МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

ВІСНИК

Східноукраїнського національного університету імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

№ 7 (255)
2019

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Сєвєродонецьк 2019

ВІСНИК
СХІДНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

№ 7 (255) 2019

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
ЗАСНОВАНО У 1996 РОЦІ
ВИХІД З ДРУКУ - ДВАНАДЦЯТЬ РАЗІВ НА РІК
Засновник
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Журнал зареєстровано в Міністерстві юстиції України
Свідоцтво про державну реєстрацію **серія КВ № 15607-4079ПР від 18.08.2009 р.**

VISNIK
OF THE VOLODYMYR DAHL EAST UKRAINIAN NATIONAL UNIVERSITY

№ 7 (255) 2019

THE SCIENTIFIC JOURNAL
WAS FOUNDED IN 1996
IT IS ISSUED TWELVE TIMES A YEAR
Founder
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Registered by the Ministery of Justice of Ukraine
Registration **Certificate** **KB № 15607-4079ПР dated 18.08.2009**

Журнал включено до Переліків наукових фахових видань України (Наказ МОН №1328 21.12.2015 р.), (Наказ МОН №515 16.05.2016 р.), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук з технічних, економічних та історичних наук відповідно.

Журнал включено до Міжнародної наукометричної бази даних Index Copernicus International (ICV 2017: 48.35).

ISSN 1998-7927

Головна редакційна колегія:

Поркуян О.В., докт. техн. наук (голова редакційної колегії),

Галгаш Р.А., докт. екон. наук,
Кудрявцев С.О., канд. техн. наук,
Білобородова Т.О. канд. техн. наук,
Глікін М.А., докт. техн. наук,
Глікіна І.М., докт. техн. наук,
Горбунов М.І., докт. техн. наук,
Грицюк В.Ю., канд. техн. наук,
Д'яченко Ю.Ю., докт. екон. наук,
Ковтанець М.В., канд. техн. наук,
Кравченко К.О., канд. техн. наук,
Лория М.Г., канд. техн. наук,
Ноженко В.С., канд. техн. наук,
Носко О.П., канд. техн. наук,
Проказа О.І., канд. техн. наук,
Семененко І.М., докт. екон. наук,
Сергієнко О.В., канд. техн. наук,
Скарга-Бандурова І.С., докт. техн. наук,
Соколов В.І., докт. техн. наук,
Суворін О.В., докт. техн. наук,
Целіщев О. Б., докт. техн. наук

Відповідальний за випуск: к.т.н., доцент Кудрявцев С.О.
Рекомендовано до друку Вченою радою Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (Протокол № ____ від _____ 2019 р.)

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу.

© Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2019
© Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, 2019

З М С Т

Білошицька Н.І., Татарченко Г.О., Білошицький М.В.
ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ СХІДНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ 7

Блінова Н. К., Мохонько В. І.
ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНЕВИХ СТІЧНИХ ВОД З ТЕРИТОРІЙ ПІДПРИЄМСТВ АЗОТНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ 14

Галич В.А.
ТРИВИМІРНА ЗАДАЧА ТЕОРІЇ ПРУЖНОСТІ ДЛЯ ТРИШАРОВИХ ПЛАСТИН 20

Князєва Н.О., Шестопалов С.В., Лисенко Н.О.
МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРІЮ ЯКОСТІ НАДАННЯ СЕРВІСІВ МУЛЬТИСЕРВІСНИМИ МЕРЕЖАМИ 24

Король Д.Р., Філліпс Т.Ч, Кудрявцев С.О.
ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ГЛИБОКОГО ОКИСЛЕННЯ ІЗОПРОПІЛОВОГО СПИРТУ В УМОВАХ ТЕХНОЛОГІЇ АЕРОЗОЛЬНОГО НАНОКАТАЛІЗУ 35

Кулєшова Т. С., Галстян А. Г., Бушуєв А.С.
КІНЕТИКА І МЕХАНІЗМ ОКИСНЕННЯ АЦЕТОФЕНОНУ ОЗОНОПОВІТРЯНОЮ СУМІШШЮ В АЦЕТАТНІЙ КИСЛОТІ 38

