

Перспективні конструкції водогрійних котлів великої потужності для систем централізованого теплопостачання.

Павло Гламаздин¹, Дмитро Гламаздин², Рудольф Шварценбергер³

¹Київський національний університет будівництва і архітектури
просп. Повітрофлотський, 31, Київ, Україна, 03037

^{2,3}BBS GmbH, м. Фрейберг, ФРН

¹sib.kiev@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2611-2687

²glamazdin.d@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2851-9352

³info@bay-boiler.de, orcid.org/0000-0002-3912-9982

DOI: 10.32347/2310-0516.2019.12.85-93

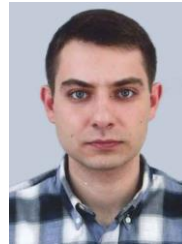
Анотація. Стаття присвячена актуальній темі – підвищенню енергоефективності потужних опалювальних котелень і станцій теплопостачання систем централізованого теплопостачання міст України, зокрема заміні відпрацювавших свій експлуатаційний термін і фізично зношених водогрійних котлів великої потужності.

Реально в потужних опалювальних котельних системах централізованого теплопостачання міст України використовуються водогрійні котли двох серії – ПТВМ та КВГМ. Обидва типи котлів сьогодні не задовольняють потреб ринку – вимог нормативних документів з екології та з енергоефективності. В пострадянських країнах Прибалтики та Східної Європи накопичений великий досвід з модернізації цих котлів з метою підвищити їх екологічні та теплотехнічні показники. Зокрема за рахунок заміни пальників на більш сучасні, зменшення їх кількості для котлів серії ПТВМ, улаштування газощільних екранних поверхонь в топках котлів, заміни обмурування на легке з волокнистих матеріалів, глибокої автоматизації роботи котлів та оснащення частотними регуляторами тягодуттєвих машин.

Однак при необхідності збільшувати потужності великих опалювальних котелень використовувати котли типів ПТВМ та КВГМ вже недоречно. В наведеному в статті огляді технічної літератури проаналізовано великий обсяг інформації з результатами досліджень щодо оптимізації конструкції потужних парових котлів, зокрема з оптимізації компонування пальників в топках. Аналіз цієї інформації показав, що її можна використовувати і для проектування водогрійних котлів великої потужності (від 30 МВт до 200 МВт).



Павло Гламаздин
Доцент кафедри теплотехніки



Дмитро Гламаздин
Інженер фірми BBS GmbH



Рудольф Шварценбергер
Генеральний директор фірми BBS GmbH

На основі аналізу інформації вибрані напрямки оптимізації конструкцій водогрійних котлів великої потужності розташування пальників в своді або в поду топок, використання газощільних екранних поверхонь, частина з яких виконується двосвітними, використання якомога меншої кількості модульованих пальників Low NO_x великої потужності, глибока автоматизація роботи котлів і котельні взагалі.

В статті наведений приклад концептуальної конструкції водогрійного котла потужністю 120 МВт з використанням названих вище принципів у порівнянні з водогрійним котлом такої же потужності, що являє собою модернізований варіант котла ПТВМ-100 потужністю 116 МВт. Порівняння показує, що пропонуємо концепту-

альна конструкція водогрійного котла має майже в 2,5 рази меншу металоємність, майже в 2 рази менше за висотою, має набагато гнучкіше та широке регулювання, що веде до меншої вартості самого котла та відповідно вартості монтажних робіт.

Ключові слова. Котел водогрійний; палиник газомазутний; топка; екранні поверхні; компонування; енергоефективність; екологічність; металоємність.

ВСТУП

Централізоване теплопостачання міст України в дійсний час перебуває в глибокій кризі. Ця криза зумовлена як об'єктивними так і суб'єктивними причинами [1]. Серед об'єктивних причин однією з головних є достатньо динамічні зміни навантаження на опалювальні котельні в бік зменшення та перерозподіл загального навантаження між його складовими (опалення та гаряче водопостачання) в бік постійного зменшення навантаження на гаряче водопостачання [2]. Принципово є декілька можливостей підвищення енергоефективності опалювальних котельень, які можна розділити на три напрямки:

- кардинальна заміна всього застарілого і зношеного обладнання на нове;
- поступова, покрокова модернізація деякого обладнання, особливо котлів великої потужності;
- комбінована модернізація котельень з покроковою заміною окремих елементів котельень і модернізацією інших.

