

ISSN 2224-5286

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ  
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES  
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

**2 (410)**

**НАУРЫЗ – СӘУІР 2015 ж.  
МАРТ – АПРЕЛЬ 2015 г.  
MARCH – APRIL 2015**

**1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947**

**ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR**

**АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK**

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі  
**М. Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы :

хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғазалиев А.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғожин Е.Е.** (бас редактордың орынбасары); хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пірәлиев К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Башов А.Б.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүркітбаев М.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жүсіпбеков У.Ж.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Итжанова Х.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Молдахметов М.З.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахымов К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәшімов Л.Т.**; хим. ғ. докторы, проф. **Мансұров З.А.**; техн. ғ. докторы, проф. **Наурызбаев М.К.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і :

Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Агабеков В.Е.** (Беларусь); Украинаның ҰҒА академигі **Волков С.В.** (Украина); Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Жоробекова Ш.Ж.** (Қырғызстан); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Манташян А.А.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Туртэ К.** (Молдова); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Фарзалиев В.** (Әзірбайжан); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Халиков Д.Х.** (Тәжікстан); хим. ғ. докторы, проф. **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы); философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **Е.Е. Ергожин** (заместитель главного редактора); доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **К.Д. Пралиев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Б. Баешов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.М. Буркитбаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.Ж. Джусипбеков**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.И. Итжанова**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.З. Мулдахметов**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Д. Рахимов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Л.Т. Ташимов**; доктор хим. наук, проф. **З.А. Мансуров**; доктор техн. наук, проф. **М.К. Наурызбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Республики Беларусь **В.Е. Агабеков** (Беларусь); академик НАН Украины **С.В. Волков** (Украина); академик НАН Кыргызской Республики **Ш.Ж. Жоробекова** (Кыргызстан); академик НАН Республики Армения **А.А. Манташян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **К. Туртэ** (Молдова); академик НАН Азербайджанской Республики **В. Фарзалиев** (Азербайджан); академик НАН Республики Таджикистан **Д.Х. Халиков** (Таджикистан); доктор хим. наук, проф. **В.Н. Нараев** (Россия); доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания); доктор хим. наук, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

**«Известия НАН РК. Серия химии и технологии». ISSN 2224-5286**

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://наука-нанрк.kz / chemistry-technology.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,  
Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,  
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

**M. Zh. Zhurinov,**  
academician of NAS RK

Editorial board:

**S.M. Adekenov**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Ye.Ye. Yergozhin**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **K.D. Praliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.B. Bayeshov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.M. Burkibayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.Zh. Zhusipbekov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Kh.I. Itzhanova**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Z. Muldakhmetov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.D. Rakhimov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **L.T. Tashimov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.A. Mansurov**, dr. chem. sc., prof.; **M.K. Nauryzbayev**, dr. eng. sc., prof.

Editorial staff:

**V.Ye. Agabekov**, NAS Belarus academician (Belarus); **S.V. Volkov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **Sh.Zh. Zhorobekov**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **A.A. Mantashyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **K. Turte**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Farzaliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **D.Kh. Khalikov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **V.N. Narayev**, dr. chem. sc., prof. (Russia); **Pauline Prokopovich**, dr. phylos., prof. (UK); **Marek Sikorski**, dr. chem. sc., prof. (Poland)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.**  
**ISSN 2224-5286**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky  
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,  
e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 410 (2015), 18 – 22

## OXIDATIVE CONVERSION OF METHANE INTO C<sub>2</sub> HYDROCARBONS

**D. B. Abdukhalykov, S. A. Tungatarova, Z. T. Zheksenbaeva,  
T. S. Baizhumanova, K. Kassymkhan, M. Zhumabek, E. Shaizada**

«KazCatTech Damu» LLD, D. V. Sokolsky Institute of Organic Catalyst and Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: baizhuma@mail.ru

**Keywords:** methane, ethylene, catalytic oxidation, catalysts, carrier, steam-oxygen conversion of methane.

**Abstract.** Results of studies of low-percentage catalysts based on K, Mn, Li supported on synthetic carriers and natural zeolite at study of their activity in the oxidation of methane to ethylene are presented in the paper. The research activity of the bimetallic catalyst composition applied to the support of ZSM-5 + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlSi and natural zeolite in the oxidation reaction and the SOC (steam-oxygen conversion) methane. It was established that the most active compound in the oxidation of methane in the reaction mixture by adding water vapor and relatively high reaction temperature of 7000 C is 5% K-Mn catalyst supported on natural zeolite.

