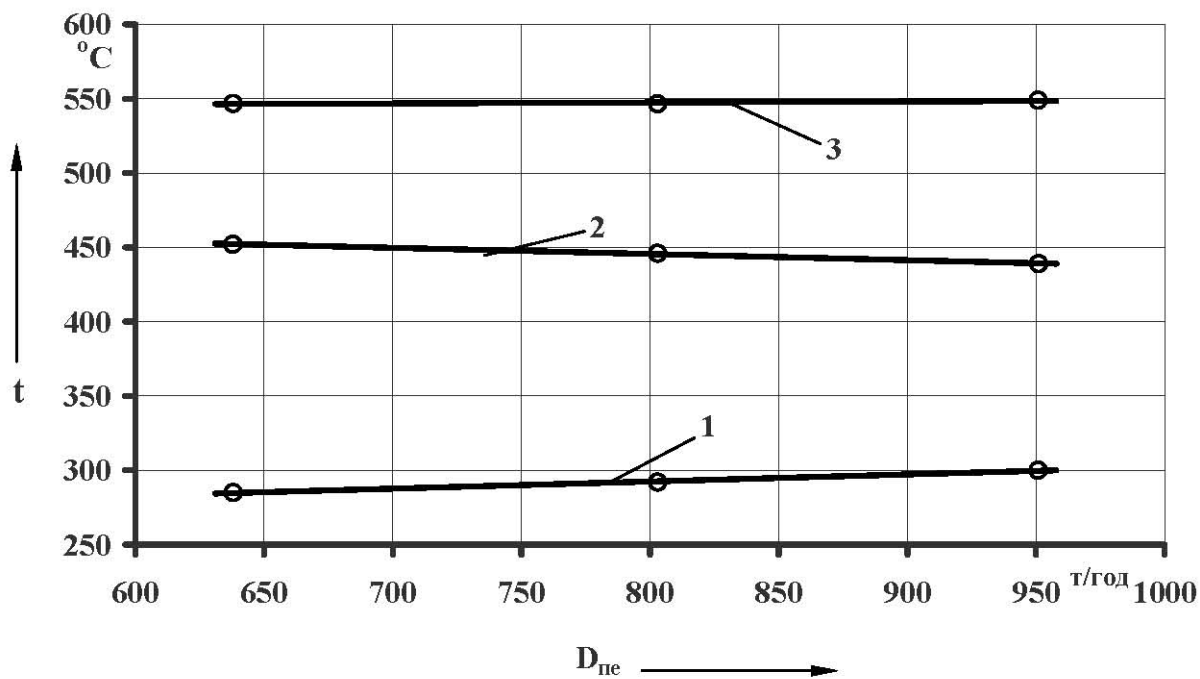


Рис. 4.3. Залежність тисків по пароводяному тракту високого тиску котла ТПП-312А від його паропродуктивності

Температурна характеристика тракту пари промперегріву приведена на рис. 4.4, гідравлічна характеристика на рис. 4.5.

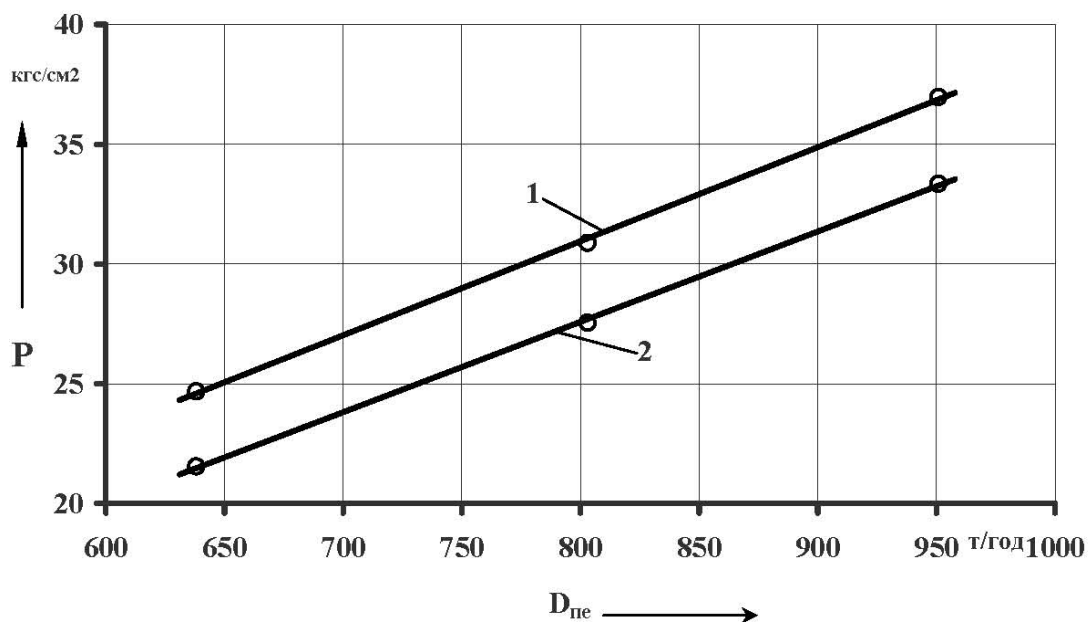
Температура вторинної пари за котлом підтримувалась на рівні ~ 545 °С.

На рис. 4.6, 4.7 наведені залежності, які пов'язують електричне навантаження і теплопродуктивність котла з витратою перегрітої пари.



1 - $t_{хпп}$; 2 - $t''_{кппнд-1}$; 3 - $t_{гпп}$

Рис. 4.4. Залежність температур по пароводяному тракту низького тиску котла ТПП-312А від його паропроductивності



1 - $P_{хпп}$; 2 - $P_{гпп}$

Рис. 4.5. Залежність тиску по пароводяному тракту низького тиску котла ТПП-312А від його паропроductивності

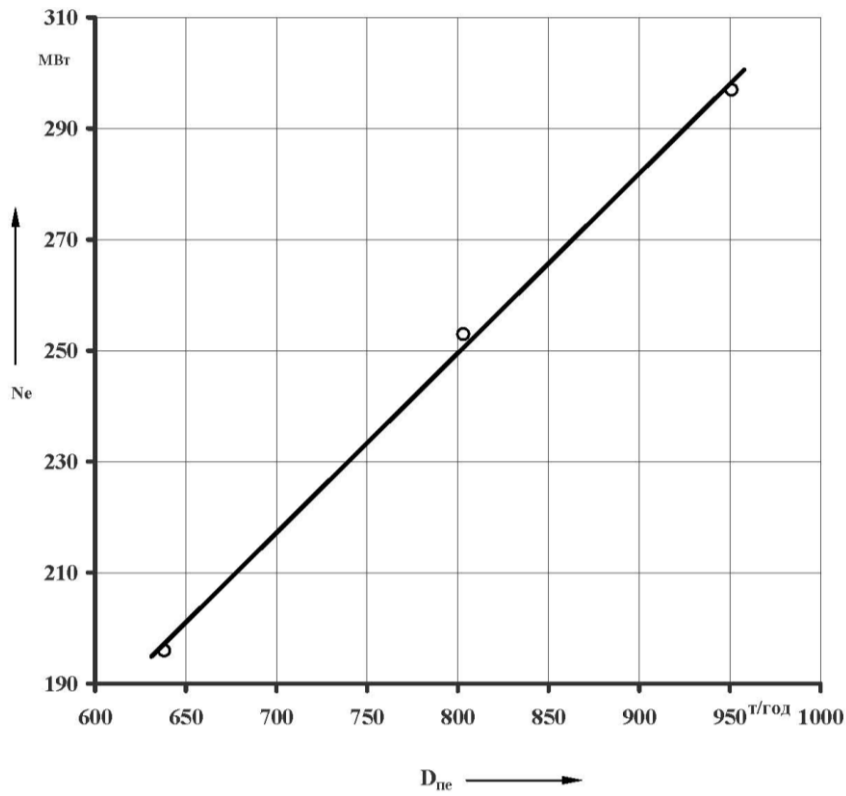


Рис. 4.6. Залежність електричного навантаження блока від його паропроductивності

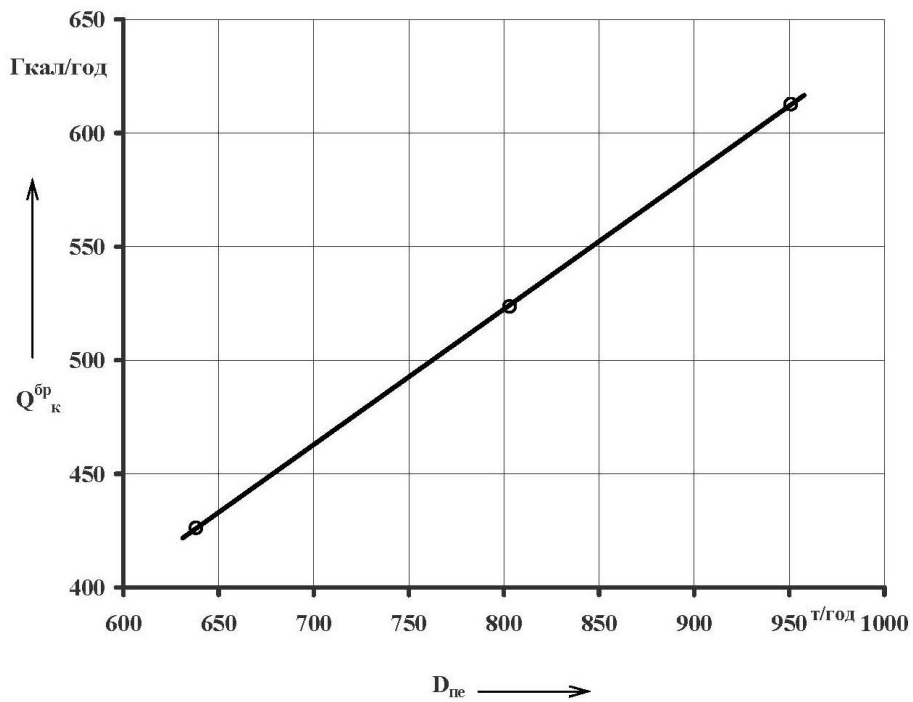


Рис. 4.7. Залежність теплопродуктивності котла ТПП-312А від його паропроductивності

4.4. Характеристика роботи газоповітряного тракту котла

Температурні характеристики повітряного тракту і тракту димових газів залежно від навантаження (паропродуктивності) котла приведені на рис. 4.8, 4.9, а аеродинамічна характеристика газового тракту на рис. 4.10.

Опір РПП при навантаженні 100 % номінального і оптимальному повітряному режимі становить по газовій стороні близько 123 кгс/м^2 , по повітряній стороні 35 кгс/м^2 .

Температура газів в поворотній камері після ширм II ст. при навантаженні котла 100 % від номінального становить близько $850\text{-}860 \text{ }^\circ\text{C}$.

Температура димових газів перед РПП знаходиться на рівні $397 \text{ }^\circ\text{C}$ при розрахунковій $423 \text{ }^\circ\text{C}$ при номінальному навантаженні.

Температура відхідних газів становила $163,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

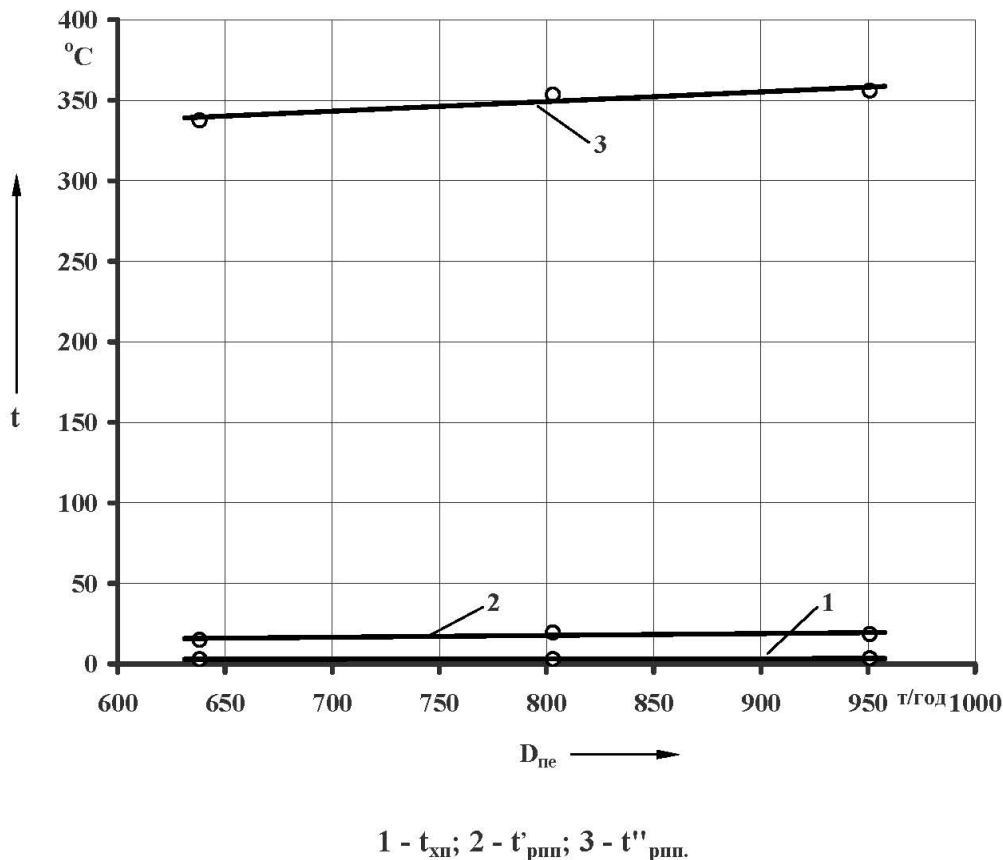
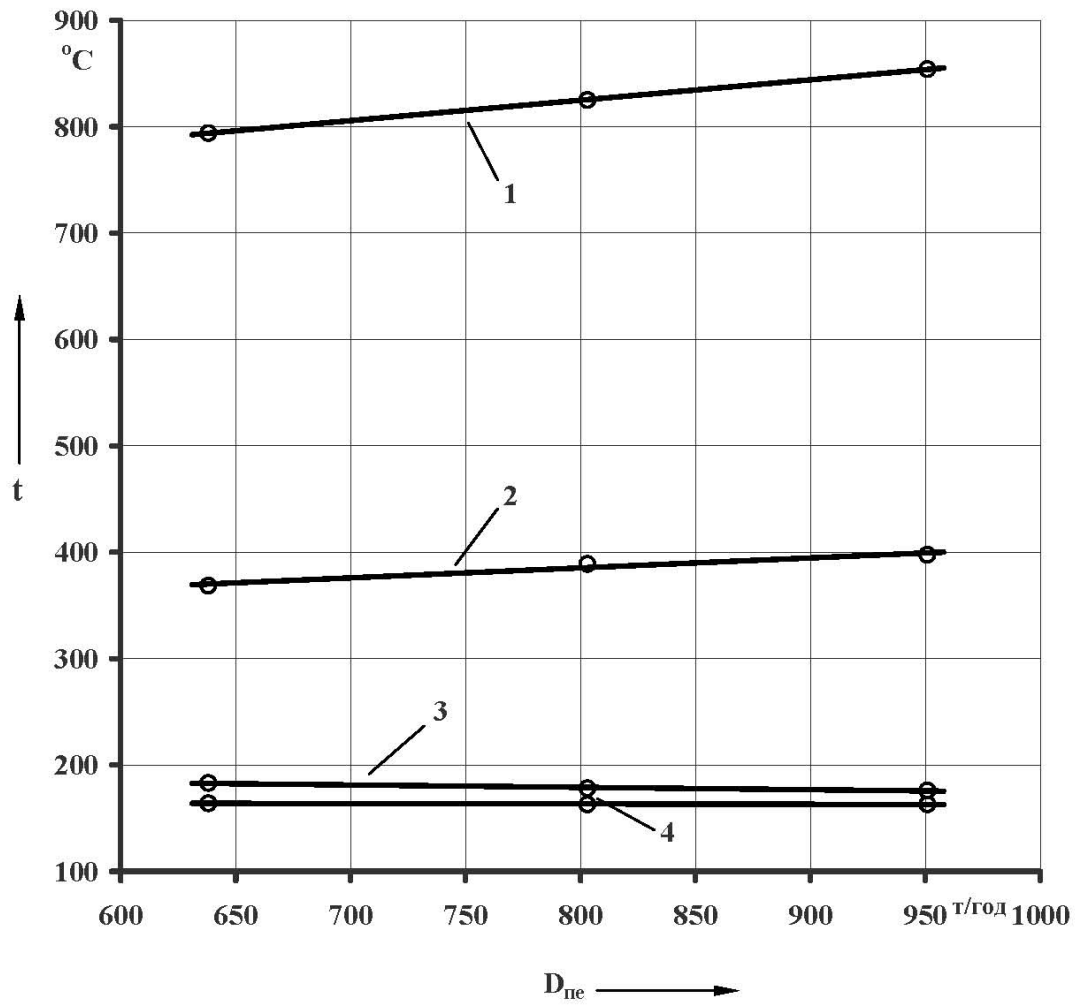
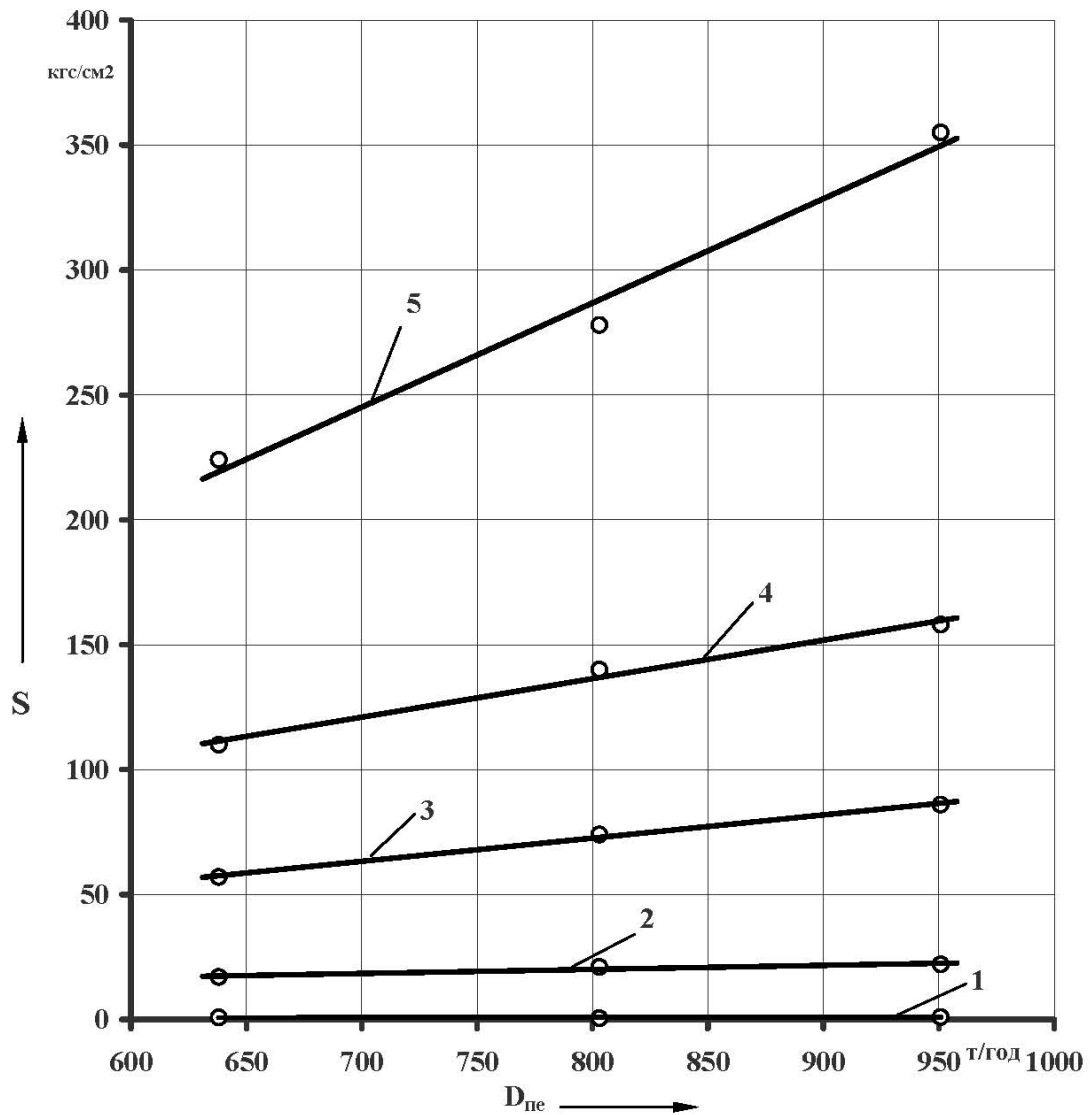


Рис. 4.8. Залежність температур по повітряному тракту котла ТПП-312А від його паропродуктивності



1 - $T_{пк}$; 2 - $T''_{ве}$; 3 - $T''_{рпп}$; 4 - $T''_{дс}$.

Рис. 4.9. Залежність температур по газовому тракту котла ТПП-312А від його паропроductивності



1 - S''_T ; 2 - $S''_{кшвд}$; 3 - $S''_{кшнд}$; 4 - $S''_{ве}$; 5 - $S'_{дс}$;

Рис. 4.10. Залежність розрідження по газовому тракту котла ТПП-312А від його паропродуктивності

В дослідях середня температура холодного повітря на всмокті дуттьових вентиляторів становила 3,5 °С. Середня температура повітря перед РПП становить 19 °С при включеній рециркуляції гарячого повітря.

Температура гарячого повітря при навантаженні котла близько 100 % від номінального становить 356 °С при розрахункових 380 °С на номінальному навантаженні.

При навантаженні котла близько 100 % від номінального і середній температурі газів перед РПП 397 °С, температурі повітря перед РПП 19 °С, фактичній величині присмоктів повітря і їх розподілом по ділянках (відрізках) газоходів, температура газів за РПП становила 175 °С, а температура відхідних газів (за ДС) становила 163,0 °С.

4.5. Економічні показники роботи котла ТПП-312А

На рис. 4.11 наведено залежності економічних показників роботи котла (q_2 , q_3 , q_4 , q_5 , q_6 і $\eta_k^{бр}$) від паропроductивності в експлуатаційному діапазоні навантажень.

Втрати тепла з хімнодопалом (q_3) при оптимальних надлишках повітря у всьому діапазоні навантажень відсутні.

Під час спалювання твердого палива ККД бруто котла при навантаженні ~100 % становить 88,70 %, втрати тепла з відхідними газами (q_2) становлять 10,60 %. При цьому температура відхідних газів (за ДС) становить 163 °С, коефіцієнт надлишку повітря у відхідних газах 1,57.

Втрати тепла з механічною неповнотою згоряння (q_4) при навантаженні котла ~100 % від номінального ($Q_k^{бр} = 612,8$ Гкал/год) становили відповідно 0,2 % при середніх значеннях горючих у виносі 0,95 %.

Втрати тепла в навколишнє середовище (q_5) при навантаженні котла 100 % від номінального становлять 0,2 %.

Втрати тепла з фізичним теплом жужелі (q_6) становлять 0,29 %.

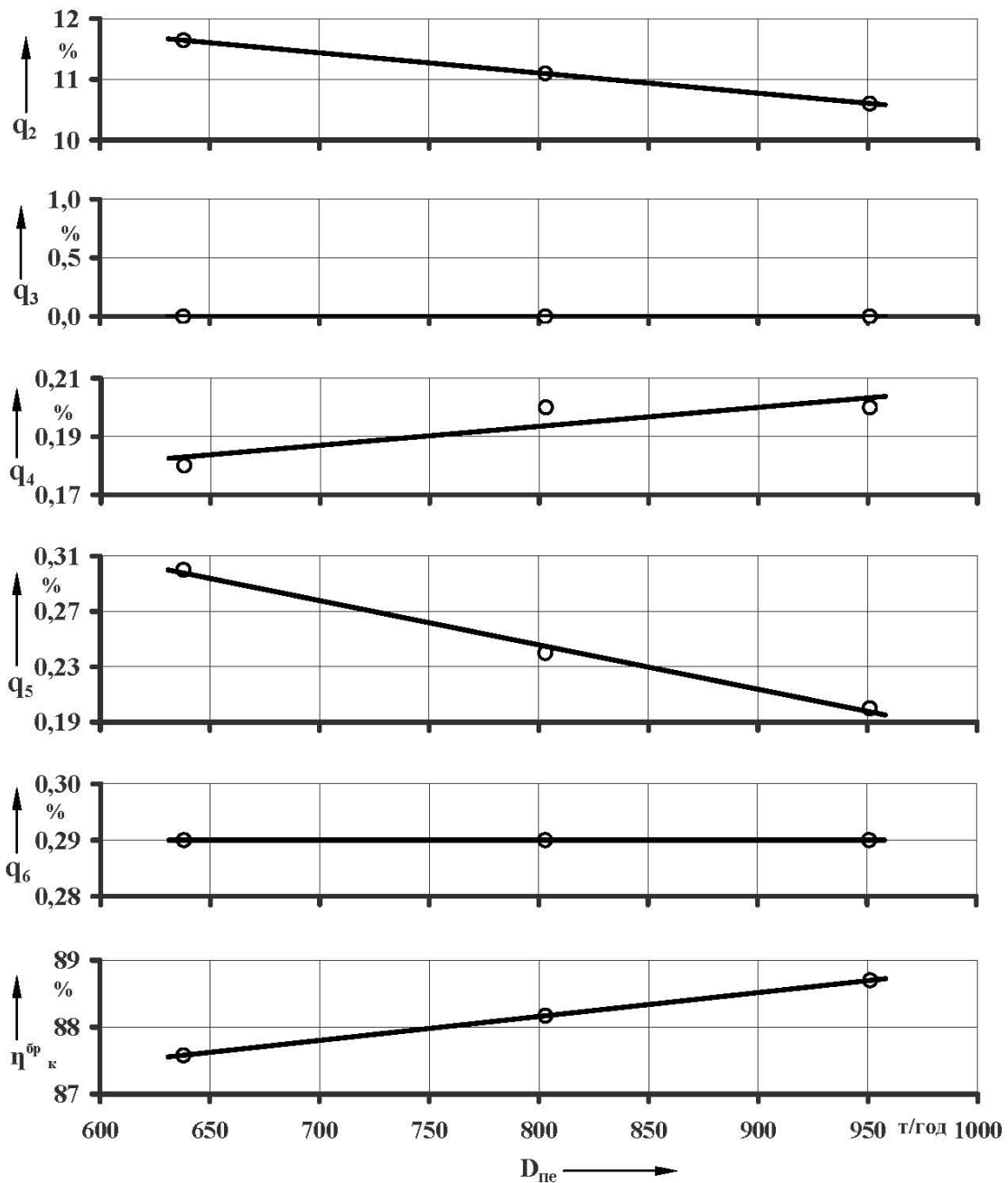


Рис. 4.11. Залежність економічних показників роботи котла від його паропродуктивності

Зі зменшенням навантаження до $\sim 80,0$ % від номінального ($Q_{к}^{бр} = 523,7$ Гкал/год) втрата тепла з відхідними газами становила в середньому 11,1 % при збільшенні надлишку повітря у відхідних газах до 1,65.