Лахно В.А., Матус Ю.В., Осипова Т.Ю.
ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ІНФРАЧЕРВОНОГО СУШІННЯ ЗЕРНА 43

Luhovskoi A.I., Glikin M.A., Kudryavtsev S.O., Glikina I.M.
STUDYING THE INFLUENCE OF THE CATALYTIC EFFECT OF TRANSITION METALS AND THEIR OXIDES ON THE PROCESS OF STEAM GASIFICATION OF STONE COAL 50

Москалик В. М., Карпюк Л. В., Табунщиков В. Г.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КОРОТКОГО ДИФФУЗОРА. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА 55

Соколенко Н.М., Попов Є.В.
ВИВЧЕННЯ УМОВ ПРОЦЕСУ КОНДЕНСАЦІЇ ФЕНОЛУ, ФОРМАЛЬДЕГІДУ ТА СУЛЬФІТУ НАТРІЮ В ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОРОЗЧИННИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН 60

Соколенко В.М., Подлєвський О.Е., Соколенко К.В.
РЕКОНСТРУКЦІЯ ЗАБУДОВИ ІНДУСТРІАЛЬНОГО МІСТА З УРАХУВАННЯМ ДЕМОГРАФІЧНОГО СТАНУ 64

Суворов П.С., Тарасенко Т.В., Залож В.И., Максимов С.Б.
О СООТНОШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ДЛЯ СУДОВ ВНУТРЕННЕГО ПЛАВАНИЯ 68

Тарасов В.Ю., Захарова О.І., Заіка Р.Г., Захарова А.І.
АНАЛІЗ СТАНУ ХІМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У ЛУГАНСЬКІЙ ОБЛАСТІ В УМОВАХ ВІЙСКОВОГО КОНФЛІКТУ 76

Татарченко Г.О., Медведь И. И., Белошицкая Н.И.
ЦИКЛИЧЕСКАЯ ПОЛЗУЧЕСТЬ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ 03Х13АГ19 ПРИ ГЛУБОКОМ ОХЛАЖДЕНИИ 84

Тимощук О.М., Дакі О.А.
МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПОЛІГАРМОНІЙНОГО СИГНАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ФУНКЦІЇ ЛАГРАНЖА 87

Уваров П.Є, Татарченко Г.О., Шпарбер М.Є.
ФОРМУВАННЯ ІНФОГРАФІЧНОЇ МОДЕЛІ ІНТЕРАКТИВНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЕКТІВ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ 93

Хорошун Г.М.
ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ ЛАЗЕРНОЇ СИСТЕМИ ПО ВИВЧЕННЮ ДИФРАКЦІЙНИХ ЯВИЩ 99

DOI: https://doi.org/10.33216/1998-7927-2019-255-6-29-32

UDC 66.084.2: 661.7

STUDYING THE INFLUENCE OF THE CATALYTIC EFFECT OF TRANSITION METALS AND THEIR OXIDES ON THE PROCESS OF STEAM GASIFICATION OF STONE COAL

Luhovskoi A.I., Glikin M.A., Kudryavtsev S.O., Glikina I.M.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КАТАЛІТИЧНОГО ЕФЕКТУ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ І ЇХ ОКСИДІВ НА ПРОЦЕС ПАРОВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ КАМ'ЯНОГО ВУГІЛЛЯ

Луговською А. І., Глікін М. А., Кудрявцев С. О., Глікіна І. М.

Studying the process of steam gasification of stone coal continues. The study of the process occurs in the conditions of aerosol nanocatalysis technology (AnC). The main feature of this process is the formation and activation of catalyst nanoparticles. Which is realized by means of rotation of the reactor. The effect of catalysts on the composition of the synthesis gas in the conditions of the AnC technology was investigated. For this purpose, were taken the catalysts, which are most widely used in the process of steam gasification of coal. Justification of the choice of catalyst to obtain a synthesis gas of one or another composition was given. The opportunity the obtaining of synthesis gas, the composition of which is favorable for the production of methanol, was considered.
Keywords: *aerosol nanocatalysis, steam gasification, synthesis gas, coal.*

1. Introduction. In the modern chemical industry a number of processes are widely used, which are based on gas-phase catalytic synthesis with using synthesis gas. Synthesis gas is the basic product for the production of many chemicals [1]. So, for example, synthesis gas is used in the Fischer-Tropsch process, used for the synthesis of methanol, required in obtaining esters, as well as in the processes of oxosynthesis (hydroformylation) [2].

