7. Дополнительные затраты на пробивку отверстий и их заделку при замене трубопроводов учтены в стоимости работы.

8. Затраты при замене исправных существующих нагревательных приборов на новые несет владелец квартиры.

9. Затраты на установку счетчиков Ду=15мм несет владелец квартиры. Счетчики тепла приняты наиболее долговечные из опыта эксплуатации производства «Данфосс – Украина».

10. Газовые котлы приняты двухконтурные среднего уровня «Беретта».

11. Все затраты по устройству индивидуального газового отопления квартиры несет сам владелец.

12. Дополнительные электрические котлы для нагрева теплоносителя с целью создания возможности круглосуточного отопления устанавливаются по желанию владельца квартиры за свой счет. В схеме принят котел «Protherm 24K».

13. Вопрос затрат по реконструкции системы электроснабжения для массовой установки электрокотлов не рассматривается.

14. В расчетах учтены затраты на дополнительные роботы по внутренней системе газоснабжения при установке индивидуальных газовых котлов. Затраты на реконструкцию наружных газовых сетей при переходе на индивидуальное отопление в данной работе не рассматривались.

Предлагаемое нами переоборудование системы отопления существующих домов является прямой альтернативной индивидуальному отоплению квартир от газовых миникотлов, раз и навсегда избавляя жильца от создания в собственной квартире пожаровзрывоопасной миникотельной, значительно ухудшающей экологию в целом.

Как следует из всего вышесказанного, плановое внедрение централизованных систем отопления имеет технологический, экономический, социальный и экологический эффект.

УДК 697.4

Ю.К. Росковшенко, *к.т.н., професор*
М.П. Сенчук, *к.т.н. доцент*
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДОГО ПАЛИВА В МОДЕРНІЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Вступ

Враховуючи дефіцит в Україні основних традиційних видів палива природного газу і нафти, залежність від імпортованих енергоносіїв, а також існуючий стан структури паливно-енергетичного комплексу із значною часткою твердого палива, зокрема вугілля, у виробництві теплової енергії тема цієї доповіді є актуальною.

З метою зменшення енергетичної залежності, рівень якої становить близько 40 %, від імпорту газу, нафти, урану та виходячи з економічної доцільності державними програмами [1-4] передбачено зростання в паливному балансі власних ресурсів твердого палива. Серед власних енергоресурсів України більшу частку (більше 20 %), із прогнозованим збереженням тенденції, складає вугілля. Так, збільшення виробничих потужностей вугільної галузі на кінець 2030 р. планується до 130,3 млн. тонн на рік, тобто порівняно з сучасним рівнем майже в 1,7 рази (рис. 1).

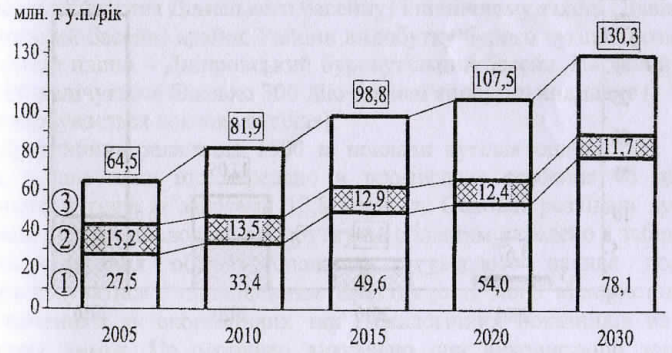

Рис. 1. Видобуток та споживання вугілля в Україні:
1 – електростанції; 2 – комунальне господарство та ін.;
3 – коксохімічна промисловість

Така ж тенденція в балансі світового споживання паливно-енергетичних ресурсів, передбачається зростання частки твердого палива, зокрема вугілля (рис. 2).

Планується швидке нарощування темпів в Україні енергетичнго використання біомаси (рис.3), у 2030 р. – близько 9,2 млн.т у.п [3]. Передбачається розширення обсягів споживання торфу – 2,9 млн.т у.п.

та використання як палива твердих побутових відходів – 1,1 млн.т у.п. Також розвиватиметься технологія одержання і використання біогазу, виробництво етанолу та біодизеля.