ККД котла бруто під час спалювання твердого палива при навантаженні котла 65 % від номінального становить 87,58 %.

4.6. Режимна карта роботи котла ТПП-312А і пилосистем

За результатами проведених випробувань складена режимна карта роботи котла ТПП-312А ст. №3 Вуглегірської ТЕС під час спалювання твердого палива (табл. 4.1) згідно [17].

Таблиця 4.1

Режимна карта роботи котла ТПП-312А ст. №3 і його пилосистем

№ п/п	Найменування параметра	Одиниця виміру	Електричне навантаження			Примітки
			200	250	300	
1	Паропродуктивність котла	т/год	638,0	803,0	951	
2	Витрата живильної води за РЖК	т/год	568	710	820	
3	Температура живильної води	°С	243	256	265	
4	Температура перегрітої пари,	°С	545			
5	Тиск перегрітої пари	кгс/см ²	250			
6	Температура пари ХПП перед котлом,	°С	285	292	300	
7	Тиск пари ХПП перед котлом	кгс/см ²	25	31	37	
8	Температура пари ГПП за котлом	кгс/см ²	545			
9	Температура середовища до ВЗ	°С	415	420	425	не більше 430
10	Температура пари за ШПП (до III впор.)	°С	520	525	525	не більше 525
11	Температура метала поза зоною обігріву:					
11а	- перепускні труби НРЧ, I хід	°С	340-345	345-350	350-360	не більше 370
11б	- труби панелей НРЧ, IV хід	°С	380-385	385-390	390-400	не більше 410
11в	- труби ширм, II ст.	°С	505-515	515-525	525-550	не більше 575
11г	- змійовики КПП ВТ	°С	540-545	545-550	550-560	не більше 570
11д	- змійовики КПП НТ II ст.	°С	540-550	550-560	560-570	не більше 580
12	Вміст О ₂ в димових газах	%	3,8	3,5	2,8	не нижче 2,5
13	Розрідження у верхній частині паливні	кгс/м ²	2 -5			
14	Розрідження за КПП ВД	кгс/м ²	14-18	18-20	20-24	не більше 35
15	Опір РПП	кгс/м ²	75-80	85-90	120-130	
16	Температура газів в поворотній камері	°С	790-810	820-840	850-880	не більше 920
17	Температура відхідних газів	°С	162	164	166	
18	Температура повітря до РПП	°С	30			

19	Температура вторинного повітря	°C	335	345	355	
20	Тиск вторинного повітря перед пальниками		100	130	160	
21	Положення шиберів вторинного повітря перед пальниками: - центральних - периферійних	%	100 10 – 15	100 10 – 15	100 10 – 15	
22	Кількість працюючих пиложивильників	шт.	12 – 14	14 – 16	14 – 16	
23	Кількість працюючих пиросистем	шт.	2	2	2	
24	Розрідження перед млином	кгс/м ²	70-90	70-90	70-90	
25	Опір млина	кгс/м ²	200-240	200-240	200-240	
26	Температура аеросуміші за млином	°C	70-80			не більше 90
27	Вміст O ₂ за МВ	%	14,5-15,5			не більше 16
28	Тиск в напірному коробі МВ	кгс/м ²	260-290			не більше 300
29	Вологість пилу в бункері	%	1,0-1,5			R ₉₀ =24-25
30	Рівень пилу в бункері	м	3,5 -4,5			

Режимну карту складено під час спалювання твердого палива з характеристиками: $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 5265$ ккал/кг; $V^{\text{r}} = 40,0$ %, $W^{\text{р}} = 12,0- 14,0$ %; $A^{\text{р}} = 18,0- 20,0$ %. У всьому діапазоні навантажень котла клапан РКТ закрито.

Режимна карта [101, 102, 105] складена для стану обладнання, який мав місце на період проведення режимних випробувань, в діапазоні навантажень котла 65 - 100 % від номінального (навантаження блока 196 - 287 МВт) і включених в роботу ПВТ.

У разі проведення заходів з ущільнення топки і газоходів, реконструкції окремих поверхонь нагріву, значної зміни якості вугілля і тому подібних заходів, режимну карту необхідно корегувати.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ І РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

В дисертаційній роботі наведено результати вирішення науково-технічної задачі, яка полягає у підвищенні надійності і економічності роботи котлів ТПП-210А, ТПП-312А енергоблоків 300 МВт під час спалювання непроєктних видів палив. За результатами проведених аналітичних та експериментальних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Встановлено, що у діапазоні навантажень котла ТПП-210А під час роботи у двокорпусному режимі від 66 % до 100 % від номінального під час спалювання твердого палива (блока від 196 МВт до 295 МВт) забезпечується стабільна робота котла з номінальними параметрами перегрітої пари і задовільним виходом рідкої жужелі. Температура гострої пари та пари промперегріву витримується на номінальному рівні. При навантаженні корпусів котла 100 % від номінального під час спалювання твердого палива приведений ККД брутто становить відповідно 86,89%/88,18%/87,91% (корпус А при двокорпусному режимі роботи / корпус Б при двокорпусному режимі роботи / корпус А при однокорпусному режимі роботи).

2. Встановлено, що у діапазоні навантажень котла ТПП-312А 65-100 % від номінального (навантаження блока 196-297 МВт) під час спалювання твердого палива без підсвічування природним газом забезпечується стабільна довготривала робота котла з номінальними параметрами і задовільним виходом рідкої жужелі.

3. Приведені до нормативних значень вологості і зольності твердого палива, температури зовнішнього повітря 24 °С, температури повітря перед рециркуляцією гарячого повітря 26,3 °С, температури повітря до РПП 30 °С (нагрів повітря в ДВ, рециркуляція гарячого повітря відключена), нормативних значень присмоктів повітря в паливню і пилосистеми економічні і екологічні показники котла ТПП-210А становлять (відповідно корпус А при двокорпусному режимі / корпус Б при двокорпусному режимі роботи / корпус Б при однокорпусному режимі роботи): оптимальний надлишок повітря в

режимному перерізі 1,16; приведена температура відхідних газів 178,2°C/172,2°C/171,9°C; приведена втрата тепла з відхідними газами 10,50%/8,79%/9,13%; вміст оксидів азоту у відхідних газах при $\alpha=1,4$ становить 1121 мг/м³/1074 мг/м³/1148 мг/м³; вміст двоокису сірки у відхідних газах при $\alpha=1,4$ становить 3230 мг/м³/2997 мг/м³/3196 мг/м³.

4. Встановлено, що при оптимальному надлишку повітря вміст оксиду вуглецю у відхідних газах не перевищував 150 ppm, що приводить відповідно до втрати тепла с хімічним недопалом не більше ніж 0,081 %. Втрати тепла від механічної неповноти згорання становлять 1,92%/1,97%/2,22 %. Втрати тепла в навколишнє середовище становлять 0,35%/0,35%/0,41%. Втрати тепла з фізичним теплом жужелі 0,34%/0,34%/0,34%. Приведені до номінального навантаження присмокти повітря котла ТПП-210А становили (корпус А/корпус Б відповідно): в паливні 10%/12% при нормативних значеннях 5 %; у газовий тракт на ділянці від РП – до перерізу ОПН – 15%/15%; на ділянці від ОПН до БП – 10/10%, при нормативних значеннях 25 % та 10 %; в РПП – 24%/25% (відповідно корпуси А/Б) при нормативі – 20 %.

5. Показано, що присмокти в пилосистемі котла ТПП-210А наступні: в „А” – 25 % і в „В” – 27 %, при нормативних значеннях 22 %; присмокти в пилосистему „Б” не визначались, оскільки вона відглушена і законсервована. Підвищені присмокти холодного повітря в тракт пилоприготування зменшують кількість повітря, яке проходить через РПП, що приводить до підвищення температури відхідних газів і збільшення втрат тепла з відхідними газами. На основі результатів проведених теплових випробувань котла ТПП-210А складено проект нормативної характеристики корпусів під час роботи котла у двокорпусному та однокорпусному режимах.

6. Встановлено, що присмокти повітря в топку котла ТПП-312А, приведені до номінального навантаження, становлять 5 %, що відповідає вимогам. Присмокти повітря в газовий тракт котла на ділянці „водяний економайзер-димосмок”, приведені до номінального навантаження, становлять 47 % при нормі 35 %. Під час спалювання тільки твердого палива по якості (Q_n^p , A^p , W^p ,

V^r), яка була під час проведення режимно-налагоджувальних дослідів, оптимальною тониною помелу вугілля по залишку на ситі 90 мкм можна вважати 24-25 %. Показано, що оптимальний надлишок повітря в режимному перерізі при навантаженнях котла ТПП-312А 65%, 80% і 100% від номінального становить відповідно 1,22, 1,2 і 1,15.

7. Встановлено, що при навантаженні котла ТПП-312А ~100 % від номінального ККД котла бруто під час спалювання твердого палива становить 88,7 % при розрахунковому 89,72 % на номінальному навантаженні і спалюванні тільки твердого палива. Економічні показники при цьому становлять: температура відхідних газів 163,0 °С, втрата тепла з відхідними газами 10,6 %, при оптимальному надлишку повітря втрати тепла з хімічнодопалом відсутні, втрати тепла від механічної неповноти згорання становлять 0,2 %, втрати тепла в навколишнє середовище становлять 0,2 %, втрати тепла з фізичним теплом жужелі 0,29 %. Витрата твердого палива порахована по зворотному балансу при цьому становить 131,2 т/год.

8. Встановлено, що при навантаженні котла ТПП-312А 65 % від номінального ККД котла бруто, під час спалювання твердого палива становить 87,58 %. Економічні показники при цьому становлять: температура відхідних газів 164 °С, втрата тепла з відхідними газами 11,64 %, при оптимальному надлишку повітря втрати тепла з хімічнодопалом відсутні, втрати тепла від механічної неповноти згорання 0,18 %, втрати тепла в навколишнє середовище 0,3 %, втрати тепла з фізичним теплом жужелі 0,29 %. Витрата твердого палива котла ТПП-312А порахована по зворотному балансу на навантаженні 65 % від номінального становить 92,4 т/год.

9. За результатами проведених випробувань складені режимні карти роботи котлів під час спалювання твердого палива. Розроблено рекомендації, щодо підвищення надійності і економічності роботи котлів ТПП-210А, ТПП-312А під час спалювання непроектного палива на Трипільській ТЕС ПАТ «Центренерго» та Вуглегірській ТЕС ПАТ «Центренерго».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авгушевич И. В. Аналитическая химия и технический анализ угля / И.В. Авгушевич, Т.М. Броновец, И.В. Еремин [и др.] – М.: Недра, 1987. – 336 с.
2. Аналіз варіантів та розрахункове обґрунтування технічних рішень для подальшої розробки та реалізації проекту «Технічне переоснащення котлоагрегату ст.№4 Трипільської ТЕС в частині використання непроєктного палива (вугілля марок Г, ДГ) на вул. Промисловій, 1, м. Українка Обухівського району Київської області»: Звіт про НДР за договором № 15/17 від 31.05.2017 (заключний) / Наук. керівник Чернявський М.В. – Київ, ІВЕ НАН України, 2017.
3. Бабий В.И. Горелка с предварительной термopодготовкой угольной пыли для снижения образования оксидов азота / В.И. Бабий, Э.Х. Вербовецкий, Ю.П. Артемьев // Теплоэнергетика. – 2000. - № 10. – С. 33-38.
4. Бесценный И.В. Исследование влияния газового угля на выгорание смеси с антрацитом в факеле / И.В. Бесценный, Д.Л. Бондзик, Т.С. Щудло, Н.И. Дунаевская // Сб. докл. 5-й науч.-практ. конф. «Минеральная часть топлива, шлакование, очистка котлов, улавливание и использование золы». – т.1.- 2011. – с. 170-175.
5. Блох А. Г. Теплообмен в топках паровых котлов / А.Г. Блох. – Л.:Энергоатомиздат, 1984. – 240 с.
6. Борисов М.А. Реабілітація ТЕС. Забезпечення сталої роботи об'єднаної енергосистеми України / М.А. Борисов // Енергетика и электрификация. – 2004. – № 3. – С. 2-3.
7. Waigaoqiao Power Station, Shanghai [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: www.power-technology.com/projects/waigaoqiao-power-station-shanghai.
8. Вдовченко В.С. Энергетическое топливо СССР (ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут и горючий природный газ): Справочник / В.С.

Вдовченко, М.И. Мартынова, Н.В. Новицкий, Г.Д. Юшина. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 184 с.

9. Вербовецкий Э.Х. Методические указания по проектированию топочных устройств энергетических котлов / Э.Х. Вербовецкий, Н.Г. Жмерика. – Санкт-Петербург, 1996. – 270 с.

10. Volkov, E.P., Prokhorov, V.B., Arkhipov, A.M. et al. (2018). Studying the Aerodynamics of the TPP-210A Boiler Furnace When It Is Shifted to Operate with Dry-Ash Removal and Vortex Fuel Combustion. Therm. Eng. 65, 691-697.

11. Волковинский В.А. Сжигание низкосортных углей с предварительной термохимической подготовкой / В.А. Волковинский, И.А. Толмачев // Теплоэнергетика. – 1994. – №9. – С. 42-48.

12. Вольчин І.А. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України / Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І., Гапонич Л.С. та ін. // – К.: ГНОЗІС, 2013. – 308 с.

13. Вукалович М.П. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : справочник / М.П. Вукалович, С.Л. Ривкин, А.А. Александров. – Москва: Изд-во стандартов, 1969. – 408 с.

14. Гапонич Л.С. Коротка характеристика сучасного стану роботи ТЕС України / Л.С. Гапонич, Л.С. Дунаєвська, С.В. Яцкевич // Зб. тез доповідей «Вугільна теплоенергетика: проблеми реабілітації та розвитку». – 2014. – С. 79-82.

15. ГКД 34.20.507-2003 «Технічна експлуатація електричних станцій і мереж: Правила» (ПТЕ).

16. ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення».

17. ГКД 34.26.503-96 Котли парові стаціонарні. Правила розробки режимних карт.

18. ГКД 34.09.103-96 Розрахунок звітних техніко-економічних показників електростанцій про Теплову економічність устаткування. Методичні вказівки.

19. Григорьева В.А. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник / В.А. Григорьев, В.М. Зорин. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 624 с.
20. Gurgel VCA, Saastamoinen J, Carvalho Jr. JA, Aho M. Overlapping of the devolatilization and char combustion stages in the burning of coal particles. *Combust Flame* 1999;116:567.
21. Доброхотов В.И. Эксплуатация энергетических блоков / В.И. Доброхотов, Г.В. Жгулев. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 256 с.
22. Енергетика України: стан і тенденції розвитку (Доповідь центру Разумкова) // Національна безпека та оборона. – 2-12. – №6 (135). – С. 2-41.
23. Енергетична стратегія України на період до 2030 року // Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.06.№145-р.
24. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентноспроможність» // <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article>.
25. Essenhigh RH, Misra MK, Shaw DW. Ignition of coal particles: a review. *Combust Flame* 1989;77:3–30.
26. Zhukov G.I. Technical solutions on retrofitting TPP-210A boilers for firing low-grade coals with low reaction capacity / Zhukov G.I., Ivanenko V.V., Zhukov K.G., Fedotov P.N. // *Thermal Engineering*. – 2013. – Т. 60. № 6. – С. 413-419.
27. Инструкция по обеспечению взрывобезопасности топливоподач и установок для приготовления и сжигания пылевидного топлива (СО 153-34.03.352-2003) № 251, 2003 г. – 19 с.
28. Капустянський А. О. Підвищення ефективності і надійності режимів роботи котла ТПП-210А Трипільської ТЕС з новою модернізованою НРЧ / А.О. Капустянський, Й.С. Мисак, І.Ю. Токарев, Є.О. Черепанцев // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – № 712 : Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація. – С. 3-11.

29. Кисельгоф М.Л. Расчет и проектирование пылеприготовительных установок котельных агрегатов (Нормативные материалы) / М.Л. Кисельгоф, Н.В. Соколов. – Л.: ЦКТИ, 1971. – 312 с.

30. Корчевой Ю.П. Пути модернизации и реконструкции пылеугольных котлоагрегатов тепловых электростанций / Ю.П. Корчевой, А.Ю. Майстренко, И.А. Вольчин // Новини енергетики. – 2000. – №4. – С. 38-40.

31. Кукота Ю.П. Промислові випробування пальника з термохімічною підготовкою на котлі ТПП 210А Трипільської ТЕС / Ю.П. Кукота, М.М. Нехамін, Н.І. Дунаєвська, Д.Л. Бондзик [та ін.] // Енергетика та електрифікація. – 2012. – № 2. – С. 16-24.

32. Левин М.И. Эксплуатация тягодутьевых машин ТЭС / М.И. Левин – М.: Энергия, 1977. – 390 с.

33. Липов, Ю.М. Котельные установки и парогенераторы/ Ю.М. Липов, Ю.М. Третьяков // Москва – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2003. – 592 с.

34. Lys S. Analysis of Methods for Extending the Life Cycle of a TP-100A Boiler / Stepan Lys, Oksana Yurasova, Nadiya Lashkovska // Scientific journal “Energy Engineering and Control Systems”. – Lviv, 2018. – Volume 4, Number 1. – P. 1-8.

35. Лис С.С. Аналіз методів збільшення терміну експлуатації котлоагрегата ТП-100А енергоблоку № 10 Бурштинської ТЕС / С.С. Лис, О.Г. Юрасова // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2018. – Вип. 28(1) – С. 99-103.

36. Lys S.S. Methods of extending the life cycle of a TP-100A boiler / S.S. Lys , O.H. Yurasova, N.M. Lashkovska // International scientific and practical conference «Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience» Wloclawek, Republic of Poland, September 27-28, 2019. – Wloclawek: Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2019. – P. 28-31.

37. Lys S. Methods of Extending the Life Cycle of a TP-100A Boiler / Stepan Lys, Oksana Yurasova, Nadiya Lashkovska // Proceedings of the 8th International

Youth Science Forum "Litteris et Artibus", November 21–23, 2018. – Lviv: Lviv Polytechnic National University, 2018. – P. 68-73.

38. Майстренко О.Ю. Сучасні розробки Інституту вугільних енерготехнологій НАН України для теплової енергетики / Майстренко О.Ю., Корчевой Ю.П., Топал О.І., Чернявський М.В., Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І., Дудник О.М. – К.: ГНОЗІС, 2014. – 224 с.

39. Майстренко А.Ю. Оценка условий стабильного горения высокозольного АШ в факельных котлоагрегатах с жидким шлакоудалением / А.Ю. Майстренко, Н.В. Чернявский, С.В. Яцкевич [и др.] // Энергетика и электрификация. – 1995. – №1. – С. 14-17.

40. Майстренко А.Ю. Сравнительный анализ технико-экономических показателей работы ТЭС, использующих чистые угольные технологии / А.Ю. Майстренко, А.Н. Дудник, А.И. Топал // Энергетика и электрификация. – 1997. – № 6. – С.1-3.

41. Майстренко А.Ю. Вопросы повышения эффективности использования твердого топлива на ТЭС / А.Ю. Майстренко, Н.В. Чернявский // Энергетика и электрификация. – 2004. – С.17-27.

42. Майстренко А.Ю. Розробка та відпрацювання методів підвищення ефективності роботи твердопаливних котлоагрегатів та енергоблоків 300МВт / О.Ю. Майстренко, Н.І. Дунаєвська, О.І. Топал, І.Л. Голенко // В зб. Наукових статей «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин», Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАН України. –Київ. – 2012. – С. 238-242.

43. Майстренко А.Ю. Технологии сжигания угля в факеле / А.Ю. Майстренко, И.А. Майстренко, Н.І. Дунаєвська // В кн. «Тепловая энергетика – новые вызовы времени» - Львов: НВФ «Українські технології», 2010. – С.318-330.

44. Майстренко А.Ю. Состояние и перспективы развития твердотопливной базы ТЭС Украины / А. Ю. Майстренко, Н. В. Чернявский // Современная

наука: Сб. научн. статей. – НПК «Триакон», 2011. – №3(8). – С. 46-52.
ISSN:2076-6866.

45. Майстренко А.Ю. Влияние качества угля на эффективность его пылевидного сжигания на ТЭС Украины / А.Ю. Майстренко, Н.В. Чернявский // Исследования и опыт сжигания топлив: Сб. докл. V научно-практ. конф. «Минеральная часть топлива, шлакование, очистка котлов, улавливание и использование золы», (Челябинск, 7-9 июня 2011 г.). – Т.1. – Челябинск: ОАО «ИЦЭУ», 2011. – С. 190-198.

46. Мейкляр М.В. Современные котельные агрегаты ТКЗ. – М.: Энергия, 1978. – 223 с.

47. Мисак С.Й. Підвищення ефективності роботи систем пилоприготування котлів енергоблоків ТЕС при спалюванні непроекtnих видів палива : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук : 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика / Степан Йосифович Мисак ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2017. – 223 с.

48. Мисак Й.С. Дослідження економічних показників роботи котла ТПП-210А енергоблоку 300 МВт при різних системах пилоподачі / Й.С. Мисак, О.Г. Юрасова // Вісник інженерної академії України. – Київ, 2014. – № 1. – С. 324-329.

49. Мисак Й.С. Вплив різних факторів на витрату тепла в навколишнє середовище потужними водогрійними котлами / Й.С. Мисак, Я.Ф. Івасик, І.І. Марчак, Н.М. Лашковська, О.Г. Цепак // «Коммунальное хозяйство городов». – 2003. – Выпуск 49. – С.14-21.

50. Мисак Й.С. Дослідження сумісного спалювання вугілля та природного газу на котлі ТПП-210А / Й.С. Мисак, О.Г. Юрасова // 11-а Міжнародна науково-практична конференція. Угольная теплоенергетика : проблеми реабилитации и развития, Київ 16-20 вересня 2015р. – Київ, 2015. – С. 39-42.

51. Мисак Й.С. Теплові дослідження котла ТПП-210А при згоранні твердого палива / Й.С. Мисак, О.Г. Юрасова // VIII Міжнародна науково-

практична конференція «Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні», Львів 2015р. – Львів, 2015. – С. 282-285.

52. МУ 34-70-041-83 Методические указания по определению содержания окислов азота в дымовых газах котлов (экспресс-методы). -М.: СПО „Союзтехэнерго”, 1983.

53. Нова редакція енергетичної стратегії України до 2030 року // Розпорядження Кабінету Міністрів України № 1071р. – 2013. – 156 с.

54. Норми енергетичних характеристик енергоблоків 300 МВт Трипільської ТЕС, затвержені Департаментом з питань електроенергетики Мінпаливенерго.

55. НПАОП 0.00-1.60-66 «Правила будови та безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів».

56. Омеляновський П.Й. Теплова енергетика – нові виклики часу [Текст] / П.Й. Омеляновський, Й.С. Мисак // Львів: НВФ «Українські технології», 2009. – 660 с.

57. Омеляновський П.Й. Експлуатація та налагодження енергетичного устаткування ТЕС ВАТ «Західенерго». За ред. Омеляновського П.Й., Мисака Й.С. АВФ, Українські технології 2005. – 410 с.

58. ОСТ 108.030.26-78 «Горелки вихревые пылеугольные, пылегазовые и компоновка их с топками. Методы расчета и проектирования».

59. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття. / Під загальною ред. А. К. Шидловського, М. П. Ковалка. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2001. – 400 с.

60. Патент на винахід № 80263 «Спосіб роботи пряموструминного котла при часткових навантаженнях». Автори: Мисак Й.С., Івасик Я.Ф., Близнюк В.Ф., Цепак О.Г., Демчук І.А., Галяничук І.Р. МПК: F22В 35/00.2007.

61. Патент на винахід № 75985 «Спосіб регулювання витрати пари а пускових режимах прямоструминного котла». Автори : Мисак Й.С., Кравець

Т. Ю., Гут П. О., Івасик Я. Ф., Цепак О.Г., Пісько М. С.. Оpubліковано: 15.05.2006, МПК: F22В 35/00.

62. Патент на винахід № 76277 «Спосіб пуску енергоблока». Автори: Мисак Й.С., Клуб М. В., Якимів Є. М., Близнюк В. Ф., Цепак О. Г., Галянчук І. Р.. Оpubліковано: 17.07.2006, МПК: F01D 19/00.

63. Патент на винахід № 110554 «Котельна установка». Автори: Мисак Й.С., Івасик Я.Ф., Мисак С.Й., Заяць М.Ф., Коваленко Т.П., Кузнецова М.Я., Юрасова О.Г.. Оpubліковано: 12.01.2016, МПК: F22В 33/18, F23С 9/00, F23L 15/00.

64. Патент на винахід № 108320 «Котельна установка». Автори: Мисак Й.С., Кузнецова М.Я., Коваленко Т.П., Заяць М.Ф., Мисак С.Й., Юрасова О.Г.. Оpubліковано: 10.04.2015, МПК: F23L 15/00.

65. Пеккер Я.Л. Теплотехнические расчеты по приведенным характеристикам топлива. Монография.– 2-е изд., перераб. и доп. / Я.Л. Пеккер. – Москва, Энергия, 1977. – 256 с.

66. Петров В.С. Проблемы и перспективы развития тепловой энергетики Украины / В.С. Петров, В.Г. Гончаренко, Л.С. Погарова // Энергетика и электрификация. – 2001. – С. 42-44.

67. Померанцев В.В. Основы практической теории горения / В.В. Померанцев, К.М. Арефьев и др. – Л. : Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.

68. Правила технічної експлуатації електричних станцій і мереж № 296 (ГКД 34.20.507-2003), 2003. – 477 с.

69. Про внесення змін до наказу Міністерства палива та енергетики від 09.10.2008 № 499 «Про затвердження Плану реконструкції та модернізації теплоелектростанцій у період до 2020 року // Наказ Міненерговугілля № 253 від 20.04.2012.

70. Розробка та відпрацювання методів підвищення ефективності роботи твердопаливних котлоагрегатів та енергоблоків 300МВт / О.Ю. Майстренко, Н.І. Дунаєвська, О.І. Топал, І.Л. Голенко // Зб. Наукових статей «Проблеми

ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин», Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. – Київ. – 2012. – С. 238–242.

71. Рохман Б.Б. Исследование различных схем реконструкции проектной системы пылеприготовления при переводе парогенератора ТПП-210А блока №4 Трипольской ТЭС с АШ на газовый уголь марок Г и ДГ-100 / Б.Б. Рохман // Відновлювана енергетика. – 2017. – № 4. – С. 6-26.

72. Рохман Б.Б. Численный анализ различных схем реконструкции существующей системы пылеприготовления при переводе парогенератора ТП-100 с АШ на газовый каменный уголь / Б.Б. Рохман // Відновлювана енергетика. – 2017. – №2. – С. 6-16.

73. РД 34.03.352-89 «Правила взрывобезопасности топливоподач и установок для приготовления и сжигания пылевидного топлива».

74. РД 34.24.501-96 «Типовая инструкция по эксплуатации систем пылеприготовления с шаровыми барабанными мельницами и промбункером».

75. Римар Т. І. Паливоподача котла ВР5-СЕХ-22-64-854 для спалювання твердого біопалива / Т. І. Римар, В. Пілат, М. П. Кузик, О. Г. Юрасова // Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні : збірник наукових праць десятої міжнародної науково-практичної конференції (4–5 квітня 2019 р., Львів). – Львів, 2019. – С. 124-127.

