

Витрати тепла з продувальною водою визначають за формулою

$$Q = D_{\text{пр}} \cdot (i_{\text{кв}} - i_{\text{ск.в.}}) \cdot 10^{-3} \cdot \tau, \text{ Гкал/с.}$$

де $D_{\text{пр}}$ – витрата продувальної води протягом одного циклу продування; $i_{\text{кв}}$ – ентальпія котлової води при тиску води в колекторі котла, ккал/кг; $i_{\text{ск.в.}}$ – ентальпія скидної води, приймаємо $i_{\text{ск.в.}} = 10$ ккал/кг.

Залежність витрати тепла з продувальною водою від тиску в котлі наведена на рис.2.

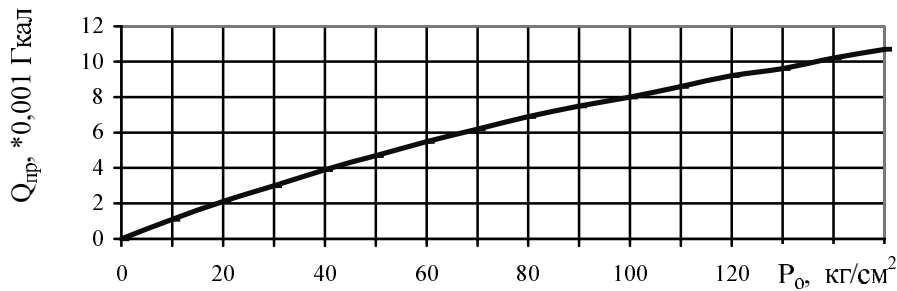


Рис.2. Залежність витрати тепла з продувальною водою від тиску в котлі при продуванні однієї точки

Аналізуючи рис.2, бачимо, що при тиску 2...3 кг/см² витрата тепла $0,4 \cdot 10^{-3}$ Гкал/с, а при тиску 150 кг/см² становить $10,8 \cdot 10^{-3}$ Гкал/с, з однієї точки, а з усього котла становитиме

$$Q_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{пр}} \cdot \tau, \text{ Гкал/кг}$$

де $Q_{\text{пр}}$ – витрата тепла з однієї точки продування, Гкал/с; τ – час продування, с; n – кількість точок, які продуваються; $Q_{\text{сум}} = 0,36 \dots 9,720$ Гкал за один цикл продування (30 с).

Висновки. Під час продування циркуляційних контурів барабанного котла витрата становить від 1800-31500л за 1 цикл (за 30 с), а це відповідно 0,28-4,92 % додаткових втрат котлової води відносно номінальної паропродуктивності котла.

1. Осиповский В.Ф. Эксплуатация барабанных котлов высокого давления. – М., 1953.
2. Левіцький Б.Ф., Лещій Н.П. Гідравліка. – Львів, 1994.

УДК 621.478

Грінченко Д.

ДУ “Львівська політехніка”, кафедра теплотехніки і теплових електростанцій

ПРИНЦИПИ ГЕНЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ БЕЗВІДХІДНИМ СПОСОБОМ

© Грінченко Д., 2000

In the given article the possibility of generation of the electric power by a method almost without scraps and stated approaches in a solution of the delivered problem is shown.

Сучасні проблеми енергетики в Україні полягають у застарілості основного генеруючого обладнання ТЕС і АЕС із підвищеними викидами в довкілля шкідливих речовин,

основними з яких є CO_2 , NO_x , SO_2 , H_2O та наявність власних родовищ палив, в основному, лише низькоякісних. Заміною згаданого обладнання навіть на сучасне, більш екологічно чисте, не можливо розв'язати відомі проблеми ТЕС – ні досягти істотного підвищення їх ефективного ККД, ні значно зменшити викиди шкідливих речовин. Одним з можливих, на нашу думку, ефективних розв'язків зазначених проблем, є варіант застосування повітря, збагаченого киснем, [3], чи навіть технічно чистого кисню для спалення низькоякісних палив та із застосуванням контактних теплообмінників при цьому.