At present, the most promising way to get synthesis gas, based on modern trends of world chemical industry development, is steam gasification of stone coal.

The application of aerosol nanocatalysis technology will greatly improve the technical and economic parameters of the process of steam gasification of stone coal [3]. The principles of aerosol nanocatalysis technology are described in the paper [4].

2. The aim of the study. The aim of this work is to study the influence of the catalytic effect of transition metals Ni and Co and transition metal oxides ZnO, Cr_2O_3 and V_2O_5 on the process of steam gasification of stone coal in the conditions of aerosol nanocatalysis technology in a rotating reactor. To accomplish the aim, the following tasks have been set:

– Explore the influence of catalysts Ni, Co, ZnO, Cr_2O_3 and V_2O_5 on the process of steam gasification of stone coal at different temperatures;

– Conduct an analysis experimental data and investigate the change in the composition of the resulting synthesis gas from replacing catalysts one by one.

3. Research methodology. Before starting the experiment, the catalytic system and the explored mass of coal were placed into the reactor. The volume of the reactor was 160 cm^3. The mass of placed coal was 23,82 g. (which is equal in volume ≈ 37,6 cm^3). The volume of the catalytic system – 40 cm^3. The catalytic system consists of dispersing material (metal balls with a diameter 1,6–1,8 mm) and a catalyst. The material of the balls – stainless steel, ferrite class, mark AISI 430. As catalysts studied were taken some transition metals – Ni, Co, as well as transition metal oxides – ZnO, Cr_2O_3 and V_2O_5 in a powdered state. The following catalysts were chosen for research, because on the basis of the analysis of literary data on the subject, these catalysts are widely used in the processes of steam gasification of coal.

In the course of this work we investigated stone coal (mine named D. Melnikova, Lugansk region) with such characteristics: mark of coal – G (gas), analytical (hygroscopic) moisture W^a = 5,17 %, ash content of dry coal A^d = 10,21 %. Before placing, the coal was crushed to the fraction with particle size not more than 1,2 mm.

The research was carried out in the temperature interval from 873 to 1173 K. After reaching the temperature being studied, water began to enter the reactor. Water supply was carried out using a syringe dispenser.

The rate of water flow – 3,43 ml/min (0,2058 l/h). This rate of flow provided a ratio organic part of coal:water = 1:1,3. The duration of the experiment was equal 440 s.

The mechanochemical activation (MCA) was carried out with frequency ν = 3 Hz. According to previous research results, activation with this frequency is the best. MCA was implemented by means of rotation of the reactor in a vertical plane and characterized by the speed of rotation. The rotation of the reactor promotes the creation and activation of aerosol catalyst nanoparticles.

Scheme of laboratory installation with a rotating reactor described in detail in the article [5]. Since air is an undesirable component for steam gasification of coal – before the experiment, the reactor was purged with nitrogen.

Analytical control was performed using a chromatograph «LHM-8» (made in the USSR). Sensitivity of the thermal conductivity detector (TCD) is $1 \cdot 10^{-3}$.

4. Results of the research and their discussion. Figure 1 shows how replacing one catalyst with another catalyst influences the change of hydrogen content in gas at the output of the reactor.