76. Сігал І.Я. Аналіз стану котельного господарства України з метою модернізації, продовження ресурсу чи заміни котлів малої і середньої потужності. / І.Я. Сігал, Е.П. Домбровська, А.В. Смухіна та ін. // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2003. – №6. – С.76-79.

77. Соколов Н.В. Расчёт и проектирование пылеприготовительных установок котельных агрегатов (нормативные материалы) / Н.В. Соколов и др. – Ленинград, 1971. – 312 с.

78. СОУ-Н ЕЕ 03.313:2007 «Протипожежний захист складів, систем паливоподачі та пилоприготування твердого палива. Інструкція з проектування, будівництва й експлуатації».

79. Стан накопичення вугілля на складах ТЕС та ТЕЦ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183254.

80. Стогній Б.С. Шляхи радикального підвищення ефективності використання вугілля на теплових електростанціях / Б.С. Стогній, Ю.П. Корчевой, О.Ю. Майстренко // В кн. «Стратегія енергозбереження в Україні: аналітично-довідкові матеріали» – Т.1. – «Загальні засади енергозбереження». –К.: Академперіодика, 2006. – С. 430-449.

81. Sun C.L, Zhang M.Y. Ignition of coal particles at high pressure in a thermogravimetric analyzer. Combust Flame 1998;115:267–74.

82. Тайц Е.М. Методы анализа и испытания углей / Е.М. Тайц, И.П. Андреева. – М.: Недра, 1983. – 300 с.

83. Тепловой расчет котла ТПП-312 № К-590334, топливо ГСШ. Таганрогский котельный завод, 1969.

84. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). – С.-Петербург: ОАО «ВТИ», НПО ЦКТИ, 1998. – 259 с.

85. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / Под ред. Н. В. Кузнецова, В. В. Митора, И. Е. Дубровского, Э. С. Карасиной. – М.: Энергия, 1973. – 295 с.

86. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. Київ, 2003. – 613 с.

87. Технічний звіт «Режимно-налагоджувальні випробування пилувугільного котла Трипільської ТЕС з метою коригування режимних карт при переведенні на спалювання твердого палива з відмінними від проектних технічними характеристиками. (том 2), інв.№ 026/2, ТОВ «СПЕЦТЕРМОМОНТАЖ-ЕНЕРГО», 2019.

88. Трёмбовля В.И. Теплотехнические испытания котельных установок / В.И. Трёмбовля, Е.Д. Фингер, А.А. Авдеева. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 416 с.

89. Haixiang Chen and Naian Liu. New Procedure for Derivation of Approximations for Temperature Integral. DOI 10.1002/aic Published on behalf of the AIChE December 2006 Vol. 52, No. 12 AIChE Journal. 4181-4186 p. <https://sklfs.ustc.edu.cn/yjdw/js/201108/W020121202624029220166.pdf>.

90. Hurt RH. Structure, properties, and reactivity of solid fuels. Proc Combust Inst 1998;27:2887–904.

91. Chi Tianyang, Zhang Hongjian, Yan Yong, Zhou Hongliang, Zheng Hang. Investigations into the ignition behaviors of pulverized coals and coal blends in a drop tube furnace using flame monitoring techniques. Fuel 2010;89:743–51.

92. Чернявський М.В. Аналіз варіантів та розрахункове обґрунтування технічних рішень для переведення котла ТПП-210А Трипільської ТЕС на спалювання газового вугілля / М.В. Чернявський, Є.С. Мірошніченко, О.Ю. Провалов // 13-а Міжнар. научн.-практ. конф. «Вугільна теплоенергетика: шляхи реконструкції та розвитку»: Зб. наук. праць. – Київ: ІВЕ НАН України, 2017. – С. 86-90.

93. Чернявський М.В. Історія і перспективи використання вугілля на ТЕС України з огляду на мету скорочення викидів парникових газів / М.В. Чернявський, О.В. Моїсеєнко, Т.М. Монастирєва // 13-а Міжнар. научн.-практ. конф. «Вугільна теплоенергетика: шляхи реконструкції та розвитку»: Зб. наук. праць. – Київ: ІВЕ НАН України, 2017. – С. 21-27.

94. Чернявський М.В. Результати та перспективи модернізації існуючих пиловугільних енергоблоків ТЕС України / М.В. Чернявський, О.Ф. Буляндра // Зб. Тез доповідей «Вугільна теплоенергетика: проблеми реабілітації та розвитку». – 2014. – С. 46-50.

95. Чернявський М.В. Сучасні проблеми паливозабезпечення та паливоспоживання ТЕС України / М.В. Чернявський // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2015. - №3. – С. 5-19.

96. Чернявский Н.В. Топливообеспечение и топливопотребление ТЭС Украины: история, современное состояние, проблемы внедрения рынка

енергетического угля / Н.В. Чернявский // Новини енергетики. – 2015. – № 4. – С. 26-29.

97. Чмель В.Н. Повышение эффективности сжигания низкосортных топлив методом термохимической обработки / В.Н.Чмель, Н.И.Дунаевская, В.Н.Огий и др. // Изв. вузов. Сер. Энергетика. – 1985. - № 3. – С. 96-98.

98. Шеберстов А.Н. Состояние тепловых электростанций Украины, перспективы их обновления и модернизации / А.Н. Шеберстов // Энергетика и электрификация. – 2004. – № 12. – С.1-6.

99. Юрасова О.Г. Дослідження екологічних показників роботи котла ТПП-210А енергоблоку 300 МВт при різних системах пилоподачі / О.Г. Юрасова // Technology audit and production reserves. – № 6/5(20), 2014. – С. 39-42

100. Юрасова О.Г. Дослідження екологічних показників роботи котла ТПП-210А при різних системах пилоподачі / О.Г. Юрасова, Й.С. Мисак // 10-я Международная научно-практическая конференция “Угольная теплоэнергетика : проблемы реабилитации и развития”, Киев 18-22 сентября 2014г. : тезисы доклада. – Киев, 2014. – С. 58-60.

101. Юрасова О.Г. Обґрунтування рішень технічного переоснащення котлоагрегату Трипільської теплоелектростанції / О.Г. Юрасова // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2020. – Вип. 30(2) – С. 99-106.

102. Юрасова О.Г. Режимно-налагоджувальні випробування котла ТПП-312А на ТЕС з коригуванням режимних карт / О.Г. Юрасова // Сучасні наукові інновації: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції м. Київ, 30-31 березня 2020 року. – Київ: МЦНІД, 2020. – С. 25-28.

103. Юрасова О.Г. Розрахункове обґрунтування рішень для технічного переоснащення котлоагрегату ст. №3 Трипільської ТЕС в частині використання непроєктного палива / О.Г. Юрасова // Сучасний рух науки: тези доп. X міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 2-3 квітня 2020 р. – Дніпро, 2020. – Т.2. – С. 739-748.

104. Yurasova O. Technical modernization of station 3 boiler unit of Trypillia thermal power station in terms of using non-standard fuel / O. Yurasova, M. Semerak, S. Lys, M. Klub // Scientific journal “Energy Engineering and Control Systems”. – Lviv, 2020. – Volume 6, Number 1. – P. 23-32.

105. Янко П.І. Режими експлуатації енергетичних котлів. Монографія / П.І. Янко, Й.С. Мисак // Львів: НВФ «Українські технології», 2004 – 271 с.

ДОДАТКИ

Додаток А



ORIGINAL

Page 1 of 1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

REFERENCE : 365943/1
 DATE OF ISSUE : 11th November 2019
 VESSEL : MV. XIN HAI TONG 10
 LOAD PORT : Belfast, U.K
 DATE LOADED : 5th - 7th November 2019
 B/L QUANTITY : 44,922.17 MT
 DESCRIPTION OF GOODS : Colombian Steam Coal
 DISCHARGE PORT : Port Yuzhny,Ukraine / Port Chernomorsk, Ukraine

Report of Analysis

PARAMETER	UNIT	AS RECEIVED
MOISTURE	%	16.4
ASH	%	11.1
SULPHUR	%	0.56
NCV	KCal/Kg	5524

PARAMETER	UNIT	DRY ASH FREE BASIS
VOLATILE	%	41.7

Size 0 x 10mm

Analyses carried out in accordance with ISO Standards

For and on behalf of KNIGHT ENERGY SERVICES LTD
 Issued by independent surveyor at loading port



Knight Energy Services Limited
 Unit 1, Palermount Industrial Estate, Dundonald, Ayrshire KA2 9BL, Scotland, UK
 Tel: +44 (0) 1563 850375 | Email: ahk.scotland@ahkgroup.com | solidfuels.ahkgroup.com

ALL WORK IS UNDERTAKEN SUBJECT TO OUR STANDARD TRADING TERMS AND CONDITIONS OF BUSINESS
 This certificate shall not be reproduced except in full without written approval of KNIGHT ENERGY SERVICES LIMITED



Український науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут по збагаченню і брикетуванню вугілля

ВП "УКРНДІВУГЛЕЗБАГАЧЕННЯ" ДП "НТЦ "ВУГЛЕІННОВАЦІЯ"

Ukrainian R&D Institute of Coal Prep. & Briquetting

СЕРТИФІКАТ ГЕНЕТИЧНИХ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

№ 186

Видано *серпень 2016 р.*

Чинно до *серпень 2020 р.*

Certificate

на вугільну продукцію / of coal products

вугілля кам'яне, Г(Г2)Р (0-200)

ВП "ШАХТА "СТЕПОВА" ДП "ЛЬВІВВУГІЛЛЯ"

кодифікаційна ціпелірація / code of product

шахта, ЗОД / colliery, coal prep. Plant

Класифікаційні параметри	Символ Symbol	Величина Value	Одиниця вимірювання Unit of msgng	Classification parameters
Показник відбиття вітриніту	$\bar{R}_{o,r}$	0,79	%	Vitrinite reflectance
Анізотропія відбиття вітриніту	A_R	-	%	Reflectance anisotropy of vitrinite
Сума компонентів, що оточають	$\Sigma IC/OK$	12	%	Total amount of inert components
Вихід летких речовин на сухий беззо- льний стан палива за фактичної золь- ності / ($A^d < 10\%$)	V^{daf} ф.з./ V^{daf}	37,5/ 37,3	%	Volatile matter (dry ash-free basis with ash content)
Товщина пластичного шару	Y	15	мм/мм	Thickness of plastic layer
Пластометрична усадка	X	38	мм/мм	Plastometric shrinkage
Спікливість Рога	RI	36		Roga caking capacity index
Характеристика рефлектограми:		Characteristics of reflectogram:		
кількість розривів		-		Number of fractures
стандартне відхилення		0,098		Standard deviation
Мацеральний склад:		Maceral composition		
вітриніт	Vt	81	%	Vitrinite
семівітриніт	Sv	1	%	Semivitrinite
інертиніт	I	11	%	Inertinite
ліптиніт	L	7	%	Liptinite
Індекс вільного спучування	FSI	4		Free swelling index
Зольність на сухий стан палива	A^d	27,8	%	Ash (dry basis)
Загальна сірка на сухий стан палива	S_t^d	2,0	%	Total sulphur (dry basis)
Вища теплота згорання на сухий без- зольний стан палива	Q_s^{daf}	34,910	МДж/кг	Total calorific value (dry ash-free basis)
		8338	ккал/кг kcal/kg	
Марка згідно з ДСТУ 3472:2015		Г(Г2)		Grade, the DSTU 3472:2015
Кодове число згідно з ГОСТ 30313 та Міжнародною системою кодифікації вугілля середнього та високого рангів		07012436272034		Code number acc. to International system of codification (IEC Committee in UNO)

В.о. директора

О.В. Рудавіна

ДОДАТКОВІ ПАРАМЕТРИ ДО СЕРТИФІКАТУ №186
 ADDITIONAL PARAMETERS FOR THE CERTIFICATE № 186

Класифікаційні параметри	Символ Symbol	Величина Value	Одиниця вимірювання Unit of msng	Classification parameters
Загальна волога на робочий стан палива	W_r	6,5	%	Total moisture
Волога гігроскопічна	$W_{гн}$	1,93	%	Hygroscopic moisture
Максимальна вологомісткість	W_{max}	2,95	%	Maximal moisture capacity
Хлор на сухий стан палива	Cl^d	0,09	%	Chlorine content
Миш'як на сухий стан палива	As	0,0019	%	Arsenic content
Фосфор на сухий стан палива	P^d	0,07	%	Phosphorus content
Піритна сірка на сухий стан палива	S_p^d	1,54	%	Pyrite sulphur content
Сульфатна сірка на сухий стан палива	$S_{so_4}^d$	0,04	%	Sulfate sulphur content
Нижча теплота згорання на робочий стан палива	Q_i	21,822	МДж/кг MJ/kg	Lowest calorific value
		5212	ккал/кг kcal/kg	
Елементний склад:			Elementary composition:	
органічний вуглець на сухий беззолний стан	C_o^{daf}	82,15	%	Carbon (dry ash-free basis)
органічний водень на сухий беззолний стан	H_o^{daf}	5,95	%	Hydrogen (dry ash-free basis)
азот + кисень на сухий беззолний стан	$(N + O)_o^{daf}$	10,01	%	Nitrogen + Oxygen (dry ash-free basis)
органічна сірка на сухий беззолний стан	S_o^{daf}	1,89	%	Sulphur (dry ash-free basis)
Хімічний склад золи:				
двоокис кремнію	SiO_2	44,15	%	Silicon dioxide
оксид алюмінію	Al_2O_3	17,06	%	Aluminums oxide
оксид заліза	Fe_2O_3	23,93	%	Iron oxide
оксид магнію	MgO	1,78	%	Magnesium oxide
оксид кальцію	CaO	2,66	%	Calcium oxide
оксид марганцю	Mn_3O_4	0,17	%	Marganese oxide
оксид титану	TiO_2	0,74	%	Titanium oxide
триоксид сірки	SO_3	2,86	%	Sulphur trioxide
оксид фосфору	P_2O_5	0,56	%	Phosphorus oxide
оксид калію	K_2O	1,64	%	Kalium oxide
оксид натрію	Na_2O	0,42	%	Sodium oxide
Плавокність золи (робоче середовище - окисне):		Fusibility of ash (working medium is oxidative):		
момент розм'якшення	t_A	1210	°C	Moment of softening
момент півкулі	t_B	1260	°C	Moment of hemisphere
момент рідкого стану	t_C	1290	°C	Moment of liquid state
Дробимість з Хардгроу	HGI	68		H.G.I.

Дослідження виконано у 2016 році на науково-дослідно-вуглехімічній лабораторії
 ВП "УКРНАВУГЛЕЗБАГАЧЕННЯ" ДП "НТЦ "ВУГЛЕНІНОВАЦІЯ" по пробі, представлений ВП "ШАХТА
 "СТЕПОВА" ДП "ЛВІВВУГІЛЛЯ" (акт. № 22 від 11.08.15 р.)

Начальник відділу випробування, дослідження
 збагачення та стандартизації вугілля

А.М. Воронов



Український науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут по збагаченню і брикетуванню вугілля

ВП "УКРІДВУГЛЕЗБАГАЧЕННЯ" ДП "НТЦ "ВУГЛЕІННОВАЦІЯ"

Ukrainian R&D Institute of Coal Prep. & Briquetting

СЕРТИФІКАТ ГЕНЕТИЧНИХ, ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

№ 204

Видано *серпень 2016 р.*

Чинно до *серпень 2020 р.*

Certificate

на вугільну продукцію / of coal products

вугілля кам'яне, ДГ 0-100

ФІЛІЯ "ЦЗФ ПАВЛОГРАДСЬКА" ПАТ "ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ"

Класифікаційні параметри	Символ Symbol	Величина Value	Одиниця вимірювання Unit of measg.	Classification parameters
Показник відбиття вітриніту	$\bar{R}_{o,r}$	0,51	%	Vitrinite reflectance
Анізотропія відбиття вітриніту	A_R	-	%	Reflectance anisotropy of vitrinite
Сума компонентів, що оточують	$\Sigma IC/OK$	26	%	Total amount of inert components
Вихід летких речовин на сухий беззо- льний стан палива за фактичної золь- ності/($A^d < 10\%$)	$V^{daf}_{ф.з.}/V^{daf}$	42,3/ 41,6	%	Volatile matter (dry ash-free basis with ash content)
Товщина пластичного шару	Y	8	мм/mm	Thickness of plastic layer
Пластометрична усадка	X	64	мм/mm	Plastometric shrinkage
Співливість Рoga	RI	33		Roga caking capacity index
Характеристика рефлектограми:		Characteristics of reflectogram:		
кількість розривів				Number of fractures
стандартне відхилення		0,081		Standard deviation
Мацеральний склад:		Maceral composition		
вітриніт	Vt	52	%	Vitrinite
семівітриніт	Sv	1	%	Semivitrinite
інертиніт	I	25	%	Inertinite
ліптиніт	L	22	%	Liptinite
Індекс вільного спучування	FSI	3		Free swelling index
Зольність на сухий стан палива	A^d	20,6	%	Ash (dry basis)
Загальна сірка на сухий стан палива	S_t^d	1,25	%	Total sulphur (dry basis)
Висота теплота згорання на сухий без- зольний стан палива	Q_s^{daf}	34,340 8202	МДж/кг MJ/kg ккал/кг kcal/kg	Total calorific value (dry ash-free basis)
Марка згідно з ДСТУ 3472:2015		ДГ		Grade, the DSTU 3472:2015
Кодове поле згідно з ГОСТ 30313 та міжнародною системою кодифікації вугілля середнього та високого ступеня		05025340201234		Code number acc. to international system of codification (ICIS) Committee of IUPAC

ВЕГ

Директор

Володимир А. Д. Сидоренко

О.В. Рудань

2

ДОДАТКОВІ ПАРАМЕТРИ ДО СЕРТИФІКАТУ № 205
ADDITIONAL PARAMETERS FOR THE CERTIFICATE № 205

Класифікаційні параметри	Символ Symbol	Величина Value	Одиниця вимірювання Unit of measg	Classification parameters
Загальна волога на робочий стан палива	W'_t	15,1	%	Total moisture
Волога гігроскопічна	W'_{th}	4,77	%	Hygroscopic moisture
Максимальна вологомісткість	W'_{max}	7,35	%	Maximal moisture capacity
Хлор на сухий стан палива	Cl^d	0,53	%	Chlorine content
Миш'як на сухий стан палива	As	0,0013	%	Arsenic content
Фосфор на сухий стан палива	P^d	0,017	%	Phosphorus content
Піритна сірка на сухий стан палива	S^d_p	0,63	%	Pyrite sulphur content
Сульфатна сірка на сухий стан палива	$S^d_{so_4}$	0,21	%	Sulfate sulphur content
Нижча теплота згорання на робочий стан палива	Q'_r	21,679 5178	МДж/кг MJ/kg ккал/кг kcal/kg	Lowest calorific value
Елементарний склад:		Elementary composition:		
органічний вуглець на сухий беззолний стан	C_o^{daf}	86,27	%	Carbon (dry ash-free basis)
органічний водень на сухий беззолний стан	H_o^{daf}	4,32	%	Hydrogen (dry ash-free basis)
азот + кисень на сухий беззолний стан	$(N + O)_o^{daf}$	8,82	%	Nitrogen + Oxygen (dry ash-free basis)
органічна сірка на сухий беззолний стан	S_o^{daf}	0,59	%	Sulphur (dry ash-free basis)
Хімічний склад золи:				
двоокис кремнію	SiO_2	55,69	%	Silicon dioxide
оксид алюмінію	Al_2O_3	19,05	%	Aluminium oxide
оксид заліза	Fe_2O_3	10,98	%	Iron oxide
оксид магнію	MgO	1,76	%	Magnesium oxide
оксид кальцію	CaO	4,90	%	Calcium oxide
оксид марганцю	Mn_2O_4	0,08	%	Manganese oxide
оксид титану	TiO_2	0,61	%	Titanium oxide
триоксид сірки	SO_3	1,85	%	Sulphur trioxide
оксид фосфору	P_2O_5	0,55	%	Phosphorus oxide
оксид калію	K_2O	2,10	%	Potassium oxide
оксид натрію	Na_2O	0,45	%	Sodium oxide
Плави́сть золи (робоче середовище - окисне):	Fusibility of ash (working medium is oxidative)			
момент розм'якшення	t_A	1270	°C	Moment of softening
момент шкелі	t_B	1310	°C	Moment of hemisphere
момент рідкого стану	t_C	1360	°C	Moment of liquid state

Державний науково-дослідний інститут вугілля України
ДІІВ
Відділ дослідження вугілля

ПАРОВОПАЛЮВАЧА ПАЛІВНИК

Підприємство з надання послуг з експлуатації та обслуговування теплоенергетичних установок

Виринтор



НСТ

Відомості дослідження: вугілля, зразок № 205

на проби, дата випробування 22.07.16

А.М. Воронин

Відомості про стан об'єкта

Додаток Б

Робоча програма теплових випробувань котла ТПП-210А

ЗАТВЕРДЖУЮ
Головний інженер Трипільської ТЕС
ПАТ „ЦЕНТРЕНЕРГО”
_____ С. Колесніков
” _____ ” _____ 2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

на виконання роботи:

**„Теплові випробування котла ТПП-210А ст. № 3
Трипільської ТЕС після технічного переоснащення котлоагрегату
ст. № 3 Трипільської ТЕС в частині використання непроектного палива
(вугілля марок Г, ДГ)”**

УЗГОДЖЕНО

Трипільська ТЕС
ПАТ „ЦЕНТРЕНЕРГО”:
Заступник головного інженера
з експлуатації

_____ О. В. Двірний

Начальник ВТВ
_____ С. А. Гаркавий

Начальник ЦНтаВ
_____ В. В. Двірний

Начальник КТЦ
_____ Ю. В. Харко

Начальник ЦТАВ
_____ М. М. Махія

Начальник ЕЦ
_____ С.М. Хамський

Начальник ХЦ
_____ О. М. Черевань

РОЗРОБЛЕНО

ТОВ «СПЕЦТЕРМОМОНТАЖ-ЕНЕРГО»:

Бригадний інженер з налагодження,
удосконалення технології та експлуатації
електричних станцій та мереж
Департаменту «ОРГРЕС-Львів»

_____ Ю. Є. Добрянський

1 Загальні положення

1.1 Підстава для виконання роботи: укладений договір № 15/78 від 14.11.2018 року „Теплові випробування котла ТПП-210А ст. № 3 Трипільської ТЕС після технічного переоснащення котлоагрегату ст. № 3 Трипільської ТЕС в частині використання непроектного палива (вугілля марок Г, ДГ)”.

1.2 Дана програма визначає технічну і організаційну сторони виконання роботи згідно Додатку № 2 до договору № 15/78 від 14.11.2018р. „Теплові випробування котла ТПП-210А ст. № 3 Трипільської ТЕС після технічного переоснащення котлоагрегату ст. № 3 Трипільської ТЕС в частині використання непроектного палива (вугілля марок Г, ДГ)” .

1.3 Режимні випробування проводяться на одному з корпусів котла в двокорпусному режимі та у робочому діапазоні навантажень блока від мінімального до максимально можливого ($\approx 190-300$ МВт) (згідно НР 34-00-112-86) при спалюванні твердого палива.

1.4 Балансові випробування проводяться при спалюванні твердого палива на кожному з корпусів у двокорпусному режимі у діапазоні навантажень блока від мінімального до максимально можливого ($\approx 190-300$ МВт) з дотриманням вимог діючих НД (згідно НР 34-00-112-86) та однокорпусному режимі при паропродуктивності від 370 т/год до максимально можливого за умови відсутності хімічного недопалу та номінальних параметрів пари.

2 Мета роботи

2.1 Проведення теплових випробувань котла ТПП-210А при роботі на вугіллі марок Г, ДГ в експлуатаційному діапазоні навантажень, розроблення режимної карти та отримання даних для розробки енергетичних характеристик котельного основного та допоміжного устаткування енергоблоку ст. № 3 Трипільської ТЕС.

2.2 Експериментальне визначення:

2.2.1 економічних показників роботи котла (q_2, q_3, q_4, q_6);

2.2.2 екологічних показників (NO_x, SO_2, CO);

2.2.3 витрат електроенергії на тягу, дуття та пилосистеми ($E_{ТДМ}$ і $E_{ПШ}$);

2.2.4 поправок (експериментально або розрахунково) до температури відхідних газів при зміні характеристик твердого палива (A^p, W^p), присмоктів повітря в паливню; присмоктів повітря на ділянці „режимний переріз – остання поверхня нагріву”, присмоктів повітря в „остання поверхня нагріву”, присмоктів повітря на ділянці „остання поверхня нагріву – димосмок”, температури повітря до повітропідігрівника, надлишку повітря, витрати природного газу на підсвітку.

3 Порядок та умови проведення робіт режимних випробувань

3.1 Проведення попередніх дослідів для оцінки стану котла і його допоміжного обладнання при задовільному виході рідкої жужелі в двокорпусному режимі при $0,75D_{\text{ном}}$ і $0,95D_{\text{ном}}$.

Досліди проводяться при навантаженні котла $0,75 \div 0,95D_{\text{ном}}$.

Під час проведення дослідів - витрата твердого палива на котел підтримуються постійною.

Температура свіжої пари і пари промперегріву за котлом підтримуються на номінальному рівні за допомогою впорсків та регулятора промперегріву.

Температура повітря перед РПП у всіх режимах підтримується постійною.

Значення інших параметрів режиму роботи котла підтримується згідно з діючою „Режимною картою роботи котла”.

Кількість дослідів – 2.

Тривалість одного досліду – 4 години.

3.2 Визначення присмоктів повітря в паливню

3.2.1 Режим роботи котла:

а) встановити навантаження енергоблока таким, яке забезпечує можливість зміни розрідження в верху паливні у діапазоні від 0 до мінус 15 кгс/м^2 ;

б) вміст кисню в димових газах в режимному перетині (режим паливні – «під розрідженням» згідно режимної карти) $\sim 4,3 \div 4,7 \%$;

в) основні параметри режиму роботи котла підтримувати у відповідності з режимною картою;

г) витрата твердого палива під час проведення дослідів повинна бути постійною.

3.2.2 Послідовність проведення дослідів:

а) встановити та стабілізувати режим роботи котла при постійній витраті палива і вмісті кисню в димових газах в режимному перетині $\sim 4,3 \div 4,7 \%$ (регулятора палива знятий із режиму «автоматичний»);

б) зафіксувати значення необхідних параметрів в журнали спостережень протягом ~ 10 хвилин;

в) за вказівкою керівника робіт виконати ступінчасту зміну розрідження вверху паливні шляхом завантаження димосмоку з витримкою часу на кожному ступені – 5-10 хвилин для фіксації показів приладів;

г) витрату повітря на пальники під час дослідів підтримувати постійною (контролювати по опору повітропідігрівника з повітряної сторони, який повинен бути незмінним), шляхом зняття з автоматичного керування НА ДВ.

3.3 *Визначення присмоктів повітря в газоходи котла*

3.3.1 Послідовність проведення досліду:

- а) встановити навантаження енергоблока $\sim 0,8 \div 0,95$ номінального (паропродуктивність корпусів 380 т/год – 451 т/год);
- б) стабілізувати режим роботи котла;
- в) режим роботи котла вести згідно з режимною картою;
- г) витрата палива під час проведення досліду повинна бути постійною;
- д) після стабілізації режиму роботи котла визначити:
 - вміст кисню в режимному перетині;
 - вміст кисню в перетині в балансовому перетині.

