

УДК 661.715.4

**Вплив кавітації на процес ріднофазного окиснення етилбензолу/ Реутський В. В., Старчевський В. Л. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. – № 68 (974). – С. 168-173. – Бібліогр.: 4 назв.**

Проведены исследования влияния кавитации на процесс каталитического окисления этилбензола в присутствии промышленных катализаторов и бинарных каталитических систем на их основе.

**Ключевые слова:** окисление, кавитация, ультразвук, этилбензол, бинарные каталитические системы.

Researches of influence of cavitation on liquidphase catalytic oxidation of ethylbenzene in the presence of industrial catalysts and binary catalytic systems based on them were conducted.

**Keywords:** oxidation, cavitation, ultrasound, ethylbenzene, binary catalytic systems.

УДК 661.715.1 : 542.927

**М. А. ГЛИКИН**, д-р техн. наук, проф., зав.каф., Технологический институт ВНУ им. В. Даля, Северодонецк;

**С. А. КУДРЯВЦЕВ**, канд. техн. наук, доц., Технологический институт ВНУ им. В. Даля, Северодонецк;

**С. М. МАХММОД**, соискатель, Технологический институт ВНУ им. В. Даля, Северодонецк;

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ АЭРОЗОЛЬНОГО НАНОКАТАЛИЗА К ПРОЦЕССУ ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ УГЛЕВОДОРОДОВ C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>**

Рассмотрена возможность проведения паровой конверсии углеводородов (пропан и бутан) аэрозольным нанокатализом AnC. Приведены данные экспериментальных исследований и сравнение технико-экономических показателей существующих технологий и разрабатываемого процесса.

**Ключевые слова:** конверсия, аэрозольный нанокатализ, технология.

#### **Введение**

Процессы на основе синтез-газа широко распространены в технологии основного органического и неорганического синтеза. Поэтому, получение газового сырья для синтеза метанола во многом сходно с процессами получения технологического газа для таких производств, как синтез аммиака, бутанола, высших спиртов, бензинов, парафинов и т. д. [1]

Технологии производства синтез-газа каталитической паровой конверсией углеводородов имеют следующие узкие места: 1) трудность обеспечения равномерного температурного режима по зерну катализатора, что приводит к неодинаковости скорости химических превращений и к неэффективному использованию всего количества катализатора; 2) сложность и металлоемкость конструкций печей каталитической конверсии, вызванная необходимостью быстрого и равномерного подвода тепла к катализатору; 3) чувствительность гетерогенного никелевого катализатора к загрязнению соединениями серы, что требует больших затрат на очистку ПГ и др.

Возможным решением этой проблемы станет использование технологии аэрозольного нанокатализа [2]. Аэрозольный нанокатализ обеспечивает получение *in situ* суперактивного катализатора благодаря отсутствию носителя и постоянной механохимической активации поверхности каталитически активных частиц. Экспериментально показано, что технология аэрозольного нанокатализа в виброоживленном слое каталитической системы AnCVB позволяет снизить время пребывания сырья в реакционной зоне, температуру, повысить селективность и скорость реакции, уменьшить количество катализатора по сравнению с традиционным катализом на носителе в 10<sup>5</sup>-10<sup>6</sup> раз (в расчете на массу катализатора) [2].

© М. А. ГЛИКИН, С. А. КУДРЯВЦЕВ, С. М. МАХММОД, 2012

## Цель работы

Целью работы является исследование процесса паровой конверсии углеводородов  $C_3$ - $C_4$  аэрозольным нанокатализом и сравнение полученных результатов с данными промышленных производств

## Методика экспериментов

Схема лабораторной безградиентной установки для исследования паровой конверсии пропана и бутана аэрозольным нанокатализом в виброожиженном слое представлена

Реактор 3 представляет собой цилиндрический аппарат, работающий в режиме, близком к идеальному смешению. Реактор совершает возвратно-поступательные движения в вертикальной плоскости в электропечи 2. Частоту колебаний реактора можно варьировать в диапазоне от 2 до 11 Гц. Реактор имеет патрубки для ввода сырья, вывода продуктов конверсии, а также карман для термопары 11, соединенной с блоком управления 1. Внутри реактора помещается каталитическая система, состоящая из диспергирующего материала (стеклянные шарики диаметром 1-1,2 мм) и каталитически активного компонента с начальными размерами частиц до 200 мкм. на рис. 1.

