

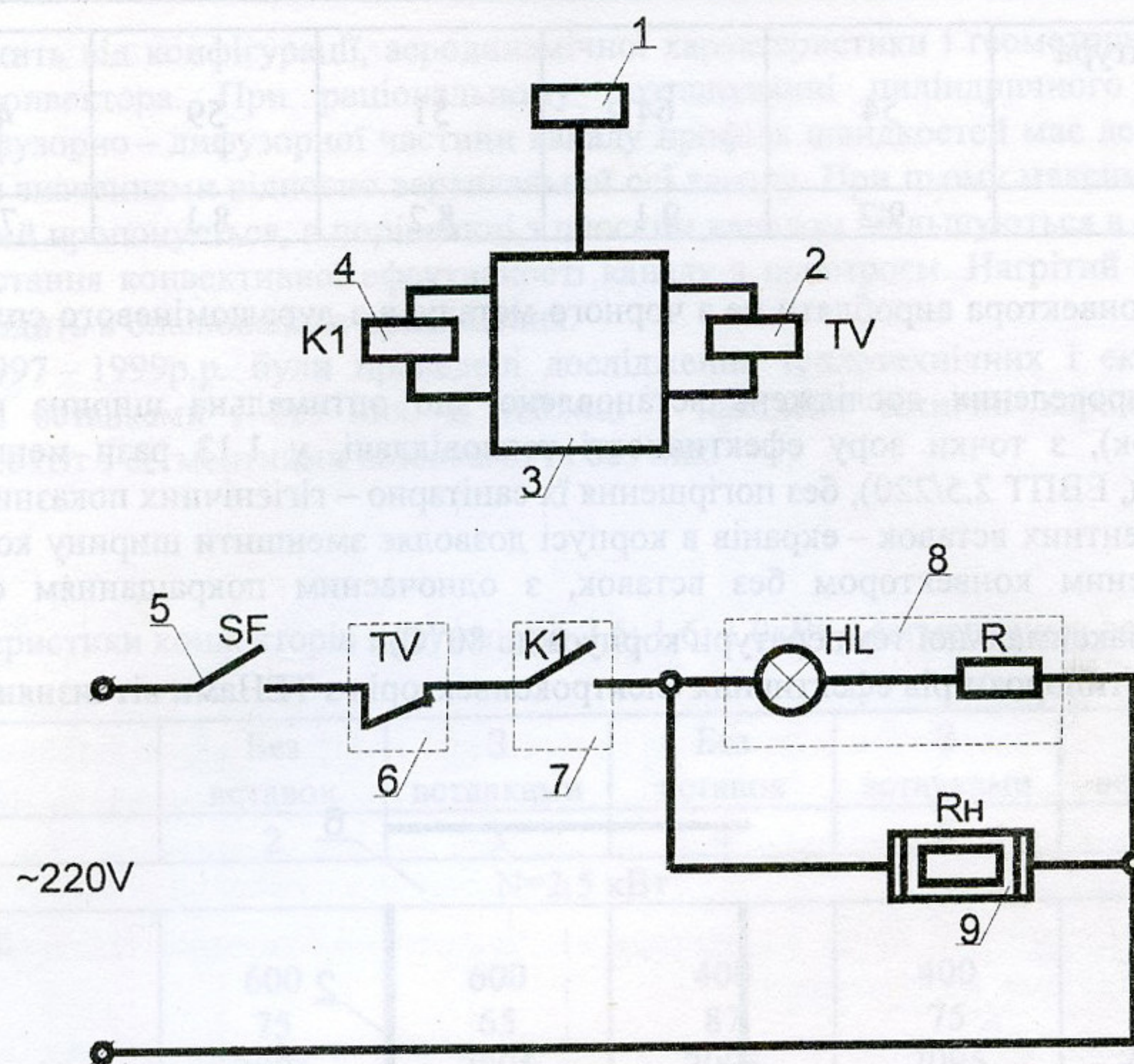


Рис.2. Принципова електрична схема електроконвектора з виносним терморегулятором.

1 – датчик температури приміщення; 2 – реле програмного таймера; 3 – терморегулятор; 4 – виконавче реле K1; 5 – вимикач; 6 – контакт реле TV; 7 – контакт реле K1; 8 – сигнальна арматура; 9 – нагрівальний елемент.