Для великих міст, в яких сьогодні населення збільшується, постає інша проблема - проблема збільшення навантаження опалювальних котельень, особливо районних або станцій теплопостачання для приєднання нових житлових комплексів. Це навантаження може покриватися водогрійними котлами великої потужності 20,30,50,120,170,200 МВт.

Існуючі конструкції котлів такої потужності на пострадянському просторі не задовольняють сьогоднішнім вимогам з енергоефективності, матеріалоємності, розмірів. Сьогодні експлуатуються водогрійні котли подібної потужності двох серій. Це котли

серії ПТВМ та КВГМ [3,4], які вироблялись і досі виробляються Дорогобузьким котельним заводом (РФ).

Серія котлів ПТВМ є баштовими котлами, в яких димар розташований над топкою і конвективними поверхнями (крім котла ПТВМ-30, що виконаний за традиційною схемою з конвективною шахтою і димотягом). Така схема не передбачає наявності димотяга. Вони відрізняються великою кількістю палиників, що розташовані у два яруси на двох протилежних стінах топки. Котли мають суттєві недоліки – через зустрічне компонування палиників вони характеризуються великими викидами NO_x та CO , мають вузький діапазон регулювання навантаження, погано регулюються – ступінчато при включенні або виключанні попарно палиників. Котли мають великі габарити, що ускладнює їх експлуатацію. Потужність цих котлів залежить від погодних умов експлуатації [5].

Серія котлів КВГМ – це наступна серія водогрійних котлів. Вони мають традиційну компоновку з використанням димотяга, мають меншу кількість палиників. На потужність та ефективність котлів цієї серії не впливають погодні умови експлуатації. Діапазон регулювання більший, ніж для котлів серії ПТВМ, але все одно вони мають завеликі розміри. Коефіцієнт корисної дії не перевищує 92% при номінальному навантаженні. Викиди по NO_x не вкладаються в сучасні вимоги навіть при заміні штатних палиників на більш досконалі зі зниженими викидами NO_x (LOW NO_x).

В країнах, де у водогрійних котельнях систем централізованого теплопостачання міст використовувались котли серії ПТВМ та КВГМ є досвід їх модернізації з підвищенням їх теплотехнічних та екологічних характеристик [6].

Для котлів серії КВГМ обсяг модернізації відносно невеликий – це заміна палиників без зміни їх кількості, іноді зі змінами у фронтальному екрані, на якому розташовані палиники в котлах цієї серії, заміна обмуровування та автоматики.

Модернізація котлів серії ПТВМ необхідна більш глибока і включає наступні

заходи: зменшення кількості пальників з встановленням більш сучасних з відповідними змінами в конструкції екранних поверхонь, глибоку автоматизацію роботи котла, заміну обмурування, улаштування димотяга з заміною димаря.

МЕТА І МЕТОДИ

Метою дослідження є аналітичне дослідження можливих шляхів розвитку конструкцій потужних котлів з підвищеними теплотехнічними та екологічними показниками, з широким діапазоном регулювання потужності та оптимізованих матеріалоекономією.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

Але у випадках необхідності збільшення навантаження на котельню і, відповідно, збільшення кількості котлів використовувати котли цих серій вже не дуже економічно вигідно через їх габарити і складність монтажних робіт, та й не дивлячись на їх модернізацію, їх характеристики вже не відповідають сучасним вимогам, особливо по діапазону та динаміці регулювання. Динаміка регулювання для водогрійних котлів - це важлива характеристика, бо вони постійно працюють у нестационарних режимах по навантаженню, що має дві причини.

По-перше, температура зовнішнього повітря постійно змінюється і на протязі опалювального сезону і на протязі доби, а це веде до зміни навантаження, по-друге, навантаження на гаряче водопостачання різко змінюється на протязі доби, що також викликає необхідність змінювати навантаження на котел. В закордонних монографіях авторів з європейських країн та США водогрійні котли взагалі не розглядаються [1, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Вони присвячені розгляду потужних парових котлів.

Для потужних парових котлів проблема регулювання навантаження має інші причини і вирішується іншими засобами, ніж регулювання водогрійних котлів. Зокрема більш глибокою автоматизацією їх робіт [12].

Однак засоби оптимізації і інтенсифікації роботи топкових пристроїв з одночасним підвищенням їх екологічних характеристик вирішується більш-менш однаково засобами, одним з яких є вибір компонування пальників в топковому просторі.