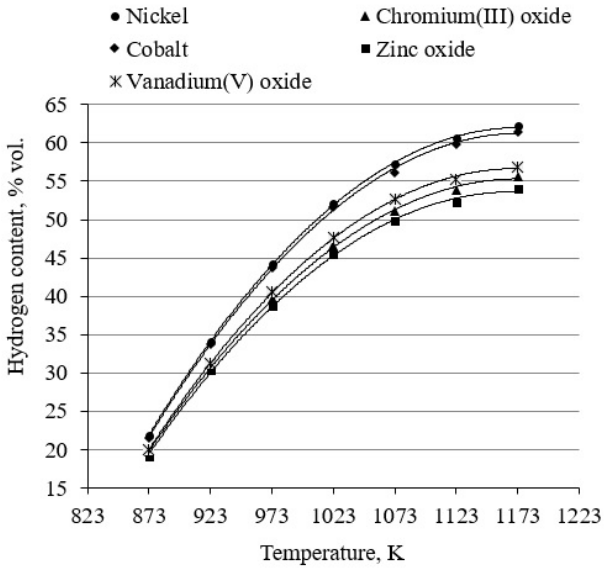

Fig. 1. Dependence of hydrogen content on temperature when using different catalysts. Relative error δX does not exceed 3,4 %; confidence probability α is equal 0,96; accuracy of approximation R^2 is not less 0,9992

During the study, it was found, that all used catalysts have a similar effect on the change of hydrogen content (figure 1) and carbon monoxide content (figure 2). At least in the studied temperature interval. So change of the content H_2 and CO in conditions of use of the studied catalysts when the temperature increases has a clearly expressed character – is growing.

In this case, catalysts differ in their effectiveness. The powder of nickel was the best, if we talk about the yield of target substances (figures 1 and 2).

So, for example, at temperature 1173 K and with nickel catalyst the hydrogen content was 62,2 % vol., the content of CO – 29,3 % vol. In this case the hydrogen content more by 0,7 percentage point (p.p.) or by 1,14 % (in comparison with the use of cobalt). When using other catalysts under study the content of H_2 was (at temperature 1173 K): 56,9 % vol. – when using V_2O_5, 55,6 % vol. – when using Cr_2O_3, 54,0 % vol. – when using ZnO (figure 1). That is, when using nickel at temperature 1173 K the hydrogen content was more by 5,3 p.p. (or by 9,31 %), more by 6,6 p.p. (or by 11,87 %) and more by 8,2 p.p. (or by 15,19 %) in comparison with the use of catalysts V_2O_5, Cr_2O_3 and ZnO respectively.

With regard to the carbon monoxide content – in this case the situation is similar. The catalyst ZnO has shown the lowest efficiency, namely 25,6 % vol. at temperature 1173 K (figure 2).

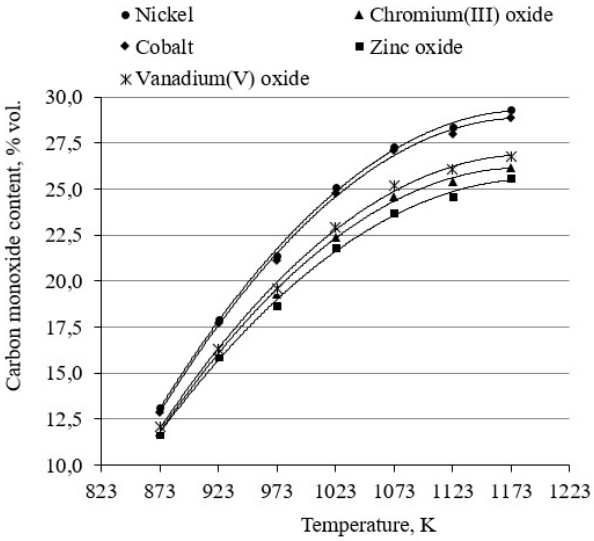

Fig. 2. Dependence of carbon monoxide content on temperature when using different catalysts. Relative error δX does not exceed 3,2 %; confidence probability α is equal 0,96; accuracy of approximation R^2 is not less 0,9983

When using Ni the carbon monoxide content was by 3,7 p.p. or by 14,45 % higher than when using zinc oxide (in conditions of constant temperature). When using nickel the content of CO was by 0,4 p.p. or by 1,38 % higher than when using cobalt, by 2,5 p.p. (or by 9,33 %) higher than when using V_2O_5 and by 3,1 p.p. (or by 11,83 %) higher than when using Cr_2O_3 at temperature 1173 K.

The results of the study showed, that at other temperatures (in the interval from 873 to 1123 K) by efficiency catalysts are arranged in the same order, in which and at temperature 1173 K.