Література

1. СНиП 2.04.05 - 91. "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха". М, 1992.
2. Малкин Э.С., Вышегородская Е.О., Фуртат И.Э. "Теплоотдача горизонтально-го цилиндра расположенного в вертикальном канале с конфузorno - дифузornoй вставкой в условиях термогравитационной конвекции воздуха. Весник Херсонского Государственного технического университета №3, 1999. С.323 - 328.
3. Малкин Э.С., Вышегородская Е.О., Фуртат И.Э. "Теплоотдача расположенного в вертикальном канале горизонтального цилиндра. Киев. Промышленная теплотехника т.21 № 4 - 5, 1999. С.133 - 137.

УДК 697.432.6:531.41

Макаров А.С., канд.техн.наук (ДНДІСТ)
Сенчук М.П., канд.техн.наук (ДНДІСТ)

СУЧАСНЕ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ КОТЕЛЕНЬ

За останні роки в Україні на базі розробок ДНДІСТ та інших організацій створена індустрія виробництва сучасних високоефективних сталених водогрійних котлів автоматизованих і механізованих теплопродуктивністю до 3,15 МВт, конкурентоспроможних з закордонним обладнанням. Розробки інституту впроваджено на ряді підприємств: 63 котельно-зварювальний завод (м.Івано-Франківськ), 703 металообробний завод (м.Київ), ВАТ"Південтрасенерго" (м.Запоріжжя), ВАТ"Промсантехніка" (м.Комсомольськ) та інші. В номенклатуру котельного обладнання, що виготовляється підприємствами України, входять (таблиця 1):

- котли на газі жаротрубні з циліндричним корпусом та димогарні з корпусом призматичної форми;
- котли з топками на вугіллі;
- котли з топками на деревних відходах.

В конструкції котлів реалізовано прогресивні технічні рішення, що забезпечують високі техніко-економічні показники, які підтверджуються досвідом експлуатації цих котлів, на рівні сучасних вимог вітчизняних та закордонних стандартів: інтенсифікація теплообміну завдяки турбулізаторів або профільних поверхонь; вимушене переміщення димових газів, в тому числі завдяки наддуванню, що створюється вентилятором пального; газощільні поверхні огороження з легкою теплоізоляцією і декоративним кожухом; високі швидкості обмивання водою найбільш напружених поверхонь нагрівання; механізований процес спалювання твердого палива; зручний і легкий доступ для огляду, чищення и ремонту.

Котли на газі циліндричної форми типу “ВК-21” та “ВК-22”

Теплообмінна поверхня цих котлів утворена димогарними трубами з кільцевими турбулізаторами, які розташовані у водяному об’ємі корпусу по концентричним колам навколо жарової труби. З’єднання плоского днища жарової труби з задньою трубною дошкою анкерними зв’язками створює еластичну систему, яка забезпечує компенсацію

ТАБЛИЦЯ 1.

Показники	Котли автоматизовані на газі					Котли механізовані					
						на вугіллі		на деревних відходах			
	ВК-21	ВК-22				ВК-34	ВК-32	ВК-31	ВК-36	ВК-31	ВК-5
Теплопродуктивність, МВт	2	0,25 0,63 1 3,15				0,63 2,5	1,25 2,5	0,63	0,63	0,25	1,0
Коефіцієнт корисної дії, %, не менше	91	91				91	92	91	<u>82</u> 75*	<u>82</u> 75*	77
Вміст у відхідних газах, г/м ³ , не більше:											
оксид вуглецю	0,13	0,13				0,13	0,13	0,13	<u>1,0</u> 2,0*	<u>0,75</u> 2,0*	1,0
оксид азоту	0,25	0,25				0,25	0,25	0,25	0,75	0,75	0,14***
твердих часток									0,05	0,05	0,03***
Габарити, м:											
довжина	4,4	2,2	3,2	3,5	4,8	3,1 4,3	3,8 4,2	3,2	4,3	3,4	4,7
ширина	1,7	0,9	0,9	1,5	1,8	0,9 1,4	1,2 1,4	1,1	1,6	0,8	2,0
висота	2,4	1,5	1,8	1,9	2,3	1,8 2,6	2,1 2,6	1,7	2,6	1,9	4,0**

*- на бурому вугіллі; **- висота з бункером палива; ***- після системи очищення газів

температурних подовжень труби. Наявність тупикової камери зі зворотнім факелом забезпечує ефективний контакт продуктів горіння з теплообмінними поверхнями.

