

УДК 620.9:621.35:662.92

О. Дудник, Ю. Корчевий, О. Майстренко, С. Оніщенко  
 Науково-технічний центр вугільних енерготехнологій (НТЦВЕ)  
 НАН і Мінпаливенерго України

## НОВА СХЕМА СТЕНДА ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ ТВЕРДООКСИДНИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

© Дудник О., Корчевий Ю., Майстренко О., Оніщенко С., 2002

У НТЦВЕ досліджуються паливні елементи, процеси одержання синтез-газу з високим вмістом водню та очищенням газу перед його використанням в паливних елементах. На стенді УДПЕ-2,5 виконано роботи з включенням в схему двоступеневої системи видалення сполук сірки з можливістю використання як палива природного газу або українського високозольного вугілля. Створена автоматизована система збору робочих параметрів процесів із застосуванням персонального комп'ютера. Показано принципову схему роботи стенда для дослідження твердооксидних паливних елементів (ТОПЕ).

Researches of fuel cells, processes of fuel production with high hydrogen content and gas clean up before use inside of fuel cells in CETC are carried out. Work with inclusion to fuel cell test facility of two stage sulphur removal system with opportunity of natural gas use or Ukrainian high ash coal use is made. The automated system of collection to PC of major process data is created. The scheme of solid oxide fuel cell (SOFC) test facility is shown.

Ефективна та надійна робота екологічно чистих енергетичних установок на паливних елементах неможлива без належної підготовки вихідного палива в синтез-газ з високим вмістом водню перед його використанням у самих паливних елементах. Шляхи і методи підготовки вихідного палива визначаються типом та призначенням ПЕ, що застосовуються в енергетичних установках [1].

Визначальним фактором вибору термохімічної підготовки вихідного палива та способу очищення синтез-газу для безпосереднього використання в ПЕ є обмеження вмісту об'ємних часток тих чи інших газів в загальному об'ємі газу, що подається на ПЕ. Високі вимоги до чистоти палива визначають питому вартість систем підготовки палива для енергетичних установок з використанням ПЕ. Згідно з закордонними даними вартість систем підготовки палива коливається в межах від 50 до 80 % вартості всієї енергетичної установки на ПЕ. У таблиці подано вимоги (обмеження) до вмісту об'ємних часток шкідливих домішок в загальному об'ємі газу, що подається на ПЕ.

Згідно з цими вимогами було модернізовано створений в Науково-технічному центрі вугільних енерготехнологій НАН і Мінпаливенерго України стенда для випробувань паливних елементів УДПЕ-2,5.

На рис. 1 та 2 показано схеми роботи нової системи гідродесульфуризації стенда для дослідження паливних елементів у режимах роботи установки з використанням природного газу та вугілля відповідно.

Тип паливних елементів	H <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> S+COS	Вуглець та вищі вуглеводи
Низькотемпературні (до 100°C) - з полімерним електролітом	Паливо	10 ppm	10 ppm	-
Середньотемпературні (до 220°C) - з фосфорно-кислотним електролітом	Паливо	< 1,0 об. часток %	200 ppm	100 ppm
Високотемпературні - з розплавленим карбонатним електролітом (до 650-750°C) - з твердооксидним електролітом (до 800-1000°C)	паливо	паливо	10 ppm	100 ppm
	паливо	паливо	10 ppm	100 ppm

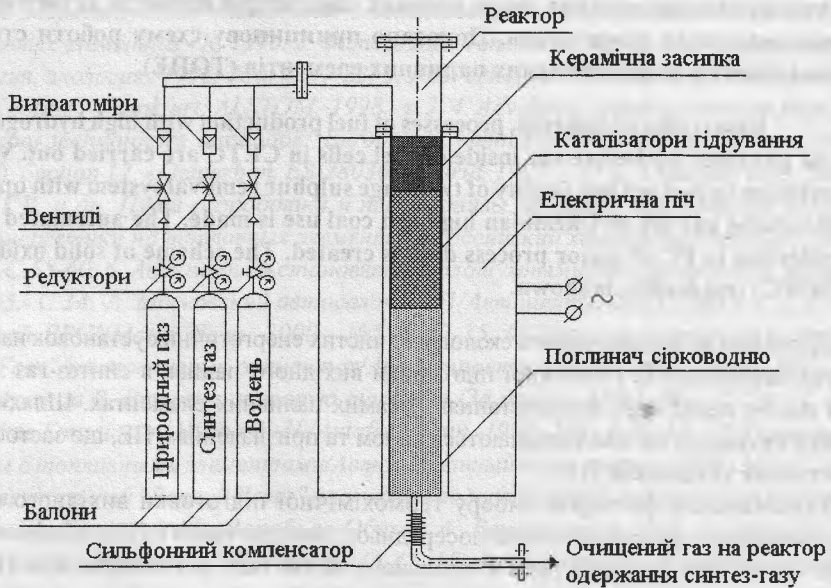


Рис. 1. Схема роботи апарата гідродесульфуризації в режимі роботи установки для випробувань паливних елементів з використанням природного газу

Із рис. 1 видно, що природний газ очищається від сполук сірки перед його конверсією в риформері.