3.3.2 Тривалість досліду $\sim 1,5 \div 2$ години.

3.4 *Визначення присмоктів повітря в пилосистеми котла*

3.4.1 Послідовність проведення досліду:

- а) встановити навантаження енергоблока $\sim 380 \div 451$ т/год;
- б) стабілізувати режим роботи котла;
- в) режим роботи котла вести згідно з режимною картою;
- г) витрата палива під час проведення досліду повинна бути постійною;
- д) після стабілізації режиму роботи котла виконати вимірювання необхідних параметрів:
 - середня концентрація RO_2 перед КБМ;
 - середня концентрація RO_2 після МВ.

3.5 *Визначення оптимальної величини коефіцієнту надлишку повітря в режимному перетині при оптимальних R_{90} .*

Вплив коефіцієнта надлишку повітря ($\alpha''_{\text{реж.пер.}}$) визначається при спалюванні твердого палива.

Досліди виконуються при постійних навантаженнях корпусів котла: 310 \div 315 т/год, 350 \div 355 т/год, 400 \div 410 т/год та максимально можливе згідно діючих нормативних документів.

При кожному навантаженні котла (блока) виконуються три – чотири режими з різними значеннями надлишку повітря в режимному перетині.

Під час проведення досліду (у всіх режимах) витрати палива на котел підтримуються постійними.

Температура свіжої пари і пари промперегріву за котлом підтримуються на номінальному рівні.

Температура повітря перед РПП у всіх режимах підтримується постійною.

Значення інших параметрів режиму роботи котла підтримується згідно з діючою „Режимною картою роботи котла”.

При проведенні дослідів допускається (на 5 \div 10°C) підвищення температури середовища за окремими поверхнями нагрівання вище значень, які наведені в інструкції з експлуатації.

На час проведення дослідів не передбачається відключення захистів або блокувань.

Тривалість одного режиму ~ 1 год., періоду настройки і стабілізації ~ 1,5 год.

3.6 Проведення режимних дослідів для визначення поправок до нормативної характеристики котла від зміни температури повітря до повітропідігрівника зміною положення перекидного шиберу забору повітря з цеху/двору.

Досліди проводяться при навантаженнях блока - 240 ÷ 245 МВт.

Значення параметрів режиму роботи котла у відповідності з режимною картою.

Витрата палива (твердого і природного газу) під час проведення дослідів постійні.

3.6.1 Перекидний шибер забору повітря з цеху/двору – в положенні яке дозволяє забір повітря з двору.

Після стабілізації режиму роботи котла виконуються виміри необхідних параметрів.

3.6.2 Поміняти положення перекидного шиберу забору повітря з цеху/двору – в положення, яке дозволяє забір повітря з приміщення.

Після стабілізації режиму роботи котла виконуються виміри необхідних параметрів.

Тривалість одного режиму ~ 1 год., періоду настройки і стабілізації ~ 1,5 год.

3.7 Проведення режимних дослідів для визначення поправок до нормативної характеристики котла від зміни доли підсвітки природнім газом.

Досліди проводяться на одному з корпусів у двокорпусному режимі роботи при навантаженнях блока - 240 ÷ 245 МВт.

- Значення параметрів режиму роботи котла у відповідності з режимною картою.

- Витрата палива (твердого і природного газу) під час проведення дослідів постійні.

3.7.1 Збільшити витрату природного газу корпус котла на 4-5 тис. м³/год.

Після стабілізації режиму роботи котла виконуються виміри необхідних параметрів.

3.7.2 Збільшити витрату природного газу ще на 4-5 тис. м³/год.

Після стабілізації режиму роботи котла виконуються виміри необхідних параметрів.

Тривалість одного режиму ~ 1 год., періоду настройки і стабілізації ~ 1,5 год.

4 Порядок проведення робіт по балансовим випробуванням

4.1 Балансові досліді проводяться при роботі енергоблока з одним та двома корпусами при спалюванні твердого палива.

4.2 Досліді виконуються при постійних навантаженнях блока (двокорпусний режим роботи): 310 ÷ 315 т/год, 350 ÷ 355 т/год, 400 ÷ 410 т/год та максимально можливе, та в однокорпусному режимі роботи – 105 Мвт (370 т/год), 122 Мвт (400 т/год), 130 Мвт (425 т/год), 140 Мвт (440 т/год) та максимально можливе згідно діючих нормативних документів.

4.3 Під час проведення дослідів витрата твердого палива постійна.

4.4 Температура повітря перед РПП підтримується на постійному рівні - 30°C.

4.5 Вміст кисню в димових газів в режимному перетині підтримується оптимальним.

4.6 Температура свіжої пари і пари промперегріву за котлом підтримуються на номінальному рівні.

4.7 Пар на деаератор подається з відборів турбіни. Тиск в деаераторі постійний – 7 кгс/см² (абсолютний).

4.8 Регенерація підключена повністю.

4.9 Пар на основні ежектори, на ежектор ущільнень турбіни і на ущільнення турбіни подається з деаератора або з колектора власних потреб.

4.10 Конденсат на ущільнення ЖТН подається від КЕН-II ст.

4.11 Добавок ХОВ в теплову схему під час проведення дослідів – закритий (при необхідності проводити в перервах між дослідіми).

4.12 Закрити подачу пари з ХПП на РОУ 39/13.

4.13 Відключити бойлери.

4.14 Подача живильної води на впорски в ГПП – мінімальна (при можливості відключити).

4.15 Перевірити закриття обводів ПВТ.

4.16 Перевірити закриття обводів ПНТ -5, ПНТ -4, ПНТ -3, ПНТ -3А.

4.17 Перевірити закриття дренажів паропроводів свіжої пари, ХПП, ГПП.

4.18 Перевірити закриття дренажів паропроводів відборів.

4.19 Перевірити закриття дренажів і опорознень ПВТ і трубопроводів живильної води.

Тривалість одного досліді ~ 3-4 год.

5 Умови проведення дослідів

5.1 Під час проведення балансових дослідів відключити РОУ 39/13 на власні потреби.

5.2 Виконані підготовчі роботи по схемі експериментального контролю, які будуть представлені (при необхідності) окремим додатком до даної робочої програми.

5.3 У кожному досліді навантаження котла і витрата палива на котел – постійні.

5.4 У випадку виникнення аварійної ситуації на блоці досліді припиняються і оперативний персонал діє згідно з експлуатаційними інструкціями.

6 Організаційні засади

6.1 На період проведення експериментальної частини роботи керівництво ТЕС призначає відповідального представника за організацію режимів роботи котла для випробувань та погодження їх з НЗС.

6.2 Після закінчення окремих або певної кількості дослідів керівник випробувань ставить до відома НЗС.

7 Забезпечення вимог охорони праці при проведенні досліджень

7.1 Роботи, наведені в даній програмі виконуються по розпорядженню.

7.2 При проведенні досліджень не вимагається виконання особливих заходів безпеки, які не передбачені відповідними правилами охорони праці при експлуатації теплосилового устаткування.

7.3 Дослідження проводяться при наявності технічної і робочої програм і дозволу начальника зміни ТЕС.

7.4 Персонал, який залучається до проведення випробувань, повинен мати посвідчення з перевірки знань охорони праці.

Додаток В

Зведена таблиця результатів режимних випробувань котла ТПП-210А ст.

№3 при зміні коефіцієнта надлишку повітря

№ п/п	Найменування показника, позначення, одиниця вимірювань	№ дослідю								
		1	2	3	4	5	6	7		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Електричне навантаження блока $N_{ет}$, МВт	218	240	247	243	262	261	263		
	Вода і пара									
2	Витрата живильної води $D_{ж.в.}$, т/год	корпусу "А"	340	375	397	380	420	430	420	
		корпусу "Б"	340	390	382	390	425	405	400	
3	Температура живильної води $t_{ж.в.}$, °С		257	260	262	261	265	266	265	
4	Тиск живильної води $P_{жв.}$, кгс/см ²		250	270	280	270	305	305	315	
5	Тиск води до РЖК $P'_{ржк.}$, кгс/см ⁴	корпусу "А"	230	270	295	268	308	303	313	
		корпусу "Б"	208	273	260	277	326	325	312	
6	Тиск води за РЖК $P''_{ржк.}$, кгс/см ⁴	корпусу "А"	215	230	270	232,5	255	250	257,5	
		корпусу "Б"	200	241	215	245	264	275	255	
7	Тиск води до ВЗ $P'_{вз.}$, кгс/см ²	н. "А"	205	226	230	227	243	242	247	
		н. "Б"	202	223	232	224	240	240	242	
		корпусу "А"	203,5	224,5	231	225,5	241,5	241	244,5	
		н. "Б"	205	230	230	232	250	245	242	
		н. "Г"	200	234	230	235	260	248	245	
		корпусу "Б"	202,5	232	230	233,5	255	246,5	243,5	
		н. "А"	180	240	-	240	240	250	240	
8	Витрата перегрітої пари $D_{пе.}$, т/год	н. "Б"	205	230	215	235	250	250	250	
		н. "В"	170	237	-	236	237	236	240	
		н. "Г"	205	210	220	210	215	210	212	
		корпусу "А"	340	375	397	380	420	430	420	
9	Витрата перегрітої пари (по живильній воді) $D_{пе.}$, т/год	корпусу "Б"	340	390	382	390	425	405	400	
		н. "А"	542	540	540	540	540	538	539	
10	Температура перегрітої пари $t_{пе.}$, °С	н. "Б"	549	550	548	549	550	550	550	
		н. "В"	545	542	545	541	542	542	542	
		н. "Г"	545	549	548	549	549	549	548	
		корпусу "А"	192	220	220	220	240	238	240	
11	Тиск перегрітої пари $P_{пе.}$, кгс/см ²	корпусу "Б"	195	230	225	240	232	230	227	
		корпусу "А"	333	440	201	445	483	491	483	
12	Приведена витрата перегрітої пари $D_{пе.}$ корпусу, т/год	корпусу "Б"	327	429	208	440	436	428	431	
		корпусу "А"	293	320	336	323	354	362	354	
13	Витрата пари холодного промперегріву (по нормативній характеристиці) $D_{пме.}$, т/год	корпусу "Б"	293	331	325	331	358	343	339	
		корпус "А"	307	290	307	290	290	290	295	
14	Температура холодного промперегріву, $t'_{пме.}$, °С	корпус "Б"	310	300	300	300	300	300	300	
		корпус "А"	27,5	30	33	30	33	32	33	
		корпус "Б"	28	30,8	33	30,8	33	33	33	
		н. "А"	545	550	545	550	555	550	545	
16	Температура промперегріву за котлом $t''_{пме.}$, °С	н. "Б"	545	555	545	560	560	565	555	
		н. "В"	545	541	545	552	555	552	562	
		н. "Г"	545	551	545	551	558	552	552	
		н. "А"	26	29	32	29	32	31	32	
17	Тиск промперегріву за котлом $P''_{пме.}$, кгс/см ²	н. "Б"	26	29	32	29	32	31	32	
		н. "В"	25	25	30	25	28	27	28	
		н. "Г"	25	25	30	25	28	27	28	
		н. "А"	290	275	298	275	270	270	275	
18	Температура середовища t , °С	за ВЕ	н. "Б"	290	275	293	280	270	270	270
			н. "В"	280	270	280	272	272	272	272
			н. "Г"	280	270	275	272	268	270	272
			н. "А"	375	370	380	380	375	370	370
		до бокової панелі НРЧ	н. "Б"	375	375	383	380	380	380	380
			н. "В"	355	370	355	372	378	380	372
			н. "Г"	350	378	360	375	380	370	380
			н. "А"	380	375	390	380	380	380	380
		за боковою панеллю НРЧ	н. "Б"	380	380	390	380	385	385	385
			н. "В"	360	388	370	380	383	382	382
			н. "Г"	360	383	370	380	385	380	379
			н. "А"	400	-	418	-	-	-	-
за ВРЧ	н. "Б"	390	420	398	420	430	430	430		
	н. "В"	-	430	-	430	438	455	440		
	н. "Г"	440	370	410	380	390	370	372		
	н. "А"	460	460	450	460	485	465	470		
за СЕ	н. "Б"	442	460	456	460	485	470	475		
	н. "В"	463	470	460	462	466	465	480		
	н. "Г"	440	462	456	463	470	460	460		
	н. "А"	450	485	450	470	500	460	460		
до II впр.	н. "Б"	430	475	435	460	480	470	480		
	н. "В"	440	470	440	470	463	490	470		
	н. "Г"	435	420	440	430	440	490	420		
	н. "А"	420	-	422	-	-	-	-		
за II впр.	н. "Б"	400	-	412	-	-	-	-		
	н. "В"	410	460	420	448	450	450	450		
	н. "Г"	410	400	430	400	408	400	400		
	н. "А"	510	520	510	520	515	520	515		
до III впр.	н. "Б"	511	525	515	520	520	520	520		
	н. "В"	513	510	519	510	510	510	510		
	н. "Г"	512	510	515	510	508	510	510		

Додаток В.1

1	2		3	4	5	6	7	8	9		
18	Температура середовища t, °C	за III впр.	н. "А"	490	475	480	475	485	490	490	
			н. "Б"	495	485	497	480	490	490	490	
			н. "В"	480	480	485	510	480	478	475	
		за IV впр.	н. "Г"	485	480	490	487	480	478	472	
			н. "А"	560	550	559	550	550	550	550	
			н. "Б"	550	550	550	550	550	550	550	
		до V впр.	н. "В"	-	540	-	541	542	540	540	
			н. "Г"	525	530	530	543	537	535	537	
			н. "А"	450	-	470	-	-	-	-	
		за V впр.	н. "Б"	430	-	447	-	-	-	-	
			н. "В"	460	443	455	450	449	450	460	
			н. "Г"	460	400	490	400	400	395	410	
				н. "А"	420	-	460	-	-	-	-
				н. "Б"	400	-	440	-	-	-	-
				н. "В"	460	442	455	440	440	440	460
		н. "Г"	460	405	450	400	400	390	405		
		н. "А"	0	50	30	20	60	40	30		
		н. "Б"	50	15	42	35	40	70	50		
19	Вказівник положення регулюючого грьоходового клапану температури промтегріву НА РПП НТ, %	корпусу "Б"	50	38	93	50	20	60	30		
		н. "В"	28	46	60	45	40	50	40		
		н. "Г"	226,5	250,0	256,7	253,5	275,9	281,0	272,7		
20	Теплопродуктивність котла Q ^{пр} , Гкал/год	корпусу "А"	225,6	256,0	249,1	255,8	278,0	263,9	262,2		
		корпусу "Б"									
Повітря і димові гази											
21	Температура повітря t _{пов.} , °C	зовнішнього		24	23	23	24	21	22	22	
			до ДВ	"А"	29	22	36	24	20	16	16
		до РПП	"Б"	34	21	23	21	20	16	16	
			"А"	35	25	37	26	22	20	20	
			"Б"	30	26	43	30	25	20	20	
			"В"	40	25	27	25	28	20	20	
		за РПП	"Г"	35	24	27	25	20	20	20	
			"А"	330	330	345	330	320	325	330	
			"Б"	345	335	363	350	340	345	345	
			"В"	335	-	340	-	-	-	-	
				"Г"	340	80	345	70	210	225	260
				корпус "А"	175	215	180	285	300	320	330
корпус "Б"	160			130	185	180	220	240	280		
22	Тиск повітря P _{пов.} , кгс/м ²	за ДВ	н. "А"	86	170	96	215	220	260	280	
			н. "Б"	80	160	87	200	215	230	240	
		за РПП	н. "В"	64	155	76	155	200	210	245	
			н. "Г"	61	160	83	165	215	225	255	
			н. "А"	90	45	90	70	80	60	50	
		перепад на РПП	н. "Б"	85	55	93	85	85	90	90	
			н. "В"	85	-	80	25	20	30	35	
			н. "Г"	95	-	102	15	5	15	25	
24	Розрідження по тракту пилосистеми S _{пол.} , кгс/м ²	до КБМ	"А"	180	-	170	-	-	-	-	
			"Б"	190	-	195	-	-	-	-	
		за КБМ	"А"	360	-	332	-	-	-	-	
			"Б"	295	-	350	-	-	-	-	
		до циклоу	"А"	504	-	481	-	-	-	-	
			"Б"	453	-	520	-	-	-	-	
за циклоном	"А"	528	-	521	-	-	-	-			
	"Б"	535	-	546	-	-	-	-			
25	Температура по тракту пилосистеми T _{пол.} , °C	за ВЕ	"А"	357	-	374	-	-	-	-	
			"Б"	368	-	367	-	-	-	-	
		до ВГД	"А"	340	-	320	-	-	-	-	
			"Б"	368	-	367	-	-	-	-	
		до КБМ	"А"	243	-	255	-	-	-	-	
			"Б"	270	-	255	-	-	-	-	
		за КБМ-А	т.1	85	-	81	-	-	-	-	
			т.2	85	-	82	-	-	-	-	
		за КБМ-В	т.1	81	-	80	-	-	-	-	
			т.2	82	-	80	-	-	-	-	
		за МВ	"А"	88	-	85	-	-	-	-	
			"Б"	84	-	84	-	-	-	-	
в бункері пилу	"А"	72	74	75	70	73	71	73			
	"Б"	75	77	78	70	71	72	74			
26	Температура димових газів T _{д.} , °C	в ПК	корпус "А"	815	878	825	883	908	910	910	
			корпус "Б"	855	920	880	875	900	900	918	
		за КПП	н.А зліва	810	750	843	760	780	790	800	
			н.Б справа	750	770	785	770	760	760	770	
			н.В зліва	790	-	840	-	-	-	-	
			н.Г справа	790	730	796	720	740	740	740	
		за пром. перегрівником	н.А зліва	560	640	565	650	650	650	660	
			н.Б справа	540	665	555	665	670	670	670	
			н.В зліва	590	622	620	640	650	620	650	
			н.Г справа	560	560	570	540	570	570	580	
		до РПП-А	355	-	373	-	-	-	-		
		до РПП-Б	330	370	350	385	430	380	380		
		до РПП-В	355	362	360	377	380	380	380		
		до РПП-Г	370	320	370	330	332	335	345		

Додаток В.1

26	Температура димових газів $T_{дг}$, °C	за РПП-А	200	165	200	160	140	145	155		
		за РПП-Б	170	160	185	155	140	145	145		
		за РПП-В	180	180	170	176	170	170	170		
		за РПП-Г	179	165	190	162	160	155	160		
		за ДС-А	173	176	175	177	179	179	178		
		за ДС-Б	175	178	176	179	182	182	179		
27	Розрідження зверху паливні $S''_{пал}$, кгс/м ²	корпус "А"	2	2	2	3	2	3	3		
		корпус "Б"	0	0	0	1	1	2	1		
28	Розрідження S , кгс/м ²	за КПП $S''_{кпп}$	корпус "А"	зліва	30	48	45	57	68	67	70
				справа	41	78	64	94	98	100	115
			корпус "Б"	зліва	40	82	50	86	88	95	115
				справа	40	74	50	87	78	88	105
		за ВЕ $S''_{ве}$	корпус "А"	зліва	80	95	80	102	98	115	125
				справа	80	94	90	106	-	-	-
			корпус "Б"	зліва	85	86	91	96	105	96	120
				справа	85	75	100	92	102	92	115
		до РПП $S''_{рпп}$	нитка "А"	зліва	92	125	101	150	145	150	150
				справа	94	125	104	150	145	150	150
			нитка "Б"	зліва	96	115	102	132	125	125	140
				справа	93	115	98	132	125	125	140
		за РПП $S''_{рпп}$	нитка "А"	зліва	183	205	193	225	230	240	250
				справа	168	205	185	225	230	240	250
			нитка "Б"	зліва	177	-	188	200	215	210	235
				справа	180	150	200	160	150	99	220
		перепад на РПП	корпус "А"	82	80	87	5	85	90	100	
			корпус "Б"	84	35	94	48	58	30	88	
		до димосмоку $S''_{дс}$	корпус "А"	205	250	194	250	265	290	295	
			корпус "Б"	197	250	182	250	265	260	295	
		за димосмоком $S''_{дс}$	корпус "А"	60	65	90	30	70	80	80	
			корпус "Б"	60	65	80	60	70	70	80	
		29	Вміст O_2 за МВ $O_2^{МВ}$, %	МВ-А	15	14	15	16	15	15	16
				МВ-Б	15	15	15	15	14	15	16
30	Вміст O_2 в димових газах (РП) корпус "А", (штатний)	зліва	1,8	1,2	3,5	1,7	4,3	5,1	5,2		
		справа	2,0	4,0	2,8	3,5	2,0	2,5	3,2		
31	Вміст O_2 в димових газах (РП) корпус "Б", (штатний)	зліва	4,0	3,2	3,5	4,0	2,2	3,0	4,5		
		справа	-	8,0	4,3	4,7	5,6	7,0	8,3		
32	Вміст в димових газах (РП) корпус "А"	зліва	O_2 , %	5,8	4,0	3,7	4,3	3,8	3,5	3,2	
			CO , ppm	75	30	80	29	38	8	4	
		справа	CO , мг/м ³	93,75	37,5	100	36,25	47,5	10	5	
			O_2 , %	5,5	4,4	4,3	4,5	3	3,1	3,3	
33	Вміст в димових газах (РП) корпус "Б"	зліва	CO , ppm	750	1	200	6	56	52	4	
			O_2 , %	5,1	4,3	4,17	4,3	3,8	3,76	3,95	
		справа	CO , ppm	30	6	250	13	11	3	0	
			O_2 , %	6,16	4,1	3,9	4,5	2,98	2,8	2,5	
34	Вміст в димових газах за ДС корпус "А"	зліва	CO , ppm	75	4	60	4	6	4	0	
			O_2 , %	9,9	9,0	8,9	9,1	8,4	8,3	8,3	
		справа	CO , ppm	50	5	100	6	43	9	0	
			CO , мг/м ³	62,5	6,25	125	7,5	53,75	11,25	0	
35	Вміст в димових газах за ДС корпус "Б"	зліва	NOx , ppm	404	316	408	291	318	315	337	
			NOx , ppm мг/м ³	1126	813	1035	754	778	765	819	
		справа	O_2 , %	10,2	9,3	9,2	9,4	8,7	8,7	8,7	
			CO , ppm	0	42	30	7	56	2	3	
36	Коефіцієнт надлишку повітря корпус "А" α , [-]	РП	зліва	1,38	1,24	1,21	1,26	1,22	1,20	1,18	
			справа	1,35	1,27	1,26	1,27	1,17	1,17	1,19	
		БП	зліва	1,90	1,75	1,73	1,77	1,67	1,66	1,66	
			справа	1,32	1,26	1,25	1,26	1,22	1,22	1,23	
37	Коефіцієнт надлишку повітря корпус "Б" α , [-]	РП	зліва	1,42	1,24	1,23	1,27	1,17	1,15	1,14	
			справа	1,94	1,79	1,78	1,81	1,71	1,71	1,71	
		БП	зліва	1,94	1,79	1,78	1,81	1,71	1,71	1,71	
			справа	1,94	1,79	1,78	1,81	1,71	1,71	1,71	
Паливо											
38	Кількість прашовочих пальників на корпусі "А", шт.	на газі	0	0	0	0	0	0	0		
		пелюзовильників	6	6	6	6	6	6	6		
39	Кількість прашовочих пальників на корпусі "Б", шт.	на газі	0	0	0	0	0	0	0		
		пелюзовильників	6	6	6	6	6	6	6		
40	Вологість вугілля на роботу масу ПС-А W^p , %	8,9	9,5	8,5	9,1	9,3	8,6	8,4			
41	Тонина помелу пилу ПС-А (по залишку на ситі R_{00}), %	20,1	21	20,3	19,8	19,5	20,8	19,3			
42	Якість твердого палива пелюзовильник 2А	волога аналітична W^a , %	1,2	1,1	1,25	1,23	1,33	1,2	1,35		
		зольність на роботу масу A^p , %	23,1	22,4	22,9	23,1	22,3	23,2	23,1		
		вміст сірки на роботу масу S^p , %	1,3	1,3	1,36	1,34	1,33	1,35	1,34		
		вміст летких $V^{лет}$, %	38,7	38,4	38,5	37,5	37,9	37,8	37,7		
		нижча теплота згорання на роботу масу $Q_{н}^p$, ккал/кг	5291	5298	5300	5278	5271	5291	5284		
		волога приведена W^p , % кг 10^3 /ккал	1,68	1,79	1,60	1,72	1,76	1,63	1,59		
43	Якість твердого палива пелюзовильник 4А	зольність приведена A^p , % кг 10^3 /ккал	4,37	4,23	4,32	4,38	4,23	4,38	4,37		
		волога аналітична W^a , %	1,25	1,15	1,19	1,4	1,25	1,8	1,52		
		зольність на роботу масу A^p , %	23,0	22,6	22,5	22,4	22,6	22,9	23,2		
		вміст сірки на роботу масу S^p , %	1,37	1,35	1,31	1,32	1,34	1,35	1,32		
		вміст летких $V^{лет}$, %	38,3	38,8	38	38,1	38,3	37,5	38,1		
		волога приведена W^p , % кг 10^3 /ккал	1,68	1,79	1,60	1,72	1,76	1,63	1,59		