УДК 542.943;553.98

## ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ КОНВЕРСИЯ МЕТАНА В C<sub>2</sub> УГЛЕВОДОРОДЫ

**Д. Б. Абдухалыков, С. А. Тунгатарова, З. Т. Жексенбаева,  
Т. С. Байжуманова, К. Касымхан, М. Жумабек, Е. Шайзада**

ТОО «KazCatTech Damu», АО Институт органического катализа и электрохимия им. Д. В. Сокольского,  
Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** метан, этилен, каталитическое окисление, катализатор, носитель, парокислородная конверсия метана.

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследований низкопроцентных катализаторов на основе K, Mn, Li нанесенных на синтетические носители и природный цеолит с изучением их активности в процессах окисления метана для получения этилена. Проведено исследование активности биметаллических составов катализаторов нанесенных на носители ZSM-5+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlSi и природный цеолит в реакции окисления и ПКК (парокислородная конверсия) метана. Установлено, что наиболее активным составом в реакции окисления метана с добавлением в реакционную смесь паров воды и относительно не высокой температуре реакции 700<sup>0</sup>С является 5%K-Mn катализатор, нанесенный на природный цеолит.

Каталитическая переработка природного газа в компоненты моторных топлив, в сырье для нефтехимии и органического синтеза уже более 20 лет является предметом интенсивных исследований, побуждаемых проблемой снижения ресурсов углеводородного сырья нефтяного происхождения [1]. Особый интерес в этом отношении имеет процесс окислительной демиризации метана, который позволяет получать углеводороды C<sub>2</sub>, преимущественно этилен, с выходом до 25 мас. %. Для стран (Россия, Казахстан и т.д.), имеющих большие запасы дешевого природного газа, практическая реализация данного процесса сегодня представляется экономически оправданной.

В работе [2] описано получение этана и этилена из метана при поочередном напуске метана и воздуха на оксиды металлов переменной валентности, нанесенные на Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в количестве 5-10%. Катализаторы MnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и CdO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при температуре 800<sup>0</sup>С обеспечивали 10-11%-ную

конверсию метана при селективности 40-45%. Аналогичные процессы разрабатывались фирмами «Atlantic Richfield Co.» [3, 4]. Катализаторами служили оксиды, способные аккумулировать кислород, например, оксиды празеодима, тербия и церия [5]. Возможность проведения реакции окислительной димеризации метана в непрерывном режиме впервые была реализована с использованием катализаторов 34%PbO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [6], 3-7%Li<sub>2</sub>O/MgO [7], оксидов РЗЭ [8].

Цель настоящего исследования состоит в экспериментальном определении оптимального состава катализатора селективно ведущего реакцию в сторону образования этилена в процессе окисления метана.

### Экспериментальная часть

Были приготовлены и испытаны биметаллические полиоксидные катализаторы, нанесенные на различные носители. Активная фаза катализаторов (5%) наносилась на носители: ZSM-5+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlSi и природный цеолит (ВКГ), которые были предварительно просушены при температуре 300<sup>0</sup>С в течение 2 часов, прокалены при 450<sup>0</sup>С в течение 3 часов, затем была определена их влагоемкость. Далее приготовлены биметаллические образцы Mn содержащих катализаторов. В качестве второго компонента использованы добавки солей металлов Li и K. В случае биметаллических катализаторов активная фаза наносилась методом совместной пропитки. Данные составы катализаторов испытаны в процессе кислородной и парокислородной конверсии (ПКК) метана в этилен.

### Результаты и их обсуждение

Нами исследована активность катализатора состава 5%Li+Mn/ZSM-5+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в кислородной и ПКК метана в интервале температур 750–850<sup>0</sup>С и объемной скорости (V) 3900-10000ч<sup>-1</sup> при соотношении CH<sub>4</sub>:O<sub>2</sub> = 2:1 и 2,5:1. На рисунке 1 приведены данные влияния объемной скорости реакции на каталитические характеристики катализатора при температуре реакции равной 800<sup>0</sup>С и CH<sub>4</sub>:O<sub>2</sub> = 2:1. С увеличением W реакции идет повышение выхода целевого продукта и конверсии метана с максимумом при 6500 ч<sup>-1</sup>, при данной скорости конверсия метана достигает значения 44%, выход этилена 11,8 %. Следует отметить, что с увеличением V от 3900 до 8000 ч<sup>-1</sup> идет смещение оптимальной температуры реакции от 800 до 850<sup>0</sup>С, так при V = 6500 ч<sup>-1</sup> наблюдается образование 14% этилена при температуре реакции 825<sup>0</sup>С, при 8000 ч<sup>-1</sup> наибольший выход целевого продукта 12% при T = 850<sup>0</sup>С. При объемной скорости равной 10000 ч<sup>-1</sup> наблюдается наибольший выход этилена 13% при температуре реакции 750<sup>0</sup>С.

