

УДК 620.9.64

СКОРОЧЕННЯ СПОЖИВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ТА ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН З ПРОДУКТАМИ СПАЛЮВАННЯ В КОМУНАЛЬНІЙ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ

Сігал О.І.¹, канд. техн. наук, Падерно Д.Ю.¹, канд. фіз.-мат. наук, Павлюк Н.Ю.¹, канд. техн. наук, Сафьянц А.С.¹, канд. техн. наук, Бикоріз Є.Й.¹, Плашихін С.В.², канд. техн. наук

¹Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. М. Капніст, 2а, Київ, 03057, Україна

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського, пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна

<https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2019.8>

Розглядаються шляхи скорочення споживання природного газу в комунальній теплоенергетиці: заміна застарілих котлів середньої потужності на розроблені авторським колективом сучасні вискоелективні котли, необхідність та доцільність корегування температурного графіка теплових мереж, вироблення теплової енергії з альтернативного джерела енергії – твердих побутових відходів, а також шляхи досягнення виконання європейських екологічних нормативів за рахунок застосування розробленого авторами обладнання.

Рассматриваются пути сокращения потребления природного газа в коммунальной теплоэнергетике: замена устаревших котлов средней мощности на разработанные авторским коллективом современные высокоэффективные котлы, необходимость и целесообразность корректировки температурного графика тепловых сетей, производство тепловой энергии из альтернативного источника энергии – твердых бытовых отходов, а также пути выполнения европейских экологических нормативов за счет применения разработанного авторами оборудования.

The ways for reduction of the natural gas consumption in municipal heat supply systems are considered: replacement of obsolete medium capacity boilers with the modern high efficient boilers developed by the team of authors, necessity and expediency of adjusting the temperature regime of heat supply networks, production of heat energy from alternative energy source - municipal solid waste, as well as ways to meet the new European environmental standards through the use of equipment developed by the authors team.

Бібл. 13, рис. 5.

Ключові слова: природний газ, централізовані системи теплопостачання, тепла енергія, котел, тверді побутові відходи, газоочищення, тверді частинки, відцентровий фільтр, циклонний пиловловлювач.

В останні роки в Україні в умовах жорсткої фінансової кризи та багаторазового підвищення тарифів на енергоносії постає питання зменшення залежності країни від імпортованих енергоносіїв, зокрема природного газу. Як відомо, існують два основні шляхи досягнення цього – безпосередньо зменшення споживання, в першу чергу за рахунок підвищення ефективності енергоспоживання, та заміщення природного газу іншими джерелами енергії [1].

У цій роботі пропонуються технічні рішення щодо скорочення споживання природного газу, а також щодо зниження викидів шкідливих речовин з продуктами спалювання в комунальній теплоенергетиці.

Котельне обладнання

В тарифах на централізоване опалення 60...85 % складає вартість природного газу. Водночас, з близько 47 тисяч котлів, що працюють на підприємствах житлово-комунального господарства, більше 4 тисяч – це фізично та морально застарілі низькоелективні котли

типу НИИСТУ-5 та подібних, експлуатація яких призводить до перевитрат біля 600 млн. м³/рік природного газу. Загалом котли потужністю менше 3 Гкал/год. складають 87 % всього котельного парку житлово-комунального господарства України.

Розроблення та впровадження сучасних вітчизняних вискоелективних котлів дозволить скоротити споживання природного газу підприємствами теплокомуненерго майже на 15 %, а також дасть роботу вітчизняним котлобудівним заводам. Враховуючи наявність на балансах підприємств ЖКГ ~ 5300 водогрійних опалювальних котлів теплопродуктивністю від 0,5 до 2 МВт, що підлягають заміні, досліджувалось та розроблялось котельне обладнання тепловою потужністю у цьому діапазоні.

Авторським колективом розроблено декілька відмінних за конструктивом газових водогрійних котлів потужністю 0,63 МВт, 1 МВт та 2 МВт (рис. 1), що працюють на газі низького тиску, призначених для застосування в системах опалення і гарячого водопостачання,

широкомасштабне впровадження яких здатне замінити низькоефективні котли [2, 3, 4].

Розроблений водогрійний водотрубний котел потужністю 2 МВт типу КВВ-2,0 Гн (рис. 1, а) [2] має П-подібну компоновку з розміщеною в газоході конвективною поверхнею нагріву. Топкова камера екранована трубами $\varnothing 51 \times 3,5$ мм, які зварені між собою плавниками. Конвективна поверхня нагріву набирається зі зварених між собою пакетів U-подібних труб $\varnothing 28 \times 3$ мм. Котел виконується в легкій теплоізоляції і декоративно-кожусі, комплектується блочним газовим пальником низького тиску та системою автоматики.

Впровадження цих котлів в системі ОП «Кримтеплокомуненерго» дозволило замінити застарілі котли та збільшити теплову потужність існуючих котельнь, підвищити економічність і надійність джерел теплопостачання.