Використання в конструкції простих корпусних деталей і труб однакової довжини забезпечує простоту і низьку трудомісткість виготовлення.

Інтенсифікація теплообміну в димогарних трубах з кільцевими турбулізаторами в порівнянні з гладкими трубами оцінюється по рекомендаціям [1] з врахуванням досліджень інституту по розширенню діапазону використання їх по відношенню до параметрів накатки $t/D=1$, $d/D=0,86$ за формулою:

$$Nu/Nu_0=[1+(lgRe-4,6)/35]\{3-2exp[-18,2(1-d/D)^{1,13}/(t/D)^{0,326}]\} \quad (1)$$

Котли “ВК-22” (рис.1) мають декоративний кожух з легкою теплоізоляцією у вигляді панелей, що знімаються і надають котлам призматичну форму.

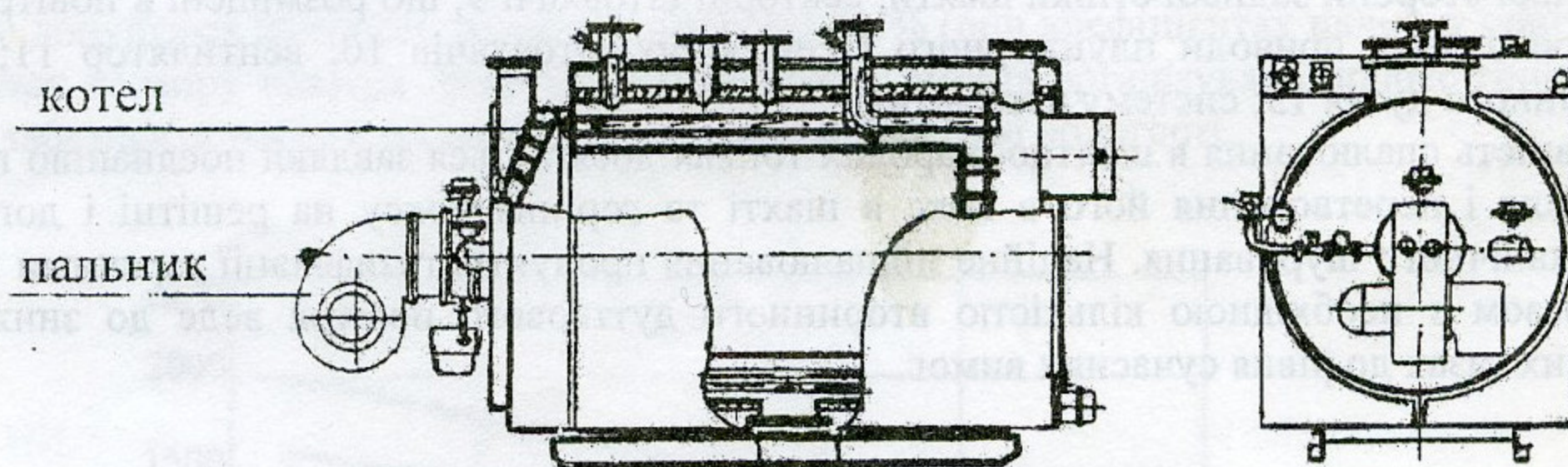


Рисунок 1. Котел стальний водогрійний автоматизований типу “ВК-22”

Котли на газі призматичної форми типу “ВК-34”, “ВК-32”, “ВК-31”

Котли цієї групи характеризуються малими габаритами, особливо малою шириною, що досягається за рахунок конструкції корпусу, який виконаний у вигляді: неповних барабанів, з’єднаних горизонтальною

перегородкою, у водяному об'ємі котрих розташовані димогарні труби з кільцевими турбулізаторами (верхній барабан) і жарова труба з дном (нижній барабан) в котлах "ВК-34"; димогарного барабана над призматичної форми топковою камерою з трубних мембранних панелей в котлах "ВК-32" та з штампозварених панелей в котлах "ВК-31".