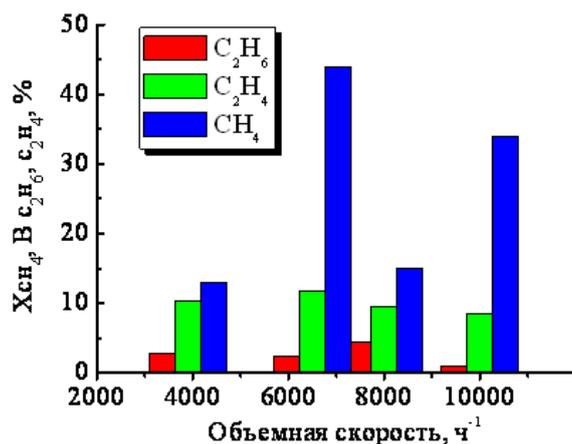


Рисунок 1 – Влияние объемной скорости реакции на активность 5% Li+Mn/ZSM-5+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализатора в реакции окисления метана при 800<sup>0</sup>С

Далее было исследовано влияние паров воды на направление реакции окисления метана при соотношении CH<sub>4</sub>:O<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>O = 2:1:2 также в интервале температур 750–850<sup>0</sup>С и изменении V от 3900 до 10 000 ч<sup>-1</sup>. Определено, что с добавлением паров воды наблюдаются наиболее максимальные значения выхода этилена при более высоких температурах реакции. Наибольший выход этилена 17% наблюдается при объемной скорости реакции 6500 ч<sup>-1</sup> и температуре реакции 850<sup>0</sup>С. Также

как и в реакции кислородной конверсии метана, без добавок воды в реакционную смесь, при  $10\ 000\ \text{ч}^{-1}$  наибольший выход этилена 14% приходится на температуру  $750^\circ\text{C}$ .

Далее было исследовано влияние увеличения концентрации метана в исходной реакционной смеси на процесс кислородной и ПКК метана.

На рисунке 2 представлены сравнительные данные результатов реакции кислородной конверсии метана с разным соотношением метана в исходной смеси  $\text{CH}_4:\text{O}_2 = 2:1$  и  $2,5:1$ , при условиях:  $V = 6500\ \text{ч}^{-1}$ ,  $T_p = 750\text{--}850^\circ\text{C}$ . Полученные данные показывают, что с увеличением количества метана в исходной смеси понижается выход этилена при  $T_p = 825^\circ\text{C}$  с 14 до 10%.

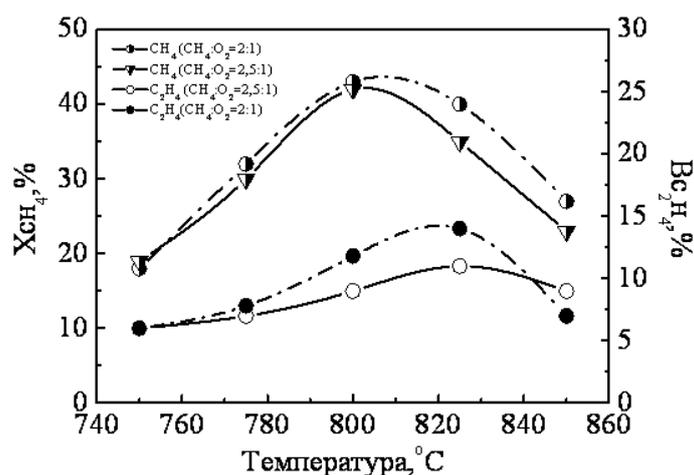


Рисунок 2 – Влияние температуры реакции на активность 5% Li+Mn/ZSM-5+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализатора

Однако идет некоторое улучшение при объемной скорости  $10\ 000\ \text{ч}^{-1}$  при температуре  $800^\circ\text{C}$  при  $\text{CH}_4:\text{O}_2 = 2,5:1$  выход увеличивается от 8 до 10,2 % по сравнению с  $\text{CH}_4:\text{O}_2 = 2:1$ . Также изучено влияние добавок воды в исходную смесь  $\text{CH}_4:\text{O}_2 = 2,5:1$  на активность катализатора и направление реакции. Установлено, что характер влияния объемной скорости не изменяется и наиболее высокие значения выхода этилена (15%) также наблюдается при  $V = 6500\ \text{ч}^{-1}$ .