Додаток В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
43	Якість твердого палива шловоживильник 4А	нижча теплота згорання на роботу масу $Q_{\text{н}}^{\text{н}}$, ккал/кг	5267	5248	5294	5299	5270	5293	5298
		волога приведена $W^{\text{н}}$, % кг 10^3 /ккал	1,69	1,81	1,61	1,72	1,76	1,62	1,59
		зольність приведена $A^{\text{н}}$, % кг 10^3 /ккал	4,37	4,31	4,25	4,23	4,29	4,33	4,38
44	Якість твердого палива шловоживильник 6А	волога аналітична $W^{\text{а}}$, %	1,3	1,4	1,26	1,1	1,28	1,15	1,17
		зольність на роботу масу $A^{\text{р}}$, %	22,7	22,3	23	22,3	23,2	23,4	23,4
		вміст сірки на роботу масу $S^{\text{р}}$, %	1,35	1,32	1,34	1,33	1,35	1,31	1,31
		вміст летких $V^{\text{лф}}$, %	38,9	38,5	38,4	37,6	38,6	37,9	38,4
		нижча теплота згорання на роботу масу $Q_{\text{н}}^{\text{н}}$, ккал/кг	5297	5271	5293	5286	5247	5262	5282
		волога приведена $W^{\text{н}}$, % кг 10^3 /ккал	1,68	1,80	1,61	1,72	1,77	1,63	1,59
		зольність приведена $A^{\text{н}}$, % кг 10^3 /ккал	4,29	4,23	4,35	4,22	4,42	4,45	4,43
45	Волога вугілля робочу масу ПС-В, $W_{\text{р}}$, %		9,2	9	8,6	8,7	9	9	8,8
46	Тонина помелу пилу ПС-В (по залишку на ситі $R_{0,1}$), %		20,5	20,2	19,7	20,3	19,6	20	19,8
47	Якість твердого палива шловоживильник 2Б	волога аналітична $W^{\text{а}}$, %	1,5	1,1	1,72	1,28	1,15	1,25	1,19
		зольність на роботу масу $A^{\text{р}}$, %	22,6	22,7	23,5	23	23,5	23,6	23,2
		вміст сірки на роботу масу $S^{\text{р}}$, %	1,32	1,31	1,33	1,3	1,3	1,35	1,32
		вміст летких $V^{\text{лф}}$, %	38,2	38,7	37,6	38,4	38,2	37,6	37,9
		нижча теплота згорання на роботу масу $Q_{\text{н}}^{\text{н}}$, ккал/кг	5270	5282	5248	5264	5258	5260	5278
		волога приведена $W^{\text{н}}$, % кг 10^3 /ккал	1,75	1,70	1,64	1,65	1,71	1,71	1,67
		зольність приведена $A^{\text{н}}$, % кг 10^3 /ккал	4,29	4,30	4,48	4,37	4,47	4,49	4,40
48	Якість твердого палива шловоживильник 4Б	волога аналітична $W^{\text{а}}$, %	1,2	1,3	1,35	1,13	1,05	1,64	1,46
		зольність на роботу масу $A^{\text{р}}$, %	23	23,3	22,8	23,2	23,2	23,3	22,9
		вміст сірки на роботу масу $S^{\text{р}}$, %	1,32	1,34	1,33	1,3	1,35	1,33	1,29
		вміст летких $V^{\text{лф}}$, %	38,6	38,7	37,9	38,7	37,8	37,6	37,6
		нижча теплота згорання на роботу масу $Q_{\text{н}}^{\text{н}}$, ккал/кг	5280	5263	5286	5304	5281	5288	5280
		волога приведена $W^{\text{н}}$, % кг 10^3 /ккал	1,74	1,71	1,63	1,64	1,70	1,70	1,67
		зольність приведена $A^{\text{н}}$, % кг 10^3 /ккал	4,36	4,43	4,31	4,37	4,39	4,41	4,34
49	Якість твердого палива шловоживильник 6Б	волога аналітична $W^{\text{а}}$, %	1,1	1,2	1,27	1,03	1,17	1,25	1,21
		зольність на роботу масу $A^{\text{р}}$, %	23,2	22,9	23	23,6	22,7	23,5	23
		вміст сірки на роботу масу $S^{\text{р}}$, %	1,4	1,32	1,36	1,33	1,32	1,33	1,33
		вміст летких $V^{\text{лф}}$, %	38,6	38	38	38,1	38	38,1	38,2
		нижча теплота згорання на роботу масу $Q_{\text{н}}^{\text{н}}$, ккал/кг	5255	5287	5262	5266	5295	5269	5265
		волога приведена $W^{\text{н}}$, % кг 10^3 /ккал	1,75	1,70	1,63	1,65	1,70	1,71	1,67
		зольність приведена $A^{\text{н}}$, % кг 10^3 /ккал	4,41	4,33	4,37	4,48	4,29	4,46	4,37
50	Кульове завантаження млинів $G_{\text{КЕМ}}$, т	КБМ-А	100	95	95	96	97	97	97
		КБМ-В	92	92	93	92	90	90	90
51	Рівень пилу в бункері $H_{\text{бунк}}$, м	корпус "А"	3	0	4,2	3,6	4	3,7	2
		корпус "Б"	2,8	0	3,6	3,2	3,5	3,5	2,6
52	Вміст горючих у виносеній золі $\Gamma^{\text{вн}}$, %	нитка "А"	9	10	9	9	10	9	10
		нитка "Б"	10	9	10	9	10	9	9
		нитка "В"	9	9	10	10	10	10	9
		нитка "Г"	9	8,00	10	9	9	10	9
53	Втрати при прокалюванні жукелі ВПП, %	корпус "А"	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		корпус "Б"	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Корпус "А"								
54	Коефіцієнти	К	3,53	3,54	3,53	3,53	3,54	3,53	3,53
		С	0,47	0,47	0,46	0,47	0,47	0,47	0,46
		b	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
		A_t	1,003	0,981	1,004	0,981	0,981	0,981	0,981
		K_O	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
		$Q_{\text{всп.гор}}$	0,151	0,0151	0,302	0,018	0,130	0,027	0,02
55	Втрати тепла	з відхідними газами q_2 , %	9,95	9,32	9,34	9,40	9,17	9,06	9,00
		з хімінедопалом q_3 , %	0,03	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00	0,00
		з мехнедопалом q_4 , %	2,88	2,82	2,85	2,67	3,02	2,74	2,91
		з наволинне середовище q_5 , %	0,49	0,44	0,42	0,44	0,40	0,39	0,40
		з фізичним теплом жукелі q_6 , %	0,33	0,32	0,33	0,32	0,33	0,33	0,33
56	ККД корпусу котла бруто $\eta_{\text{к.б}}$, % корпус "А"		86,32	87,09	87,00	87,16	87,06	87,47	87,36
	Корпус "Б"								
57	Коефіцієнти	К	3,535	3,534	3,533	3,533	3,534	3,534	3,533
		С	0,470	0,468	0,465	0,466	0,468	0,468	0,467
		b	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
		A_t	1,002	0,981	1,003	0,981	0,981	0,981	0,981
		K_O	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
		$Q_{\text{всп.гор}}$	0,021	0,127	0,091	0,021	0,169	0,006	0,009
58	Втрати тепла	з відхідними газами q_2 , %	10,34	9,53	9,64	9,59	9,37	9,29	9,27
		з хімінедопалом q_3 , %	0,02	0,02	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00
		з мехнедопалом q_4 , %	2,72	2,56	3,08	2,92	2,90	3,12	2,73
		з наволинне середовище q_5 , %	0,49	0,43	0,44	0,43	0,39	0,41	0,42
		з фізичним теплом жукелі q_6 , %	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33
59	ККД корпусу котла бруто $\eta_{\text{к.б}}$, % корпус "Б"		86,12	87,13	86,50	86,73	86,97	86,84	87,25

Зведена таблиця результатів режимних випробувань котла ТПП-210А ст.
№3 при зміні температури холодного повітря на всмокт ДВ та частки
природного газу в паливі

№ п/п	Найменування показника, позначення, одиниця вимірювань	№ досліду						
		1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7		
1	Електричне навантаження блока $N_{ел}$, МВт	237	235	241	240	240		
Вода і пара								
2	Витрата живильної води (по приладу журнал) $D_{ж.в.}$, т/год	корпусу "А"	335	330	345	350	355	
		корпусу "Б"	370	360	0	0	0	
3	Температура живильної води $t_{ж.в.}$, °С	256	256	257	258	258		
4	Тиск живильної води $P_{ж.в.}$, кгс/см ²	220	248	249	248	249		
5	Тиск води до РЖК $P'_{ржк}$, кгс/см ²	н. "А"	220	248	249	248	249	
		н. "Б"	222	248	243	245	245	
		н. "В"	243	243	0	0	0	
		н. "Г"	249	250	0	0	0	
6	Тиск води за РЖК $P''_{ржк}$, кгс/см ²	н. "А"	210	220	220	225	223	
		н. "Б"	220	240	240	240	241	
		н. "В"	222	225	0	0	0	
		н. "Г"	243	241	0	0	0	
7	Тиск води до ВЗ $P'_{вз}$, кгс/см ²	н. "А"	221	219	223	222	221	
		н. "Б"	219	217	220	219	219	
		н. "В"	225	225	0	0	0	
		н. "Г"	225	225	0	0	0	
8	Витрата перегрітої пари (по живильній воді) $D_{пе}$, т/год	корпусу "А"	335	330	345	350	355	
		корпусу "Б"	370	360	-	-	-	
9	Температура перегрітої пари $t_{пе}$, °С	н. "А"	540	540	542	538	539	
		н. "Б"	542	542	543	543	543	
		н. "В"	540	540	0	0	0	
		н. "Г"	550	550	0	0	0	
10	Тиск перегрітої пари $P_{пе}$, кгс/см ²	корпусу "А"	220	217	220	220	220	
		корпусу "Б"	225	215	0	0	0	
11	Приведена витрата перегрітої пари $D_{пе}$ корпуса, т/год	корпусу "А"	423	415	422	422	425	
		корпусу "Б"	427	411	-	-	-	
12	Витрата пари холодного промперегріву (по нормативній характеристиці) $D_{ппе}$, т/год	корпусу "А"	289	285	296	300	304	
		корпусу "Б"	316	308	-	-	-	
13	Температура холодного промперегріву, $t'_{ппе}$, °С	корпус "А"	300	300	300	300	300	
		корпус "Б"	308	305	0	0	0	
14	Тиск холодного промперегріву $P'_{ппе}$, кгс/см ²	корпус "А"	31	31	31	31	31	
		корпус "Б"	31	31	0	0	0	
15	Температура промперегріву за котлом $t''_{ппе}$, °С	н. "А"	550	550	550	550	550	
		н. "Б"	555	560	550	550	550	
		н. "В"	553	552	-	-	-	
		н. "Г"	552	550	-	-	-	
16	Тиск промперегріву за котлом $P''_{ппе}$, кгс/см ²	н. "А"	30	30	30	30	30	
		н. "Б"	30	30	30	30	30	
		н. "В"	26	25	-	-	-	
		н. "Г"	26	25	-	-	-	
17	Температура середовища t , °С	за ВЕ	н. "А"	275	270	270	276	278
			н. "Б"	270	270	271	270	270
			н. "В"	272	270	-	-	-
			н. "Г"	270	270	-	-	-
		до бокової панелі НРЧ	н. "А"	375	370	370	372	377
			н. "Б"	375	386	377	378	378
			н. "В"	378	377	-	-	-
			н. "Г"	378	378	-	-	-
		за боковою панеллю НРЧ	н. "А"	375	370	370	377	381
			н. "Б"	375	380	378	380	380
			н. "В"	373	372	-	-	-
			н. "Г"	372	375	-	-	-

Додаток В.2

1	2		3	4	5	6	7			
17	Температура середовища t , оС	за ВРЧ	н. "А"	-	-	-	-			
			н. "Б"	410	410	416	420	427		
			н. "Г"	413	420	-	-	-		
		за СЕ	н. "А"	371	380	-	-	-		
			н. "Б"	445	452	463	468	439		
			н. "Г"	490	479	472	470	463		
18	Теплопродуктивність корпусів котла $Q_{кр}^{пр}$, Гкал/год	корпус "А"		226,2	222,8	232,2	235,0	237,9		
		корпус "Б"		248,2	242,3	-	-	-		
		Повітря і димові гази								
		зовнішнього		24	24	22	23	22		
19	Температура повітря $t_{пов.}$, °С	до ДВ	"А"	31,32	27,82	32,82	33,82	37,32		
			"Б"	19,82	21,32	-	-	-		
		до РПП	"А"	35	30	35	37	40		
			"Б"	35	33	38	38	42		
			"В"	22	25	-	-	-		
		за РПП	"Г"	25	25	-	-	-		
			"А"	325	320	325	342	340		
			"Б"	340	335	343	340	334		
			"В"	-	-	-	-	-		
		20	Тиск повітря $P_{пов.}$, кгс/м ²	за ДВ	корпус "А"	255	260	230	235	250
					корпус "Б"	170	190	-	-	-
				за РПП	н. "А"	190	200	180	180	180
н. "Б"	180				190	170	165	170		
н. "В"	175				180	-	-	-		
н. "Г"	180				180	-	-	-		
21	Температура димових газів $T_{дг}$, °С	в ПК	корпус "А"	865	860	868	870	860		
			корпус "Б"	863	868	-	-	-		
		за КПП	н.А зліва	730	770	790	780	790		
			н.Б справа	710	760	750	750	750		
			н.В зліва	-	-	-	-	-		
			н.Г справа	705	720	-	-	-		
		за пром. перегрівником	н.А зліва	650	650	655	645	650		
			н.Б справа	660	660	650	650	650		
			н.В зліва	629	640	-	-	-		
			н.Г справа	562	520	-	-	-		
		до РПП-А	-	-	468	490	470			
		до РПП-Б	370	370	370	360	360			
		до РПП-В	370	375	-	-	-			
		до РПП-Г	330	330	-	-	-			
		за РПП-А	160	160	168	165	165			
		за РПП-Б	160	160	168	167	163			
		за РПП-В	173	177	-	-	-			
		за РПП-Г	168	170	-	-	-			
за ДС-А	177,3	172	173,4	171,6	174,8					
за ДС-Б	163,3	160,2	-	-	-					
22	Розрідження вверху паливні $S_{пал.}^{пал.}$, кгс/м ²	корпус "А"		4	4	2	3	1		
		корпус "Б"		1	2	-	-	-		
23	Вміст O_2 за МВ $O_2^{МВ}$, %	МВ-А		15,2	15,4	14,9	15,1	15,1		
		МВ-В		15,0	15,5	-	-	-		
24	Вміст в димових газах (РП) корпус "А"	зліва	O_2 , %	4,78	3,31	3,79	3,20	2,97		
			CO, ppm	40	30	8	11	2		
		справа	O_2 , %	2,22	3,04	3,6	2,89	3,07		
			CO, ppm	31	14	6	33	4		

1	2		3	4	5	6	7	
25	Вміст в димових газах (РП) корпус "Б"	зліва	O ₂ , %	4,19	4,74	-	-	-
			CO, ppm	20	10	-	-	-
		справа	O ₂ , %	4,57	4,65	-	-	-
			CO, ppm	30	10	-	-	-
26	Вміст в димових газах за ДС корпус "А"	O ₂ , %	7,85	7,75	9,92	9,37	9,46	
		CO, ppm	48	18	35	40	48	
27	Вміст в димових газах за ДС корпус "Б"	O ₂ , %	9,77	10,07	-	-	-	
		CO, ppm	3	35	-	-	-	
28	Коефіцієнт надлишку повітря корпус "А" α, [-]	РП	зліва	1,29	1,19	1,22	1,18	1,16
			справа	1,12	1,17	1,21	1,16	1,17
		БП	зліва	1,60	1,58	1,90	1,81	1,82
			справа	1,25	1,29	-	-	-
29	Коефіцієнт надлишку повітря корпус "Б" α, [-]	РП	зліва	1,25	1,29	-	-	-
			справа	1,28	1,28	-	-	-
		БП	зліва	1,87	1,92	-	-	-
			справа	1,87	1,92	-	-	-
Паливо								
30	Витрата природного газу G _{пр.газ} , x10 ³ м ³ /год	корпус "А"	-	-	0	5,35	11,3	
		корпус "Б"	-	-	-	-	-	
31	Теплова частка природного газу, q _{тг} , %	корпус "А"	-	-	0	17	35	
32	Нижча теплота згорання природного газу Q _н ^p , ккал/кг		-	-	8176	8176	8176	
33	Кількість працюючих пальників на корпусі "А", шт.	на газі	0	0	0	5	5	
		підоживильників	6	6	6	6	6	
34	Кількість працюючих пальників на корпусі "Б", шт.	на газі	0	0	0	0	0	
		підоживильників	6	6	6	6	6	
35	Вологість вугілля на робочу масу ПС-А W ^p , %		9,2	8,9	7,1	8,5	9,1	
36	Тонина помелу пилу ПС-А (по залишку на ситі R ₉₀), %		21	21	19	18	19	
37	Якість твердого палива підоживильник 2А	волога аналітична W ^a , %	1,2	1,05	0,88	0,35	0,73	
		зольність на робочу масу A ^p , %	23,2	23,4	20,1	23,5	24,8	
		вміст сірки на робочу масу S ^p , %	1,4	1,3	1,8	1,9	2,0	
		вихід летких V ^{daf} , %	37,9	38,6	36,6	38,7	38	
37		нижча теплота згорання на робочу масу Q _н ^p , ккал/кг	5270	5295	5715	5718	5620	
		волога приведена W ⁿ , % кг 10 ³ /ккал	1,75	1,68	1,24	1,49	1,62	
		зольність приведена A ⁿ , % кг 10 ³ /ккал	4,40	4,42	3,52	4,11	4,41	
38	Якість твердого палива підоживильник 4А	волога аналітична W ^a , %	1,04	1,35	0,66	-	0,76	
		зольність на робочу масу A ^p , %	22,9	23,1	20	-	24,8	
		вміст сірки на робочу масу S ^p , %	1,33	1,34	-	-	-	
		вихід летких V ^{daf} , %	38,3	38,2	36,9	-	38,5	
		нижча теплота згорання на робочу масу Q _н ^p , ккал/кг	5234	5237	5729	-	5603	
		волога приведена W ⁿ , % кг 10 ³ /ккал	1,76	1,70	1,24	-	1,62	
39	Якість твердого палива підоживильник 6А	зольність приведена A ⁿ , % кг 10 ³ /ккал	4,38	4,41	3,49	-	4,43	
		волога аналітична W ^a , %	1,05	1,14	0,58	0,34	0,56	
		зольність на робочу масу A ^p , %	22,6	23	20,3	23,7	24,8	
		вміст сірки на робочу масу S ^p , %	1,35	1,35	1,28	1,30	1,25	
		вихід летких V ^{daf} , %	37,7	37,9	37,1	39,3	39	
		нижча теплота згорання на робочу масу Q _н ^p , ккал/кг	5263	5259	5691	5652	5646	
40	Волога вугілля робочу масу ПС-В, W _p , %	волога приведена W ⁿ , % кг 10 ³ /ккал	1,75	1,69	1,25	1,50	1,61	
		зольність приведена A ⁿ , % кг 10 ³ /ккал	4,29	4,37	3,57	4,19	4,39	
41	Тонина помелу пилу ПС-В (по залишку на ситі R ₉₀), %		9	8,7	-	-	-	
43	Якість твердого палива підоживильник 2Б	волога аналітична W ^a , %	19,5	19,8	-	-	-	
		зольність на робочу масу A ^p , %	1,32	1,26	-	-	-	
		вміст сірки на робочу масу S ^p , %	23,5	23,6	-	-	-	
		вихід летких V ^{daf} , %	1,34	1,33	-	-	-	
		нижча теплота згорання на робочу масу Q _н ^p , ккал/кг	38,1	37,8	-	-	-	
		волога приведена W ⁿ , % кг 10 ³ /ккал	5257	5300	-	-	-	
		зольність приведена A ⁿ , % кг 10 ³ /ккал	1,71	1,64	-	-	-	
44	Якість твердого палива підоживильник 4Б	волога аналітична W ^a , %	4,47	4,45	-	-	-	
		зольність на робочу масу A ^p , %	1,1	1,22	-	-	-	
		вміст сірки на робочу масу S ^p , %	23,7	23,7	-	-	-	
			1,31	1,31	-	-	-	

Додаток В.2

1	2		3	4	5	6	7
44	Якість твердого палива пилосивильник 4Б	вихід летких V^{daf} , %	37,9	38,0	-	-	-
		нижча теплота згорання на робочу масу Q_n^p , ккал/кг	5273	5285	-	-	-
		волога приведена W^n , % кг 10^3 /ккал	1,71	1,65	-	-	-
		зольність приведена A^n , % кг 10^3 /ккал	4,49	4,48	-	-	-
45	Якість твердого палива пилосивильник 6Б	волога аналітична W^a , %	1,21	1,35	-	-	-
		зольність на робочу масу A^p , %	23,6	23	-	-	-
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,36	1,32	-	-	-
		вихід летких V^{daf} , %	38,1	38,4	-	-	-
		нижча теплота згорання на робочу масу Q_n^p , ккал/кг	5274	5282	-	-	-
		волога приведена W^n , % кг 10^3 /ккал	1,71	1,65	-	-	-
46	Кульове завантаження млинів $G_{КБМ}$, т	КБМ-А	95	96	92	93	92
		КБМ-В	93	93	-	-	-
47	Рівень пилу в бункері $H_{бунк}$, м	корпус "А"	2,5	2,4	2,8	2,7	2,6
		корпус "Б"	2,8	2,9	-	-	-
48	Вміст горючих у винесеній золі $\Gamma^{вин}$, %	нитка "А"	9	9	5	6	5
		нитка "Б"	9	10	5	5	6
		сер к "А"	9	9,5	5	5,5	5,5
		нитка "В"	10	9	-	-	-
		нитка "Г"	10	10	-	-	-
		сер к "Б"	10	9,5	-	-	-
49	Втрати при прокалюванні жужелі $ВПП$, %	корпус "А"	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		корпус "Б"	0,5	0,5	-	-	-
Корпус "А"							
50	Коефіцієнти	К	3,535	3,534	3,525	3,530	3,532
		С	0,470	0,468	0,450	0,460	0,465
		b	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
		A_t	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981
		K_Q	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
		$Q_{неп.гор.}$	0,145	0,054	0,012	0,018	0,021
51	Втрати тепла	з відхідними газами q_2 , %	8,89	8,48	9,97	9,37	9,72
		з хімедопалом q_3 , %	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
		з мехнедопалом q_4 , %	2,72	2,92	1,28	1,65	1,75
		в наволишне середовище q_5 , %	0,50	0,50	0,48	0,48	0,47
		з фізичним теплом жужелі q_6 , %	0,33	0,33	0,27	0,17	0,22
52	ККД корпусу котла бруто $\eta_{к}^{бр.}$, % корпус "А"	87,53	87,76	87,99	88,33	87,83	
Корпус "Б"							
53	Коефіцієнти	К	3,534	3,533	-	-	-
		С	0,468	0,466	-	-	-
		b	0,140	0,140	-	-	-
		A_t	0,981	0,981	-	-	-
		K_Q	1,000	1,000	-	-	-
		$Q_{неп.гор.}$	0,009	0,106	-	-	-
54	Втрати тепла	з відхідними газами q_2 , %	10,22	10,09	-	-	-
		з хімедопалом q_3 , %	0,00	0,02	-	-	-
		з мехнедопалом q_4 , %	3,14	2,94	-	-	-
		в наволишне середовище q_5 , %	0,45	0,46	-	-	-
		з фізичним теплом жужелі q_6 , %	0,34	0,33	-	-	-
55	ККД корпусу котла бруто $\eta_{к}^{бр.}$, % корпус "Б"	85,85	86,16	-	-	-	

Додаток Г

Зведена таблиця результатів балансових випробувань котла ТПП-210А ст.

№3 при роботі енергоблока у двокорпусному режимі

№ п/п	Найменування показника, позначення, одиниця вимірювань	№ досліду							
		1	2	3	4	5	6		
1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Електричне навантаження блока $N_{ел}$, МВт	188	218	247	267	271	295		
Вода і пара									
2	Витрата живильної води $D_{ж.в.}$, т/год	корпусу "А"	320	340	397	431,7	455	473	
		корпусу "Б"	318	340	382	430	450	475	
3	Температура живильної води $t_{ж.в.}$, °С	255	257	262	266	268	270		
4	Тиск живильної води $P_{жив}$, кгс/см ²	корпусу "А"	210	250	280	310	288	290	
		корпусу "Б"	210	230	295	287,5	284	289	
		корпусу "А"	205	215	270	270	243	273	
		корпусу "Б"	203	200	215	232	242	229	
5	Тиск води до ВЗ $P'_{ВЗ}$, кгс/см ²	н. "А"	196	205	230	250	254	245	
		н. "Б"	192	202	232	250	251	240	
		корпусу "А"	194	204	231	250	253	243	
		н. "В"	198	205	230	240	255	215	
		н. "Г"	210	200	230	251	260	210	
		корпусу "Б"	204	203	230	246	258	213	
6	Витрата перегрітої пари $D_{пе}$, т/год	н. "А"	210	180	211	220	241	240	
		н. "Б"	143	205	215	221	250	245	
		н. "В"	202	170	215	230	250	230	
		н. "Г"	198	205	220	226	240	240	
7	Витрата перегрітої пари (по живильній воді) $D_{пе}$, т/год	корпусу "А"	320	340	397	432	455	473	
		корпусу "Б"	318	340	382	430	450	475	
8	Температура перегрітої пари $t_{пе}$, °С	н. "А"	543	542	540	540	550	540	
		н. "Б"	543	549	548	548	550	545	
		корпусу "А"	543	546	544	544	549	543	
		н. "В"	547	545	545	545	548	545	
		н. "Г"	547	545	548	550	547	545	
		корпусу "Б"	547	545	547	548	548	545	
9	Тиск перегрітої пари $P_{пе}$, кгс/см ²	корпусу "А"	188	192	220	225	240	235	
		корпусу "Б"	192	195	225	235	238	240	
10	Витрата пари холодного промперегріву (по нормативній характеристиці) $D_{пне}$, т/год	корпусу "А"	277	293	336	363	381	395	
		корпусу "Б"	276	293	325	362	377	396	
11	Температура холодного промперегріву, $t'_{пне}$, °С	корпус "А"	300	307	307	307	295	309	
		корпус "Б"	305	310	300	300	300	300	
12	Тиск холодного промперегріву $P'_{пне}$, кгс/см ²	корпус "А"	25	28	33	36	35	30	
		корпус "Б"	25	28	33	35,8	35	30	
13	Температура промперегріву за котлом $t''_{пне}$, °С	н. "А"	550	545	545	545	550	550	
		н. "Б"	560	545	545	545	555	550	
		корпус "А"	555	545	545	545	552,5	549	
		н. "В"	550	545	545	545	557	540	
		н. "Г"	552	545	545	545	557	545	
		корпус "Б"	551	545	545	545	557	543	
14	Тиск промперегріву за котлом $P''_{пне}$, кгс/см ²	н. "А"	24	26	32	34,8	34	35	
		н. "Б"	24	26	32	34,8	34	34	
		н. "В"	19	25	30	34,8	29	36	
		н. "Г"	19	25	30	34,8	29	35	
15	Температура середовища t , °С	за ВЕ	н. "А"	295	290	298	290	275	290
			н. "Б"	280	290	293	290	285	300
			корпусу "А"	288	290	296	290	280	295
			н. "В"	280	280	280	284	290	280
			н. "Г"	279	280	275	280	290	275
		до бокової панелі НРЧ	корпусу "Б"	280	280	278	282	290	278
			н. "А"	380	375	380	387	375	390
			н. "Б"	385	375	383	388	388	375
			корпусу "А"	383	375	381	387	382	382
			н. "В"	362	355	355	360	385	370
		до бокової панелі НРЧ	н. "Г"	363	350	360	370	380	360
			корпусу "Б"	363	352	357	365	383	365
			н. "А"	380	380	390	390	383	390
			н. "Б"	370	380	390	390	390	380
			корпусу "А"	375	380	390	390	387	385
		за боковою панеллю НРЧ	н. "В"	362	360	370	378	390	355
			н. "Г"	363	360	370	379	390	360
			корпусу "Б"	363	360	370	379	390	358
			н. "А"	-	400	418	430	-	420
			н. "Б"	385	390	398	410	428	390
за ВРЧ	корпусу "А"	385	395	408	420	428	405		