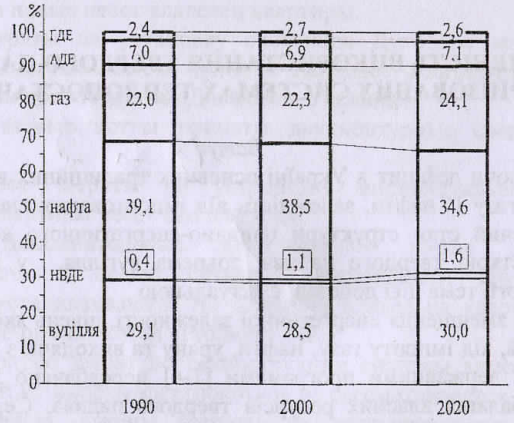

Рис. 2. Світове споживання паливно-енергетичних ресурсів

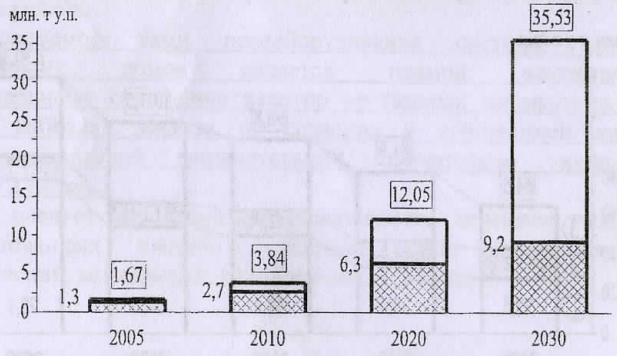

Рис. 3. Використання нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії в Україні

Запаси твердого палива

Найбільші природні запаси складають поклади вугілля. Запаси вугілля у світі, як і в Україні, переважають серед основних паливно-енергетичних ресурсів (рис. 4). У структурі світових запасів органічного палива на вугілля припадає 67, нафти – 18 і на природний газ – 15 відсотків, а в Україні ці показники становлять відповідно 95,4, 2 і 2,6 відсотка.

За оцінкою експертів у надрах України може бути зосереджено близько 300 млрд. тонн вугілля. Якщо вважається, що світових запасів нафти і газу вистачить на 80-100 років, вугілля – на 300-350 років, то вітчизняних запасів вугілля (з урахуванням нарощування видобутку) – на 450–500 років.

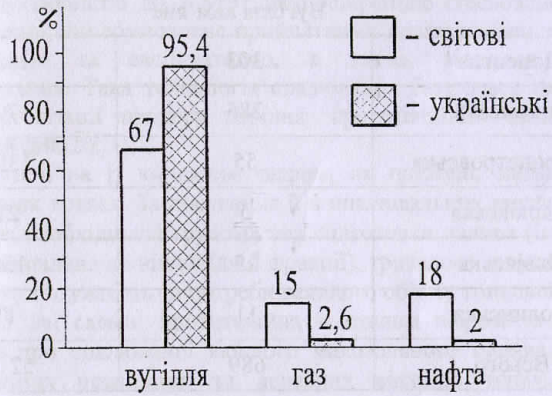

Рис. 4. Запаси енергетичної сировини

Кам'яновугільні родовища зосереджені на південному сході (українська частина Донецького басейну) і північному заході (Львівсько-Волинський басейн) країни. Райони видобутку бурого вугілля розкидані на значній площі – Дніпровський буровугільний басейн. На даний час в Україні налічується близько 300 діючих кам'яновугільних шахт (в 40% з них видобувається коксове вугілля).

До глибини залягання 1500 м поклади вугілля оцінюються в 117 млрд. т, але поки що передано в промислове освоєння 96 ділянок кам'яного вугілля із запасами 12,8 млрд. т. Основні розвідані вугільні поклади для промислового видобутку по областям наведено в таблиці 1.

Нарощування обсягів споживання твердого палива повинно супроводжуватися підвищенням ефективності його використання із забезпеченням як економічних так і екологічних показників на рівні сучасних вимог. Це особливо актуально при використанні зольного твердого палива: торфу, відходів деревини лісозаготівельного виробництва, побутових відходів, вугілля, якість якого з тривалою розробкою вугільних родовищ знижується (80 % запасів вугілля знаходиться в шарах до 1 м).