Известно, что использование в качестве носителей для катализаторов цеолитов казахстанского содержания по своим каталитическим свойствам не уступают синтетическим, а также их использование дает возможность удешевить стоимость разрабатываемых катализаторов на порядок по сравнению с использованием синтетических носителей, которые необходимо приобретать как минимум в соседних государствах, так как в Казахстане их производство отсутствует.

Так нами был изучен процесс ПКК метана при условиях:  $\text{CH}_4 : \text{O}_2 = 2 : 1$ ,  $\text{CH}_4 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1$ ,  $V = 6500\ \text{ч}^{-1}$  на 5%K-Mn катализаторе нанесенного на ВКГ. Как видно из рисунка 4 с увеличением температуры выход этилена и водорода повышается. Этан образуется в количестве 2,0% при температуре  $650^\circ\text{C}$  и с повышением температуры уменьшается до 1,5% и ниже. Выход этилена повышается с ростом температуры от 7,4% при  $650^\circ\text{C}$  до 15,4% при  $700^\circ\text{C}$  и понижается постепенно до 11,4% при температуре  $775^\circ\text{C}$ . Количество водорода образующегося в ходе реакции повышается от 2,8% при  $650^\circ\text{C}$  до 52% при температуре  $775^\circ\text{C}$ .

Таким образом, для образования водорода (52%) оптимальной температурой является  $775^\circ\text{C}$  и выше, а для этилена (15,4%)  $700^\circ\text{C}$ . В сравнении с ранее полученными данными: при испытании активности 5%K-Mn катализатора нанесенного на синтетический носитель AISi где при относительно не высокой температуре реакции  $750^\circ\text{C}$  в реакционной смеси наблюдалось образование 4,4% этана и 17,6% этилена, видно, что при нанесении активной фазы катализатора на природный цеолит ВКГ выход основного продукта реакции ПКК метана – этилена достигает сравнимо такого же показателя ~16% с одновременным понижением температуры реакции на  $50^\circ\text{C}$ .

Далее данный состав катализатора был испытан в процессе ПКК метана при условиях:  $\text{CH}_4 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1$ ,  $V = 6500\ \text{ч}^{-1}$  на 5%K-Mn/ВКГ при изменении соотношения  $\text{CH}_4 : \text{O}_2$  до  $2,5 : 1,0$ . Как видно из рисунка 5 как и в предыдущих условиях проведения реакции с ростом температуры

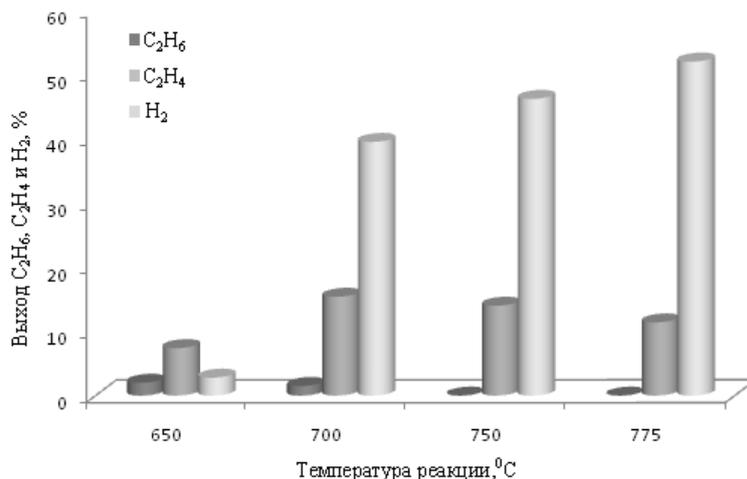


Рисунок 4 – Влияние температуры реакции на активность 5%К-Мn/ВКГ катализатора в реакции ПКК метана при  $\text{CH}_4 : \text{O}_2 = 2 : 1$

выход этилена и водорода повышается. Этан образуется в количестве 4,0% при температуре 600<sup>0</sup>С и с повышением температуры постепенно уменьшается до 1,6%. Выход этилена повышается с ростом температуры от 4,3% при 600<sup>0</sup>С до 16,9% при 700<sup>0</sup>С и понижается постепенно до 15,3% при температуре 750<sup>0</sup>С. Количество водорода образующегося в ходе реакции повышается от 1,07% при 600<sup>0</sup>С до 29,6% при температуре 750<sup>0</sup>С.