Характерною відмінністю водогрійного водотрубного котла КВВ-1,0 Гн потужністю 1 МВт (рис. 1, б) є можливість заміни конвективної частини конденсаційним теплообмінником. Для зниження температури продуктів спалювання після топки з $800 \dots 900$ °С до $100 \dots 300$ °С, перед конденсаційним теплообмінником може бути встановлений випарний барботажний апарат, в якому одночасно виконується кілька технологічних операцій [5]:

- зниження температури і насичення водяною паром продуктів спалювання;
- очищення забрудненої води для подальшого

використання в теплових мережах та на власні потреби котельні. Фактично після барботажу і конденсації водяної пари з парогазової суміші отримується конденсат з підвищеною кислотністю ($\text{pH} < 6 \div 4$) за рахунок значної кількості CO_2 в продуктах спалювання. Нормалізація кислотності води відбувається в декарбонізаторі.

- осадження в барботажному апараті солей різних металів.

Температура продуктів спалювання на виході з котла після барботажного випарника складає близько 95 °С за рахунок проходження через шар води.

Впровадження котла КВВ-1,0 Гн замість НІІ-СТУ-5 забезпечує економію природного газу на $9 \dots 13$ % та в 2 рази збільшує теплову потужність котельні.

Така котельна установка може працювати в режимі водопостачання, а також як опріснювач, як установка очищення мінералізованої стічної води та інших солейбагатих і агресивних вод з метою економії прісної води.

Комбінований водотрубно-димогарний котел КВВД-0,63 Гн теплопродуктивністю 630 кВт (рис. 1, в) є першим котлом такого типу [4].

Топкова камера котла включає жарову трубу і екранну систему з кільцевими трубними дошками. У топковій камері між задньою і передньою водяними кільцевими камерами вварені 36 екранних труб, які розподілені на 12 триходових пучків.



а)



б)



в)

Рис. 1. Розроблені водогрійні котли:

а) котел типу КВВ-2,0 Гн [2]; б) котел типу КВВ-1,0 Гн [3]; в) котел типу КВВД-0,63 Гн [4].

Полум'я пальника розвивається в кільцевій екранній камері, яка закрита в донній частині. Камера працює з надлишковим тиском димових газів, які надходять в 2 вогневі труби, потім в поворотну камеру і по димогарних трубах в димову коробку, розташовану в задній частині котла. З димової коробки газу надходять в димову трубу і в атмосферу.

У димогарні труби котла вставлені пластинчасті турбулізатори (завихрювачі), які надають потоку газів в трубах турбулентність і в результаті підвищують тепловіддачу, величину якої можна регулювати довжиною турбулізаторів.

Сучасне котельне устаткування повинно відповідати вимогам екологічних норм, які дедалі становляться жорсткішими. Розроблений котел КВВД-0,63 Гн за рахунок зменшення рівня температур у топковому просторі дозволяє знизити концентрації оксидів азоту в димових газах на 20...25 %, при цьому рівень викидів шкідливих речовин задовольняє вимогам чинних нормативів України.

Пілотний зразок водогрійного водотрубно-димогарного котла КВВД-0,63 Гн пройшов сертифікаційні випробування, державну реєстрацію, успішно експлуатується в районній котельні м. Києва. Котел показав себе надійним обладнанням, простий у виготовленні і може вироблятися в умовах ремонтних цехів підприємств комунального теплопостачання. Економічний ефект за рахунок скорочення споживання палива від заміни котла НІИСТУ-5 на котел КВВД-0,63 Гн складає від 10 до 30 т у.п./рік в залежності від режимів роботи.

Технічні характеристики розроблених котлів представлені в таблиці 1.

Коригування температурного графіку теплової мережі

Одним з найважливіших факторів, що впливають режим роботи системи теплопостачання, є температур-

ний графік теплової мережі. Більшість систем теплопостачання міст України, в тому числі й Києва, було спроектовано та побудовано за часи Радянського Союзу, коли пріоритет надавався зменшенню металоємності, а отже, діаметрів теплових мереж, а не ефективності використання енергоносіїв. Тому в якості розрахункових були прийняті високі температури теплоносія, досягати яких було технічно складно вже тоді, а на цей час з урахуванням зношеності обладнання практично неможливо, та надто затратно.

Так, положенням ПАТ «Київенерго» «Про температурний графік теплових мереж, адекватний реальній потребі споживачів теплової енергії», починаючи з опалювального сезону 2005-2006 року було впроваджено температурний графік 115/57 °С, який являє собою розрахунковий температурний графік 150/70 °С з науково обґрунтованим зрізанням.

Графік 115/57 °С було запропоновано до впровадження у 2005 році як адекватний потребам споживачів, але з того часу значно змінилися величина та структура приєднаного навантаження, тому виникла потреба у аналізі можливості застосування цього графіку в поточних умовах та приведення його у відповідність до реальної теплової потреби споживачів та реальних можливостей теплопостачальних підприємств.