Сполуки сірки у разі використання вугілля (рис. 2) видаляються при паровій конверсії вугілля в газифікаторі з поглинанням основної частки сірки вапном та подальшим видаленням залишків сполук сірки в системі гідродесульфуризації. Тобто один і той самий апарат можливо буде використовувати як для роботи стенда з використанням природного газу, так і вугілля. Газ, що одержується під час парової газифікації вугілля, містить від 50 до 63 об. % водню. Тому відсутня необхідність додаткового використання для гідрування водню або синтез-газу.

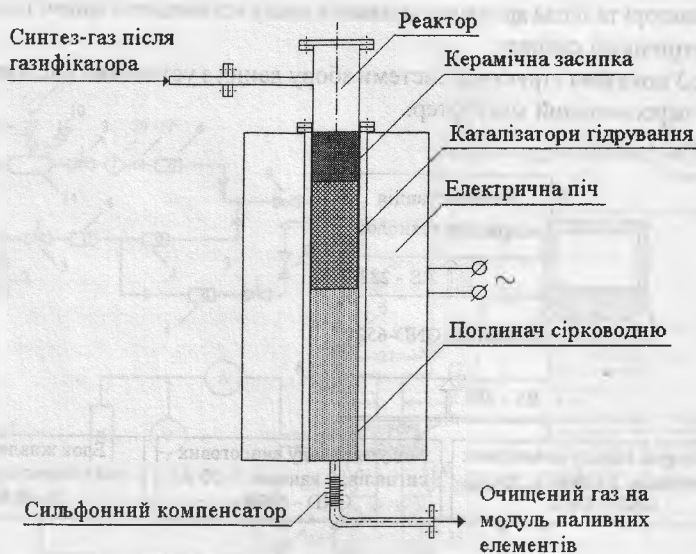


Рис. 2. Схема роботи апарата гідродесульфуризації в режимі роботи установки для випробувань паливних елементів з використанням вугілля

Під час гідрування проходять такі реакції:



Для гідрування в схемі використовується або одержаний в результаті риформінгу синтез-газ з вмістом водню від 60 до 80 об. %, або чистий водень. Головною умовою роботи системи сіркоочистки є вміст водню в суміші з природним газом 10...11 об. %.

Під час поглинання сірководню  $\text{H}_2\text{S}$  оксидом цинку  $\text{ZnO}$  одержується сульфід цинку  $\text{ZnS}$ :



Після насичення поглинача періодично виконується його регенерація часткою одержаного газу.

Під час модернізації стенда для дослідження ПЕ виготовлено систему подачі живильної води під тиском в парогенератор з використанням принципу, що застосовується в рідинній газовій хроматографії і дає змогу тонко виконувати регулювання та контроль витрати пари на риформінг природного газу чи парову газифікацію вугілля в киплячому шарі.

Модернізація системи одержання синтезу-газу (риформера-газифікатора) передбачала такі роботи:

- здійснено стикування апарата сіркоочистки з реактором одержання синтез-газу;
- на газопроводі перед циклоном був установлений нагрівач для збільшення ступеня поглинання  $\text{CO}$  на низькотемпературному каталізаторі;

• на реакторі та після арматури скидання тиску встановлені давачі тиску з аналоговим виходом електричного сигналу.

На рис.3 показана структура системи збору даних з установки дослідження паливних елементів на персональний комп'ютер.

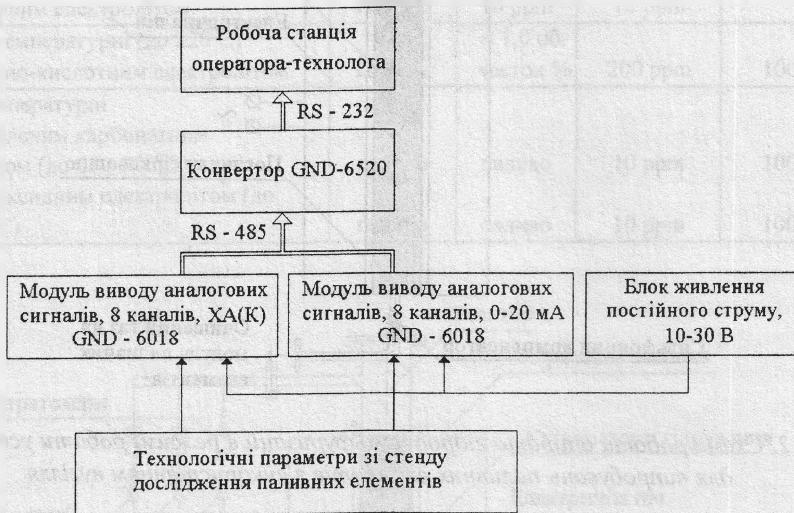


Рис. 3. Структура системи збору даних з установки на персональний комп'ютер

В структурі системи задіяний конвертор GND-6520 та інтерфейси GND-6018 (виробництво корпорації ADLINK Technology Inc. за технологією фірми Intel), які сумісні з персональними комп'ютерами від 486 до Pentium-4 та сертифіковані за стандартами ISO-9001, ISO-14001. Кожен інтерфейс через конвертор дає змогу збирати дані з 8 позицій схеми і виводити інформацію в системах MS-DOS, Windows-95,97,98, Millenium (2000).