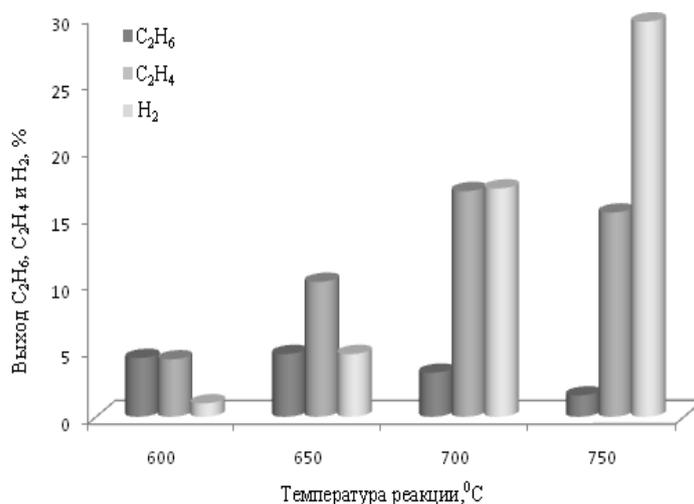


Рисунок 5 – Влияние температуры реакции на активность 5%К-Мn/ВКГ катализатора в реакции ПКК метана при  $\text{CH}_4 : \text{O}_2 = 2,5 : 1$

При проведении реакции ПКК метана на разработанных катализаторах вне зависимости от изменения соотношения метана и кислорода в реакционной смеси с увеличением температуры наблюдается повышение количества этилена, которое достигает определенного максимума и снова идет на спад, образование водорода только увеличивается с ростом температуры. Для образования этилена оптимальной температурой в обоих случаях является  $T = 700^{\circ}\text{C}$ . Но при соотношении  $\text{CH}_4 : \text{O}_2 = 2,5 : 1,0$  количества этилена увеличивается до 16,9%.

Таким образом, проведено исследование активности биметаллических составов катализаторов нанесенных на носители ZSM-5+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AISI и природный цеолит ВКГ в реакции окисления и ПКК метана. Исследование активности 5% Li+Mn/ZSM-5+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализатора в реакции окисления метана показало образование 14% этилена при температуре реакции 825<sup>0</sup>С. При испытании данного состава катализатора в ПКК метана наибольший выход этилена 17% наблюдался при температуре реакции 850<sup>0</sup>С. Исследование активности 5%К-Мn катализатора нанесенного на AISi

в реакции окисления метана показало, что в реакционной смеси образуется 4,4% этана и 17,6% этилена при температуре реакции 750<sup>0</sup>С. Нанесение данной активной фазы катализатора на природный цеолит и исследование активности в реакции ПКК метана показало выход этилена (15,4%) при 700<sup>0</sup>С. Изменение соотношения CH<sub>4</sub> : O<sub>2</sub> до 2,5 : 1 в реакции ПКК метана привело к увеличению количества этилена до 16,9%. Наиболее активным составом в реакции окисления метана с добавлением в реакционную смесь паров воды и относительно не высокой температуре реакции 700<sup>0</sup>С является 5%К-Мп катализатор, нанесенный на природный цеолит.

*Настоящая публикация осуществлена в рамках Подпроекта №290 «Каталитическая конверсия легких алканов до промышленно значимых продуктов», финансируемого в рамках Проекта Коммерциализации Технологий, поддерживаемого Всемирным Банком и Правительством Республики Казахстан.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Крылов О.В., Арутюнов В.С. Окислительные превращения метана. – М.: Наука, 1998. – 361с.  
[2] Keller G.F., Bhasin M.M. Synthesis of ethylene via oxidative coupling of methane // Journal of Catalysis. – 1982. – N 1. – P. 9-19.  
[3] Sofranko J.A., Leonard J.L., Jones C.A. The oxidative conversion of Methane to higher hydrocarbons over alkali-promoted Mn-SiO<sub>2</sub> // Journal of Catalysis. – 1987. – N 2. – P. 302-310.  
[4] Lane G.S., Wolf E.E. Methane utilization by oxidative coupling : I. A study of reactions in the gas phase during the cofeeding of methane and oxygen // Journal of Catalysis. – 1988. – N 1. – P. 144-163.  
[5] Gucci L., Van Saten R. A., Sarma K.V. Low- temperature coupling of methane // Catal. Rev. Sci. Eng. – 1996. – N 2. – P. 249-296.  
[6] Jesus Manuel Garcia-Vargas, Jose' Luis Valverde, Antonio de Lucas-Consuegr. Methane tri-reforming over a Ni/b-SiC-based catalyst: Optimizing the feedstock composition // International journal of Hydrogen Energy. – 2013. – Vol. 38. – P. 4524-4532.  
[7] Shigarov A.B. and Kirillov V. A.. Modeling of Membrane Reactor for Steam Methane Reforming: From Granular to Structured Catalysts // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2012. – Vol. 46, N 2. – P. 97-107.  
[8] Patcharavorachot Y., Wasuleewan M., Assabumrungrat S. and Arpornwichanop A. Analysis of Hydrogen Production from Methane Autothermal Reformer With a Dual Catalyst Bed Configuration // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2012. – Vol. 46. N 6. – P. 658-665.