Застосування технічно чистого кисню для спалення низькоякісних палив є, очевидно, найкращим рішенням, оскільки при цьому загальний об'єм викидних газів в доквілля зменшуються в 4.77 раза відносно об'єму газів, що утворюються навіть при спаленні палива з надлишком повітря в топці 1.0. Використовуючи дані праці [3], можна отримати формулу (1), з якої, власне, і дістаємо вищенаведене число, якщо $\alpha = 1$

$$K = V_{\text{пов}} / V_{\text{кисн}} = (4.772 C + 4.775 \cdot 6 (H - 0/8) + 4.76 S) \alpha \quad (1)$$

де α – надлишок повітря на виході з димової труби; C, H, S, O – відповідно вуглецева, воднева складові палива та сірка і кисень, %; $V_{\text{пов}}$, $V_{\text{кисн}}$ – відповідно об'єми повітря та кисню, що необхідні для спалення 1 кг будь-якого палива, в якому є вуглець, водень та сірка, $\text{M}^3_{\text{пов}} / \text{M}^3_{\text{кисень}}$.

Якщо ж надлишок повітря в газах на виході з димової труби, наприклад, становитиме, як це найчастіше для твердого палива, близько 1.4, то “K” отримаємо за формулою (1) сягне вже 6.9.

В описаному способі спалення низькоякісних палив за участю технічно чистого кисню утворюється значна кількість, у відсотковому відношенні, диоксиду вуглецю та водяної пари. Особливо при спалюванні воднемістких палив чи при впорскуванні води, наприклад, при “мокрому” стисненні повітря в компресорі ГТУ чи при безпосередньому впорскуванні пари в КЗ ГТУ для отримання пікової енергії від ПГУ. В такому випадку ці дві компоненти домінують в кількісному виразі у відхідних димових газах, досягаючи значень 70-90%. Вилучивши їх, маємо лише 10 %-й залишок газів від попередньої їх кількості, але концентрації тих компонент, що залишилися (NO_x , SO_2), тепер вже стали дуже високими і тому достатніми для ефективного вилучення їх відомими і добре вже відпрацьованими, наприклад, хімічними технологіями.

При наявності сірки в паливі, що спалюється в енергоустановці, вона може, як відомо, бути зв'язана додаванням до згаданого палива, наприклад, доломіту чи інших присадок, а для запобігання утворенню окислів азоту можна застосувати впорскування у факел води чи пари. Оскільки такі заходи, як відомо, погіршують ККД енергоустановки, тому що при цьому відбувається втрата теплоти випаровування, то вони майже і не застосовуються. У такому разі ці заходи стають ефективними, оскільки, застосувавши контактні теплообмінники для охолодження газів з високим вмістом водяної пари, можна ефективно повернути теплоту випаровування у вигляді теплоти гарячої води [1]. І чим більше водяної пари було в газах до процесу глибокого їх охолодження, до тим більшої температури можна нагріти згадану воду і більшу кількість газів, віднесених до одиниці спаленого палива. Контактні теплообмінники є теж добре відпрацьованими конструкціями і їх застосування не викликає проблем.

Отже, стрижнем проблеми стає ефективне вилучення лише диоксиду вуглецю. Але методи вилучення CO_2 є також добре відомими і теж давно відпрацьованими, наприклад, отримання “сухого льоду” в харчовій промисловості моноетаноламіновим чи діаламіновим

способами. І суть тепер в тому, куди подіти вуглекислий газ, вилучений з димових газів. Оскільки на отримання технічного кисню була затрачена певна кількість енергії та зроблені певні додаткові капіталовкладення, то ці додаткові затрати необхідно якимось чином компенсувати, що можна здійснити, зробивши вилучені з димових газів згадані компоненти товаром та продаючи їх за межі ТЕС, виготовляючи, наприклад, з NO_x та SO_2 азотну та сірчану кислоти.

При цьому стає недоцільним залучати доломіт та інші домішки до зв'язування сірки, оскільки на підготовку його до застосування необхідно затратити певну енергію, як і зробити деякі фінансові витрати на закупівлю та довозення його до місця використання. Крім того, згадане використання присадок ще й знизило б концентрацію SO_2 , що погіршило би процес вилучення його з газів методом утворення сірчаної кислоти. Отже, залишаються лише прості методи серед наведених – необхідно здійснювати впорскування води чи пари в ядро факела при горінні палива в атмосфері кисню та застосувати контактні апарати для конденсації водяних парів з газів та ще відомі методи вилучення діоксиду вуглецю. У такому разі особливо гостро постає питання ефективного застосування CO_2 , оскільки, якщо цей продукт не буде товарною конкурентоспроможною продукцією ТЕС, то подорожчає вироблена кВт-година електроенергії через застосування кисню.