Пошуки оптимальних компонувань пальників у топках проводяться вже досить давно. В монографіях [7, 16, 17] наводиться схожа інформація щодо впливу місць розташування пальників на рівномірність температурного поля в топці котла. При цьому в [16] наводяться приклади розташування пальників в поду котла, а в [7] – в своді котла з направленням факелів від пальників зверху вниз. Але в обох монографіях йдеться про парові котли великої потужності при сталому режимі роботи.

Для потужних котлів автор [10] пропонує в разі необхідності зміни навантаження в процесі експлуатації розташовувати пальники в три яруси по висоті і включати їх послідовно: при мінімальному навантаженні включати пальники верхнього ярусу, потім верхнього і середнього і при максимальному навантаженні включати пальники всіх трьох ярусів. На думку автора такий порядок включення пальників дає змогу підтримувати температуру продуктів згоряння на виході з топки на постійному рівні щоб запобігати конденсації водяної пари на мінімальних навантаженнях. Однак це не вирішує проблему кардинально.

Єдиний приклад дослідження роботи водогрійного котла потужністю 58 МВт наводиться в [18] з посиланням на [19]. Дослідження проводилися на котлі ПТВМ-50, який має по 6 пальників на протилежних стінах топки, але в досліді використовувалися лише 8 пальників, бо дослідників цікавили тільки екологічні характеристики факелів при різних конструкціях амбразури пальників.

Велика увага впливу розташування пальників на процесі горіння палива в топках котлів приділена в [20]. Автори навіть сформулювали деякі принципи, яких слід дотримуватись при компонуванні пальників в топках. Конкретних рекомендацій вони не приводять і взагалі їх дослідження більше

стосуються парових котлів на твердому паливі у вигляді пилу. Глибокий теоретичний аналіз впливу способів компоновання пальників в топках котлів на протікання тепломасообмінних та термохімічних процесів в топковому просторі даний в [21]. Однак досить велика кількість дослідницьких робіт з оптимізації топкових процесів не привела к появі нових інноваційних серій водогрійних котлів великої потужності.

Таким чином при необхідності збільшення потужності великих районних опалювальних котелен або станцій теплопостачання з використанням потужних водогрійних котлів проєктанти змушені використовувати в проєктах котли вже застарілих конструкцій серії ПТВМ або КВГМ, або їх модернізовані модифікації.

Для підвищення потужності станції теплопостачання «Позняки» в м. Києві харківським підприємством «Котлотурбопром» був виготовлений водогрійний котел КВГ-116 потужністю 116 МВт. За конструкцією він може розглядатися як аналог котла ПТВМ-100. За розміром він дуже схожий на останній (рис.1). Однак він оснащений димотягом і димова труба не є продовженням топки, як в ПТВМ-100. Він оснащений чотирма пальниками, розташованими на фронтальній стіні у два яруси. Найвищий майданчик обслуговування знаходиться на відмітці +18.300, а найвища відмітка газоходу +23.000. Діаметр газоходу, що веде до димаря, без теплової ізоляції 3,2 м. Монтування котла зайняло більше року. При таких розмірах навіть звичайне обслуговування котла стає достатньо проблемним. А тим більше його ремонту. Автори проєкту змушені були прийняти такі розміри через необхідність досягнути високих екологічних показників, не включаючи в склад котла дорогих імпортних пальників з низькими викидами NO_x .

Такі технічні рішення на сучасному етапі розвитку котельної техніки не є оптимальними. Для зменшення розмірів потужних водогрійних котлів необхідно переходити до інших способів компоновання пальників в топках котла, а саме в своді або в поду

топок. Таке розташування пальників дозволяє змінювати довжину факела пальника та ступінь його крутки, що вирівнює температуру в топці і веде до інтенсифікації теплообмін в топці [22, 23], в кінці кінців до зменшення розмірів котла при збереженні потужності. При конструюванні нових потужних водогрійних котлів або при модернізації котлів, що експлуатуються, треба використовувати сміливіше результати теоретичних напрацювань, що наведені в аналізованих вище джерела інформації. Досвід подібного розташування пальників в потужних водогрійних котлах вже є. Наприклад, в угорському місті Секешфехервар на котли ПТВМ-30 встановлені на одному три пальники фірми Veishaupt в поду, а на другому – один пальник фірми SAASKE також в поду.