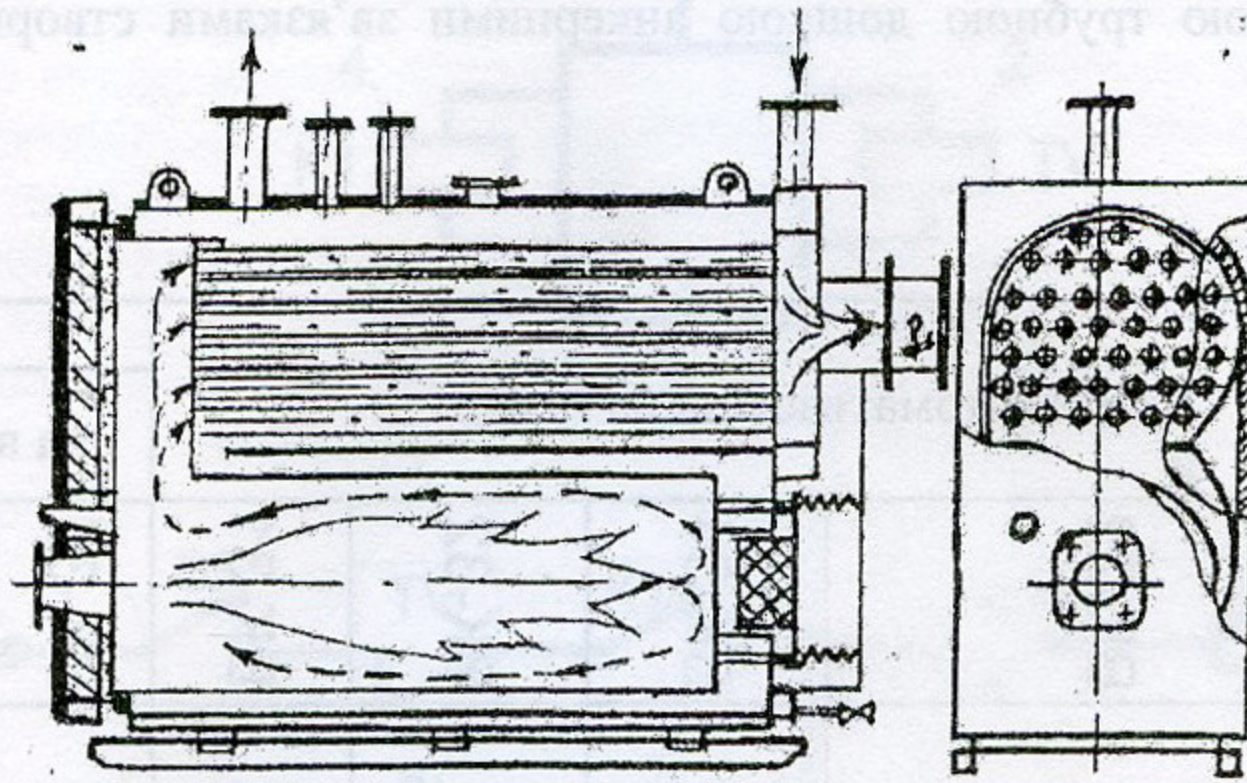


Рисунок 2. Котел стальний водогрійний типу "ВК-34"