Зольне тверде паливо переважає в загальному балансі і його частка буде зростати. Зокрема, відбувається зменшення видобутку якісного вугілля – антрациту, а збільшення долі кам'яного і бурого вугілля з високою зольністю і вологістю, з великим вмістом дрібних часток і летких речовин. Тому в опалювальні котельні поставляється в основному рядове вугілля з середньою зольністю 20-25 %.

Таблиця 1

Основні розвідані вугільні запаси по регіонам України

Назва регіону (області)	Кількість місцеутворень, шт	Запаси, млн. тонн
Вугілля кам'яне		
Донецька	303	18550
Луганська	286	17980
Дніпропетровська	55	13990
Харківська	6	210
Львівська	28	1360
Волинська	11	80
Всього	689	52170
Вугілля буре		
Дніпропетровська	21	1580
Кіровоградська	42	800
Харківська	1	40
Черкаська	8	90
Закарпатська	3	40
Житомирська	2	10
Всього	77	2560

Парк котлів та спалювання в них твердого палива

В комунальній сфері наявний парк на кінець 2009 р. складав близько 9700 твердопаливних котельних установок теплопродуктивністю до 3,0 МВт, в яких розміщено близько 30 тис. котлів [4]. Майже третина з них обладнана котлами з ручними топками для спалювання вугілля типу „НИИСТу-5", „Универсал", які розраховані на спалювання сортового антрациту у цьому випадку можуть бути забезпечені нормативні показники по ефективності і екології. Спалювання в них рядового зольного вугілля призводить до недопустимого зниження ККД на рівні 50-60% та до ненормованого

зростання шкідливих викидів у відхідних газах. (при завантаженні чергової порції свіжого палива в топку викиди перевищують в десятки раз сучасні норми), а також великої трудомісткості при експлуатації котлів.

В опалювальних котельних установках з котлами теплопродуктивністю до 2 МВт найпоширеніше спалювання твердого палива в шарі, що обумовлене прийнятними капітальними затратами на впровадження та експлуатацію, а також відносно простотою обслуговування. Така технологія спалювання базуються на класичних схемах організації процесу горіння: протитечійній, прямоточній та поперечній (рис.5).

Протитечійна із киплячим шаром, як правило, застосовується в енергетичних котлах. Застосування її в опалювальних котлах утруднене по причині необхідності трудомісткої підготовки палива (подрібнення і сортування палива до відповідної фракції), тривалого запуску установки на проектну потужність та потреби великого об'єму топкової камери.

Перші дві схеми: протитечійна зі сталим шаром та прямоточна ефективні при спалюванні якісного малозольного палива (антрациту, гранульованих рослинних та деревних відходів тощо). Ці схеми характеризуються відповідно стійкістю процесу горіння при надійному нижньому підпалюванні свіжих порцій палива зустрічними потоками розігрітих газів та можливістю підвищеного форсування процесу горіння. В Україні в останні роки розширюється впровадження у виробництво різних конструкцій котлів за такими схемами, в яких забезпечуються економічні і екологічні нормативні показники спалювання, здебільшого, попередньо підготовленого гранульованого малозольного палива.

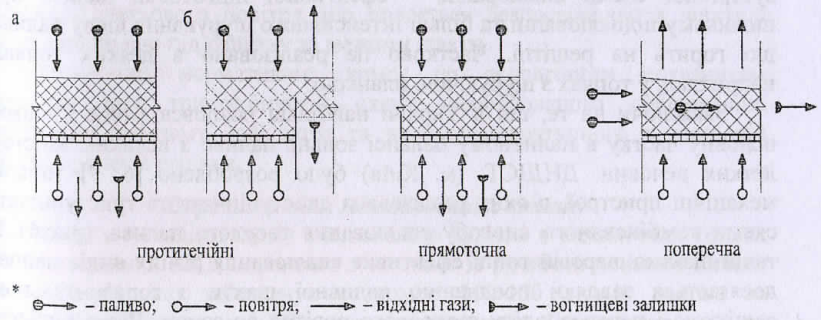

Рис. 5. Схеми організації спалювання твердого палива в шарі

Серед вітчизняних підприємств, які виготовляють такого класу котли є: ЗАО „Житомирремхарчопром" (м. Житомир), НТП „ЮОМІ" (м.

Івано-Франківськ), „Теком" (м. Монастирище) та ін. ВАТ «Південтеплоенергомонтаж» за винятковою лицензію фірми „Passat Energi" (Данія) розпочало випуск теплогенераторів (котлів) для спалювання пакованої соломи. На ринку України твердопаливні котли такого класу представлені також закордонними фірмами „HERZ", „DACON", „Viessmann", „Buderus", Укрінтерм.