So in the row of efficiency reduction the catalysts can be arranged in the following order: Ni > Co > V_2O_5 > Cr_2O_3 > ZnO. Where the powder of nickel is most effective for getting hydrogen and CO, and zinc oxide – is the least efficient in the process of steam gasification of stone coal. And since hydrogen and carbon monoxide

are the target products in the investigated process – it is possible to make appropriate conclusions regarding the choice of catalyst.

It was also investigated how the use of different catalysts influences on change the content of carbon dioxide (figure 3).

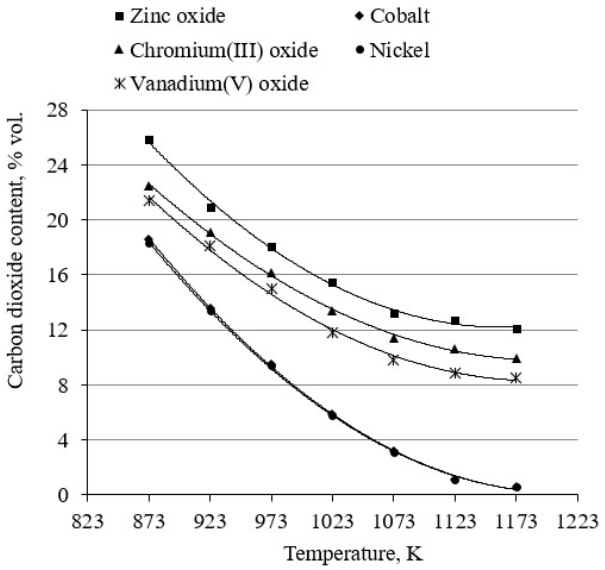

Fig. 3. Dependence of carbon dioxide content n temperature when using different catalysts. Relative error δX does not exceed 6,4 %; confidence probability α is equal 0,96; accuracy of approximation R^2 is not less 0,9964.

The use of the catalyst ZnO has promoted the highest content of carbon dioxide. At that, in conditions of different temperatures impact on the content of CO_2, from catalyst change, has a different value.

So at temperature 973 K the reduction of the carbon dioxide content was 48,07 % – from 18,1 to 9,4 % vol. (when using nickel in comparison with the catalyst ZnO). At temperature 1023 K the carbon dioxide content decreased by 62,58 % or by 9,7 p.p. At temperature 1073 K, when using ZnO – content decreased by 76,52 % or by 10,1 p.p. At temperature 1123 K the reduction of the content of CO_2 was 91,34 %. And most of all, at temperature 1173 K – the carbon dioxide content decreased by 95,04 % or by 11,5 p.p. (from 12,1 to 0,6 % vol.).

In accordance with the technological features of the process, in accordance with the methods of further use of synthesis gas – carbon dioxide is a side product of gasification of stone coal. And the increase of the carbon dioxide content in the resulting gas is a negative phenomenon.

So, for example, the reduction of the content of CO_2 can lead to an increase of the functional f, the increased value of which, definitely needed for obtain certain chemical products. For the production of methanol from synthesis gas the value f should be from 2,05 to 2,20. Based on this, experiment methodology and catalyst selection were motivated by the desire to reduce the carbon dioxide content.

Cobalt powder and, to a greater extent, nickel powder are the optimal catalysts in the process of steam gasification of stone coal. Because, when using these catalysts the content of CO_2 in the resulting synthesis gas was the lowest. In accordance with the results of experiments, in the conditions of use of the nickel catalyst, at temperature 1173 K the value of the functional f of the resulting synthesis gas is equal 2,06.

The results of the study showed, that the nickel catalyst promotes to the formation of methane stronger than other used catalysts (figure 4). Next, in order of decreasing abilities to form methane are located: vanadium(V) oxide, chromium(III) oxide, zinc oxide. When using cobalt powder the methane content in the gas sample was the smallest.