Додаток Г.1

1	2		3	4	5	6	7	8			
15	Температура середовища t, оС	за ВРЧ	н. "В"	410	-	-	-	433	405		
			н. "Г"	360	440	410	420	382	415		
			корпусу "Б"	385	440	410	420	407,5	410		
		за СЕ	н. "А"	430	460	450	462	475	445		
			н. "Б"	483	442	456	463	461	455		
			корпусу "А"	457	451	453	463	468	450		
			н. "В"	432	463	460	470	451	449		
			н. "Г"	443	440	456	470	458	452		
			корпусу "Б"	438	452	458	470	455	450,5		
		до II впр.	н. "А"	480	450	450	465	463	460		
			н. "Б"	480	430	435	440	480	430		
			корпусу "А"	480	440	443	453	472	445		
			н. "В"	440	440	440	450	463	455		
			н. "Г"	408	435	440	462	423	455		
		за II впр.	корпусу "Б"	424	437,5	440	456	443	455		
			н. "А"	-	420	422	440	-	415		
			н. "Б"	-	400	412	420	-	410		
			корпусу "А"	-	410	417	430	-	412		
			н. "В"	430	410	420	420	452	420		
		до III впр.	н. "Г"	390	410	430	428	410	430		
			корпусу "Б"	410	410	425	424	431	425		
			н. "А"	520	510	510	511	520	510		
			н. "Б"	520	511	515	512	520	510		
			корпусу "А"	520	511	513	512	520	510		
		за III впр.	н. "В"	510	513	519	510	510	510		
			н. "Г"	512	512	515	515	512	510		
			корпусу "Б"	511	513	517	513	511	510		
			н. "А"	490	490	480	490	505	500		
			н. "Б"	490	495	497	485	500	510		
		за IV впр.	корпусу "А"	490	493	489	488	503	505		
			н. "В"	480	480	485	480	480	480		
			н. "Г"	485	485	490	495	480	490		
			корпусу "Б"	483	483	488	488	480	485		
			н. "А"	550	560	559	545	550	560		
		до V впр.	н. "Б"	550	550	550	545	550	550		
			корпусу "А"	550	555	554,5	545	550	555		
			н. "В"	550	-	-	-	550	550		
			н. "Г"	530	525	530	530	532	530		
			корпусу "Б"	540	525	530	530	541	540		
		за V впр.	н. "А"	-	450	470	-	-	480		
			н. "Б"	-	430	447	-	-	450		
			корпусу "А"	-	440	459	-	-	465		
			н. "В"	458	460	455	460	452	450		
			н. "Г"	490	460	490	470	403	470		
		за V впр.	корпусу "Б"	474	460	471	465	428	460		
			н. "А"	-	420	460	550	-	460		
			н. "Б"	-	400	440	545	-	440		
		за V впр.	корпусу "А"	-	410	450	547	-	450		
			н. "В"	450	460	455	441	443	-		
			н. "Г"	362	460	450	450	400	-		
		за V впр.	корпусу "Б"	406	460	452	445	422	-		
			корпус "А"	н. "А"	70	30	20	50	80	60	
		16	Вказівник положення регулюючого трьохходового клапану температури промперегріву НА РПП НТ, %	корпусу "Б"	н. "Б"	30	50	42	51	45	50
				н. "В"	30	50	93	35	0	45	
17	Теплопродуктивність котла Q ^{бр} _к , Гкал/год	корпус "А"	н. "Г"	20	28	60	16	0	40		
		корпус "Б"	216,68	226,46	256,73	277,90	293,44	296,83			
			214,84	225,64	249,13	278,44	290,28	299,08			
Повітря і димові гази											
18	Температура повітря t _{пов.} , °С	зовнішнього		24	24	23	23	17	19		
		до ДВ	"А"	33,82	28,82	36,32	41,32	28,82	38,82		
			"Б"	26,32	33,82	23,32	31,32	26,32	28,82		
		до РПП	"А"	40	35	37	45	30	40		
			"Б"	35	30	43	45	35	45		
			сер А, Б	37,5	32,5	40	45	32,5	42,5		
			"В"	30	40	27	35	30	35		
			"Г"	30	35	27	-	30	30		
			сер В, Г	30	38	27	35	30	33		

Додаток Г.1

1	2		3	4	5	6	7	8						
18	Температура повітря $t_{пов.}$, °C		за РПП	"А"	325	330	345	340	340	350				
				"Б"	335	345	363	360	375	370				
				сер А, Б	330	337,5	354	350	357,5	360				
				"В"	320	335	340	345	340	350				
				"Г"	339	340	345	-	345	350				
				сер В, Г	330	338	343	345	342	350				
19	Тиск повітря $P_{пов.}$, кгс/м ²	за ДВ	корпус "А"		170	175	180	230	270	251				
			корпус "Б"		145	160	185	205	235	240				
		за РПП	н. "А"		82	86	96	142	192	159				
			н. "Б"		78	80	87	137	185	155				
			корпус "А"		80	83	91	140	189	157				
		за РПП	н. "В"		45	64	76	105	129	138				
			н. "Г"		45	61	83	106	127	137				
		перепад на РПП	корпус "Б"		45	62	95	105	128	138				
			н. "А"		88	90	90	88	100	105				
			н. "Б"		75	85	93	95	95	115				
			корпус "А"		82	88	90	105	98	110				
			н. "В"		80	85	80	105	105	100				
			н. "Г"		90	95	102	90	95	110				
		20	Розрідження по тракту пилосистеми $S_{п/с}$, кгс/м ²		до КБМ	"А"	170	180	170	160	160	170		
"Б"	160					190	195	150	150	160				
за КБМ	"А"				280	360	332	296	350	332				
	"В"				275	295	350	329	340	350				
до циклоу	"А"				504	504	481	508	150	508				
	"В"				453	453	520	508	140	508				
за циклоном	"А"				528	528	521	534	540	534				
	"В"				531	535	546	552	550	562				
21	Температура по тракту пилосистеми $T_{п/с}$, °C				за ВЕ	"А"	-	357	374	368	-	-		
						"В"	-	368	367	376	-	-		
			до ВГД	"А"	340	340	320	303	-	-				
				"В"	320	368	367	376	-	-				
			до КБМ	"А"	251	243	255	277	254	252				
				"В"	283	270	255	281	258	250				
			за КБМ-А	т.1	90	85	81	84	90	92				
				т.2	92	85	82	85	95	94				
				середня	91	85	81	84	93	93				
			за КБМ-В	т.1	85	81	80	80	85	80				
				т.2	90	82	80	81	90	75				
				середня	88	82	80	80	88	78				
			за МВ	"А"	209	88	85	86	193	-				
				"В"	181	84	84	83	164	-				
			в бункері пилу	"А"	74	72	75	75	77	-				
				"В"	75	75	78	75	75	-				
			22	Температура димових газів $T_{дг}$, °C		в ПК	корпус "А"		810	815	825	850	890	910
							корпус "Б"		850	855	880	835	880	890
за КПП	н.А зліва					750	810	843	811,8	860	820			
	н.Б справа					760	750	785	810	850	863			
	середня					755	780	814	811	855	842			
	н.В зліва					780	790	840	850	853,6	760			
	н.Г справа					790	790	796	830	790	-			
	середня					785	790	818	840	822	-			
за пром. перегрівником	н.А зліва					570	560	565	580	650	570			
	н.Б справа					580	540	555	580	660	604			
	середня А, Б					575	550	560	580	655	586,9			
	н.В зліва					580	590	620	620	650	580			
	н.Г справа					570	560	570	600	584	570			
	середня В, Г					575	575	595	610	617	575			
до РПП-А		350				355	373	373	370	370				
до РПП-Б		333				330	350	350	360	350				
середня А,Б		342				343	362	362	355	360				
до РПП-В		350				355	360	368	350	370				
до РПП-Г		360				370	370	385	360	0				
середня В,Г		355				363	365	377	355	375				
за РПП-А		550				200	200	175	190	190				
за РПП-Б		170				170	185	182	200	180				
середня А,Б		180				185	193	179	195	185				

Додаток Г.1

1	2		3	4	5	6	7	8		
22	Температура димових газів T _{дг} , °C		за РПП-В	185	180	170	175	192	190	
			за РПП-Г	180	179	190	190	200	200	
			середня В,Г	183	180	180	183	196	195	
			за ДС-А	171,8	173,0	175,0	177,5	177,4	176	
			за ДС-Б	173,2	175,2	176,3	177,4	176,6	177,3	
23	Розрідження вверху паливні S _{пал.} , кгс/м ²		корпус "А"	1	2	2	3	2	2	
			корпус "Б"	2	0	0	1	3	1	
24	Розрідження S, кгс/м ²	за КПП S _{кпп}	корпус "А"	зліва	30	30	45	45	82	85
				справа	27	41	64	86	82	75
				сер.	29	35	54	65	82	80
			корпус "Б"	зліва	38	40	50	60	80	90
				справа	40	40	50	60	85	80
				сер.	39	40	50	60	83	85
		за ВЕ S _{ве}	корпус "А"	зліва	79	80	80	90	110	115
				справа	80	80	90	100	100	105
				сер.	80	80	85	95	105	110
			корпус "Б"	зліва	75	85	91	110	147	119
				справа	77	85	100	100	110	130
				сер.	76	85	95	105	129	125
		до РПП S _{рпп}	нитка "А"	85	92	101	117	138	136	
			нитка "Б"	85	94	104	116	136	133	
			корпус "А"	85	93	102	117	137	135	
			нитка "В"	85	96	102	119	130	133	
			нитка "Г"	89	93	98	111	131	130	
			корпус "Б"	87	95	100	115	131	131	
		за РПП S _{рпп}	нитка "А"	177	183	193	225	245	247	
			нитка "Б"	155	168	185	208	240	238	
			корпус "А"	166	175	189	216	243	242	
			нитка "В"	167	177	188	220	246	246	
			нитка "Г"	180	180	200	214	240	246	
		перепад на РПП	корпус "А"	81	82	87	100	106	108	
			корпус "Б"	86	84	94	102	112	115	
		до димосмоку S _{дс}	корпус "А"	212	205	194	216	244	242	
			корпус "Б"	178	197	182	197	241	246	
за димосмоком S _{дс}	корпус "А"	70	60	90	85	90	80			
	корпус "Б"	60	60	80	70	80	70			
25	Вміст O ₂ за МВ O ₂ ^{МВ} , %		МВ-А	15,3	15,2	15,1	15,0	15,2	15,0	
			МВ-В	16,0	15,3	15,1	14,3	14,9	14,5	
26	Вміст в димових газах (РП) корпус "А"		зліва	O ₂ , %	6,7	5,7	3,7	3	2,1	2,3
				CO, ppm	40	75	100	50	80	100
			справа	O ₂ , %	6,5	5,6	4,5	2,9	2,9	2,9
				CO, ppm	62	50	30	35	40	35
27	Вміст в димових газах (РП) корпус "Б"		зліва	O ₂ , %	5,5	5,1	4,17	2,9	2,6	2,5
				CO, ppm	80	30	50	150	100	90
			справа	O ₂ , %	6,5	6,16	3,9	3,2	2,8	3,2
				CO, ppm	20	75	60	30	45	70
28	Вміст в димових газах O ₂ до РПП		корпус "А"	зліва	8,1	7,5	5,8	5,1	4,4	4,5
				справа	8,9	7,3	6,2	5,0	4,9	4,7
29	Вміст в димових газах O ₂ до РПП		корпус "Б"	зліва	7,3	7,0	6,2	5,1	5,0	4,6
				справа	8,6	7,8	6,0	5,3	5,0	4,5
30	Вміст в димових газах O ₂ за РПП		корпус "А"	зліва	9,8	9,3	7,9	7,3	6,7	6,7
				справа	10,4	9,1	8,2	7,2	7,1	6,9
31	Вміст в димових газах O ₂ за РПП		корпус "Б"	зліва	9,5	9,2	8,5	7,6	7,6	7,2
				справа	10,4	9,8	8,4	7,8	7,6	7,1
32	Вміст в димових газах за ДС корпус "А"		O ₂ , %	10,7	9,9	8,9	8,5	8,4	8,0	
			CO, ppm	40	50	100	150	20	59	
			CO, мг/м ³	70	63	125	188	25	73,75	
			NO _x , ppm	362	404	408	438	459	420	
			NO _x ^{прив.} , мг/м ³	1087	1126	1035	1082	1121	996	
			SO ₂ , ppm	750	780	880	980	950	920	
			SO ₂ ^{прив.} , мг/м ³	3133	3025	3109	3372	3230	3036	
33	Вміст в димових газах за ДС корпус "Б"		O ₂ , %	9,7	10,2	9,2	8,5	9,4	9,6	
			CO, ppm	50	20	30	150	56	80	
			CO, мг/м ³	62,5	42	37,5	187,5	70	100	
			NO _x , ppm	433	290	451	494	434	449	
			NO _x ^{прив.} , мг/м ³	1181	1243	1176	1217	1157	1214	
			SO ₂ , ppm	800	850	1000	860	910	900	
			SO ₂ ^{прив.} , мг/м ³	3035	3374	3633	2949	3376	3390	

Додаток Г.1

1	2		3	4	5	6	7	8	
34	Коефіцієнт надлишку повітря корпус "А" α , [-]	РП	зліва	1,47	1,37	1,21	1,17	1,11	1,12
			справа	1,45	1,36	1,27	1,16	1,16	1,16
			сер. к "А"	1,46	1,37	1,24	1,16	1,14	1,14
35	Коефіцієнт надлишку повітря корпус "Б" α , [-]	РП	зліва	1,35	1,32	1,25	1,16	1,14	1,14
			справа	1,45	1,42	1,23	1,18	1,15	1,18
			сер. "Б"	1,46	1,37	1,24	1,16	1,14	1,14
		БП		2,05	1,90	1,73	1,69	1,67	1,62
Паливо									
36	Кількість працюючих пальників на корпусі "А", шт.	на газі	0	0	0	0	0	0	0
		пиложивильників	6	6	6	6	6	6	6
37	Кількість працюючих пальників на корпусі "Б", шт.	на газі	0	0	0	0	0	0	0
		пиложивильників	6	6	6	6	6	6	6
38	Вологість вугілля на робочу масу ПС-А W^p , %		8,0	8,9	8,5	8,5	8,6	8,5	
39	Тонина помелу пилу ПС-А (по залишку на ситі R_{90}), %		20,8	20,1	20,3	20,2	19,3	19,8	
40	Якість твердого палива пиложивильник 2А	волога аналітична W^a , %	1,2	1,2	1,25	1,4	1,05	0,9	
		зольність на робочу масу A^p , %	24,2	23,1	22,9	23,4	23,7	23,2	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,34	1,34	1,36	1,35	1,32	1,3	
		вихід летких V^{daf} , %	37,9	38,7	38,5	37,7	36,7	37,1	
		нижча теплота згорання на робочу масу Q_n^p , ккал/кг	5271	5291	5300	5262	5350	5312	
		волога приведена W^H , % кг 10^3 /ккал	1,52	1,68	1,60	1,62	1,61	1,60	
		зольність приведена A^H , % кг 10^3 /ккал	4,59	4,37	4,32	4,45	4,43	4,37	
41	Якість твердого палива пиложивильник 4А	волога аналітична W^a , %	1,39	1,25	1,19	1,22	1,25	1,2	
		зольність на робочу масу A^p , %	23,1	23	22,5	24,8	21,4	19,9	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,34	1,37	1,31	1,33	1,31	1,32	
		вихід летких V^{daf} , %	38,6	38,3	38,0	38,1	36,6	37,2	
		нижча теплота згорання на робочу масу Q_n^p , ккал/кг	5270	5267	5294	5300	5355	5247	
		волога приведена W^H , % кг 10^3 /ккал	1,52	1,69	1,61	1,60	1,61	1,62	
		зольність приведена A^H , % кг 10^3 /ккал	4,38	4,37	4,25	4,68	4,00	3,79	
42	Якість твердого палива пиложивильник 6А	волога аналітична W^a , %	1,37	1,3	1,26	1,1	1	1,1	
		зольність на робочу масу A^p , %	23,2	22,7	23	22,6	23,1	20,9	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,35	1,35	1,34	1,3	1,35	1,32	
		вихід летких V^{daf} , %	38,6	38,9	38,4	38	37,5	39	
		нижча теплота згорання на робочу масу Q_n^p , ккал/кг	5247	5297	5293	5299	5436	5259	
		волога приведена W^H , % кг 10^3 /ккал	1,52	1,68	1,61	1,60	1,58	1,62	
		зольність приведена A^H , % кг 10^3 /ккал	4,42	4,29	4,35	4,26	4,25	3,97	
43	Середня якість твердого палива корпусу "А"	волога аналітична W^a , %	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	
		зольність на робочу масу A^p , %	23,5	22,9	22,8	23,6	22,7	21,3	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	
		вихід летких V^{daf} , %	38,4	38,6	38,3	37,9	36,9	37,8	
		нижча теплота згорання на робочу масу Q_n^p , ккал/кг	5263	5285	5296	5287	5306	5306	
		волога приведена W^H , % кг 10^3 /ккал	1,52	1,68	1,61	1,61	1,60	1,61	
		зольність приведена A^H , % кг 10^3 /ккал	4,47	4,34	4,31	4,46	4,23	4,04	
44	Волога вугілля робочу масу ПС-В, W^p , %		8,7	9,2	8,6	9,1	8,7	7,9	
45	Тонина помелу пилу ПС-В (по залишку на ситі R_{90}), %		21,0	20,5	19,7	19,9	20,5	21,0	
46	Якість твердого палива пиложивильник 2Б	волога аналітична W^a , %	1,1	1,5	1,7	1,2	1,4	1,4	
		зольність на робочу масу A^p , %	23,5	22,6	23,5	22,2	24,2	24,1	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
		вихід летких V^{daf} , %	37,5	38,2	37,6	38,4	37,5	38,4	
		нижча теплота згорання на робочу масу Q_n^p , ккал/кг	5258	5270	5248	5283	5350	5280	
		волога приведена W^H , % кг 10^3 /ккал	1,65	1,75	1,64	1,72	1,63	1,50	
		зольність приведена A^H , % кг 10^3 /ккал	4,47	4,29	4,48	4,20	4,52	4,56	
47	Якість твердого палива пиложивильник 4Б	волога аналітична W^a , %	1,38	1,2	1,35	1,18	1,3	1,21	
		зольність на робочу масу A^p , %	23,2	23,0	22,8	22,7	24,1	20,5	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	
		вихід летких V^{daf} , %	37,8	38,6	37,9	37,8	36,7	37,8	
		нижча теплота згорання на робочу масу Q_n^p , ккал/кг	5304	5280	5286	5275	5673	5520	
		волога приведена W^H , % кг 10^3 /ккал	1,64	1,74	1,63	1,73	1,53	1,43	
		зольність приведена A^H , % кг 10^3 /ккал	4,37	4,36	4,31	4,30	4,25	3,71	
48	Якість твердого палива пиложивильник 6Б	волога аналітична W^a , %	1,2	1,1	1,3	1,3	1,0	1,1	
		зольність на робочу масу A^p , %	22,7	23,2	23,0	23,4	21,3	22,2	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,4	1,4	1,4	1,3	37,4	1,3	
		вихід летких V^{daf} , %	38,2	38,6	38,0	38,3	38,4	38,1	
		нижча теплота згорання на робочу масу Q_n^p , ккал/кг	5295	5255	5262	5256	5320	5380	
		волога приведена W^H , % кг 10^3 /ккал	1,64	1,75	1,63	1,73	1,64	1,47	
		зольність приведена A^H , % кг 10^3 /ккал	4,29	4,41	4,37	4,45	4,00	4,13	

Додаток Г.1

1	2		3	4	5	6	7	8
49	Середня якість твердого палива корпусу "Б"	волога аналітична W^a , %	1,2	1,3	1,4	1,2	1,2	1,2
		зольність на робочу масу A^p , %	23,1	22,9	23,1	22,8	23,2	22,3
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,3	1,3	1,3	1,3	13,3	1,3
		вихід летких V^{daf} , %	37,8	38,5	37,8	38,2	37,5	38,1
		нижча теплота згорання на робочу масу $Q^p_{н}$, ккал/кг	5286	5268	5265	5271	5448	5393
		волога приведена W^r , % кг 10^3 /ккал	1,65	1,75	1,63	1,73	1,60	1,47
		зольність приведена, A^r , % кг 10^3 /ккал	4,38	4,35	4,39	4,32	4,26	4,13
50	Витрата твердого палива $V_{тп}$, кг/год	корпус "А"	48046	49640	55721	60266	63148	64325
		корпус "Б"	47283	49732	54702	60650	61500	64860
51	Кульове завантаження млинів $G_{КБМ}$, т	КБМ-А	90	100	95	96	95	92
		КБМ-В	93	92	93	90	92	94
52	Рівень пилу в бункері $H_{бунк}$, м	корпус "А"	2,5	3,0	4,2	4,4	3,0	3,5
		корпус "Б"	4,0	2,8	3,6	4,1	3,2	4,1
53	Вміст горючих у винесеній золі $\Gamma^{вин}$, %	нитка "А"	6	9	9	9	8	8
		нитка "Б"	8	10	10	9	7	6
		сер. корпус "А"	7	9,5	9,5	9	7,5	7
53	Вміст горючих у винесеній золі $\Gamma^{вин}$, %	нитка "В"	7	9	10	10	9	9
		нитка "Г"	5	9	10	9	7	5
		сер. корпус "Б"	9	9	10	9,5	8	7
54	Втрати при прокалюванні жужелі ВПП, %	корпус "А"	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		корпус "Б"	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Корпус "А"								
55	Коефіцієнти	К	3,530	3,534	3,532	3,532	3,532	3,532
		С	0,461	0,467	0,464	0,464	0,464	0,464
		b	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
		A_t	1,003	1,003	1,004	1,003	1,003	1,003
		K_Q	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
		$Q_{неп.гор.}$	0,121	0,151	0,302	0,453	0,060	0,178
56	Втрати тепла q, %	з відхідними газами q_2	10,72	9,95	9,34	9,19	9,53	10,50
		з хімнодопалом q_3	0,03	0,03	0,06	0,08	0,01	0,03
		з мехнедопалом q_4	2,703	2,876	2,854	2,790	2,201	1,920
		в наволишне середовище q_5	0,520	0,489	0,419	0,385	0,365	0,351
		з фізичним теплом жужелі q_6	0,338	0,328	0,325	0,337	0,319	0,306
57	ККД корпусу котла бруто $\eta_{бр-к}$, %	85,70	86,32	87,00	87,22	87,58	86,97	
Корпус "Б"								
58	Коефіцієнти	К	3,533	3,535	3,533	3,535	3,532	3,529
		С	0,466	0,470	0,465	0,469	0,464	0,459
		b	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
		A_t	1,002	1,002	1,003	1,003	1,003	1,003
		K_Q	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
		$Q_{неп.гор.}$	0,461	0,121	0,091	0,453	0,169	0,242
59	Втрати тепла q, %	з відхідними газами q_2	9,72	10,34	9,72	9,25	9,51	10,56
		з хімнодопалом q_3	0,14	0,03	0,02	0,08	0,03	0,05
		з мехнедопалом q_4	3,320	2,720	3,075	2,862	2,344	1,971
		в наволишне середовище q_5	0,523	0,489	0,435	0,387	0,369	0,350
		з фізичним теплом жужелі q_6	0,331	0,329	0,332	0,327	0,322	0,313
60	ККД корпусу котла бруто $\eta_{бр-к}$, %	85,96	86,10	86,43	87,09	87,42	86,77	
Навантаження електродвигунів								
61	Вказівник положення направляючих апаратів ВП НА, %	ДВ-А	18	20	35	50	55	56
		ДВ-Б	20	15	24	25	30	30
		ДС-А	40	30	70	85	85	85
		ДС-Б	40	40	50	65	60	60
		ВГД-А	35	30	35	20	20	22
		ВГД-Б	33	31	30	30	30	30
62	Сила струму електродвигунів I, А	ДВ-А	25	50	52	61	75	75
		ДВ-Б	30	50	55	60	72	70
		ДС-А	140	137	182	208	205	209
		ДС-Б	150	160	170	200	204	209
		ВГД-А	15	18	19	17	16	18
		ВГД-Б	22	16	16	15	22	15
		КБМ-А	110	140	140	140	108	120
		КБМ-В	115	120	117	120	110	120
		МВ-А	52	50	49	47	50	48
63	Потужність спожита електродвигунами N, кВт	ДВ-А	360	370	430	535	652	617
		ДВ-Б	430	431	463	521	569	544
		ДС-А	1221	1253	1324	1349	1517	1529
		ДС-Б	1146	1165	1231	1307	1489	1576

Додаток Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	
63	Потужність спожита електродвигунами N, кВт	ВГД-А	116	117	117	115	117	118
		ВГД-Б	112	110	112	110	113	111
		КБМ-А	1102	1075	1075	1083	1091	1080
		КБМ-В	1153	1127	1128	1114	1138	1114
		МВ-А	482	476	478	478	491	488
64	Сумарна потужність, спожита електричними двигунами ТДМ (ДВ+ДС+0,3*МВ) $\Sigma N_{ТДМ}$, кВт	корпус "А"	1726	1765	1897	2027	2317	2292
		корпус "Б"	1715	1735	1833	1968	2200	2261
65	Питома витрата електроенергії на тягу та дуття $e_{ТДМ}$, кВт*год/Гкал	корпус "А"	7,964	7,795	7,389	7,296	7,895	7,722
		корпус "Б"	7,983	7,689	7,359	7,068	7,578	7,562
66	Сумарна потужність спожита електричними двигунами на пилприготування (КБМ+0,7*МВ+ВГД) $\Sigma N_{П/С}$, кВт	корпус "А"	1555	1525	1526	1533	1551	1540
		корпус "Б"	1589	1561	1566	1550	1581	1555
67	Питома витрата електроенергії на пилприготування $e_{П/С}$, кВт*год/тнп	корпус "А"	0,0324	0,0307	0,0274	0,0254	0,0246	0,0239
		корпус "Б"	0,0336	0,0314	0,0286	0,0256	0,0257	0,0240
68	Витрата повітря через ДВ $V_{повітря}$, м ³ /год	ДВ-А	446902	425858	435661	442724	456199	465612
		ДВ-Б	431702	451013	439523	470121	492330	502812
69	Витрата повітря при нормальних умовах через ДВ-А $V_{повітря}^{н.у.}$, м ³ /год	ДВ-А	502202	470760	493557	509663	504299	531750
		ДВ-Б	473268	506822	477015	523992	539733	555827
70	Витрата димових газів через ДС $V_{дг}$, м ³ /год	ДС-А	583135	562961	578053	608819	636617	632052
		ДС-Б	522336	576434	578601	609455	691809	734531
71	Витрата димових газів при нормальних умовах через ДС $V_{дг}^{н.у.}$, м ³ /год	ДС-А	939228	910857	937603	989958	1033294	1027573
		ДС-Б	841303	932656	938493	990992	1122876	1194181
72	Питома витрата електроенергії ДВ $e_{ДВ}$, кВт/Гкал	ДВ-А	1,661	1,632	1,674	1,926	2,223	2,079
		ДВ-Б	2,002	1,909	1,858	1,872	1,960	1,819
73	Поправка на зміну (зменшення на 10 ⁰ С) температури перед ДВ	ДВ-А	7,53	7,72	9,02	11,23	13,98	13,13
		ДВ-Б	8,99	9,00	9,71	10,93	12,19	11,57
74	Питома витрата електроенергії ДС $e_{ДС}$, кВт/Гкал	ДС-А	5,635	5,533	5,156	4,853	5,170	5,151
		ДС-Б	5,334	5,164	4,940	4,695	5,130	5,270
75	Поправка на зміну (зменшення на 10 ⁰ С) температури перед ДС	ДС-А	16,80	17,16	18,08	18,37	20,71	20,83
		ДС-Б	15,76	15,95	16,81	17,81	20,32	21,47
76	Питома витрата електроенергії на пилприготування, кВт/тнп	корпус А	32,37	30,72	27,39	25,44	24,56	23,94
		корпус Б	33,61	31,39	28,62	25,56	25,71	23,97

Зведена таблиця результатів балансових випробувань котла ТПП-210А ст.

