

- помещение раствора в автоклав на 4 часа при температуре 125 °С и давлении 2 атмосферы.

В процессе автоклавной обработки проводили выщелачивание части оксида алюминия и переводили его в раствор, который фильтровали, а осадок промывали. В результате был получен осадок, состоящий на 50 % из NiO и 50 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. После сушки получали концентрат с содержанием 50 % NiO, который в дальнейшем перерабатывали по первой схеме.

Алюминатный раствор подвергали выкручиванию в колонне осаждения с отделением щелочного раствора, который после выпаривания повторно использовался для смешивания с размолотым катализатором на начальной стадии процесса подготовки.

Продукт выкручивания – Al(OH)<sub>3</sub> – прокаливали при температуре 900 °С с получением Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Размер осаждающихся хлопьев Al(OH)<sub>3</sub>, а также частиц Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> зависит от ряда факторов: скорости механического перемешивания; величины добавляемой затравки; наличия поверхностно-активных веществ; температуры процесса.

Варьирование данными параметрами позволяет получать порошок Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с ультрадисперсными кристаллами или агломератами, которые могут быть использованы в литейных красках, в составе модификаторов для борьбы с отбелом в сером чугуне.

УДК 662.76

**С.В. Конончук, В.В. Пукалов**

Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград

### **ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЗКИСНЕВОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО ПРОЦЕСУ**

Аналіз термодинамічних характеристик реакції газифікації вуглецю за допомогою водяної пари показав, що необхідною умовою протікання безкисневого газогенераторного процесу з початкового стандартного стану є підтримання температури  $T > 948$  К. Відповідно, необхідно забезпечити нагрівання води від кімнатної температури до температури кипіння, утворення водяної пари та перегрів пари до температури вище 948 К. Паливо в реакційній камері також необхідно нагрівати до вказаної температури.

Виходячи з описаних умов, для дослідження безкисневого газогенераторного процесу розроблена лабораторна установка (рис. 1).

З баку 1 вода подається у пароутворювач 2. Утворення пари забезпечується підведенням від нагрівального елемента 5 теплоти  $Q_1$ . Перегрівання пари до необхідної температури здійснюється підведенням теплоти  $Q_2$ , а нагрівання палива – підведенням теплоти  $Q_3$ . Інтенсивність нагрівання регулюється подачею струму через ЛАТР. Перегріта пара подається в газогенератор 3 знизу через зольник. Газогенератор після завантаження палива зверху закривається герметичною кришкою. В кришці передбачено колодязь для вимірювання температури в реакційній зоні. З газогенератора продукти реакції  $\text{CO}$  і  $\text{H}_2$  відводяться в газорозподільний розширювач 4, де відбувається розділення цих газів. Утворений газ  $\text{CO}$  можна використовувати для отримання теплоти  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  замість нагрівальних елементів.