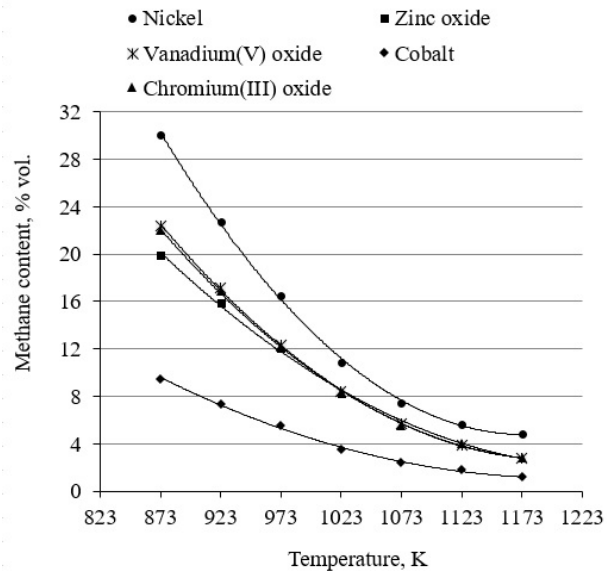

Fig. 4. Dependence of methane content on temperature when using different catalysts. Relative error δX does not exceed 5,2 %; confidence probability α is equal 0,96; accuracy of approximation R^2 is not less 0,9975

Low content of methane in the gas at the outlet of the reactor, when using a cobalt catalyst, can be explained by, that this catalyst promotes the formation of other chemical compounds.

Use of nickel catalyst to a large extent promoted to the methanation process – the process of methane formation. So when used as a catalyst the powder of nickel at temperature 873 K the content of methane was 30,1 % vol. what is in 3,17 times more (or by 20,6 p.p.) than in the case of the use of cobalt (figure 4). At temperatures 1073 K and 1123 K the increase of the content of CH_4 happened in 3,13 and 3,17 times respectively (or by 213 and 217 %). The biggest difference of the change of the methane content when using a nickel catalyst marked at temperature 1173 K and it was 4 times (in comparison with cobalt).

After some research it became clear, that the cobalt catalyst promotes to the formation of saturated and unsaturated hydrocarbons – the formation of ethylene

(figure 5) and the formation of ethane (figure 6). In comparison with other catalysts, that have been used in the study, in the case of using cobalt the content of these substances in the gas at the outlet of the reactor was the biggest.

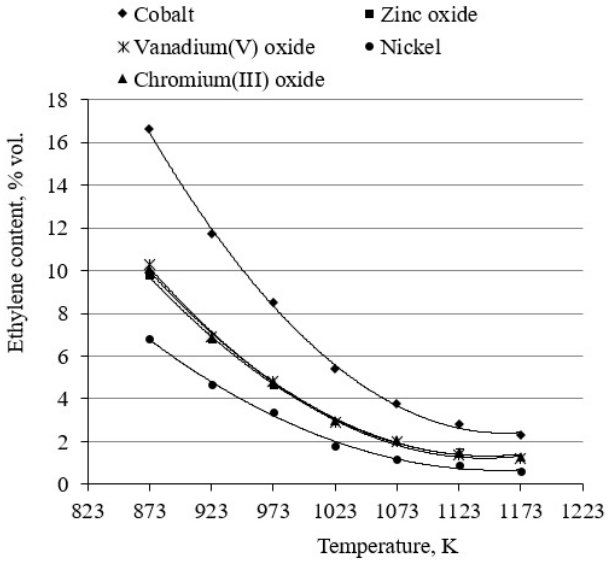

Fig. 5. Dependence of ethylene content on temperature when using different catalysts. Relative error δX does not exceed 5,4 %; confidence probability α is equal 0,96; accuracy of approximation R^2 is not less 0,9962

As results of data processing have shown, when using catalysts ZnO, Cr_2O_3 and V_2O_5 there was an increase of the ethylene content (in comparison with the use of nickel). Moreover, according to efficiency of theirs influence on the change of the content of C_2H_4 these transition metal oxides almost do not differ from each other (figure 5).

The cobalt catalyst showed the greatest selectivity which is aimed at the formation of C_2H_4. Particular growth of the ethylene content, when replacing nickel powder on cobalt powder, occurs at temperatures 1073–1173 K. So, for example, at temperature 1073 K an increase of the content of this olefin was recorded by 3,17 times or by 2,6 percentage point. At temperature 1173 K – an increase was recorded by 3,83 times or by 283,33 % (from 0,6 to 2,3 % vol.).