Аналіз температурного графіка системи централізованого теплопостачання міста Києва показав, що він не відповідає реальним потребам споживачів. Це підтверджується статистичними даними роботи теплових мереж, представленими на рис. 2.

Аналіз реального теплового навантаження теплоджерел з урахуванням проектного навантаження та кількості теплоти, що була відпущена споживачам, із збереженням комфортних умов життя, показав, що фактичне навантаження у РТМ міста Києва складає від 52 % до 81,6 % відносно підключеного (рис. 3), при цьому середнє по всім РТМ складає 65,3 %.

Таблиця 1. Технічні характеристики котлів

| Параметр \ Тип котла | КВВ-2,0 Гн | КВВ-1,0 Гн | КВВД-0,63 Гн |
|--|------------|------------|--------------|
| Теплопродуктивність, МВт | 2,0 | 1,0 | 0,63 |
| Витрати газу, нм ³ /год. | 211,6 | 117 | 70 |
| Витрати води, м ³ /год. | 72 | 34,4 | 22 |
| Температура вихідних газів за котлом, °С | 178 | 160 | 160...80* |
| Вміст NO _x у димових газах, мг/м ³ | 100 | 90 | 84 |
| ККД, % | 92,9 | 92,3 | 92...97* |

* - значення з економайзером

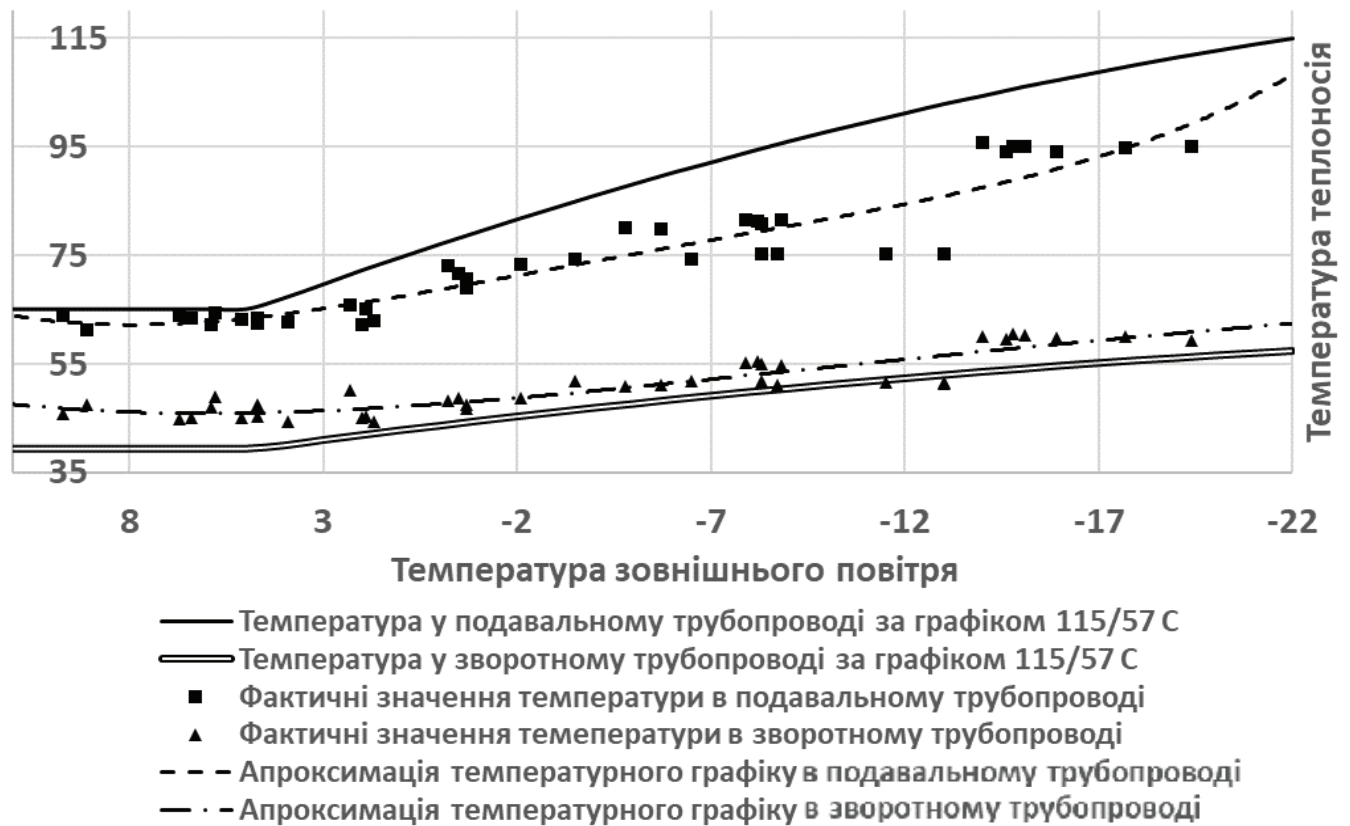


Рис. 2. Невідповідність реальних умов роботи теплових мереж температурному графіку 115/57 °С.

