

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

ISSN 2224-5286

Volume 5, Number 425 (2017), 36 – 41

UDC 665.753.4.038

**N. A. Zakarina, L.D. Volkova, N.A. Shadin, O.K. Kim,**

JSC « D.V.Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry », Almaty  
zakarina\_nelly@rambler.ru

**TEST OF HY-ZEOLITE CATALYST BASED ON AI-PILLARED  
CaMM IN VG CRACKING IN BIG SIZE REACTOR**

**Abstract.** The results of cracking of weighted vacuum gas oil (VG) in laboratory reactor with the volume of 300 ml of catalyst under hard conditions on Al-pillared CaMM-montmorillonite modified by HY zeolite catalyst are presented. The raw material of cracking was the vacuum gas oil of the Pavlodar petrochemical plant with the end of boiling 534°C. The process was investigated at temperatures of 500°, 550 and 600°C, at the space velocities of raw material 0,3 and 0,5 hour<sup>-1</sup> and at the ratio of catalyst : raw equal to 6,0: 1. The analysis of the gas and liquid phases was carried out by chromatographic method. It is shown that under hard catalytic cracking conditions the high yield of propylene can be achieved up to 29% in the gas phase composition. The principal possibility of using Al(2,5)CaMM + HY as a catalyst of deep cracking with increased yield of light alkenes is shown.

**Key words:** catalytic cracking, vacuum gasoil, catalysts, octane number, pillared montmorillonite

УДК 665.753.4.038

**Н.А. Закарина, Л.Д. Волкова, Н.А. Шадин, О.К. Ким**

(АО "Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского", г. Алматы)

**ИСПЫТАНИЕ НУ-ЦЕОЛИТНОГО КАТАЛИЗАТОРА  
НА ПИЛЛАРИРОВАННОМ АЛЮМИНИЕМ САММ  
В КРЕКИНГЕ ВГ В УКРУПНЁННОМ РЕАКТОРЕ**

**Аннотация.** Приведены результаты крекинга утяжелённого вакуумного газойля (ВГ) в укрупнённом лабораторном реакторе объёмом 300 мл в жёстких условиях на НУ-цеолитном на пилларированном алюминием СаММ-монтмориллоните катализаторе -Al(2,5)СаММ + HY. Сырьём крекинга служил вакуумный газойль Павлодарского нефтехимического завода с концом кипения 534°C. Процесс исследовали при температурах 500°, 550 и 600°C, объёмных скоростях сырья 0,3 и 0,5 час<sup>-1</sup> и соотношении катализатор : сырье 6,0:1. Проведен хроматографический анализ газовой и жидкой фаз. Показано, что в условиях жесткого каталитического крекинга может быть достигнут высокий выход пропилена в составе газовой фазы до 29%. Показана принципиальная возможность использования Al(2,5)СаММ + HY в качестве катализатора глубокого крекинга с получением повышенного выхода легких алканов.

**Ключевые слова:** каталитический крекинг, вакуумный газойль, катализаторы, октановое число, пилларированный монтмориллонит.

**Введение**

Среди пилларированных материалов, которые используются при приготовлении катализаторов нефтепереработки, наиболее востребованными являются монтмориллониты, пилларированные алюминием. Впервые синтезированные в 1977 году полиоксикатионы алюминия  $[Al_{13}O_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}]^{7+}$ , внедрённые в межслоевое пространство монтмориллонита [1-2] стали основой для получения уникальных термически стабильных вплоть до 800°C материалов с высокой кислотностью, обладающих молекулярно-ситовыми и каталитическими свойствами с удельной поверхностью 200 - 500 м<sup>2</sup>/г, с межслоевым пространством более 1 нм.

Публикации по синтезу [1-9], физико-химическим характеристикам [10-14] и использованию пилларированных глин [14-16] постоянно пополняются. Подробный анализ работ по пилларированным глинам был проведен в работах [17-18].