В Україні є позитивний досвід реконструкції топки котла ПТВМ-30 з розміщенням двох пальників в поду цього котла замість шести пальників на протилежних бокових стінах [24, 25]. Наявні вищеназвані матеріали і позитивний досвід дають змогу пропонувати нові компоновання водогрійних котлів. Як приклад можна навести конструкцію водогрійного котла потужністю 120 МВт з розташуванням пальників в своді котла. Конструкція котла має наступні особливості (рис.1). Котел виконаний за традиційною схемою з вертикальною шахтою для розміщення конвективних поверхонь нагріву. Але топка котла поділена на три відсіка двома двосвітними екранами. За подібною схемою виконані котли серії ТВГ та КВГ [26]. Екранні поверхні нагріву виконані газощільними з мембранних трубних панелей. Кожен відсік має індивідуальний пальник газомазутний потужністю 45 МВт. Пальники розміщені в своді котла. За рахунок такої компоновки топки котел має широкий діапазон регулювання, бо може працювати в трьох режимах за потужністю:

- працює тільки середній відсік і при цьому найбільша потужність котла 40 МВт, найменша – 8 МВт;

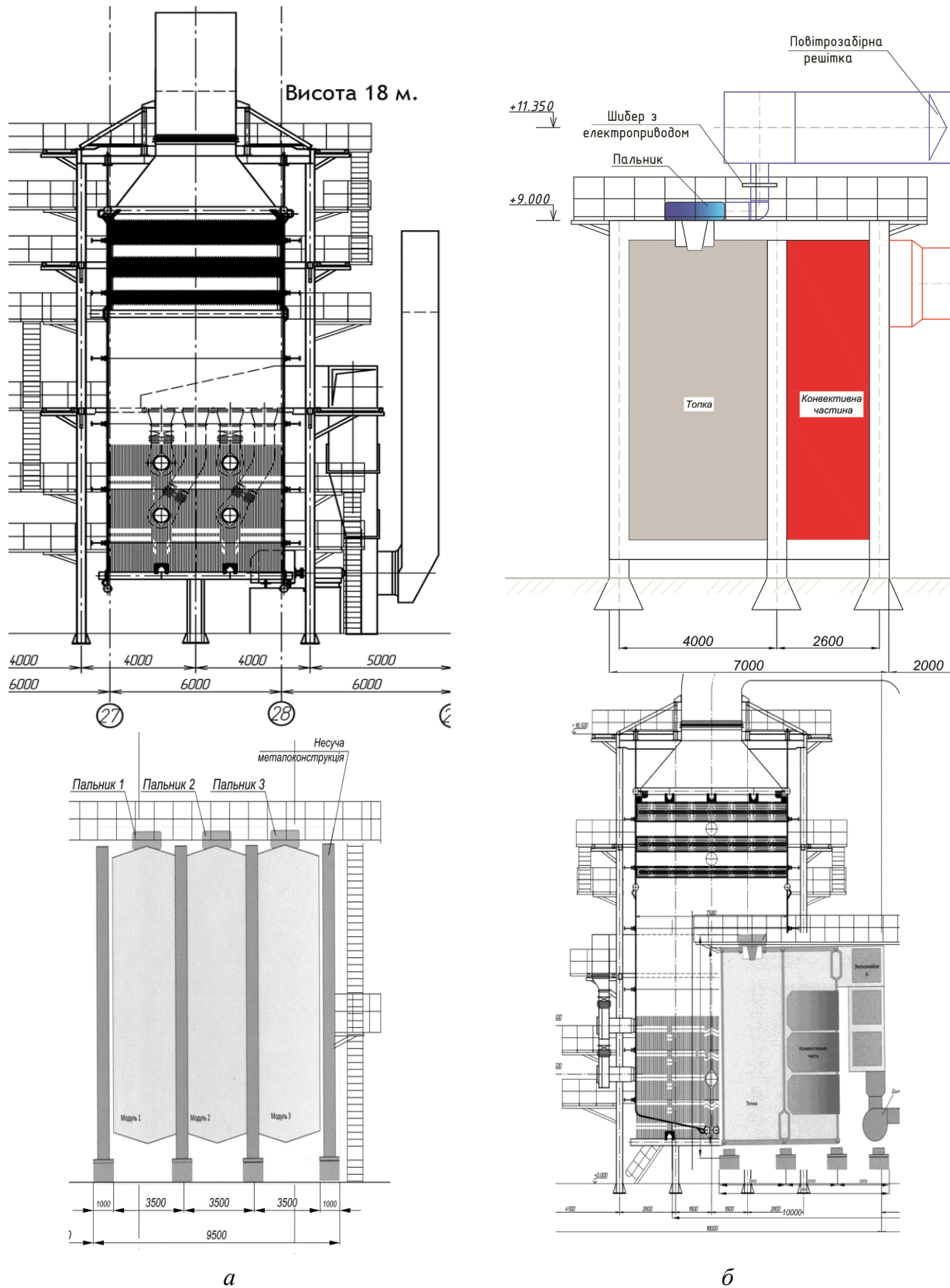


Рис.1. Порівняльний вигляд водогрійних котлів з різним компонуванням пальників
Fig.1. Comparative view of hot water boilers with different burner layout

- працюють два крайніх відсіки і в цьому режимі котел має найвищу потужність 80 МВт, а найменшу – 16 МВт;

працюють всі три відсіки і котел видає найбільшу номінальну потужність 120 МВт, а найменшу – 24 МВт.

Крім того, вертикальне розташування факелу позитивно впливає на формування рівномірного температурного поля в топці. Більш рівномірне температурне поле в топці приводить до рівномірного опромінювання факелом всіх екранних поверхонь нагріву через збільшення їх теплової напруги та зменшення їх площі при збереженні однакової температури продуктів згоряння на виході з топки. Розташування пальників в поду або в своді сприяє використанню пальників з регульованою круткою та довжиною факела, а це в свою чергу дає можливість регулювати і підтримувати на низькому рівні викиди NO_x [21]. Бокове розташування пальників не дає можливості розвиватися такому напрямку вдосконалення пальників.