#### REFERENCES

- [1] Krylov O.V., Aritunov V.S. Oxidative conversion of methane. M.: Nauka, 1998, 361 p. (in Russ.).  
[2] Keller G.F., Bhasin M.M. Synthesis of ethylene via oxidative coupling of methane. Journal of Catalysis., 1982, 1, 9-19.  
[3] Sofranko J.A., Leonard J.L., Jones C.A. The oxidative conversion of Methane to higher hydrocarbons over alkali-promoted Mn-SiO<sub>2</sub>. Journal of Catalysis., 1987, 2, 302-310.  
[4] Lane G.S., Wolf E.E. Methane utilization by oxidative coupling : I. A study of reactions in the gas phase during the cofeeding of methane and oxygen. Journal of Catalysis., 1988, 1, 144-163.  
[5] Gucci L., Van Saten R. A., Sarma K.V. Low- temperature coupling of methane. Catal. Rev. Sci. Eng., 1996, 2, 249-296.  
[6] Jesus Manuel Garcia-Vargas, Jose' Luis Valverde, Antonio de Lucas-Consuegr. Methane tri-reforming over a Ni/b-SiC-based catalyst: Optimizing the feedstock composition. International journal of Hydrogen Energy., 2013, 38, 4524-4532.  
[7] Shigarov A.B. and Kirillov V. A. Modeling of Membrane Reactor for Steam Methane Reforming: From Granular to Structured Catalysts. Theoretical Foundations of Chemical Engineering., 2012, 46, 2, 97-107.  
[8] Patcharavorachot Y., Wasuleewan M., Assabumrungrat S. and Arpornwichanop A. Analysis of Hydrogen Production from Methane Autothermal Reformer With a Dual Catalyst Bed Configuration. Theoretical Foundations of Chemical Engineering., 2012, 46, 6, 658-665.

#### МЕТАНЫҢ С<sub>2</sub> КӨМІРСУТЕКТЕРІНЕ ТОТЫҒУ КОНВЕРСИЯСЫ

Д. Б. Абдухалықов, С. А. Тунғатарова, З. Т. Жексенбаева,  
Т. С. Байжұманова, К. Қасымхан, М. Жұмабек, Е. Шайзада

«KazCatTech Damu» ЖШС,

«Д. В. Сокольский атындағы органикалық катализ және электрохимия институты», Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** метан, этилен, катализдік тотығу, катализатор, тасымалдағыш, метанның булы оттекті тотығуы.

**Аннотация.** Жұмыста табиғи және синтетикалық цеолит тасымалдағышына отырғызылған К, Мп, Li негізіндегі төмен пайызды катализаторлардан этилен алу үшін метанның тотығу процесінде олардың активтілігін зерттеу нәтижелері келтірілген. Метанның тотығу және БОК (булы оттекті конверсия) реакцияларына арналған ZSM-5+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlSi және табиғи цеолит тасымалдағыштарына отырғызылған биметалды катализатор құрамдарының активтіліктеріне зерттеу жүргізілді. Реакциялық қоспаға су буын қосумен және реакцияның біршама аз 700<sup>0</sup>С температурасында жүргізілген метанның тотығу реакциясында ең активті құрама болып, табиғи цеолитке отырғызылған 5 % К-Мп катализаторы табылды.

Поступила 03.04.2015г.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)  
[chemistry-technology.kz](http://chemistry-technology.kz)

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 07.03.2015.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
8,25 п.л. Тираж 300. Заказ 2.

---

*Национальная академия наук РК*  
*050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19*