Зольне паливо найефективніше використовується при механізованому спалюванні за поперечною схемою горіння. Така схема є найпоширенішою і застосовується практично в усіх механічних топках із спалюванням палива в шарі завдяки можливості організації керованого поточного процесу – послідовності стадій подачі палива, вигорання шару та видалення золи й шлаку.

Механізоване спалювання твердого палива дозволяє значно знизити негативний вплив на екологію довкілля та досягнути великої економії палива при підвищенні ККД котлів. При цьому досягається стабільність і ефективність спалювання та нормативні екологічні показники завдяки забезпеченню рівномірності протікання процесу горіння.

Конструкції відомих топкових пристроїв для спалювання твердого палива в шарі за поперечною схемою дуже різноманітні, що пояснюється значною відмінністю в складі робочої маси палива: вмісту баласту – золи та вологи, летких речовин, у фракційному складі, а також здатності до спікливості, теплоті згоряння тощо.

Водночас, поперечна схема характеризується неефективною підготовкою палива на першій стадії процесу горіння, по причині чого механічні топки такого класу обмежені по діапазону спалюваного палива. Покращення вигорання палива досягається за рахунок інтенсивного шурування шару в зоні допалювання. Подальший розвиток конструкцій механічних топок отримано при поєднанні переваг зустрічної схеми спалювання – ефективної підготовки палива при нижньому підпалюванні та більш інтенсивного шурування шару палива, що горить на решітці. Частково це реалізовано в деяких топках, наприклад, у топках з шуруючою планкою.

Зважаючи на те, що в Україні найбільш розповсюджене і займає основну частку в паливному балансі зольне паливо з великим вмістом летких речовин, ДНДІСТ, (м. Київ) було розроблено [6, 7] топкові механічні пристрої, в яких реалізована двоступінчата та триступінчата схеми комбінованого способу спалювання твердого палива, (рис.6). В такій шахтно-шаровій топці ефективне спалювання різних видів палива досягається завдяки поєднанню паливної шахти з горизонтальною решіткою і перерозподілу дуттьового повітря по зонам. Чітко виділені зони підготовки і газифікації палива, перетворення вихідного різнорідного палива в однорідний кокс, горіння коксу на решітці і допалювання його в зоні ефективного механічного шурування. При спалюванні неспікливого або слабоспікливого вугілля в топці

застосовується тільки плунжерний штовхач, а при спалюванні спікливого вугілля додатково встановлені на решітці секторні штовхачі пластинкового типу для розбивання шлакових утворень на решітці, зменшення аеродинамічного опору шару і покращення вигоряння залишків.

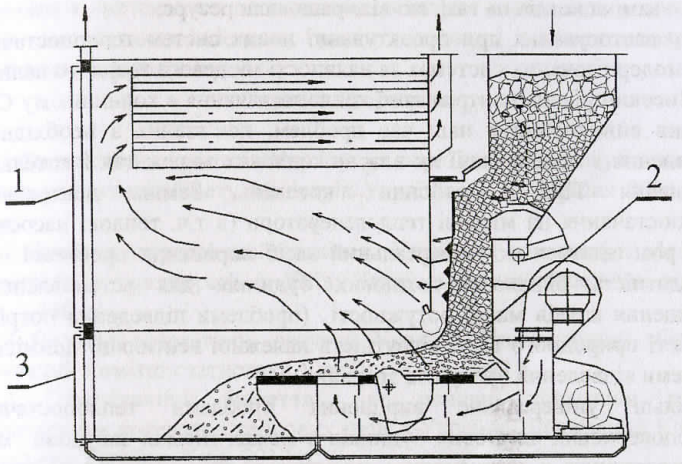

Рис.6. Механізований котел з шахтно-шаровою механічною топкою: 1 – котел; 2 – механічна топка; 3 – зольник

Ефективність спалювання різних видів палива досягається також гнучким управлінням процесу підготовки та горіння палива за рахунок установки для кожного виду палива оптимального співвідношення кількості дуттьового повітря, що подається безпосередньо в шахту і зонованої подачі під решітку за межами шахти.