Вибрана конструкція дає можливість регулювати потужність котла в широкому діапазоні не допускаючи конденсаційних режимів роботи конвективної частини на мінімальних навантаженнях (наприклад, при забезпеченні гарячого водопостачання котлом в нічні години). Підключення або відключення відсіків виконується автоматично. Автоматичне включення або відключення секцій котла при зміні навантаження не означає, що котел регулюється ступенево. В кожному режимному діапазоні виконується модульоване (плавне і безперервне) регулювання пальника в кожній секції, а для досягнення високих економічних показників можливе використання пальників з регульованою довжиною і круткою факела [27]. Скорочена довжина топки не приведе до зростання концентрації CO в продуктах згоряння, оскільки зменшення часу перебування палива в об'ємі топки компенсується до окисленням CO до CO_2 в поворотній камері, як це показано в [28].

Тягодуттеві машини можуть бути підібрані на кожен пальник окремо, а може бути і одна пара машин (дуттевий вентилятор і

димотяг) на котел. Вважаючи на потужність кожного пальника (45 МВт) здається кращий варіант – індивідуальна пара машин на кожен секцію котла. Розміри котла у порівнянні з котлом КВГ-116-150 наведені на рис.1.

Вочевидь матеріалоємність такого котла і його краща ремонтна здатність привабливіші за котел КВГ -116-150.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

При діючих в існуючий час високих екологічних вимогах до котлів великої потужності їх виготовлення за традиційними підходами до конструювання веде до небажаного збільшення їх розмірів.

Оптимальним напрямком конструювання водогрійних котлів великої потужності розміщення пальників в поду або в своді котла.

Розміщення пальників в поду або в своді топки дає можливість розширювати діапазон регулювання потужності водогрійних котлів та покращити його екологічні характеристики у всьому діапазоні потужності котла.

Подальше дослідження буде направлено на оптимізацію конвективних поверхонь нагріву потужних водогрійних котлів з виявленням можливостей використання підігрівачів дуттевого повітря та оптимізацією.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гламаздин П.М., Гламаздин Д.П., Schwarzenberger R. Влияние результатов термомодернизации зданий и сооружений городской застройки на режимы работы источников теплоты систем централизованного теплоснабжения www.journalssystem.com/znpс_sblssue-1-2018.7100
2. Фоміч С.В. Миська система централізованого гарячого водопостачання з вакуумною деаерацією. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Харків, ХНУБА, 2018.
3. Дорогобужкотломаш. www.dkm.ru
4. Котлы малой и средней мощности. НИИ-ЭИНФОРМЭНЕРГОМАШ.М.1987. 208с.