Є декілька можливостей зробити вуглекислий газ товаром і серед них, на нашу думку, найбільш привабливими є такі. Якщо вилучити, наприклад, диетаноламіновим способом CO_2 , чому завжди передує конденсація в контактних апаратах водяної пари, з подальшим ефективним використанням їх теплоти конденсації як в самій тепловій схемі енергоустановки, так і просто для тепlopостачання чи гарячого водopостачання, чи використати у відомому процесі його відновлення, очевидно, з відповідним, найчастіше залізним, каталізатором до CO (і назвемо цей процес “регенерацією вуглекислого газу”), то в спеціальному реакторі з домішками пари можна отримати нове ефективне паливо – метанол, [2], який має вищу ціну, ніж дешеве низькоякісне тверде паливо, за допомогою якого і з якого воно і утворено. Оскільки регенерація вуглекислого газу з утворенням метанолу не може бути 100 %-ю, то рештки CO_2 можуть бути поглинені біологічним шляхом – через засвоєння водоростями типу “хлорела” – гарним кормовим білком, чи типу “спіруліна”, до речі, дуже цінною сировиною для хімфармпромисловості, для яких вуглекислий газ є продуктом живлення. Цей напрям може бути розвинений залученням у цю біологічну систему ще й вирощування грибів з вмістом харчового білку до 45 %. При цьому всі необхідні компоненти – низькопотенційне тепло, освітлення та CO_2 достатньою мірою постачаються ТЕС. Є ще один спосіб використання вуглекислого газу як товару: у присутності води та електричного поля здійснити його полімеризацію з подальшим використанням як хімічної продукції.

Знешкодженню негативного впливу вартості кисню сприяє підвищення ККД енергоустановки за рахунок застосування надвисокого перегріву пари (до 1000 °C) в паротурбінному блоці, позитивне рішення якого вже існує [6]. Як існує вже і технічне рішення щодо технології отримання наддовгої лопатки парової турбіни (більше від 5 м) [4], що дозволить вкоротити потужні турбіни, паропроводи та довжину машзали, чим значно зменшуються капіталовкладення в енергоустановку. Так, наприклад, блок 800 МВт має довжину турбоустановки до 50 м з 6-ма вихлопами пари в конденсатор, а застосувавши, в принципі, лише один вихлоп, оскільки максимальна довжина нової лопатки тепер це дозволяє, можна скоротити і турбоустановку до 20-25 м із згаданих 50 м. У результаті вартість виробленої

кВт-години стає дешевішою за стандартну на теперішній час, але при цьому без істотних шкідливих викидів в довкілля від ТЕС при використанні низькоякісних палив як для живлення паротурбінної частини енергоустановки, так і її ГТУ-частини, якщо це парогазова установка.

1. Грінченко Д.М. Проблеми створення екологічно чистої парогазової установки на паливах погіршеної якості // Вісн. ДУ "Львівська політехніка" – СТАНОВЛЕННЯ І РОЗВИТОК НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. – Львів, 1994. 2. А.С. СССР № 1442514. Способ получения метанола / А.Я.Розовський, Г.И.Лин, С.М.Локтев и др. Открытия. Изобрет. – 1988. – № 45. 3. Грінченко Д.М., Грінченко Р.Д. Можливості використання мембранних технологій розділення повітря в парогазових установках. Вісн. ДУ "Львівська політехніка". – 1993. – № 273. 4. А.С. СССР. № 1765478. Ступень турбомашини / Д.Н.Грінченко, В.В.Мудрицкий. Открытия. Изобрет. – 1992. – № 36. 5. Теория топочных процессов / Под ред. Г.Ф. Кнорре, И.И. Палева. – М.; – Л., 1966. 6. Патент України. № 25795. Пароперегрівник / Д.М.Грінченко, Р.В.Шкрабій. Опубл. 30.10.98.