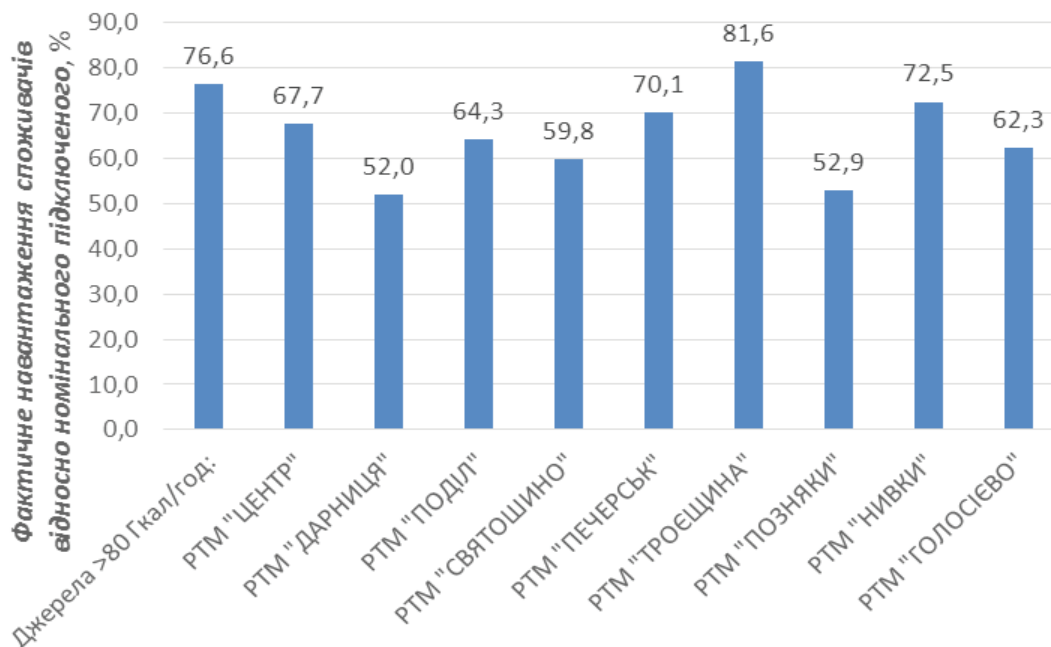


Рис. 3. Фактичне навантаження споживачів відносно номінального підключеного.

З урахуванням вищенаведених факторів у роботі було розраховано та запропоновано до впровадження температурний графік 115/70 °С. Розрахунки показали, що такий графік у змозі забезпечити кількість теплоти, адекватну потребі споживачів, а також є значно ближчим до реальних умов роботи теплових мереж, як показано на рис. 4.

Такий температурний графік є доцільним для використання з економічної точки зору, тому що зумовлює можливість зниження питомих втрат теплоти з погонного метра теплових мереж. Однак впровадження зниженого температурного графіку потребує відповідної зміни загальних вимог при виданні "Технічних умов" на приєднання до систем теплопостачання, необхідності зміни значень температурного графіку у інших документах, наприклад, генеральному плані міста, а також можливості зміни розрахункових теплових навантажень в укладених договорах на теплопостачання споживачів. Тем не менш, корегування температурного графіку міст доцільно розглядати як один з можливих заходів з підвищення енергоефективності роботи систем теплопостачання.

Використання твердих побутових відходів для виробництва теплової енергії

В останні роки з метою заміщення використання природного газу активно впроваджуються альтернативні джерела енергії.

Одним з шляхів часткового заміщення природного газу в комунальній теплоенергетиці великих міст України є використання твердих побутових відходів (ТПВ), енергетичний потенціал яких активно використовується багатьма країнами світу для виробництва теплової та електричної енергії.

В ЄС в 2014 р. працювало 483 ТЕЦ-на-ТПВ, в яких за рік спалювалось біля 90 млн. т ТПВ з виробництвом 60,9 млн. МВт·год теплової енергії, та 30,6 млн. МВт·год електричної енергії. Сукупний прибуток від ТЕЦ-на-ТПВ в світі в 2016 р. склав ~13,6 млрд. дол. США. Такі підходи до системи поводження з ТПВ в ЄС відповідають рамковій Директиві 2008/98/ЄС про відходи [5] та новій Директиві ЄС 2018/851 [6], яка її змінила 30 травня 2018 р.