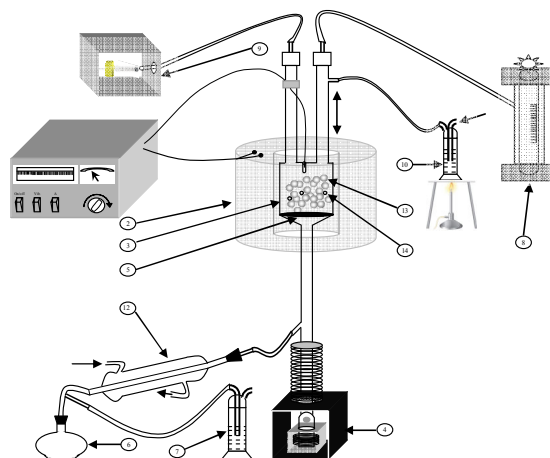


Рис. 1 - Экспериментальная установка аэрозольного нанокатализа в виброожиженном слое: 1 – блок управления; 2 – электропечь; 3 – реактор; 4 – виброустройство; 5 – металловолоочный фильтр; 6 – приемник конденсата; 7 – барботер; 8 – ротаметр; 9 – дозатор воды; 10 – испаритель; 11 – термопара; 12 – холодильник; 13 – диспергирующий материал; 14 – катализатор

В ходе научно-исследовательской работы были проведены эксперименты для определения оптимальных условий процесса паровой конверсии углеводородов  $C_3$ - $C_4$  аэрозольным нанокатализом в реакторе объемом  $42 \text{ см}^3$ . Использовали катализатор  $NiO$  (его концентрация составляла  $2,38 \text{ г/м}^3$  реакционного объема). Известно, что реакции конверсии углеводородов ускоряются лишь металлическим никелем, поэтому перед началом эксперимента оксиды никеля или других его соединений должны быть предварительно восстановлены до металлической формы [3].

## Обсуждение результатов

По полученным экспериментальным данным построим графики зависимости выхода  $H_2$ ,  $CO_2$  и  $CO$ , а также степень превращения пропана от температуры (рис. 2 и рис. 3).

Из приведенных графиков видно, что с ростом температуры и выход синтез-газа, и степень превращения пропана возрастают, что подтверждается термодинамическими расчетами. Температура эффективного процесса конверсии фракции  $C_3$ - $C_4$  в условиях аэрозольного нанокатализа на  $150^\circ\text{C}$  ниже, чем на гетерогенном катализаторе.

Состав газообразных продуктов показывает преимущественное протекание реакций с конверсией монооксида углерода до диоксида с получением дополнительного количества водорода. Это делает процесс конверсии углеводородов аэрозольным нанокатализом наиболее эффективным для процессов получения именно водорода (производство аммиака, гидроочистка и т.п.).

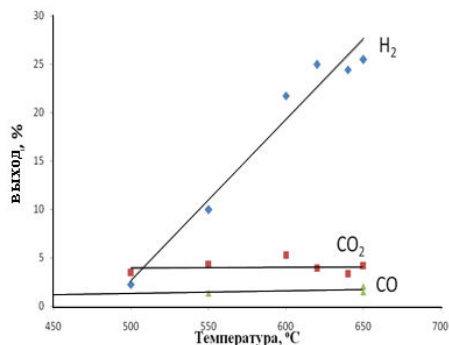


Рис. 2 - Изменение состава синтез-газа от температуры для процесса конверсии углеводородов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> аэрозольным нанокатализом

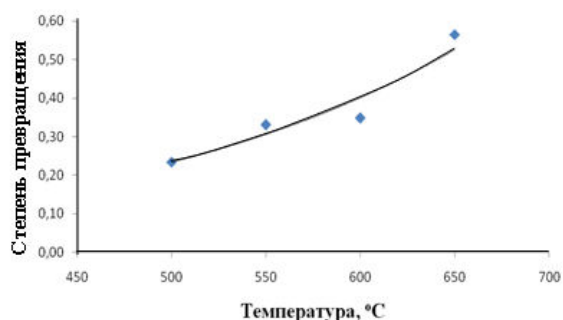


Рис. 3 - Изменение степени превращения сырья от температуры для процесса конверсии углеводородов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> аэрозольным нанокатализом

На базе всех выполненных расчетов проведено сравнение промышленной печи паровой конверсии природного газа с предлагаемым реактором аэрозольного нанокатализа. Сравнительные данные приведены в таблице.

Таблица - Сравнительная характеристика промышленной и предлагаемой технологии паровой конверсии природного газа

параметры	процесс		
	термический	промышленный каталитический	предлагаемый AnC
T, °C	1350-1400	850	До 727
P, МПа	2-3	1,5-3	2,5
H <sub>2</sub> O:C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	~2,6	3,7	6
E <sub>A</sub> , кДж/моль		272	172
Kat		NiO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO (AnCVB)
аппаратурное оформление		трубчатая печь	Реактор ВЗШ AnC
Габариты, м		26,12x21,56x19,2	3x3x4
H, м		19,2	3
количество труб		496	65
d <sub>тр</sub> , м		0,106	0,2
l, м		12,2	4
V <sub>p</sub> , м <sup>3</sup>		55	36
V <sub>кат</sub> , м <sup>3</sup>		55	6,4·10 <sup>-5</sup>
m <sub>кат</sub> , кг		82500	0,08568
Нагрузка катализатор, $\frac{кг_{сырья}}{кг_{кат} / год}$	В данном интервале температур процесс не реализован в промышленности	0,22	2768670,53
производительность реакционного объема, $\frac{V_{сырья}}{V_{реактора}}$		1363,6	7603,69