5. **Бузников Е.Ф., Сидоров В.Н.** Водогрейные котлы и применение их на электростанциях и в котельных. М.-Л. «Энергия», 1965. 240с.
6. **Гламаздин П.М., Гламаздин Д.П., Яромльчик Ю.П.** Экологические аспекты модернизации водогрейных котлов большой мощности. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Том 59, № 3, 2016, с.249-259.
7. **Effenberger, H.** Dampferzeugung [Text]. Berlin ; Heidelberg ; New York ; Barcelona ; Hongkong; London ; Mailand ; Paris ; Singapur; Tokio : Springer, 2000. 867 s. ISBN 978-3-642-62964-8.
8. **Mayr, F.** Handbuch der Kesselbetriebstechnik. Kraft- und Warmeerzeugung in Praxis und Theorie [Text] / F. Mayr, Th. Grisch, St. Grober, L. Hohenberger. Eichenau ; Munchen ; Neckargemund ; Rosenheim; Grobenzell ;Friedberg-Rinntenthal ; Kirhheim ; Singapur; Tokio : Resch-Verlag 2009. 872 s. ISBN 978-3-930039-13-5.
9. **Basu, P.** Boilers and burners. Design and theory [Text] / P. Basu, C. Kefa, I. Jestin.- Texas ; Berlin ; Germany : Springer Science, 2000. – 578 p. ISBN 978-1-4612-1250-8.
10. **Ganapathy, V.** Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators. Design, Applications, and Calculations [Text]. Abilene ; Texas ; U.S.A ; New York: Marcel Dekker, 2003.- 618 p. ISBN: 0-8247-0814-8. 11. **Teir, S.:** Steam boiler technology [Text]/ S. Teir, A. Kulla, L.Harja. E. Vakkilainen, A. Jokivuori, D. Zhang.- Helsinki : 2003.- 218 p. ISBN 951-22-6759-4.
12. **Вагнер, Вальтер.** теплотехника носителя с органическими СМИ. 6-е издание. Verlag Dr. Инго Реш GmbH, 1997
13. **Линке, Вольфганг** (ред.): Основные принципы работы технология котел знаний: контроль и техническое обслуживание котлов. 1-е изд / Реш-Verlag, д-р .. Инго Реш GmbH, 2017
14. **Parlaska, W.** Neuzeitliche критерии проектирования и опыт эксплуатации котлов оболочки. VGB Power Technology Plant 75 (1995), S.386
15. **Dukelow, S.:** The control of boilers. Second edition[Text]. Kansas: 1991, 414 p. ISBN 1-55617-330-X.
16. **Снейшер В.А., Горбатенко А.Д.** Повышение эффективности использования газа и мазута в энергетических установках. М. ; Энергоатомиздат, 1982. 24 с.
17. **De Zubay Е.А.** Characteristics of Disk-Controlled Flame. Aero. Digest, July 1950
18. **Кривоногов Б.М.** Повышение эффективности сжигания газа и охрана окружающей среды. Л.; Недра. 1986. 280с.
19. **Корягин В.А.** повышение эффективности сжигания газа и мазута в водотрубных котлах. Автореферат кандидатской диссертации К., КИСИ, 1982, 20 с.
20. **Павлов В.А., Штейнер И.Н.** Условия оптимизации процессов в сжигании жидкого топлива и газа в энергетических и промышленных установках. !Л.; Энергоатомиздат.
21. **Ахмедов Р.Б.** Основы регулирования топочных процессов. М. ; Энергия. 1977. 280с.984. 240с.
22. **Ganapathy, V.:** Steam Plant Calculations Manual. Second edition, revised and expanded [Text]. New Yourk ; Basel ; Hong Kong : Marcel Dekker, 1994. 452 p. ISBN 0-8247-9147-9.
23. **James, G.** Heat and mass transfer [Text]/ G. James, Ph. Knudsen, C. Hoyt, S. Hottel, F. Adel, C. Phillip, S. Kent. The McGraw-Hill Companies, 1999. 80 p.
24. **Гламаздин П.М., Гламаздин Д.П.** Досвід модернізації водогрійних котлів ПТВМ-30. Житлово-комунальне господарство України. 2012. № 9 (52). С. 59-61.
25. **Гламаздин П.М., Гламаздин Д.П., Молодід А.В.** Результати модернізації водогрійних котлів ПТВМ-30. Житлово-комунальне господарство України, 2013, № 8 (61), с. 18-19.
26. **Сигал И.Я., Лавренцов Е.М., Косинов О.И., Домбровская Э.П.** Газовые водогрейные промышленно-отопительные котлы. Киев:Техника, 1967. 145 с.
27. **Арсеев А.В., Маслов В.И., Винтовкин А.А., Дружинин Г.М.** Горелки длинно-пламенные и с регулируемой длиной факела для природного газа. Научно-технический обзор. Серия: Исследование газа в народном хозяйстве. М.; ВНИИЭгаз-пром. 1973.-40с.
28. **Внуков А.К.** Надежность и экономичность котлов для газа и мазута. М.-Л.; Энергия. 1986. 368с.