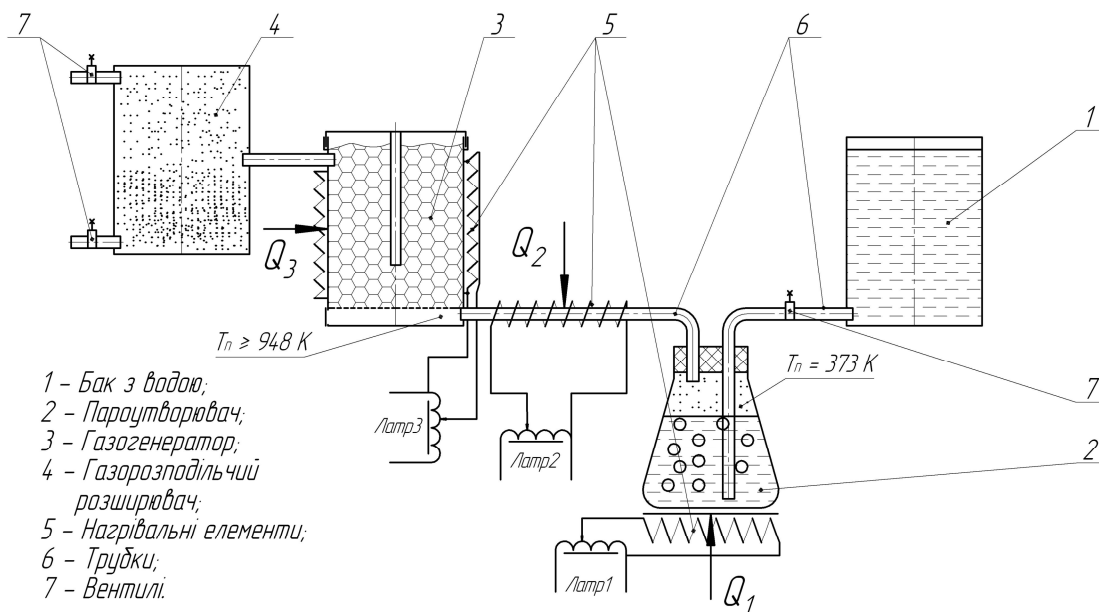


Рисунок 1 – Схема установки для дослідження газогенераторного процесу

Оскільки швидкість подачі пари в реакційну зону є лімітуючою ланкою всього процесу, керування роботою газогенератора здійснюється за допомогою вентиля подачі води з бака в пароутворювач.

В подальшому планується розмістити пароутворювач всередині газогенератора. Це дозволить використовувати для перегрівання пари та палива одне джерело теплоти, а також зменшити втрати теплоти.

Кількість теплоти на випаровування і перегрів вологи можна визначити теоретично врахувавши теплоту що витрачається на нагрівання води від 298 К до 373 К, на випаровування води при 373 К і на нагрівання водяної пари від 373 К до необхідної температури  $T$ . Згідно з даними [1] питома теплоємність води для рідкого та газопо-

дібного стану складає:  $C_{p, H_2O_p} = 75,31 \text{ Дж / (моль}\cdot\text{K)}$ ,  $C_{p, H_2O_r} = 30 + 10,71 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,33 \cdot 10^5 \cdot T^{-2} \text{ Дж / (моль}\cdot\text{K)}$ . Теплота випаровування води складає 40905 Дж/моль.

Таким чином, на нагрівання води, випаровування та перегрів вологи необхідно теплоти у кількості, Дж/с:

$$Q_{H_2O} = \frac{g_{H_2O} \cdot 1000}{18} \cdot \left( \int_{298}^{373} \Delta C_{p, H_2O_p} dT + L_v + \int_{373}^T \Delta C_{p, H_2O_r} dT \right) =$$

$$= \frac{g_{H_2O} \cdot 1000}{18} \left[ 75,31 \cdot (373 - 298) + 40905 + 30 \cdot (T - 373) + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2} \cdot 10,71 \cdot 10^{-3} \cdot (T^2 - 373^2) + 0,33 \cdot 10^5 \cdot \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{373} \right) \right] =$$

$$= \frac{g_{H_2O} \cdot 1000}{18} \left\{ 46553 + (T - 373) \cdot \left[ 30 + 5,355 \cdot 10^{-3} \cdot (T + 373) + 0,33 \cdot 10^5 / (T \cdot 373) \right] \right\},$$

де  $g_{H_2O}$  – витрата пари, кг/с.

### Список літератури

1. Термодинамические свойства неорганических веществ: Справочник / Под ред. А.П. Зефинова. – М.: Атомиздат, 1965. – 460 с.

УДК 662.76

**С.В. Конончук, В.В. Пукалов**

Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград

### ТЕРМОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗКИСНЕВОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО ПРОЦЕСУ

Машинобудівні підприємства України характеризуються підвищеним споживанням паливно-енергетичних ресурсів. Пошук альтернативних джерел енергії місцевого походження є основою енергетичної незалежності держави. Актуальним є отримання енергії шляхом газифікації твердого палива.

Основною реакцією безкисневого газогенераторного процесу є реакція газифікації вуглецю за допомогою водяної пари:  $C + H_2O = CO + H_2$ .