Котли механізовані на кам'яному і бурому вугіллі

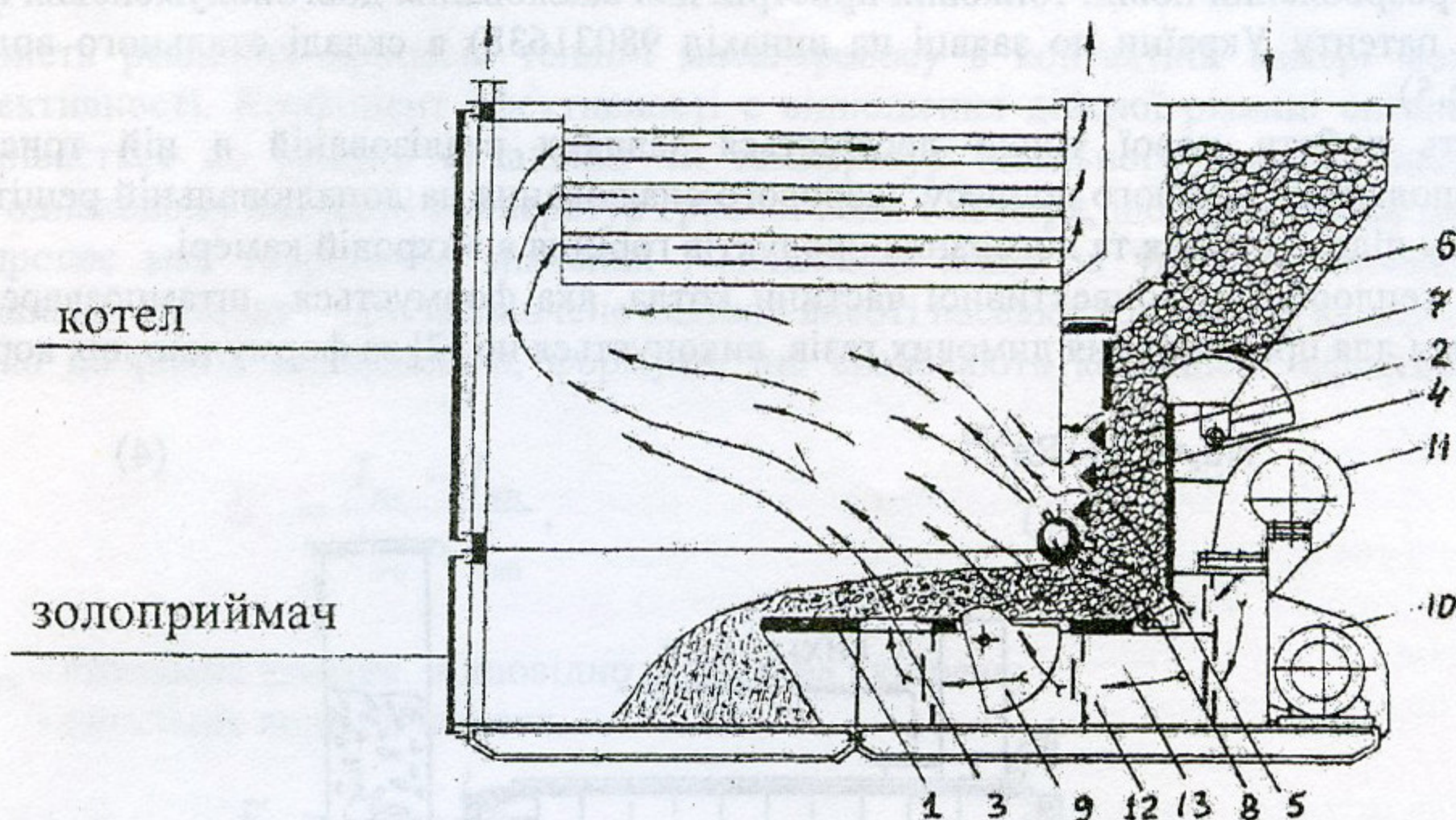
Більшість вугільних котелень укомплектовані малоефективними котлами типу "Енергія-3м", "Універсал-6м", "НИИСТу-5" з ручними топками, які розраховані на спалювання сортового антрациту та характеризуються великою трудомісткістю їх обслуговування. Водночас з розробкою вугільних родовищ спостерігається зниження якості вугілля – зменшення видобутку антрациту, а збільшення долі кам'яного вугілля з високою зольністю і вологістю та бурого вугілля. Тому в котельні поставляється в основному рядове вугілля з високим вмістом дрібних часток, високою зольністю та вологістю, спалювання якого в котлах з ручними топками веде до зниження ККД до 50 -60 % та значного зростання вмісту шкідливих речовин в димових газах.

Дослідження співробітниками НДІ сантехніки (Москва), а пізніше інституту систем енергетики СБ РАН (Іркутськ) спалювання вугілля в ручних топках [2,3] показали, що для них характерні значні шкідливі викиди в димових газах безпосередньо після завантаження палива на розпечений шар (перевищують норму в 20-100 раз) і що пониження топкових втрат пов'язане зі зменшенням фактичних інтервалів між завантаженнями, тобто при переході на механізоване завантаження палива невеликими порціями через короткі інтервали.

Інститутом розроблені механічні топкові пристрої шахтно-шарового типу з штовхачем [4,5], які забезпечують топковий процес з мінімальним коливанням в часі кількості палива, що подається і вигорає, та завдяки цьому підвищують ККД до 75-85%, знижують шкідливі викиди до сучасних нормативних вимог та зменшують трудомісткість обслуговування.