REFERENCES

1. **Glamazdin P.M., Glamazdin D.P., Schwarzenberger R.** Influence of the results of thermo-modernization of buildings and structures of urban development on the modes of

- operation of heat sources of centralized heat supply systems http://www.journalssystem.com/znpc_sblssue-1-2018.7100
2. **Fomich S.V.** City system of centralized hot water supply with vacuum deaeration. The dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Kharkiv, KhNUBA, 2018.
 3. **Dorogobuzhkotlomash.** <http://www.dkm.ru>
 4. Boilers of small and average capacity. NIYININFORMERERGOMASH.M.1987.-208s.Sectoral catalog5.Buznikov EF, **Sidorov VN** Water boilers and their application at power stations and boiler houses. M.-L. "Energy", 1965,240s.
 6. **Glamazdin P.M., Glamazdin D.P., Yarmolchik Yu.P.** Environmental aspects of modernization of high-power water boilers. Izvestia of higher educational institutions and energy associations of the CIS. Vol. 59, No. 3, 2016, p.249-259.
 7. **Effenberger, H.:** Dampferzeugung [Text]. Berlin ; Heidelberg ; New York ; Barcelona ; Hongkong; London ; Mailand ; Paris ; Singapur; Tokio : Springer, 2000. – 867 s. ISBN 978-3-642-62964-8.
 8. **Mayr, F.:** Handbuch der Kesselbetriebstechnik. Kraft- und Warmeerzeugung in Praxis und Theorie [Text] / F. Mayr, Th. Grisch, St. Grober, L. Hohenberger. Eichenau ; Munchen ; Neckargemund ; Rosenheim; Grobenzell ;Friedberg-Rinnenthal ; Kirhheim ; Singapur; Tokio : Resch-Verlag 2009. 872 s. ISBN 978-3-930039-13-5.
 9. **Basu, P.:** Boilers and burners. Design and theory [Text] / P. Basu, C. Kefa, I. Jestin.- Texas ; Berlin ; Germany : Springer Science, 2000. – 578 p. ISBN 978-1-4612-1250-8.
 10. **Ganapathy, V.:** Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators. Design, Applications, and Calculations [Text] / V. Ganapathy. – Abilene ; Texas ; U.S.A ; New York: Marcel Dekker, 2003.- 618 p. ISBN: 0-8247-0814-8.
 11. **Teir, S.:** Steam boiler technology [Text]/ S. Teir, A. Kulla, L.Harja. E. Vakkilainen, A. Jokivuori, D. Zhang.- Helsinki : 2003.- 218 p. ISBN 951-22-6759-4.
 12. **Wagner, Walter:** Media Thermal Engineering with Walter Wagner. - 6th edition. - Verlag Dr. Ingo Res GmbH, 1997
 13. **Linke, Wolfgang** (Ed.): The basic principles of the work technology of the boiler knowledge: control and maintenance of cat-fishing / Wolfgang Link. - 1st ed / Resh-Verlag, Dr. .. Ingo Resh GmbH, 2017
 14. **Parlaska, W .:** Neuzzeitliche design criteria and operating experience of boiler shells. VGB Power Technology Plant 75 (1995), S.386
 15. **Dukelow, S.:** The control of boilers. Second edition[Text] / S. Dukelow. - Kansas: 1991, - 414 p. ISBN 1-55617-330-X.
 16. **Sneischer V.A., Gorbatenko A.D.** Improving the efficiency of use of gas and fuel oil in power plants. M.; Energoatomizdat, 1982. 24-p.
 17. **De Zubay E.A.** Characteristics of Disk-Controlled Flame. Aero. Digest, July 1950
 18. **Krivotonogov B.M.** Improving the efficiency of gas combustion and environmental protection. L .; Nedra. 1986. 280s.
 19. **Koryagin V.A.** increase of gas and fuel oil combustion efficiency in water tube boilers. Abstract of the master's thesis K., KISR, 1982,20 p.
 20. **Pavlov V.A., Steiner I.N.** Conditions for optimizing processes in the combustion of liquid fuel and gas in power and industrial installations.! L .; Energoatomizdat.
 21. **Ahmedov R.B.** Basics of regulation of furnace processes. M.; Energy. 1977. 280s.984. 240s.
 22. **Ganapathy, V.** Steam Plant Calculations Manual. Second edition, revised and expanded [Text] / V. Ganapathy. - New Yourk ; Basel ; Hong Kong : Marcel Dekker, 1994 - 452 p. ISBN 0-8247-9147-9.
 23. **James, G.** Heat and mass transfer [Text]/ G. James, Ph. Knudsen, C. Hoyt, S. Hottel, F. Adel, C. Phillip, S. Kent. – The McGraw-Hill Companies, 1999.- 80 p.
 24. **Glamazdin P.M., Glamazdin D.P.** Experience of modernization of water heating boilers PTVM-30. Housing and communal economy of Ukraine, 2012. No. 9 (52). Pp. 59-61.
 25. **Glamazdin P.M., Glamazdin D.P., Molodid A.V.** Results of modernization of water heating boilers PTVM-30. Housing and communal economy of Ukraine, 2013, No. 8 (61), p. 18-19
 26. **Sigal, I.Ya., Lavrentsov, EM, Kosinov, OI, Dombrovskaya, E.P.** Gas water-heating industrial and heating boilers. - Kiev: Technique, 1967. - 145 s. 28. Arseev A.V., Maslov V.I., Vintovkin A.A., Druzhinin G.M. Long-flame torches and with adjustable torch length for natural gas. Scientific and technical