В умовах енергетичної кризи в Україні використання енергетичного потенціалу ТПВ для виробництва

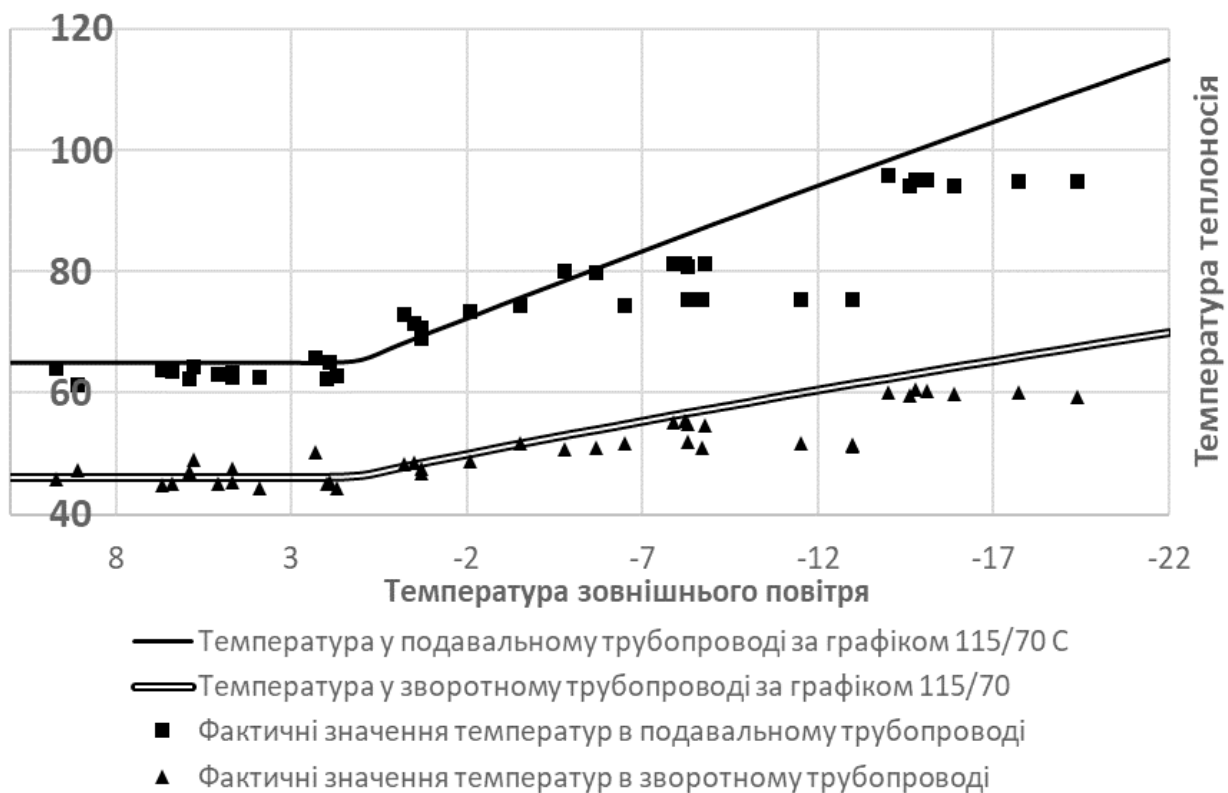


Рис. 4. Відповідність фактичних режимів роботи теплових мереж температурному графіку 115/70 °С.

теплової енергії з метою тепlopостачання населенню, тим більш з урахуванням дефіциту місця для складування ТПВ, є надзвичайно актуальним [7]. Однак доцільність впровадження ТЕЦ-на-ТПВ у населеному пункті потребує аналізу поточного та перспективного обсягу утворення ТПВ та їх морфологічного складу, а також дослідження теплотворної здатності та вологості змішаних ТПВ, тобто визначення кількості теплоти, яку можна отримати при їх спалюванні [8].

Єдиний в Україні функціонуючий сміттєспалювальний завод «Енергія» розташований в м. Києві. Завод працює в режимі котельні, здійснюючи підігрів зворотного теплоносія районної котельні «Позняки», яка забезпечує теплом та гарячою водою населення однойменного житлового масиву. В планах заводу – встановлення турбіни на 3,5 МВт, тобто переведення в режим ТЕЦ. В роботах авторів експериментально визначено, що усереднена кількість теплоти, яка виділяється при спалюванні ТПВ м. Києва, складає 1550...1700 ккал/кг, в залежності від сезонності та вологості ТПВ (морфологічний склад і вологість ТПВ були визначені ДП «НДКТІ міського господарства»).

Аналіз морфологічного складу ТПВ міст України показав, що особливістю ТПВ є висока частка в них низькокалорійних високовологих харчових біовідходів.