Шахтно-шарова топка (рис.3) включає такі основні елементи: колосникову решітку 1; паливну шахту 2, яка відокремлена від камери згорання 3 затискною решіткою 4 з перепускним вікном 5; бункер 6 з пластинковим живильником палива 7; плунжерний штовхач 8, плунжер якого розміщений в повітряному коробі з зовнішньої сторони задньої стінки шахти; секторні штовхачі 9, що розміщені в повітряних коробах під колосниковою решіткою; приводи плунжерного і секторних штовхачів 10; вентилятор 11; повітроводи 12; колектори вторинного дуття 13; систему автоматики.

Ефективність спалювання в шахтно-шарових топках досягається завдяки поєднанню процесів сушіння, газифікації вугілля і перетворення його в кокс в шахті та горіння коксу на решітці і допалювання в зоні ефективного механічного шуривання. Надійне підпалювання продуктів газифікації гарячими газами з коксової зони решітки разом з необхідною кількістю вторинного дуттьового повітря веде до зниження шкідливих викидів в димових газах до рівня сучасних вимог.



Риснок 3. Шахтно-шарова механічна топка

З метою прийняття оптимальних розмірів зони горіння в шахтно-шарових топках з штовхачем розроблена методика розрахунку, яка базується на даних досліджень інституту по швидкості горіння коксу в залежності від режимних та конструктивних параметрів, які узагальнені критеріальною залежністю [6]:

$$Nu_D = 0,37 Pe_D^{0,25} 10^n, \quad (3)$$

$$\text{де } Nu_D = K_s \cdot d_{\text{сер}} / C_{\text{осер}} D; \quad Pe_D = W_t d_{\text{сер}} / D; \quad n = 0,25[(\lg Pe_D - 1,22)^2 + 0,001]^{0,5}.$$

Випробування топки в складі з котлами типу "ВК-31" та "ВК-36" показали ефективну роботу по спалюванню різномірних палив (розмір часток 0-50 мм, зольність 8-35,5%, вміст летких речовин 3,5-50,3%), високі теплотехнічні та екологічні показники (таблиця 1).

Котли на деревних відходах

Деревні відходи як паливо характеризуються: великим вмістом летких речовин, широким діапазоном по вологості та фракційному складу, а при лісозаготівлі призводить до забруднення мінеральними домішками, що вимагає для їх ефективного спалювання спеціальних топкових пристроїв.

Найбільш доцільним є спалювання такого палива в шарі, що дозволяє організувати процес з мінімальними затратами на його підготовку та забезпечити простоту обслуговування. При горінні відходів в шарі склад, температура і кількість газів на виході з шару суттєво залежать від товщини шару та розміру часток палива. При великій товщині шару температура газів може знижуватися до 100-200 °С за рахунок насичення продуктами термолізу та сушіння. Для спалювання такого палива з забезпеченням нормативних екологічних показників необхідно створити певні умови процесу: надійне підпалювання і надшарове горіння, поточність процесу, допалювання вогнищевих залишків та очищення димових газів.

З аналізу залежності адіабатичної температури горіння деревини від її вологості при коефіцієнтах надміру повітря (α) 1.0, 1.5 і 2.0 (рис.4) при прийнятому граничному температурному рівні процесу близько 1000 °С видно, що допустима вологість може складати від 40 % (при коефіцієнтах надміру повітря біля 2) до 65 % (при коефіцієнтах надміру повітря біля 1). Таким чином, вміння організувати процес горіння при низьких надмірах повітря забезпечує роботу топок навіть на відходах високої вологості.