Досягнення нормативних вимог по екологічним показникам можливе при триступінчатій схемі механізованого спалювання: поєднання шахтного, шарового та високотемпературного в вихровій камері процесів горіння.

Впровадження механізованих котлів

Завдяки механізованому спалюванню вугілля в механічних топках експлуатаційний ККД порівняно з котлами із ручними топками вищий на 10-20 %, що забезпечує економію 100-150 т у.п. палива за опалювальний сезон на 1 МВт теплопродуктивності котла, економія на загальну потужність парку котлів з ручними топками – більше як 300 тис.т у.п. палива.

Впровадження у виробництво такого класу вугільних механізованих котлів є актуальним завданням сьогодення. Розвиток власного

виробництва можна здійснити на базі вітчизняних наукових розробок, в т.ч. конструкцій механічних шахтно-шарових топок.

Впровадження механізованих котлів на вугіллі може здійснюватися декількома шляхами:

– заміна котлів з ручними топками;

– заміна котлів на газі, які відпрацювали ресурс;

– застосування при проектуванні нових систем теплопостачання або в модернізованих системах за наявності місцевого твердого палива.

Високий рівень централізації теплопостачання в колишньому СРСР зумовив виникнення в наш час проблем, пов'язаних з необхідністю відновлення і модернізації як власне теплових мереж так і котельного обладнання ТЕЦ і районних котелень. Заміна центрального теплопостачання на місцеві теплогенератори (в т.ч. теплові насоси) не може розглядатися як універсальний засіб вирішення проблеми через непридатність більшості житлових будинків для встановлення в приміщення котлів малої потужності (проблеми підведення потрібної кількості природного газу, відсутність належної вентиляції приміщень, проблеми відведення продуктів згорання).

Більш універсальне вирішення проблеми теплопостачання багатоповерхових житлових будинків в межах міської забудови може бути розглянуте з урахуванням можливості використання бойлерних (центральних теплових пунктів - ЦТП) для підключення автономних міждомових котелень або резервних джерел теплової енергії, підключених через ЦТП паралельно до центрального джерела теплопостачання. При цьому залишаються системи центрального водяного опалення житлових будинків, розподільні дворові мережі, бойлери, насоси, системи обліку. Автономність роботи котельні можна забезпечити за наявності необхідних площ для установки опалювальних котлів (модульних котелень) та складу з відповідним обладнанням для зберігання 5-7 добового запасу твердого палива, підготовки та подачі його на горіння. Як резервне джерело енергії можуть бути використані модульні котельні повного заводського виготовлення з добовим запасом палива в бункерах, які потребують невеликі площі для їх розміщення.

Джерела енергії на резервному твердому паливі (котли, модульні котельні) доцільно використовувати паралельно з існуючими котельними на газоподібному чи рідкому паливі.

Висновки

1 Використання існуючих запасів твердого палива, в т.ч. покладів вугілля, є економічно доцільним і вигідним з точки зору зменшення енергетичної залежності від дорогих імпортних енергоносіїв.

2 Ефективність використання твердого палива із забезпеченням екологічних нормативних показників досягається в пристроях з механізованим процесом спалювання та з попередньою підготовкою палива (гранулювання, брикетування, пакування)

3 В Україні існують виробники серійного устаткування для використання місцевих видів палива, наприклад Укрінтерм.

4 Комплексний підхід до впровадження твердопаливних котельних установок в системах теплопостачання міст дає можливість розширити сферу застосування місцевих видів палива і зменшити вартість виробленої теплової енергії.

Список літератури

1 Енергетична стратегія України на період до 2030 року// Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145-р.

2 Паливно-енергетичний комплекс України в контексті глобальних енергетичних перетворень. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2004. – 448 с.

3 Паливно-енергетичні ресурси України. Статистичний збірник// Державний Комітет статистики України, Київ, 2009 р.

4 Статистичний бюлетень про основні показники роботи опалювальних котелень і теплових мереж України// Державний Комітет статистики України, Київ, 2010 р.

5 Макаров А.С., Сенчук М.П. Сучасне енергозберігаюче обладнання для опалювальних котелень// Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2002. - № 17. – С. 91-92.

6 Сенчук М.П., Макаров А.С., Астаф'єва М.М. Вигоряння твердого палива у топкових пристроях з поперечною схемою живлення шару// Збірник Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2000. - № 15. – С. 120-124.