Преимуществами предложенной технологии AnC применительно к паровой конверсии метана по сравнению с промышленной стали: снижение температуры процесса, расходы водяного пара, энергии активации, массы катализатора (в почти  $9 \cdot 10^5$  раз), объема реактора ~ в 1,5 раза, нагрузка на катализатор в 1,5 млн. раз, производительности реакционного объема почти в 6 раза, упрощения аппаратного оформления.

**Выводы.** Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что процесс паровой конверсии углеводородов  $C_3-C_4$  по технологии аэрозольного нанокатализа является практически осуществимым и перспективным.

Показан ряд преимуществ предлагаемой технологии над существующими, что уже на данном этапе исследований позволяет значительно снизить капитальные затраты при промышленной реализации процесса. Эффективная механоактивация катализатора, его измельчение и предотвращения коагуляции осуществляется в активаторе согласно принципов аэрозольного нанокатализа. Получаемый конвертируемый газ предлагается направлять на синтез аммиака или на процессы гидрирования.

**Список литературы:** 1. *Караваев М. М. и др.* Технология синтетического метанола. – М.: Химия, 1984. – 240 с. 2. Гетерогенный катализ на пористой структуре и в аэрозоле / *М. А. Гликин, Д. А. Кутакова, Е. М. Принь (и др.)* // Катализ и нефтехимия. – 2000. – № 5 - 6. 3. *Анохин В. Н., Дерюжкина В. И., Перегудов В. А., Меньшов В. Н.,* - В кн.: Научные основы каталитической конверсии углеводородов. К., 1977, с. 63-83.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 661.715.1 : 542.927

**Применение технологии аэрозольного нанокатализа к процессу паровой конверсии углеводородов  $C_3-C_4$  / Гликин М. А., Кудрявцев С. А., Махмод С. М. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 173-176. – Бібліогр.: 3 назв.**

Розглянуто можливість проведення парової конверсії вуглеводнів (пропан та бутан) аерозольним нанокатализом AnC. Наведені дані експериментальних досліджень та порівняння техніко-економічних показників промислових технологій та процесу, що розробляється.

**Ключові слова:** конверсія, аерозольний нанокатализ, технологія.

The considered possibility for conducting of steam conversion of hydrocarbons ( propane & butane).by using of aerosol nanocatalysis AnC. The given results of the experimental researches and a comparison of the technical economic indicators of the exciting technology and of the developed process.

**Keywords:** conversion, aerosol nanocatalysis, technology.

УДК 678:67.08:544.4

**З. Я. ГНАТІВ**, аспірант, НУ «Львівська політехніка»;

**І. Є. НИКУЛИШИН**, канд. техн. наук, доц., НУ «Львівська політехніка»;

**З. Г. ПІХ**, д-р хім. наук, проф., зав.каф., НУ «Львівська політехніка»;

**А. М. РИПКА**, канд. техн. наук, н. с. , НУ «Львівська політехніка»;

**Т. О. ВОРОНЧАК**, аспірант, НУ «Львівська політехніка»

### **ОДЕРЖАННЯ ТЕМНИХ НАФТОПОЛІМЕРНИХ СМОЛ КАТАЛІТИЧНОЮ СПІВПОЛІМЕРИЗАЦІЄЮ ВАЖКОЇ СМОЛИ ПІРОЛІЗУ З ФРАКЦІЄЮ $C_9$ ПРОДУКТІВ ПІРОЛІЗУ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА**

Досліджено процес каталітичної співполімеризації важкої смоли піролізу з фракцією  $C_9$  продуктів піролізу дизельного палива з отриманням темних нафтополімерних смол (ТНПС). Отримано залежності властивостей ТНПС від умов проведення реакції, встановлено оптимальні умови процесу.

**Ключові слова:** важка смола піролізу,  $C_9$  фракція, каталітична співполімеризація.

#### **Вступ**

При піролізі низькооктанових бензинів і дизельного палива з метою отримання етилену і пропілену на виробництвах в значній кількості утворюється важка смола піролізу (ВСП), що на сьогодні не знаходить кваліфікованого застосування. [1] Важка смола піролізу характеризується складним хімічним складом, наявністю великої кількості високо- і близькокиплячих конденсованих ароматичних вуглеводнів з алкільними замісниками, термічно нестійких олігомерів ароматичного характеру; це суміш

© З. Я. ГНАТІВ, І. Є. НИКУЛИШИН, З. Г. ПІХ, А. М. РИПКА, Т. О. ВОРОНЧАК, 2012