В сучасних умовах України вологі біовідходи (харчові відходи) складають 35...50 % морфологічного складу ТПВ, що в рази більше, ніж частка інших компонентів. Організація окремого збору харчових біовідходів та їх вилучення призведе до суттєвого підвищення калорійності залишку змішаних ТПВ та зниженню їх вологості.

Іншим шляхом заміщення природного газу в комунальній теплоенергетиці є використання місцевого твердого палива. На цей час спостерігається широкомасштабне впровадження твердопаливних котлів. Однак необхідно враховувати, що для відповідності викидів в атмосферне повітря від твердопаливних котлів екологічним нормативам України (Наказу Мінприроди України від 22.10.2008 № 541) [9], а тим більш для виконання екологічних зобов'язань України відповідно до Угоди про асоціацію України та ЄС, зокрема жорсткіших вимог Директиви 2010/75/ЄС [10] для великих спалювальних установок потужністю більше 50 МВт, та потенційно Директиви 2015/2193 [11] для спалювальних установок середньої потужності – від 1 до 50 МВт, ці викиди повинні бути очищені від наднормативних концентрацій оксидів азоту, оксидів сірки та твердих частинок (пилу).



а)



б)

Рис.5. Пило-золотловлювачі: а) – відцентровий фільтр, б) – циклонний пиловловлювач.

Очищення викидів в атмосферне повітря

Автори протягом більше 30 років займаються розробкою та впровадженням в промисловість різних технічних рішень, технологій і апаратів очищення димових і технологічних газів від оксидів азоту, оксидів сірки та твердих частинок.

Зокрема, в останні роки розроблені високоефективні пило-золотловлювачі: відцентровий фільтр та циклонний пиловловлювач (рис. 5) [12, 13]. Потреба у створенні таких апаратів була викликана низькою ефективністю роботи стандартного пиловловлюючого обладнання, та встановленням більш жорстких нормативів на викиди.

Конструкція розробленого відцентрового фільтра заснована на використанні системи каналів із замкненими контурами, що дозволяє в 2...5 разів скоротити викиди твердих частинок в атмосферу в порівнянні з типовими відцентровими пиловловлювачами.

Основні переваги відцентрового фільтра:

- суха система пилоочищення;
- ефективність уловлювання пилу у відцентровому фільтрі – 90...98 %.
- відсутність змінних витратних фільтруючих елементів;
- простота конструкції і надійність в експлуатації.

Робота циклонного пиловловлювача заснована на двоступеневому очищенні. Перша ступінь - відцентрове очищення висококонцентрованого потоку в пристінній області апарату з відведенням твердих частинок крізь жалюзійний елемент в окремий бункер-пилосбірник. Друга ступінь – відцентрове очищення в циліндричній і конічній частинах циклонного пиловловлювача.

Основні переваги циклонного пиловловлювача:

- винесення частинок пилу з циклонного пиловловлювача в 2...4 рази менше, ніж у стандартного циклона;
- збільшення терміну служби відносно стандартного циклона, що досягається відведенням насиченого твердими частинками пристінного потоку в окремий бункер-пилосбірник, в результаті чого досягається зменшення абразивного зносу корпусу апарату.
- ефективність уловлювання пилу у циклонному пиловловлювачі – 90...93 %.

На багатьох промислових підприємствах широко використовуються стандартні циклони, які з певних причин не задовольняють сучасним вимогам щодо якості очищення газових потоків від твердих частинок. Авторами розроблений метод маловитратної модернізації таких пиловловлювачів. Модернізація існуючих циклонів типів ЦН, СІОТ, ЛІОТ, РІСІ, тощо дає змогу зменшити

винос пилу в 2...4 рази без зростання енерговитрат на очищення, і також збільшити термін експлуатації циклона у 1,2...1,4 рази.

Перспективним напрямком застосування відцентрових фільтрів є використання їх в системах комбінованого газоочищення від золи і оксидів сірки для твердопаливних котлів. В такий системі очищення димових газів від SO_2 здійснюється сухим способом, при цьому відцентровий фільтр, крім своєї безпосередньої функції, виступає в якості реактора, в якому відбувається зв'язування до 50 % SO_2 сорбентом (вапном).

Описані пило-золотловлювальні апарати вже застосовуються для сухого очищення продуктів спалювання від твердопаливних котлів, а також в різних галузях промисловості: металургійній, коксохімічній, паперовій, тощо. Зокрема, в цементній промисловості набули застосування відцентрові фільтри, які надають змогу збільшити продуктивність трубних кульових млинів за рахунок модернізації системи аспірації без збільшення енергоспоживання.

Висновки

1. Розроблено нові конструктиви водотрубних та водотрубно-димогарних котлів з покращеними техніко-економічними та екологічними характеристиками. Заміна застарілих котлів на розроблені сучасні дозволить в масштабі України отримати економічний ефект близько 100 тис. т у.п./рік. Скорочення викидів NO_x складе до 35 %.