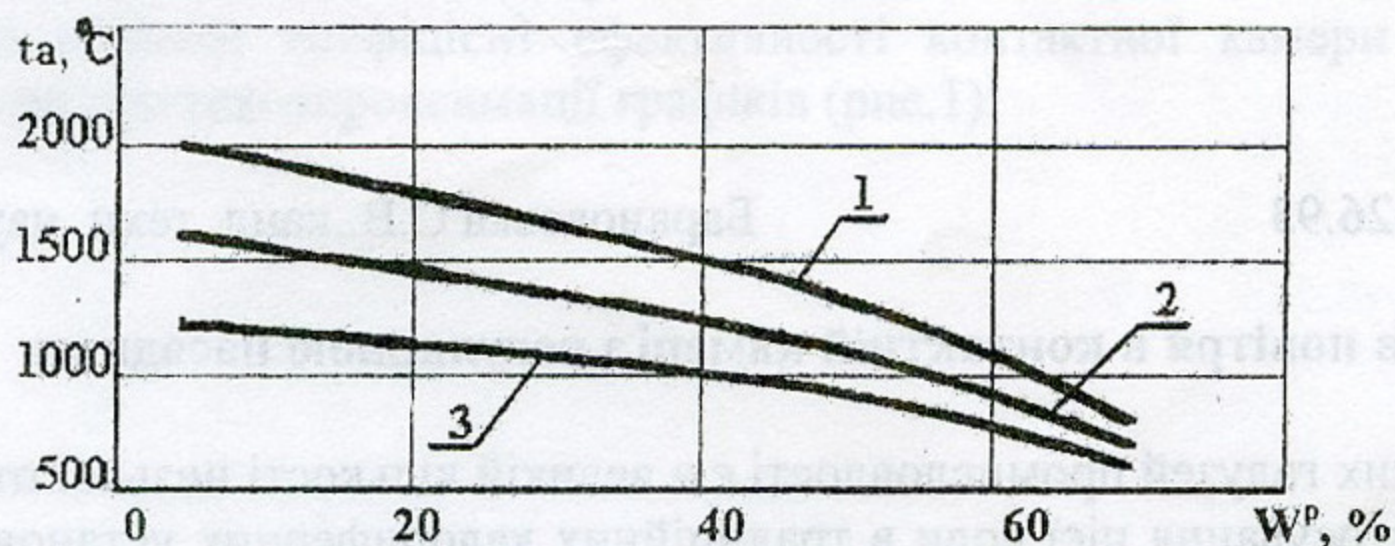


Рисунок 4. Залежність адіабатичної температури та горіння деревини від вологості: W^p : 1- $\alpha=1$; 2- $\alpha=1.5$; 3- $\alpha=2$

Інститутом розроблений новий топковий пристрій для спалювання довгополумєневих палив (позитивне рішення на видачу патенту України по заявці на винахід 98031638) в складі сталюого водоґрійного котла механізованого (рис.5).

Ефективність роботи нової топки досягається завдяки реалізованій в ній триступєневій схемі механізованого спалювання: шахтного процесу, шарового спалювання на допалювальній решітці з шуруючими пристроями і процесу підпалювання та догорання продуктів горіння в вихровій камері.

Розрахунок теплообміну конвективної частини котла, яка формується штампозвареними секціями і проміжками між ними для проходження димових газів, виконується по [7] за формулою для коридорних пучків