Next, let's take a closer look the aforementioned change of the ethane content (figure 6).

The content of the second member of the homologous series of alkanes at temperature 1023 K is increased, in comparison with the use of nickel, by 50 % when using ZnO, by 53,57 % when using Cr_2O_3 and by 57,14 % when using V_2O_5. And this content is equal 4,2 % vol., 4,3 % vol. and 4,4 % vol. respectively. At temperature 1123 K the content of C_2H_6 is equal 2,9 % vol. when using zinc oxide (an increase by 52,63 %) and is equal 3 % vol. when using chromium(III) oxide – an increase by 57,89 %. At temperature 1173 K the ethane content has increased by 56,25 % when using catalyst ZnO and by 62,50 % when using chromium(III) oxide or vanadium(V) oxide.

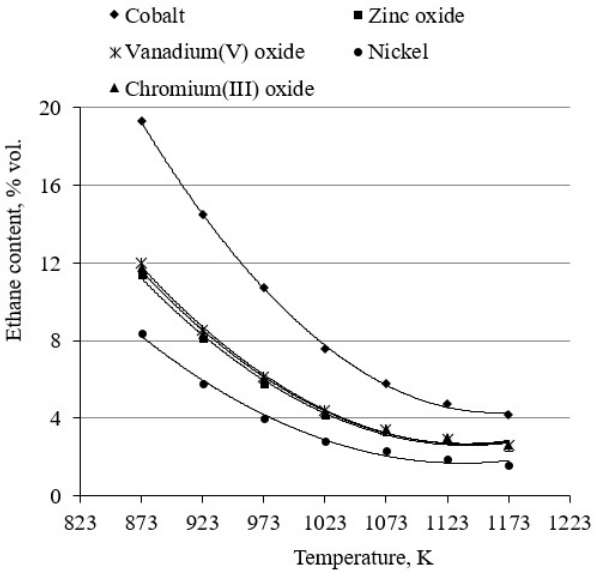

Fig. 6. Dependence of ethane content on temperature when using different catalysts. Relative error δX does not exceed 4,5 %; confidence probability α is equal 0,96; accuracy of approximation R^2 is not less 0,9932

The cobalt catalyst promotes to the increase the content of C_2H_6 by 2,68 times or by 6,7 p.p. at temperature 973 K (in this case the ethane content was 10,7 % vol.). At temperature 1023 K the increase of the ethane content happened in 2,71 times – to 7,6 % vol. Also, a significant increase of the ethane content was recorded at temperature 1173 K – the increase of the content happened by 2,63 times or by 162,50 % (from 1,6 to 4,2 % vol. when using a nickel catalyst).

Conclusions. Summing up the results, we can say, that each of the catalysts, which were used in the study, differently accelerate various chemical reactions, which occur in the process of steam gasification of stone coal. And since, the steam gasification – a process that occurs with a lot of reactions, some of which are target reactions, and some of which are side reactions, that from the choice of catalyst will depend the composition of the resulting gas and the process efficiency.

Laboratory studies have shown, that the use of such catalysts as V_2O_5, Cr_2O_3, and especially ZnO leads to obtaining gas with a relatively high content of carbon dioxide (figure 3), which is undesirable. The cobalt catalyst promotes to the formation of saturated and unsaturated hydrocarbons, namely such substances as C_2H_4 and C_2H_6 (figures 5 and 6). The use of nickel powder as a catalyst promotes to the formation of methane (when using cobalt, the content of CH_4 was the smallest). This is visible from the figure 4. Moreover, the nickel powder was the most effective regarding the obtain of target products – regarding hydrogen and carbon monoxide (figures 1 and 2). Also, when using nickel, it is possible to obtain a synthesis gas with the

functional f, the value of which is favorable for the production of methanol. And at that no need to apply any additional technological operations regarding the change in the composition of the resulting synthesis gas.