review. Series: Gas Research in the National Economy. M.; VNIIEgazprom. 1973.-40с.

24. **Vnukov A.K.** Reliability and efficiency of gas and fuel oil boilers. M.-L .; Energy. 1986. 368с.

Promising designs of water-heating boilers is great power for centralized heat supply systems.

*Pavel Glamazdin, Dmitriy Glamazdin,
Rudolf Schwarzenberger*

Abstract. The article is devoted to the actual theme - an increase of energy efficiency of powerful heating boilers and heat supply stations of centralized heat supply systems of Ukrainian cities, in particular replacing their operational term and physically worn water heat boilers of high capacity.

In fact, in high-power boiler-houses of district heating systems of the cities of Ukraine, water-heating boilers of two series - PTVM and KVGM are used. Both types of boilers today do not meet the needs of the market - the requirements of normative documents on the environment and on energy efficiency. In the post-Soviet countries of the Baltic and Eastern Europe, there has been a great deal of experience in modernizing these boilers in order to increase their environmental and thermal performance. In particular, due to the replacement of burners by more than one hour, reduction of their number for boilers of the PTV series, the arrangement of gas-density screen surfaces in boiler furnaces, on-the-spot molding on light fibrous materials, deep automation of boilers operation and equipment with frequency regulators

of load-bearing machines. However, if it is necessary to increase the capacity of large boiler-houses, it is inappropriate to use boilers of the types of PTVM and KVGM.

In the article reviewed in the technical literature, a large amount of information was analyzed with the results of studies on optimization of the design of powerful steam boilers, in particular, to optimize the design of burners in furnaces. The analysis of this information has shown that it can be used for the design of high-power water heat boilers (from 30 MW to 200 MW).

On the basis of information analysis, selected directions of optimization of structures of water-heating boilers of high capacity of the location of burners in the vault or in the subsoil, the use of gas-density screen surfaces, part of which is carried out by two-colored, the use of as few modulated low-NOx burners of high power, deep automation of boilers and boiler-houses in general. The article gives an example of a conceptual design of a 120 MW water boiler using the above principles in comparison with a boiler of the same capacity, which is an upgraded variant of the boiler PTVM-100 capacity of 116 MW. The equation shows that the proposed conceptual design of a water-heating boiler has almost 2.5 times less metal capacity, almost 2 times less than height, which has much more flexibility and wide regulation, which leads to lower cost of the boiler itself and, accordingly, the cost of installation work.

Keywords: water heating boiler; gas-oil burner; firebox; screen surfaces; layout; energy efficiency; environmental friendliness; metal consumption.