№3 при роботі енергоблока у однокорпусному режимі

№ п/п	Найменування показника, позначення, одиниця вимірювань	№ досліду				
		1	2	3		
1	2	3	4	5		
1	Електричне навантаження блока $N_{ел}$, МВт	118	114	105		
Вода і пара						
2	Витрата живильної води $D_{ж.в.}$, т/год	корпусу "А"	404	378	327	
3	Температура живильної води $t_{ж.в.}$, °С		220	218	198	
4	Тиск живильної води $P_{ж.в.}$, кгс/см ²		280	272	275	
5	Тиск води до РЖК $P'_{ржк}$, кгс/см ²	н. "А"	230	263	216	
		н. "Б"	228	265	220	
		корпусу "А"	229	264	218	
6	Тиск води за РЖК $P''_{ржк}$, кгс/см ²	н. "А"	210	210	180	
		н. "Б"	218	215	185	
		корпусу "А"	214	213	183	
7	Тиск води до ВЗ $P'_{вз}$, кгс/см ²	н. "А"	198	210	175	
		н. "Б"	213	215	175	
		корпусу "А"	206	213	175	
8	Витрата перегрітої пари $D_{пе}$, т/год	н. "А"	250	250	250	
		н. "Б"	250	250	240	
9	Витрата перегрітої пари (по живильній воді) $D_{пе}$, т/год	корпусу "А"	404	378	327	
10	Температура перегрітої пари $t_{пе}$, °С	н. "А"	542	548	544	
		н. "Б"	549	548	547	
		корпусу "А"	546	548	546	
11	Тиск перегрітої пари $P_{пе}$, кгс/см ²	корпусу "А"	187	185	185	
12	Витрата пари холодного промперегріву (по нормативній характеристиці) $D_{пне}$, т/год	корпусу "А"	342	322	283	
13	Температура холодного промперегріву, $t'_{пне}$, °С	корпус "А"	300	300	300	
14	Тиск холодного промперегріву $P'_{пне}$, кгс/см ²	корпус "А"	28	30	27	
15	Температура промперегріву за котлом $t''_{пне}$, °С	н. "А"	550	560	547	
		н. "Б"	550	550	552	
		корпус "А"	550	555	550	
16	Тиск промперегріву за котлом $P''_{пне}$, кгс/см ²	н. "А"	26	24	18	
		н. "Б"	26	24	18	
17	Температура середовища t , °С	за ВЕ	н. "А"	260	269	260
			н. "Б"	258	263	260
			корпусу "А"	259	266	260
		до бокової панелі НРЧ	н. "А"	370	370	358
			н. "Б"	370	370	363
			корпусу "А"	370	370	361
		за боковою панеллю НРЧ	н. "А"	369	368	356
			н. "Б"	371	365	353
			корпусу "А"	370	367	355
		за ВРЧ	н. "А"	420	448	410
			н. "Б"	360	340	350
			корпусу "А"	390	394	380
		за СЕ	н. "А"	460	490	482
			н. "Б"	460	435	450
			корпусу "А"	460	463	466
		до II впр.	н. "А"	468	490	440
			н. "Б"	418	380	372
			корпусу "А"	443	435	406
за II впр.	н. "А"	440	435	440		
	н. "Б"	398	370	372		
	корпусу "А"	419	403	406		

1	2		3	4	5	
17	Температура середовища t , °C	до III впр.	н. "А"	510	520	520
			н. "Б"	512	495	510
			корпусу "А"	511	507,5	515
		за III впр.	н. "А"	510	490	480
			н. "Б"	472	465	475
			корпусу "А"	491	478	478
		за IV впр.	н. "А"	540	550	550
			н. "Б"	532	530	530
			корпусу "А"	536	540	540
		до V впр.	н. "А"	460	470	460
			н. "Б"	462	425	438
			корпусу "А"	461	448	449
за V впр.	н. "А"	445	452	445		
	н. "Б"	368	388	400		
	корпусу "А"	406,5	420	422,5		
18	Теплопродуктивність котла $Q_{к}^{бр}$, Гкал/год	корпус "А"	280,03	261,28	228,95	
Повітря і димові гази						
19	Температура повітря $t_{пов.}$, °C	зовнішнього		25	20	26
		до ДВ	корпусу "А"	27	27	30
		до РПП	н. "А"	30	32	35
			н. "Б"	32	30	32
			сер А, Б	31	31	33,5
		за РПП	н. "А"	-	-	-
			н. "Б"	312	326	304
			сер А, Б	312	326	304
20	Тиск повітря $P_{пов.}$, кгс/м ²	за ДВ	корпус "А"	244	210	169
		за РПП	н. "А"	136	113	75
			н. "Б"	145	127	84
			корпус "А"	141	120	80
		перепад на РПП	н. "А"	108	97	94
			н. "Б"	99	83	85
корпус "А"	105	90	82			
21	Розрідження по тракту пилосистеми $S_{п/с}$, кгс/м ²	до КБМ	"А"	170	165	180
		за КБМ	"А"	125	130	85
		до циклоу	"А"	125	130	80
		за циклоном	"А"	550	540	535
		до КБМ	"А"	280	280	294
		за КБМ-А	т.1	80	90	80
			т.2	85	90	95
			середня	83	90	88
		за МВ	"А"	84	82	80
в бункері пилу	"А"	70	70	71		
22	Температура димових газів $T_{дг}$, °C	в ПК	корпус "А"	865	860	890
		за КПП	зліва	750	780	790
			справа	770	780	760
			середня	760	780	775
		за пром. перегрівником	н.А зліва	630	615	620
			н.Б справа	620	630	620
			середня	625	622	620
		до РПП-А		373	373	375
		до РПП-Б		350	350	355
		середня А,Б		362	362	365

Додаток Г.2

1	2		3	4	5		
22	Температура димових газів Тдг, °С	за РПП-А	168	165	165		
		за РПП-Б	-	-	-		
		за ДС-А	176,2	176,6	173,9		
23	Розрідження вверху паливні S ["] _{пал.} кгс/м ²	корпус "А"	0	0,1	2		
		корпус "Б"	-	-	-		
24	Розрідження S, кгс/м ²	за КПП S ["] _{КПП}	корпус "А"	зліва	100	90	80
			справа	80	75	50	
			сер.	90	83	65	
		за ВЕ S ["] _{ВЕ}	корпус "А"	зліва	120	116	80
			справа	120	100	80	
			сер.	120	108	80	
		до РПП S ['] _{РПП}	нитка "А"	128	127	97	
			нитка "Б"	134	127	95	
			корпус "А"	131	127	96	
		за РПП S ["] _{РПП}	нитка "А"	242	241	190	
			нитка "Б"	233	220	178	
			корпус "А"	237	231	184	
		перепад на РПП	корпус "А"	107	104	88	
корпус "Б"	0		0	0			
до димосмоку S ['] _{ДС}	корпус "А"	229	210	181			
за димосмоком S ["] _{ДС}	корпус "А"						
25	Вміст O ₂ за МВ O ₂ ^{МВ} , %	МВ-А	15,3	15,0	15,1		
26	Вміст O ₂ в димових газах (РП) корпус "А", (штатний)	зліва	2,5	2,5	3		
		справа	2,5	2,5	2,6		
27	Вміст в димових газах (РП) корпус "А"	зліва	O ₂ , %	3,5	3,9	3,7	
			CO, ppm	59	100	50	
			CO, мг/м ³	74	125	64	
		справа	O ₂ , %	2,61	2,08	2,88	
			CO, ppm	30	51	30	
			CO, мг/м ³	37	64	37	
28	Вміст в димових газах O ₂ до РПП корпус "А"	зліва	5,5	5,6	6,0		
		справа	4,9	4,6	5,3		
29	Вміст в димових газах O ₂ за РПП корпус "А"	зліва	7,7	7,7	8,9		
		справа	7,2	7,0	7,7		
30	Вміст в димових газах за ДС корпус "А"	O ₂ , %	8,9	8,6	8,6		
		CO, ppm	40	80	60		
		CO, мг/м ³	50	90	75		
		NO _x , ppm	450	480	460		
		NO _x ^{прив.} , мг/м ³	1148	1191	1139		
		SO ₂ , ppm	900	950	940		
SO ₂ ^{прив.} , мг/м ³	3196	3281	3240				

Додаток Г.2

1	2		3	4	5	
31	Коефіцієнт надлишку повітря корпус "А" α , [-]	РП	зліва	1,20	1,23	1,21
			справа	1,14	1,11	1,16
			сер. к "А"	1,17	1,17	1,19
		БП		1,74	1,69	1,69
Паливо						
32	Кількість працюючих пальників на корпусі "А", шт.	на газі	0	0	0	
		пиложивильників	6	6	6	
33	Вологість вугілля на робочу масу ПС-А W^p , %		9,3	8,6	8,4	
34	Тонина помелу пилу ПС-А (по залишку на ситі R_{90}), %		20,8	19,2	22	
35	Якість твердого палива пиложивильник 2А	волога аналітична W^a , %	1,15	1,19	1,4	
		зольність на робочу масу A^p , %	22,6	22,5	22,4	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,4	1,31	1,32	
		вихід летких V^{daf} , %	38,8	38	38,1	
		нижча теплота згорання на робочу масу $Q_{н}^p$, ккал/кг	5248	5294	5299	
		волога приведена W^n , % кг 10^3 /ккал	1,77	1,62	1,59	
36	Якість твердого палива пиложивильник 4А	волога аналітична W^a , %	1,28	1,15	1,17	
		зольність на робочу масу A^p , %	23,2	23,4	23,4	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,35	1,31	1,31	
		вихід летких V^{daf} , %	38,6	37,9	38,4	
		нижча теплота згорання на робочу масу $Q_{н}^p$, ккал/кг	5247	5262	5282	
		волога приведена W^n , % кг 10^3 /ккал	1,77	1,63	1,59	
37	Якість твердого палива пиложивильник 6А	волога аналітична W^a , %	1,33	1,2	1,35	
		зольність на робочу масу A^p , %	22,3	23,2	23,1	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,33	1,35	1,34	
		вихід летких V^{daf} , %	37,9	37,8	37,7	
		нижча теплота згорання на робочу масу $Q_{н}^p$, ккал/кг	5271	5291	5284	
		волога приведена W^n , % кг 10^3 /ккал	1,76	1,63	1,59	
38	Середня якість твердого палива корпусу "А"	волога аналітична W^a , %	1,3	1,18	1,30667	
		зольність на робочу масу A^p , %	22,7	23,0	23,0	
		вміст сірки на робочу масу S^p , %	1,34	1,3	1,3	
		вихід летких V^{daf} , %	38,4	37,9	38,0667	
		нижча теплота згорання на робочу масу $Q_{н}^p$, ккал/кг	5255	5282	5288	
		волога приведена W^n , % кг 10^3 /ккал	1,77	1,63	1,59	
39	Витрата твердого палива $V_{тп}$, кг/год	корпус "А"	57870	58611	50427	
		корпус "Б"				
40	Кульове завантаження млина $G_{КБМ}$, т	КБМ-А	92	92	92	
41	Рівень пилу в бункері $H_{бунк}$, м	корпус "А"	3,2	4	3	
42	Вміст горючих у винесеній золі $\Gamma^{вин}$, %	нитка "А"	8	7	8	
		нитка "Б"	7	5	6	
		сер. корпусу "А"	7,50	6	7	
43	Втрати при прокалюванні жужелі ВПП, %	корпус "А"	0,5	0,5	0,5	
Корпус "А"						
44	Коефіцієнти	К	3,535	3,533	3,532	
		С	0,471	0,465	0,464	
		b	0,14	0,14	0,14	
		A_t	1,004	1,003	1,003	
		$Q_{неп.гор.}$	1,000	1,000	1,000	
			0,15	0,18	0,06	

Додаток Г.2

1	2		3	4	5	
45	Втрати тепла q, %	з відхідними газами q_2	9,42	9,53	8,96	
		з хімнодопалом q_3	0	0	0	
		з мехнедопалом q_4	2,22	1,77	2,07	
		в наволишне середовище q_5	0,41	0,44	0,51	
		з фізичним теплом жужелі q_6	0,33	0,33	0,33	
46	ККД корпусу бруто $\eta_k^{бр.}$, %		87,62	87,93	88,13	
Навантаження електродвигунів						
47	Вказівник положення направляючих апаратів ВП НА, %	ДВ-А	40	35	32	
		ДС-А	90	80	60	
		ВГД-А	20	17	25	
48	Сила струму електродвигунів I, А	ДВ-А	52	52	52	
		ДС-А	210	200	170	
		ВГД-А	20	25	22	
		КБМ-А	120	110	110	
		МВ-А	53	55	52	
49	Потужність спожита електродвигунами N, кВт	ДВ-А	650	574	490	
		ДС-А	1535	1474	1364	
		ВГД-А	121	120	118	
		КБМ-А	1147	1146	1147	
		МВ-А	490	487	483	
50	Сумарна потужність спожита електричними двигунами ТДМ (ДВ+ДС+0,3*МВ) $\Sigma N_{ТДМ}$, кВт		корпус "А"	2332	2194	1999
51	Питома витрата ел.енергії на тягу та дуття $e_{ТДМ}$, кВт*год/Гкал		корпус "А"	8,191	8,306	8,589
52	Сумарна потужність спожита електричними двигунами пилосистеми (КБМ+0,7*МВ+ВГД) $\Sigma N_{П/С}$, кВт		корпус "А"	1610	1607	1603
53	Питома витрата електроенергії на пилоприготування $e_{П/С}$, кВт*год/тпп		корпус "А"	0,0278	0,0274	0,0318
54	Витрата повітря через ДВ $V_{повітря}$, м ³ /год			449283	414158	385590
55	Витрата повітря при нормальних умовах через ДВ-А $V_{повітря}^{н.у.}$, нм ³ /год			494187	455551	427656
56	Витрата димових газів через ДС $V_{дг}$, м ³ /год			634691	576079	500721
57	Витрата димових газів при нормальних умовах через ДС $V_{дг}^{н.у.}$, нм ³ /год			1017976	918175	794335
58	Питома витрата ел.енергії ДВ-А $e_{ДВ}$, кВт/Гкал			2,321	2,197	2,140
59	Поправка на зміну (зменш. на 10 ⁰ С) температури перед ДВ-А, кВт/0С			13,54	12,17	10,17
60	Питома витрата ел.енергії ДС-А $e_{ДС}$, кВт/Гкал			5,481	5,641	5,958
61	Поправка на зміну (зменш. на 10 ⁰ С) температури перед ДС-А, кВт/0С			20,97	20,12	18,73
62	Питома витрата електроенергії к.А на пилоприготування $e_{П/С}$, кВт/тпп			27,83	27,42	31,79

Додаток Д

Приведення температури відхідних газів корпусу А при роботі котла ТПП-210А ст. №3 в двокорпусному режимі до нормативних значень

Найменування змінюваного нормативного показника економічності, одиниця виміру	Гкал/год	215,2	225,8	252,6	275,5	294,5	292,7
	%	67	72	83	90	95	98
1	2	3	4	5	6	7	8
Замірні значення параметрів	Температура зовнішнього повітря, °С	24	24,2	23	23	17	19
	Температура повітря перед ДВ, °С	33,82	48,82	36,32	41,32	28,82	38,82
	Температура повітря перед РВП, оС	37,5	52,5	40	45	32,5	42,5
	Коефіцієнт надлишку повітря в РП,	1,50	1,37	1,24	1,16	1,16	1,16
	Присмокти повітря в паливню котла, %	19	18	16	14	14	13
	Присмокти в газоходи котла (РП- РПП), %	18	18	16	15	21	21
	Присмокти в РПП, %	24	24	22	21	21	24
	Присмокти в ЕФ, %	12	12	11	11	18	14
	Зольність палива, %	23,5	22,9	22,8	23,6	22,7	21,3
	Вологість палива, %	8,0	8,9	8,5	8,5	8,6	8,5
	Температура живильної води, °С	255	257	262	266	268	270
	Температура відхідних газів, °С	171,8	173,0	175,0	177,5	177,4	176,0
Нормативні значення параметрів	Температура зовнішнього повітря, °С	22	22	22	22	22	22
	Температура повітря перед ДВ, °С	26,32	26,32	26,32	26,32	26,32	26,32
	Коефіцієнт надлишку повітря в РП	1,46	1,36	1,22	1,17	1,16	1,16
	Присмокти повітря в паливню котла	18,6	17	15	14	13	13
	Присмокти в газоходи котла (РП- РПП)	18	18	16	16	15	15
	Присмокти в РПП, %	27	26	24	23	23	22

Додаток Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Нормативні значення параметрів	Присмокти в ЕФ, %	12	12	11	11	10	10
	Зольність палива, %	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8
	Вологість палива, %	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
	Температура живильної води, °С	254	256	262	266	268	270
Поправочний коефіцієнт до температури відхідних газів	нагріву повітря перед рециркуляцією тепловиділенням в котельні, °С/°С	0,5722	0,5722	0,5722	0,5722	0,5722	0,5722
	коефіцієнту надлишку повітря в режимному перерізі, °С/[-]	20,75	28,00	56,34	96,76	146,75	141,02
	зміни частки природного газу, 0С/%	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
	присмоктів в паливню котла, °С/[-]	188,2	192,6	201,3	205,8	207,4	207,3
	присмоктів в газоходи котла (РП- РПП), °С/[-]	117,5	113,0	101,5	91,7	83,5	84,3
	присмоктів в РПП, °С/[-]	-5,8	-5,6	-13,3	-29,0	-48,4	-46,3
	присмоктів в ЕФ, °С/[-]	-12,5	-14,0	-24,3	-40,4	-58,8	-56,8
	Відхилення відношення вологи до вмісту горючих сирого вугілля, °С/%	40,0	41,4	45,0	48,0	50,5	50,3
Відхилення відношення зольності до вмісту горючих сирого вугілля, °С/%	1,7	2,5	4,5	6,1	7,5	7,4	
Величина відхилення експериментальних значень від нормативних	температури зовнішнього повітря, °С	-2,0	-2,2	-1,0	-1,0	5,0	3,0
	коефіцієнту надлишку повітря в режимному перерізі	-0,03	0,00	-0,02	0,01	0,00	0,00
	присмоктів в паливню котла	-0,70	-0,71	-0,60	-0,54	-0,53	-0,51

Додаток Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Величина відхилення експериментальних значень від норматив-них	присмоктів в газоходи котла (РП- РПП)	0	0	0	0	0	0
	присмоктів в РПП, °С/[-]	2	2	2	2	1	-1
	присмоктів в ЕФ, °С/[-]	0	0	0	0	0	0
	відношення вологи до вмісту горючих сирого вугілля, %	0,0104	-0,0033	0,0035	0,0020	0,0020	0,0061
	відношення зольності до вмісту горючих сирого вугілля,%	0,0090	0,0156	0,0202	0,0045	0,0210	0,0480
Поправки до температури відхідних газів T _{в.г.} °С	на відхилення температури зовнішнього повітря, °С	-1,144	-1,259	-0,572	-0,572	2,861	1,717
	на відхилення коефіцієнту надлишку повітря в режимному перерізі	-0,5912	-0,1149	-1,0013	0,9843	-0,3345	0,1355
	на відхилення величини присмоктів в паливню котла	-1,3133	-1,3677	-1,2134	-1,1141	-1,0932	-1,0530
	на відхилення присмоктів в газоходи котла (РП- до РПП), °С/[-]	-0,1235	0,1567	0,0171	0,4277	0,3348	0,0995
	присмоктів в РПП, °С/[-]	-0,1429	-0,1269	-0,2573	-0,5466	-0,5531	0,6512
	присмоктів в ЕФ, °С/[-]	0,0140	-0,0013	-0,0247	0,0428	-0,1572	-0,0447
	на відхилення вологи сирого вугілля	0,4173	-0,1385	0,1571	0,0977	0,0999	0,3057
	на відхилення зольності сирого вугілля	0,0154	0,0389	0,0899	0,0276	0,1579	0,3546
Сумарна поправка до температури відхідних газів, °С		-2,869	-2,812	-2,805	-0,653	1,316	2,165
Приведена температура відхідних газів, °С		168,9	170,2	172,2	176,9	178,8	178,2

Приведення температури відхідних газів корпусу Б при роботі котла ТПП-210А ст. №3 в двокорпусному режимі до нормативних значень

Найменування змінюваного нормативного показника економічності, одиниця виміру	Гкал/год	218,0	225,3	247,7	276,7	291,3	295,1
	%	67	72	80	90	94	99
1	2	3	4	5	6	7	8
Замірні значення параметрів	Температура зовнішнього повітря, °С	24	24,2	23	23	17	19
	Температура повітря до ДВ, °С	26,3	33,8	23,3	31,3	26,3	28,8
	Температура повітря за ДВ, °С	30	37,5	27	35	30	32,5
	Коефіцієнт надлишку повітря в РП,	1,40	1,37	1,24	1,17	1,15	1,16
	Присмокти повітря в паливню котла, %	18	17	15	13	13	12
	Присмокти в газоходи котла (РП- РПП), %	21	18	17	16	31	31
	Присмокти в РПП, %	27	31	25	25	33	33
	Присмокти в ЕФ, %	12	12	11	11	11	11
	Зольність палива, %	23,1	22,9	23,1	22,8	28,2	28,1
	Вологість палива, %	8,7	9,2	8,6	9,1	8,7	7,9
	Температура живильної води, °С	255	257	262	266	268	270
	Температура відхідних газів, °С	173,2	175,2	176,33	177,38	176,6	177,33
Нормативні значення параметрів	Температура зовнішнього повітря, °С	22	22	22	22	22	22
	Температура повітря перед ДВ, °С	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3
	Коефіцієнт надлишку повітря в РП	1,43	1,37	1,234	1,17	1,16	1,16
	Присмокти повітря в паливню котла	19	17	16	14	13	13
	Присмокти в газоходи котла (РП- РПП)	18	18	17	16	15	15

Додаток Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Нормативні значення параметрів	Присмокти в РПП, %	27	26	25	23	23	22
	Присмокти в ЕФ, %	12	12	11	11	10	10
	Зольність палива, %	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8
	Вологість палива, %	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
	Температура живильної води, °С	254	256	261	266	267	270
Поправочний коефіцієнт до температури відхідних газів	нагріву повітря перед рециркуляцією тепловиділенням в котельні, °С/°С	0,5722	0,5722	0,5722	0,5722	0,5722	0,5722
	коефіцієнту надлишку повітря в режимному перерізі, °С/[-]	20,20	28,89	57,01	96,69	118,07	123,82
	зміни частки природного газу, 0С/%	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
	присмоктів в паливню котла, °С/[-]	189,4	192,4	200,0	205,9	207,3	207,4
	присмоктів в газоходи котла (РП- РПП), °С/[-]	116,3	113,2	103,6	91,1	84,9	83,3
	присмоктів в РПП, °С/[-]	-5,5	-5,6	-11,1	-30,1	-44,7	-49,1
	присмоктів в ЕФ, °С/[-]	-12,7	-13,9	-21,7	-41,4	-55,4	-59,5
	Відхилення відношення вологи до вмісту горючих сирого вугілля, °С/%	40,4	41,3	44,3	48,2	50,1	50,6
	Відхилення відношення зольності до вмісту горючих сирого вугілля, °С/%	1,9	2,5	4,1	6,2	7,3	7,6
Величина відхилення експериментальних значень від нормативних	температури зовнішнього повітря, °С	-2,0	-2,2	-1,0	-1,0	5,0	3,0
	коефіцієнту надлишку повітря в режимному перерізі	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
	присмоктів в паливню котла	0,7880	0,6880	0,6266	0,5436	0,5329	0,5058

Додаток Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Величина відхилення експериментальних значень від нормативних	присмоктів в газоходи котла (РП- РПП)	-2	0	0	0	-16	-16
	присмоктів в РПП, °C/[-]	0	-5	-1	-2	-10	-11
	присмоктів в ЕФ, °C/[-]	0	0	1	0	-1	-1
	відношення вологи до вмісту горючих сирого вугілля, %	-0,0004	-0,0083	0,0013	-0,0063	-0,0106	0,0038
	відношення зольності до вмісту горючих сирого вугілля,%	0,0127	0,0142	0,0139	0,0179	-0,0941	-0,0862
Поправки до температури відхідних газів T _{в.г.} °C	на відхилення температури зовнішнього повітря, °C	-1,144	-1,259	-0,572	-0,572	2,861	1,717
	на відхилення коефіцієнту надлишку повітря в режимному перерізі	0,6363	0,0109	-0,0296	0,0139	1,8390	0,0193
	на відхилення величини присмоктів в паливню котла	1,4925	1,3240	1,2532	1,1194	1,1046	1,0491
	на відхилення присмоктів в газоходи котла (РП- до РПП), °C/[-]	-2,827	0,124	-0,390	-0,072	-13,316	-13,6270
	присмоктів в РПП, °C/[-]	0,020	0,278	0,093	0,616	4,569	5,337
	присмоктів в ЕФ, °C/[-]	-0,028	0,002	-0,118	0,067	0,539	0,822
	на відхилення вологи сирого вугілля	-0,0165	-0,3449	0,0578	-0,3055	-0,5303	0,1946
	на відхилення зольності сирого вугілля	0,0244	0,0347	0,0567	0,1114	-0,6851	-0,6522
Сумарна поправка до температури відхідних газів, °C		-1,843	0,172	0,350	0,978	-3,627	-5,140
Приведена температура відхідних газів, °C		171,4	175,4	176,7	178,4	173,0	172,2

Приведення температури відхідних газів корпусу А при роботі котла ТПП-210А ст. №3 в однокорпусному режимі до нормативних значень

Найменування змінюваного нормативного показника економічності, одиниця виміру	Гкал/год	283,6	264,2	232,7
	%	87	80	70
1	2	3	4	5
Заміряні значення параметрів	Температура зовнішнього повітря, °С	25	20	26
	Температура повітря перед рециркуляцією, °С	27,32	27,32	29,82
	Температура повітря перед ДВ, °С	31	31	33,5
	Коефіцієнт надлишку повітря в РП,	1,17	1,17	1,19
	Присмокти повітря в паливню котла, %	15	16	19
	Присмокти в газоходи котла (РП- РПП), %	16	17	18
	Присмокти в РПП, %	22	22	24
	Присмокти в ЕФ, %	11	11	12
	Зольність палива, %	22,7	23,0	23,0
	Вологість палива, %	9,3	8,6	8,4
	Температура живильної води, °С	238	245	236
	Температура відхідних газів, °С	176,2	176,6	173,9
Нормативні значення параметрів	Температура зовнішнього повітря, °С	22	22	22
	Температура повітря перед ДВ, °С	26,32	26,32	26,32
	Коефіцієнт надлишку повітря в РП	1,179	1,19	1,31
	Присмокти повітря в паливню котла	14	16	18
	Присмокти в газоходи котла (РП- РПП)	16	17	18

1	2	3	4	5
Нормативні значення параметрів	Присмокти в РПП, %	24	25	26
	Присмокти в ЕФ, %	11	11	12
	Зольність палива, %	23,8	23,8	23,8
	Вологість палива, %	8,6	8,6	8,6
Поправочний коефіцієнт до температури відхідних газів	нагріву повітря перед рециркуляцією тепловиділенням в котельні, °C/°C	0,5722	0,5722	0,5722
	коефіцієнту надлишку повітря в режимному перерізі, °C/[-]	106,66	79,08	37,96
	присмоктів в паливню котла, °C/[-]	206,70	203,91	195,24
	присмоктів в газоходи котла (РП- РПП), °C/[-]	88,19	96,52	109,99
	присмоктів в РПП, °C/[-]	-36,56	-20,20	-6,52
	присмоктів в ЕФ, °C/[-]	-47,63	-31,56	-15,78
	Відхилення відношення вологи до вмісту горючих сирого вугілля, °C/%	49,08	46,50	42,33
	Відхилення відношення зольності до вмісту горючих сирого вугілля, °C/%	6,72	5,30	3,00
Величина відхилення експери-ментальних значень від нормативних	температури зовнішнього повітря, °C	-3,0	2,0	-4,0
	коефіцієнту надлишку повітря в режимному перерізі	0,00	0,02	0,13
	присмоктів в паливню котла	-0,5780	-0,6212	-0,7141