References

1. Makarov G. N., Harlampovich G. D. (1986). Chemical technology of solid fossil fuels: Textbook for universities. Moscow: Chemistry, 496 p.
2. Kalechitsa I. V. (1980). Chemical substances from coal. Translated from german. Moscow: Chemistry, 616 p.
3. Fleisch T. H., Sills R. A., Briscoeet M. D. (2002). Emergence of the Gas-to-Liquids Industry: a Review of Global GTL Developments. Journal of Natural Gas Chemistry, V. 11, № 1—2, 14 p.
4. Glikin M. (1996). Aerosol Catalysis // Theoretical Foundations of Chemical Technology, V. 30, № 4, 430—435.
5. Luhovskoi A., Glikin M., Kudryavtsev S., Glikina I. (2017). Obtaining synthesis-gas by the stone coal steam conversion using technology of aerosol nanocatalysis. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, № 6/6 (90), 53—58.

Література

1. Макаров Г. Н. Химическая технология твёрдых горючих ископаемых: Учеб. для вузов / Под ред. Г. Н. Макарова, Г. Д. Харламповича. — М.: Химия, 1986. — 496 с.
2. Калечица И. В. Химические вещества из угля. Пер. с нем. / Под ред. И. В. Калечица — М.: Химия, 1980. — 616 с.
3. Fleisch T. H. Emergence of the Gas-to-Liquids Industry: a Review of Global GTL Developments / Fleisch T. H., Sills R. A., Briscoeet M. D. // Journal of Natural Gas Chemistry. — 2002. — V. 11, № 1—2. — P. 14.
4. Гликин М. А. Аэрозольный катализ // Теоретические основы химической технологии — 1996. — Т. 30, № 4, С. 430—435.
5. Luhovskoi A. Obtaining synthesis-gas by the stone coal steam conversion using technology of aerosol nanocatalysis / A. Luhovskoi, M. Glikin, S. Kudryavtsev, I. Glikina // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017. — № 6/6 (90). — С. 53—58.

Луговської А. І., Глікін М. А., Кудрявцев С. О., Глікіна І. М. Дослідження впливу каталітичного ефекту перехідних металів і їх оксидів на процес парової газифікації кам'яного вугілля

Продовжується дослідження процесу парової газифікації кам'яного вугілля в умовах технології аерозольного нанокаталізу (AnC). Особливістю даного процесу є утворення і активація наночастинок каталізатора, що реалізується за допомогою обертання реактора. Досліджено вплив найбільш широко використовуваних каталізаторів газифікації вугілля на склад синтез-газу в умовах технології AnC. Наведено обґрунтування вибору каталізатора для одержання синтез-газу того чи іншого складу. Розглянута можливість отримання синтез-газу, склад якого сприятливий для виробництва метанолу.

Ключові слова: *аерозольний нанокаталіз, парова газифікація, синтез-газ, кам'яне вугілля.*

Луговской А. И., Гликин М. А., Кудрявцев С. А., Гликина И. М. Исследование влияния каталитического эффекта переходных металлов и их оксидов на процесс паровой газификации каменного угля

Продолжается исследование процесса паровой газификации каменного угля. Процесс исследовался в условиях технологии аэрозольного нанокатализа (AnC). Особенностью изучаемого процесса является образование и активация наночастиц катализатора, что реализуется посредством вращения реактора. Исследовано влияние катализаторов на состав синтез-газа в условиях технологии AnC. Для этого были взяты катализаторы, которые наиболее широко используются в процессах газификации угля. Приведено обоснование выбора катализатора для получения синтез-газа требуемого состава. Рассмотрена возможность получения синтез-газа, состав которого соответствует требованиям для производства метанола.

Ключевые слова: *аэрозольный нанокатализ, паровая газификация, синтез-газ, каменный уголь.*

Луговській Артур Ігорович – аспірант кафедри Хімічної інженерії та екології, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Сєвєродонецьк, Україна; e-mail: artur.lugovskoi@i.ua

Глікін Марат Аронович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри Хімічної інженерії та екології, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Сєвєродонецьк, Україна; e-mail: maratglik@rambler.ru

Кудрявцев Сергій Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інженерії, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Сєвєродонецьк, Україна; e-mail: sergeykudryavtsevsnu@gmail.com

Глікіна Ірина Маратівна – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри Хімічної інженерії та екології, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Сєвєродонецьк, Україна; e-mail: irene555@i.ua

Стаття подана 10.05.2019.