На рис. 4 показано принципову схему стенда для дослідження твердооксидних паливних елементів після модернізації. В схемі на рис. 4 позначено: 1 – балон високого тиску з газом, 2 – редуктор, 3 – регулюючий вентиль, 4 – витратомір, 5 – реактор (риформер-газифікатор), 6 – термопара, 7 – парогенератор, 8 – вприскування живильної води, 9 – запірний вентиль, 10 – запобіжний клапан, 11 – давач тиску, 12 – циклон, 13 – бункер, 14 – охолоджувач ХК-1, 15 – осушувач газу ФП-1, 16 – газовий годинник ГСБ-400, 17 – штуцер відбору проби на газовий аналіз, 18 – пальник з електрозапалом, 19 – касета з паливним елементом, 20 – фільтр надтонкої сіркоочистки, 21 – повітряний компресор, 22 – електричні нагрівачі, 23 – конденсатовідвідник, 24 – резервуар-накопичувач синтез-газу, 25 – реактор-гідродесульфуризатор, 26 – бак дистильованої води, 27 – дозатор живильної води.

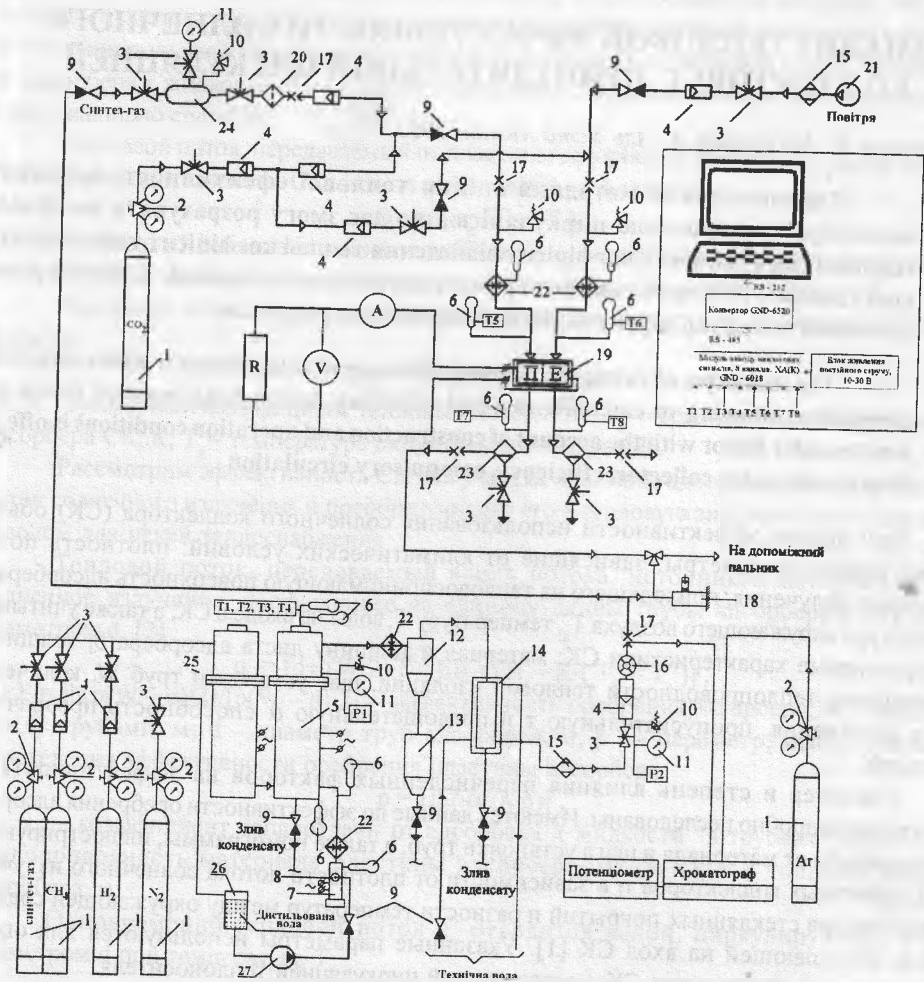


Рис. 4. Принципова схема станда для дослідження паливних елементів з використанням природного газу після модернізації

1. Дудник О.М., Мухопад Г.В., Оніщенко С.В. Енергетичні установки на твердооксидних паливних елементах. Досягнення і перспективи/ Енергетика и електрифікація.- 2001. - №4 - С. 37-44.