$$Nu_k = 0,051 Re^{0,75} \quad (4)$$

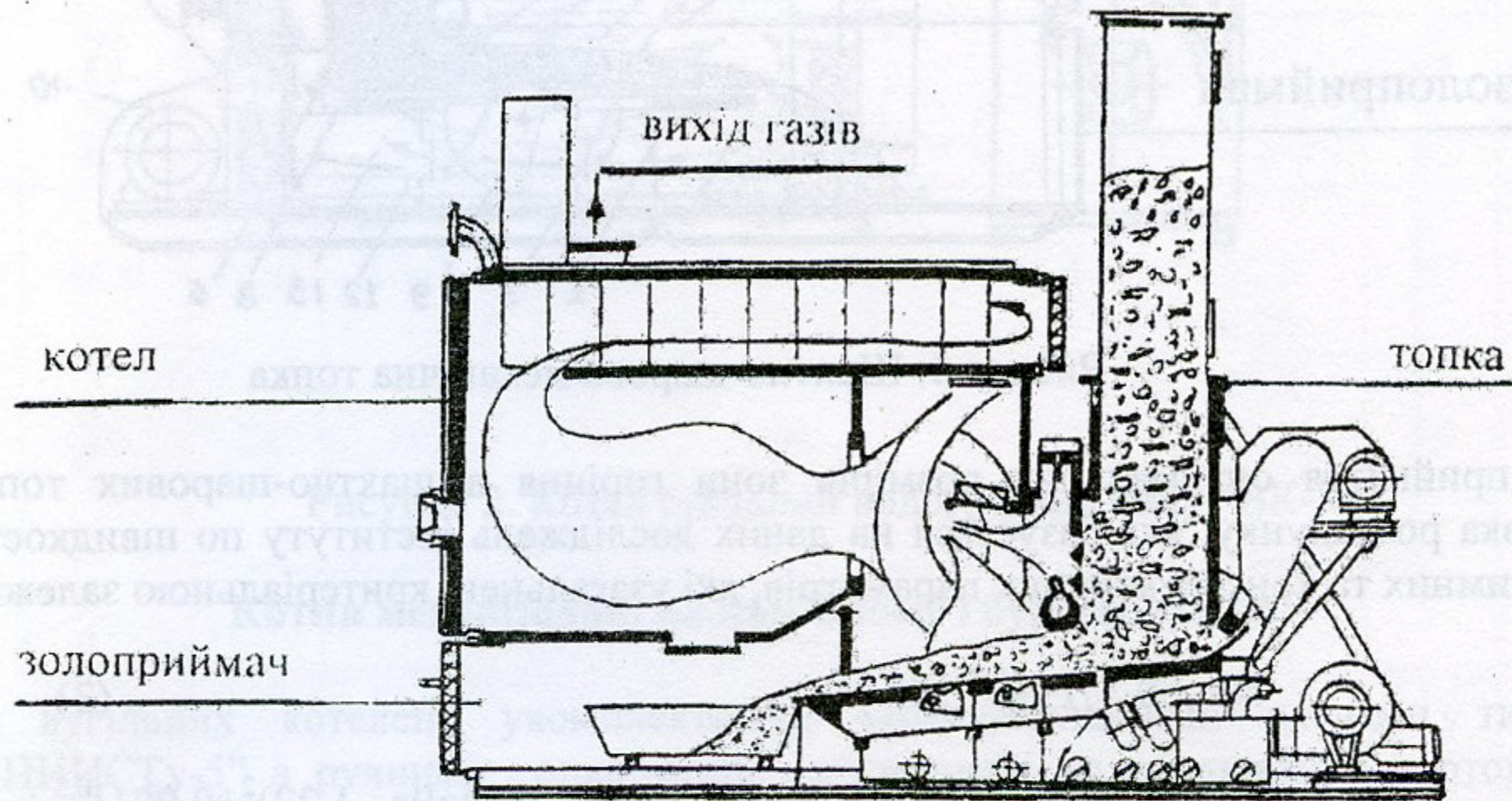


Рисунок 5. Котел механізований на деревних відходах

Котел механізований в складі установки котлової впроваджено в експлуатацію в опалювальній котельній АТ "Спецмебл" (Київ). Ефективність його роботи підтверджена в процесі приймальних випробувань та експлуатації на відходах меблевого виробництва (таблиця 1).

Література

1. Кошкин В.К., Калинин Э.К. Теплообменные аппараты и теплоносители (теория и расчет).- М.: Машиностроение, 1971. - 200 с.
2. Кулаков В.В., Троицкая Ф.Б. Исследование сжигания каменного угля в отопительных котлах // Отопительное оборудование, санитарно-технические приборы и арматура: Сб. тр.- М.: НИИ сантехники, 1976. - С.7-15.
3. Филлипов С., Наумов Ю., Иванов А., Павлов П. Основные пути повышения энергетической и экологической эффективности угольных котельных небольшой мощности // Ежеквартальный бюллетень "Энергетическая эффективность".- М.: ЦЭНЭФ, 1999.- №23.- С.5-7.
4. Пат.16209 Україна, 4 F 23B 1/36. Топка. - А.С.Макаров, М.П.Сенчук, Л.Г.Козлова // Бюл. - 1997.- №4.
5. Пат.2038533 Российская Федерация, МКИ F 23B 1/36. Топка. - А.С.Макаров, М.П.Сенчук // Открытия.Изобрет.- 1995.- №18.
6. Сенчук М.П. Підвищення ефективності використання твердого палива в теплогенераторах для систем теплопостачання / Автореф. канд.техн.нук.-К., 1997.- 18 с.
7. Оребренные поверхности нагрева паровых котлов / Г.И.Левченко, И.Д.Лисейкин, А.М.Копелиович и др. - М.: Энергоатомиздат, 1986.- 168 с.

УДК 697.326.93

Барановська С.В., канд. техн. наук КНУБА

Нагрів повітря в контактній камері з регулярною насадкою

На підприємствах різних галузей промисловості є в великій кількості низькопотенційна збросна вода з температурою 30 – 40 °С. Застосування цієї води в традиційних калориферних установках потребує значного збільшення їх металоемності.

Найбільш ефективними будуть контактні підігрівачі повітря, які забезпечують інтенсивний тепло-і масообмін при відносно невеликих габаритах і аеродинамічному опірі. Зменшення габаритів агрегату чи його