1	2	3	4	5
Величина відхилення експериментальних значень від нормативних	присмоктів в газоходи котла (РП- РПП)	0	0	0
	присмоктів в РПП, °C/[-]	2	2	2
	присмоктів в ЕФ, °C/[-]	0	0	0
	відношення вологи до вмісту горючих сирого вугілля, %	-0,0095	0,0014	0,0048
	відношення зольності до вмісту горючих сирого вугілля, %	0,0182	0,0152	0,0174
Поправки до температури відхідних газів, T _{в.г.} °C	на відхилення температури зовнішнього повітря, °C	-1,717	1,144	-2,289
	на відхилення коефіцієнту надлишку повітря в режимному перерізі	-0,2695	1,6951	4,8752
	на відхилення величини присмоктів в паливню котла	-1,1946	-1,2668	-1,3942
	на відхилення присмоктів в газоходи котла (РП- до РПП), °C/[-]	0,0000	0,0000	0,0000
	присмоктів в РПП, °C/[-]	-0,7862	-0,4504	-0,1558
	присмоктів в ЕФ, °C/[-]	0,0000	0,0000	0,0000
	на відхилення вологи сирого вугілля	-0,4685	0,0663	0,2044
	на відхилення зольності сирого вугілля	0,1226	0,0803	0,0522
Сумарна поправка до температури відхідних газів, °C	-4,313	1,269	1,293	
Приведена температура відхідних газів, °C	171,9	177,9	175,2	

Додаток Е

Зведена таблиця результатів випробувань котла ТПП-312А
Вуглегірської ТЕС

№ дослідю		1	2	3		
1	Електричне навантаження блока $N_{\text{ел}}$, МВт	196	253	297		
Пароводяний тракт						
2	Витрата живильної води $D_{\text{ж.в.}}$, т/год	на І впр	нитка "А"	11	27	38
			нитка "Б"	19	21	30
		на II впр	нитка "А"	20	23	30
			нитка "Б"	18	20	31
		на ав впр	нитка "А"	16	10	10
			нитка "Б"	10	15	16
		сумарна на впрск	94	116	155	
на котел до РЖК	625	793	944			
3	Температура живильної води $t_{\text{ж.в.}}$, °С	на котел		239	250	257
		за ВЕ	нитка "А"	296	305	306
			нитка "Б"	302	307	312
			сер.	299,0	306,0	309,0
		до НРЧ	нитка "А"	349	358	358
			нитка "Б"	253	354	353
			сер.	301,0	356,0	355,5
4	Температура живильної води нормативна $t_{\text{ж.в.}}$, °С	239	253	261		
5	Тиск живильної води до РЖК $P_{\text{ржв}}$, кгс/см ²	304	308	315		
6	Тиск води після РЖК $P_{\text{ржк}}$, кгс/см ²	нитка "А"	266	280	297	
		нитка "Б"	267	283	298	
		середній	266,5	281,5	297,5	
7	Витрата живильної води за РЖК $D_{\text{ж.в.}}$, т/год	нитка "А"	281,0	345,0	407,2	
		нитка "Б"	276,0	357,0	407,8	
		сумарна	557,0	702,0	815,0	
		дійсна	567,6	709,8	820,1	
8	Питомий об'єм живильної води (дійсний) за РЖК, м ³ /кг	0,0011955	0,0012145	0,0012263		
9	Тиск води після РЖК (середнє) абсолютний $P_{\text{ржк}}$, кгс/см ²	267,5	282,5	298,5		
10	Поправка на нівелірну складову жив води кгс/см ²	-0,35	-0,35	-0,35		
11	Тиск води після РЖК (дійсний) $P_{\text{ржк}}$, кгс/см ²	267,2	282,2	298,2		
12	Ентальпія живильної води $i_{\text{ж.в.}}$, ккал/кг	247,5	259,6	267,4		
13	Питомий об'єм живильної води при розрахунку шайби до РЖК, м ³ /кг	0,0012416	0,0012416	0,0012416		
14	Питомий об'єм живильної води (дійсний) до РЖК, м ³ /кг	0,0011911	0,0012110	0,0012238		
15	Дійсна витрата живильної води $D_{\text{ж.в.}}$, т/год	638	803	951		
16	Питомий об'єм пари	нитка "А"	0,0137	0,0133	0,0132	
17	Питомий об'єм пари	нитка "Б"	0,0137	0,0134	0,0132	
18	Витрата свіжої пари $D_{\text{пе}}$, т/год	нитка "А"	307,0	396,0	476,0	
		нитка "Б"	319,0	397,0	469,0	
		сумарна	626	793	945	
19	Витрата свіжої пари ($D_{\text{пе}}$ + жив. вода) $D_{\text{пе}}$, т/год	638	803	951		

Додаток Е.1

20	Температура перегрітої пари $t_{пе}$, °С	нитка "А"	546	545	547
		нитка "Б"	546	546	548
		сер.	546	546	548
21	Тиск перегрітої пари $P_{пе}$, кгс/см ²	нитка "А"	240	245	248
		нитка "Б"	240	245	248
		сер.	240,0	245,0	248,0
22	Тиск перегрітої пари абсолютний +нів $P_{пе}$, кгс/см ²	нитка "А"	238,2	243,2	246,2
		нитка "Б"	238,2	243,2	246,2
23	Ентальпія перегрітої пари $i_{пе}$, ккал/кг	нитка "А"	798,5	796,4	797,2
		нитка "Б"	798,5	797,1	797,7
		сер.	798,5	796,7	797,4
24	Питомий об'єм пари при розрахунку шайби м ³ /кг	нитка "А"	0,0130565	0,0130565	0,01305653
		нитка "Б"	0,0130565	0,0130565	0,01305653
25	Поправка на нівелірну складову кгс/см ²		-2,81	-2,81	-2,81
26	Дійсна витрата свіжої пари $D_{пе}$, т/год	нитка "А"	300	392	473
		нитка "Б"	304	388	463
		заг.	604	780	937
27	Витрата пари промперегріву $D_{ппе}$, т/год	нитка "А"	262,5	328,0	401,0
		нитка "Б"	262,5	326,0	371,0
		сумарна	525	654	772
28	Температура пари холодного промперегріву $t'_{хпп}$, °С	нитка "А"	285	292	300
		нитка "Б"	285	292	300
		середня	285	292	300
29	Тиск пари холодного промперегріву $P'_{хпп}$, кгс/см ²	нитка "А"	26,0	32,2	38,2
		нитка "Б"	25,9	32,1	38,2
		середній	26,0	32,2	38,2
30	Поправка на нівелірну складову хол прому кгс/см ²		-2,22	-2,22	-2,22
31	Тиск холодного промперегріву (абсол.+нівел.) $P'_{ппе}$, кгс/см ²	нитка "А"	24,8	31,0	37,0
		нитка "Б"	24,68	30,88	36,97
32	Ентальпія холодного промпер. $i'_{ппе}$, ккал/кг	нитка "А"	710,0	709,4	709,8
		нитка "Б"	710,1	709,5	709,8
		середня	710,1	709,5	709,8
33	Температура промперегріву за котлом $t''_{ппе}$, °С	нитка "А"	547	546	549
		нитка "Б"	547	547	549
		середній	547,00	546,50	549,00
34	Тиск промперегріву за котлом $P''_{ппе}$, кгс/см ²	н. "А"	22,80	29,10	34,60
		н. "Б"	22,50	28,20	34,30
		середня	22,7	28,7	34,5
35	Поправка на нівелірну складову гар прому кгс/см ²		-2,1	-2,1	-2,1
36	Тиск промперегріву за котлом абсол+нівел $P'''_{ппе}$, кгс/см ²	нитка "А"	21,7	28,0	33,5
		нитка "Б"	21,4	27,1	33,2
		середній	21,6	27,6	33,4
37	Ентальпія промперегріву за котлом $i'''_{ппе}$, ккал/кг	нитка "А"	852,3	850,4	850,8
		нитка "Б"	852,1	851,1	850,8
		середня	852,2	850,7	850,8
38	Тиск середовища перед ВЗ $P'_{вз}$, кгс/см ²	н. "А"	250,0	254,0	258,0
		н. "Б"	250,0	254,0	257,0
		середній	250,00	254,00	257,50

39	Температура середовища по тракту t , °С	за ППТО	нитка "А"	415,0	413,0	409,5
			нитка "Б"	416,00	409,50	404,20
			середня	415,50	411,25	406,85
		за СРЧ 1	нитка "А"	390,00	392,00	394,30
			нитка "Б"	391,00	395,00	395,60
			середня	390,50	393,50	394,95
		за СРЧ 2	нитка "А"	408,00	404,00	405,30
			нитка "Б"	416,00	414,00	411,90
			середня	412,00	409,00	408,60
		за ВРЧ	нитка "А"	439,00	430,60	428,30
			нитка "Б"	440,00	431,00	427,80
			середня	439,50	430,80	428,05
		до ВЗ	нитка "А"	419,00	420,00	422,00
			нитка "Б"	432,00	431,00	428,00
			середня	425,50	425,50	425,00
		за ШПП-I	нитка "А"	469,75	472,64	461,79
			нитка "Б"	466,05	472,60	469,47
			середня	467,90	472,62	465,63
		за НРЧ	нитка "А"	379	382	384
			нитка "Б"	385	388	390
			середня	382,00	385,00	386,50
		за ШПП	нитка "А"	521,00	530,00	526,00
			нитка "Б"	524,00	524,00	529,70
			середня	522,50	527,00	527,85
		до I впр	нитка "А"	437,00	440,00	440,80
			нитка "Б"	452,00	449,00	445,30
			середня	444,50	444,50	443,05
		за I впр	нитка "А"	428,00	431,00	427,30
			нитка "Б"	425,00	429,00	422,00
			середня	426,50	430,00	424,65
		до II впр	нитка "А"	521,00	530,00	526,00
			нитка "Б"	524,00	524,00	529,70
			середня	522,50	527,00	527,85
		за II впр	нитка "А"	504,00	494,00	496,90
			нитка "Б"	511,00	507,00	504,00
			середня	507,50	500,50	500,45
		за КПП ВТ	нитка "А"	546,00	545,00	547,20
			нитка "Б"	546,00	546,00	547,90
			середня	546,00	545,50	547,55
		за КПП НТ	нитка "А"	547,00	546,00	549,00
			нитка "Б"	547,00	547,00	548,90
			середня	547,00	546,50	548,95
		до ав впр	нитка "А"	475/470	462/455	448/441
			нитка "Б"	475/459	465/454	470/455
			середня	470,00	459,50	454,00
			нитка "А"	433,69	436,51	423,51
			нитка "Б"	434,72	427,19	421,95
			середня	434,20	431,85	422,73
за ав впр	нитка "А"	411/406	389/383	401/395		
	нитка "Б"	422/416	406/401	401/396		
	середня	414,00	395,00	398,50		
	нитка "А"	436,43	439,44	426,19		
	нитка "Б"	440,04	433,22	427,29		
	середня	438,24	436,33	426,74		
40	Теплопродуктивність котла Q_k^{6p} , Гкал/год		426,2	523,7	612,8	

Додаток Е.1

Газоповітряний тракт						
41	Температура повітря $t_{\text{пов.}}$, °C	зовнішнього		3	3	3,5
		до рециркуляції зліва		3	3	3,5
		до рециркуляції справа		3	3	3,5
		до рециркуляції серед		3	3	3,5
		до РПП	нитка "А"	16	18	16
			нитка "Б"	14	21	21
			середня	15	20	19
		за РПП	нитка "А"	329	344	346
			нитка "Б"	346	363	366
			середня	338	354	356
		за МВ	нитка "А"	126	85	80
			нитка "Б"	83	81	74
			середня	105	83	77
		перед КБМ-А		367,00	367,92	280,67
перед КБМ-Б		372,45	373,09	366,84		
середня		369,72	370,51	323,76		
42	Температура пилоповітряної суміші $t_{\text{пилоп.}}$, °C	до КБМ-А		155	313	287
		до КБМ-Б		264	281	226
		середня		220	297	256
		за КБМ-А		49	82	75
		за КБМ-Б		81	78	71
		середня		65,00	80,00	73,00
43	Тиск пилоповітряної суміші $P'_{\text{КБМ.}}$, кгс/м ²	до КБМ-А		резерв	77	93
		до КБМ-Б		89	80	91
44	Тиск первинного повітря $P_{\text{пов.}}$, кгс/м ²	нитка "А"		287	295	301
		нитка "Б"		276	295	288
		середній		281,50	295,00	294,50
45	Тиск повітря за МВ $P''_{\text{МВ.}}$, кгс/м ²	нитка "А"		293	298	301
		нитка "Б"		280	83	288
46	Перепад на РПП, $\Delta P_{\text{рпп}}$, кгс/м ²	нитка "А"		17	31	35
		нитка "Б"		14	25	35
47	Температура димових газів $T_{\text{д.г.}}$, °C:	$T_{\text{пк}}$	нитка "А"	757/844	844/846	875/853
			нитка "Б"	823/752	832/776	865/821
			середня	794,00	825,00	854,00
		за КПП	нитка "А"	760,99	748,34	766,92
			нитка "Б"	748,21	777,96	722,96
			середня	754,60	763,15	744,94
		за ВЕ	нитка "А"	370	392	398
			нитка "Б"	367	386	397
			середня	369	389	398
		за РПП	нитка "А"	168/194	161/189	162/191
			нитка "Б"	176/192	172/189	166/184
			середня	183	178	176
		за ДС-А (штатний)		163	162	164
		за ДС-Б (штатний)		165	164	162
середня		164,00	163,00	163,00		
48	Розрідження вверху паливні $S'_{\text{т.}}$, кгс/м ²	зліва		2,5	2	1,5
		справа		0,8	0,5	1
		сер.		1,6	1,2	1,2

Додаток Е.1

49	Розрідження , кгс/м ²	за КПП S'' _{КПП}	к.А	зліва	17	21	22
				справа	17	21	22
				сер.	17	21	22
		за КПП S'' _{КПП}	к.Б	зліва	16	20	21
				справа	16	20	21
				сер.	16	20	21
		за промперегрівником S'' _{ППЕ}	к.А	зліва	57	74	86
				справа	56	73	85
				сер.	56	73	86
		за водяним економайзером S'' _{ВЕ}		н.А	108	139	160
				н.Б	112	140	155
				сер.	110	140	157
до електрофільтра S' _{ЕФ}		н.А	184	250	291		
		н.Б	187	226	284		
		сер.	186	238	287		
до димосмоку S' _{ДС}		н.А	219	290	380		
		н.Б	229	266	330		
		сер.	224	278	355		
за димосмоком S'' _{ДС}		н.А	50	52	55		
		н.Б	50	57	60		
		сер.	50	55	58		
50	Перепад на РПП ΔS _{РПП} , кгс/м ²		РПП-1	76	111	118	
			РПП-2	75	86	128	
			сер	75	98	123	
51	Розрідження S, кгс/м ²	до РПП		РПП-1	108	139	166
				РПП-2	112	140	163
				сер	110	140	165
		за		РПП-1	184	250	291
				РПП-2	187	226	284
				сер РПП	185,5	238	287,5
		до		ДС-А	219	290	380
				ДС-Б	229	266	330
				КБМ-"А"	резерв	77	91
КБМ-"Б"		89	85	81			
52	Перепад на КБМ ΔS _{КБМ} , кгс/м ²		КБМ-"А"	193	213	240	
			КБМ-"Б"	218	213	240	
53	Перепад КПП ВТ ΔS _{КПП ВТ} , кгс/м ²		нитка "А"	14	18	20,5	
			нитка "Б"	15,2	19,5	20	
			сер.	14,6	18,8	20,25	
54	Вміст O ₂ в димових газах (ВЕ"), штатний %		нитка "А"	3,70	3,60	2,90	
			нитка "Б"	3,90	3,40	2,70	
			середнє	3,80	3,50	2,80	
55	Коефіцієнт надлишку повітря (ВЕ")		1,22	1,20	1,15		
56	Вміст O ₂ в димових газах за РПП		7,36	6,81	6,10		
57	Коефіцієнт надлишку повітря за РПП		1,54	1,48	1,41		
58	Вміст O ₂ в димових газах за ДС		8,86	8,27	7,62		
59	Коефіцієнт надлишку повітря за ДС		1,73	1,65	1,57		
60	Вміст O ₂ за млиновим вентилятором, МВ" % штатний		нитка "А"	20,0	15,2	14,96	
			нитка "Б"	14,6	15,4	15,28	
61	Перепад на РПП, ΔS _{рпп} , кгс/м ²		нитка "А"	137,67	140,49	131,09	
			нитка "Б"	134,18	132,57	105,90	
			сер.	135,93	136,53	118,50	
62	Присмокти повітря ВЕ - РПП Δα, [-]		31,7	28,3	26		
63	Присмокти повітря РПП-ДС Δα, [-]		19,2	17,1	15,7		
64	Присмокти повітря ВЕ - ДС Δα, [-]		50,9	45,4	41,7		

Додаток Е.1

		Паливо			
65	Температура природного газу перед котлом	не використовувався			
66	Кількість працюючих пальників, шт	8	8	8	
67	Середня якість твердого палива	зольність робоча A^p , %	19,100	19,100	19,100
		вміст сірки, S^p , %	0,560	0,560	0,560
		вихід летких $V_{л}^r$, %	41,700	41,700	41,700
		нижча теплота згорання робоча, $Q_{н}^p$, ккал/кг	5265,000	5265,000	5265,000
		вологість пилу (робоча), W_p , %	12,200	12,200	12,200
		тонина помелу пилу по залишку на ситі R_{90} , %	24	24	24
		волога приведена $W^п$, % кг 10^3 /ккал	2,317	2,317	2,317
		зольність приведена, $A^п$, % кг 10^3 /ккал	3,628	3,628	3,628
68	Витрата твердого палива $В_{тп}$, т/год	92,431607	112,81212	131,207897	
69	Кульове завантаження млинів $G_{КБМ}$, т	КБМ-А	85	85	85
		КБМ-Б	83	83	83
70	Температура пилу в бункері, тпил., °С	нитка "А"	67	65	79
		нитка "Б"	62	73	59
71	Рівень пилу в бункері $H_{бунк.}$, т	зліва	4,2	4,3	4,34
		справа	3,8	4,0	3,76
72	Вміст горючих в золі $\Gamma_{ун}$, %	Вин.уст.№1	0,85	0,94	0,95
		Вин.уст.№2	0,86	0,96	0,95
		середня	0,855	0,95	0,95
73	К	3,744	3,744	3,744	
74	С	0,888	0,888	0,888	
75	b	0,291	0,291	0,291	
76	$\Delta q_2^{3п}$	0,085	0,085	0,085	
77	At	0,981	0,981	0,981	
78	K_Q	1,00	1,00	1,00	
79	$Q_{неп.гор.}$	0,000	0,000	0,000	
80	з відхідними газами q_2 , %	11,64	11,10	10,60	
81	з хімічнодопалом q_3 , %	0,0	0,0	0,0	
82	(дійсна) з мехнедопалом q_4 , %	0,18	0,20	0,20	
83	в наволишне середовище q_5 , %	0,30	0,24	0,20	
84	з фізичним теплом шлаку q_6 , %	0,29	0,29	0,29	
85	ККД котла брутто $\eta_{к}^{бр.}$, %	87,58	88,17	88,70	
Навантаження електродвигунів					
86	Сила струму електродвигунів, А	ДВ-А	63	131	136
		ДВ-Б	66	133	139
		ДС-А	131	173	207
		ДС-Б	124	141	196
		ДРГ-А	50	59	59
		ДРГ-Б	71	70	73
		КБМ-А	резерв	123	132
		КБМ-Б	123	126	130
		МВ-А	73	81	81
		МВ-Б	74	74	75

Додаток Є

м. Українка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Головний інженер Трипільської ТЕС
ПАТ «Центрэнерго»



Двірний О.В.
2020р.

АКТ

Про впровадження матеріалів наукових досліджень дисертаційної роботи
**«Аналітичні та експериментальні дослідження роботи котлів
ТПП-210А, ТПП-312А енергоблоків 300 МВт при спалюванні
непроектних видів палива»**

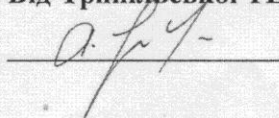
Ми, що нижче підписалися, від Трипільської ТЕС ПАТ «ЦЕНТРЕНЕРГО» начальник виробничо-технічного відділу Гаркуша А.В з однієї сторони та від Національного університету «Львівська політехніка» доктор технічних наук, професор Семерак М.М., старший викладач кафедри теплоенергетики, теплових і атомних електричних станцій Юрасова О.Г., склали цей акт про наступне:

Протягом 2018-2019 років старший викладач Юрасова О.Г. під керівництвом доктора технічних наук Семерака М.М. на Трипільській ТЕС ПАТ «Центрэнерго» проводила теплові випробування котла ТПП-210А в експлуатаційному діапазоні навантажень при роботі на вугіллі марок «Г», «ДГ» на основі чого складено проект нормативної характеристики корпусів котла ТПП-210А при роботі котла у двокорпусному та однокорпусному режимах.

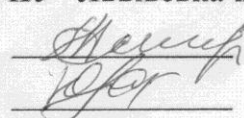
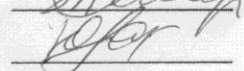
За результатами проведених випробувань на Трипільській ТЕС ПАТ «ЦЕНТРЕНЕРГО» складена та впроваджена режимна карта роботи котла ТПП-210А ст. № 3 у двокорпусному режимі при спалюванні твердого палива та отримано дані для подальшого коригування показників нормативної характеристики роботи котла, визначено режимні і економічні характеристики котла при спалюванні непроектного палива.

Розробляла рекомендації, щодо впровадження процесу спалювання непроектного палива на Трипільській ТЕС ПАТ «Центрэнерго», які полягають у підвищенні економічності і надійності роботи котла.

Від Трипільської ТЕС:

 А.В.Гаркуша

Від НУ «Львівська політехніка»:

 М.М. Семерак
 О.Г. Юрасова



Товариство з обмеженою відповідальністю
«СПЕЦТЕРМОМОНТАЖ-ЕНЕРГО»

02002, м. Київ, вул. Євгена Сверстюка,
буд. 23, офіс 723
код ЄДРПОУ 38622372
info@stm-energo.com.ua
Тел.: +38(044)224 90 58
Факс: +38(044)224 90 59

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Департаменту «ОРГРЕС-Львів»
ТОВ «СПЕЦТЕРМОМОНТАЖ-ЕНЕРГО»

Клуб М.В.
2020 р.

АКТ

Про впровадження матеріалів наукових досліджень дисертаційної роботи
«Аналітичні та експериментальні дослідження роботи котлів
ТПП-210А, ТПП-312А енергоблоків 300 МВт при спалюванні
непроектних видів палива»

Ми, що нижче підписалися, від ТОВ «СПЕЦТЕРМОМОНТАЖ-ЕНЕРГО» бригадний інженер з налагодження, удосконалення технології та експлуатації електричних станцій та мереж Федоришин В.С. з однієї сторони та від Національного університету «Львівська політехніка» доктор технічних наук, професор Семерак М.М., старший викладач кафедри теплоенергетики, теплових і атомних електричних станцій Юрасова О.Г., та з другої сторони склали цей акт про наступне:

Протягом 2018-2019 років старший викладач Юрасова О.Г. під керівництвом доктора технічних наук Семерака М.М. на ТЕС ПАТ «Центрэнерго» при участі спеціалістів ТОВ «СПЕЦТЕРМОМОНТАЖ-ЕНЕРГО», проводила теплові випробування котла ТПП-210А, що спроектований на спалювання вугілля марки «АШ» та був переоснащений на спалювання вугілля газової групи марок «Г», «ДГ».

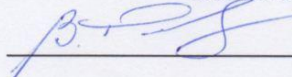
За результатами випробувань в експлуатаційному діапазоні навантажень при спалюванні вугілля марок «Г», «ДГ» визначено режимні і економічні характеристики котла при спалюванні непроектного палива, впроваджена режимна карта роботи котла ТПП-210А ст. № 3 у двокорпусному режимі при спалюванні твердого палива та отримано дані для подальшого коригування

показників нормативної характеристики роботи котла.

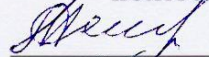
Складено проект нормативної характеристики котла ТПП-210А при його роботі у двокорпусному та однокорпусному режимах при спалюванні вугілля газової групи марок «Г», «ДГ».

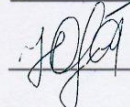
Розроблені рекомендації, щодо впровадження процесу спалювання непроектного палива на Трипільській ТЕС ПАТ «Центренерго», які полягають у підвищенні економічності і надійності роботи котла.

**Від ТОВ «СПЕЦТЕРМОМОНТАЖ-
ЕНЕРГО»**


Федоришин В.С.

**Від НУ «Львівська
політехніка»:**


М.М. Семерак


О.Г. Юрасова

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
Національного університету
Львівська політехніка
к.т.н., доцент Давидчак О.Р.



« _____ » 2020 р.

А К Т

про впровадження результатів дисертаційної роботи Юрасової О.Г. «Аналіз роботи котлів ТПП-210А, ТПП-312А енергоблоків 300МВт при спалюванні непроектних видів палива» в навчальний процес кафедри теплоенергетики, теплових та атомних електричних станцій

Комісія в складі голови науково-методичної ради Інституту енергетики та систем керування д.т.н., проф. Маляра В.С., зав. кафедри ТТАЕ, д.т.н., проф. Семерака М.М., доцента кафедри ТТАЕ к.т.н. доц. Кравець Т.Ю. склали цей акт у тому, що результати дисертаційної роботи Юрасової О.Г. «Аналіз роботи котлів ТПП-210А, ТПП-312А енергоблоків 300МВт при спалюванні непроектних видів палива» використані і впровадженні в навчальний процес кафедри теплоенергетики, теплових та атомних електричних станцій а саме, визначено режимні і економічні характеристики котла ТПП-210А, ТПП-312А при спалюванні непроектного палива: коефіцієнт корисної дії бруто, складові теплових втрат, аеродинамічні і температурні характеристики газоповітряного тракту, температурні характеристики пароводяного тракту в робочому діапазоні навантажень блока.

Наукові результати дисертаційної роботи, отримані автором, а також методи розрахунків використовуються у навчальному процесі для підготовки фахівців за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» під час викладання дисципліни «Котельні установки об'єктів теплоенергетики» та «Режими роботи об'єктів теплоенергетики», а також при виконанні бакалаврських та магістерських кваліфікаційних робіт.

Голова НМР ІЕСК, д.т.н., проф.

В.С. Маляр

Завідувач кафедри ТТАЕ, д.т.н., проф.

М.М. Семерак

Доцент кафедри ТТАЕ, к.т.н., доц.

Т.Ю. Кравець