2. Проведено аналіз реального теплового навантаження теплоджерел міста Києва з урахуванням проектного навантаження та кількості теплоти, що була відпущена споживачам та забезпечує комфортні умови життя. Розроблено новий температурний графік роботи теплових мереж 115/70 °С, який забезпечує кількість теплоти, що адекватна потребі споживачів, та є доцільним для використання в містах країни з економічної точки зору. Однак впровадження зниженого температурного графіку потребує відповідної зміни загальних вимог при виданні "Технічних умов" на приєднання до систем теплопостачання, зумовлює необхідність зміни значень температурного графіку у інших документах, наприклад, генеральному плані міста, а також можливу потребу зміни розрахункових теплових навантажень в укладених договорах на теплопостачання споживачів. Тем не менш, корегування температурного графіка роботи тепломереж міст доцільно розглядати як один з можливих заходів з підвищення енергоефективності роботи систем теплопостачання.

3. Доведена доцільність часткового заміщення природного газу в комунальній теплоенергетиці великих міст України твердими побутовими відходами. Визначені шляхи підвищення ефективності спалювання змішаних ТПВ в умовах України, в тому числі вилучення за допомогою окремого збору «вологих» біовідходів із загальної маси змішаних ТПВ.

4. Для досягнення відповідності новим більш жорстким європейським екологічним нормативам, розроблені високоєфективні апарати для очищення продуктів спалювання від твердих частинок та оксидів сірки. Ефективність очищення від пилу у відцентровому фільтрі – 90...98 %, у циклонному пиловловлювачі – 90...93 %. Ефективність сіркоочищення – до 50 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сігал О.І., Кучин Г.П., Скрипко В.Я., Бикоріз Є.Й. До розробки національної стратегії теплозабезпечення України // Сборник трудов: «Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики» – К.: ИПЦ АЛКОН НАНУ. – 2010. – С.43-45.

2. Роговий В.Т., Сігал О.І. Освоєння серійного виробництва водогрійних водотрубних котлів в Україні // Сборник трудов: «Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики» - К. ИПЦ АЛКОН НАНУ.– 2003. – С.29-36.

3. Роговий В.Т., Сігал О.І., Канигін О.В., Тузман Я.М., Олєфіренко А.П., Коваль Ю.Д. Конструкція та випробування дослідного зразка водогрійного водотрубного котла КВВ-1,0 Гн теплопродуктивністю 1,0 МВт // Сборник трудов: «Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики» – К. ИПЦ АЛКОН НАНУ України.– 2010. – С.162-167.

4. Патент на винахід UA 70831 A F24H1/00 «Водогрійний котел» / Канигін В.Н., Сігал О.І. // Номер заявки 20031213004, дата подання заявки: 30.12.2003, бюлетень №10, 2004 р.

5. Директива 2008/98/ЄС про відходи та скасування деяких Директив: [https://menr.gov.ua/files/docs/2008%](https://menr.gov.ua/files/docs/2008%2098%20D0%84%D0%A1.pdf)

[2008%2098%20D0%84%D0%A1.pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/2008%2098%20D0%84%D0%A1.pdf)

6. Директива ЄС 2018/851, що змінює Директиву 2008/98/ЄС «Про відходи...»: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.150.01.0109.01.ENG

7. Павлюк Н.Ю., Сігал О.І. Підходи до проблеми поводження з твердими побутовими відходами в світі та в Україні // Промышленная теплотехника. – 2015. – №3. – С.74-81.

8. Павлюк Н.Ю. Оцінка кількості теплоти, що виділяється при спалюванні твердих побутових відходів // Сборник трудов «Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики».-2016, - К: ИПЦ АЛКОН НАНУ.– С. 205-208.

9. Наказ Міністрів України від 22.10.2008 № 541 «Про затвердження технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин із теплосилових установок, номінальна теплова потужність яких перевищує 50 МВт»: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1110-08>

10. Директива 2010/75/ЄС від 24.11.2010 про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення): <http://old.minjust.gov.ua/file/33301.docx>

11. Директива ЄС 2015/2193 від 25.11.2015 «Про обмеження викидів деяких забруднюючих речовин в атмосферне повітря від середніх спалювальних установок»: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015L2193>

12. Патент на корисну модель UA 110464 U «Відцентровий фільтр з жалюзійною решіткою» / Плашихін С.В., Семенюк М.В. // Номер заявки и 201603659, дата подання заявки: 06.04.2016,;, бюлетень №19, 10.10.2016.

13. Патент на винахід UA 104834 C2 «Циклофільтр» / Серебрянський Д.О., Плашихін С.В. // Номер заявки и 201306773, дата подання заявки: 30.05.2013, бюлетень №5, 11.03.2014.

REDUCTION OF NATURAL GAS CONSUMPTION AND REDUCTION OF HARMFUL EMISSIONS WITH COMBUSTION PRODUCTS IN MUNICIPAL HEAT SUPPLY

Sigal O.¹, candidate of Technical Sciences, **Paderno D.**¹, candidate of Physical and Mathematical Sciences, **Pavlyuk N.**¹, candidate of Technical Sciences, **Safyants A.**¹, candidate of Technical Sciences, **Bykoriz E.**¹, **Pashyhin S.**², candidate of Technical Sciences

¹*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, M. Kapnist str, 2a, 03057, Kiev, Ukraine*

²*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» 37, Peremohy av., Kyiv, 03056, Ukraine*

<https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2019.8>

The technical solutions are proposed to reduce the consumption of natural gas, as well as to reduce harmful emissions with combustion products in the municipal heat supply systems:

- New constructions of water-tube and water-fire-tube boilers with improved technical, economic and environmental characteristics have been developed. Replacing of the obsolete boilers with these boilers within Ukraine will provide effect of saving of about 100 thousand tons of fuel equivalent per year. NO_x reduction will be up to 35%;

- The new temperature mode for heating networks 115/70 °C has been developed, which provides the amount of heat that is adequate to the needs of consumers, and is appropriate for use in cities of the country from an economic point of view. However, the implementation of such reduced temperature mode requires a corresponding change in the general requirements when issuing "Technical Specifications" for connection to district heating systems, necessitates changes in the temperature mode values in other documents, for example the general plan of the city, as well as the possible need to change the calculated heat loads in concluded contracts for heat supply to consumers. Nevertheless, correction of the temperature modes of cities' heat networks should be considered as one of the possible measures to improve the energy efficiency of heat supply systems;

- The expediency of partial replacement of natural gas in the municipal heat supply systems of large cities of Ukraine with municipal solid waste (MSW) has been proved. The ways for improving the efficiency of mixed MSW combustion in conditions of country, including the

extraction of "wet" biowaste from the total mass of mixed MSW by using a separate collection, are determined;

- To achieve compliance with the new more stringent European environmental standards, the highly efficient devices for cleaning combustion products from particulate matter and sulfur oxides have been developed. The efficiency of dust removal in centrifugal filters is 90...98%, in cyclone dust collectors – 90...93 %. Desulfurization efficiency is up to 50 %.

Ref. 13, fig. 5.

Keywords: natural gas, centralized district heating systems, heat energy, boiler, municipal solid waste, gas cleaning, particulate matter, centrifugal filter, cyclone dust collector.

1. *Sigal O., Kuchin G., Skrypko V., Bykoriz E.* [To development of the national heat supply strategy of Ukraine] Proc.: [Problems of ecology and operation of energy objects], K.: IPC ALCON NASU, 2010, p. 43-46.

2. *Rogovyj V., Sigal O.* [Mastering of serial production of water-heating water-pipe boilers in Ukraine] Proc.: [Problems of ecology and operation of energy objects], K.: IPC ALCON NASU, 2003, p.29-36.

3. *Rogovyj V., Sigal O., Kanygin O., Tuzman Y., Olefirenko A., Koval Y.* [Design and testing of the prototype of the water-heating water-tube boiler KVB-1,0Gn with heat capacity of 1.0 MW] Proc.: [Problems of ecology and operation of energy objects], K.: IPC ALCON NASU, 2010, p.162-167.

4. *Patent for invention UA #70831 A F24N1/00 "Hot water boiler" / Kanygin V., Sigal O.* // Application No. 20031213004, Application Date: December 30, 2003, bulletin No. 10, 2004.

5. *Directive 2008/98/EC* of The European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj>

6. *Directive (EU) 2018/851* of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.150.01.0109.01.ENG&toc=OJ:L:2018:150:TOC

7. *Pavlyuk N., Sigal O.* [Approaches to solid waste management in the world and in Ukraine] *Industrial Heat Engineering*, 2015, # 3, p.74-81.

8. *Pavlyuk N.* [Estimation of the amount of heat released during solid waste incineration] Proc.: [Problems of ecology and operation of energy objects], K.: IPC ALCON NASU, p. 205-208.

9. *Order of the Ministry for Environmental Protection*

of Ukraine dated 22.10.2008 No.541 ["On approval of technological norms for permitted emissions of pollutants from heat installations with nominal heat capacity more than 50 MW"].

10. *Directive 2010/75/EU* of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control): <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32010L0075>

11. *Directive (EU) 2015/2193* of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015L2193>

12. *Patent for utility model* UA 110464 U «The centrifugal filter with a louvre grille» / Plashyhin S., Semenyuk M. // Application No. u 201603659, date of filing: 06.04.2016, bulletin No. 19, 10.10.2016.

13. *Patent for invention* UA #104834 C2 "Cyclofilter" / Serebryansky D., Plashyhin S. // Application No. a 201306773, date of application: 30.05.2013, Bulletin No. 5, 11.03.2014.

Отримано 26.04.2019

Received 26.04.2019