Использование пилларированных материалов в нефтехимии экономически привлекательно, поскольку оно основано на использовании природных глин [19]. Ранее нами были синтезированы и проведены исследования по крекингу утяжеленного вакуумного газойля на HY-цеолитном катализаторе на пилларированном алюминием CaMM - монтмориллоните, отличающемся повышенной прочностью и дающем повышенный выход легких алкенов в условиях глубокого каталитического крекинга в 40 мл лабораторном реакторе [20]. Синтез и анализ физико-химических характеристик синтезированных монтмориллонитов был проведен в соответствии с известными в литературе публикациями [1-19].

Для практического применения катализатора представляется полезным исследование закономерностей процесса в укрупненном лабораторном реакторе.

Целью представленной работы стало изучение основных закономерностей крекинга ВГ на Al(2,5)CaMM + HY-катализаторе в 300 мл лабораторном реакторе, изготовленном в соответствии с [21].

### Экспериментальная часть

В работе был использован вакуумный газойль (ВГ) Павлодарского нефтехимического завода с концом кипения  $534^{\circ}\text{C}$ , с плотностью  $0,8856 \text{ г/см}^3$ . Для испытаний было приготовлено 300 мл 15% HY-цеолитного катализатора на пилларированном алюминием CaMM-монтмориллоните с насыпным весом 224 г. Плотность катализатора  $746,6 \text{ кг/м}^3$ . В ходе испытаний определяли выходы основных продуктов реакции: бензина, легкого газойля, газа и кокса. Анализ состава бензиновой фракции и газов крекинга проведен хроматографически. Испытания активности катализатора проводили в интервале температур  $500\text{-}600^{\circ}\text{C}$  при объемных скоростях подачи ВГ, равных  $0,5$  и  $0,3 \text{ час}^{-1}$ . Соотношение катализатор :сырье в реакторе 300мл составляло 6:1. Время подачи сырья варьировали от 20 до 30 минут.

### Результаты и их обсуждение

Данные по крекингу ВГ в интервале температур  $500$ ,  $550$  и  $600^{\circ}\text{C}$  на Al(2,5)CaMM + HY-катализаторе в реакторе объемом 300 мл приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Выход продуктов крекинга ВГ ПНХЗ на Al(2,5)CaMM + HY-катализаторе для  $\omega = 0,5 \text{ час}^{-1}$  в 300 мл реакторе

Наименование продуктов	$500^{\circ}\text{C}$	$550^{\circ}\text{C}$	$600^{\circ}\text{C}$
Газ	19,5	25,0	27,3
Бензин	16,7	23,0	24,1
Кокс	4,0	5,2	5,0
Легкий газойль	50,0	37,3	31,1
Тяжелый газойль	7,8	9,5	12,5
Конверсия	90,2	90,5	87,5
Сумма светлых продуктов	66,7	60,3	55,2
Итого	100	100	100

Оптимальный выход газа -  $27,3\%$  для  $\omega = 0,5 \text{ час}^{-1}$  отмечен при  $600^{\circ}\text{C}$ . Повышение температуры крекинга от  $500$  до  $550$  и  $600^{\circ}\text{C}$  приводит к некоторому повышению выхода бензина от  $16,7$  до  $24,1\%$  мас. и снижению выхода лёгкого газойля от  $50,0$  до  $31,1\%$  мас. Наибольшая сумма светлых продуктов  $66,7\%$  мас. приходится на температуру  $500^{\circ}\text{C}$ .

На рисунке представлены данные по крекингу ВГ при разных температурах для  $\omega = 0,3 \text{ час}^{-1}$ , т.е. при увеличенном времени контакта сырья с катализатором. Основные закономерности процесса для  $\omega = 0,3 \text{ час}^{-1}$  остаются такими же, как и для  $\omega = 0,5 \text{ час}^{-1}$ : с ростом температуры увеличиваются выходы газа от  $20,5$  до  $27,4\%$  мас. и бензиновой фракции от  $20,3$  до  $26,2\%$  мас. и снижается выход лёгкого газойля от  $43,6$  при  $500^{\circ}\text{C}$  до  $30,0\%$  при  $600^{\circ}\text{C}$ . Использование объемной скорости подачи сырья  $0,3 \text{ час}^{-1}$  несколько предпочтительнее. В реакторе 300 мл не удается достичь выходов газа, полученных в 40 мл реакторе ( $42\%$  мас.) [20].

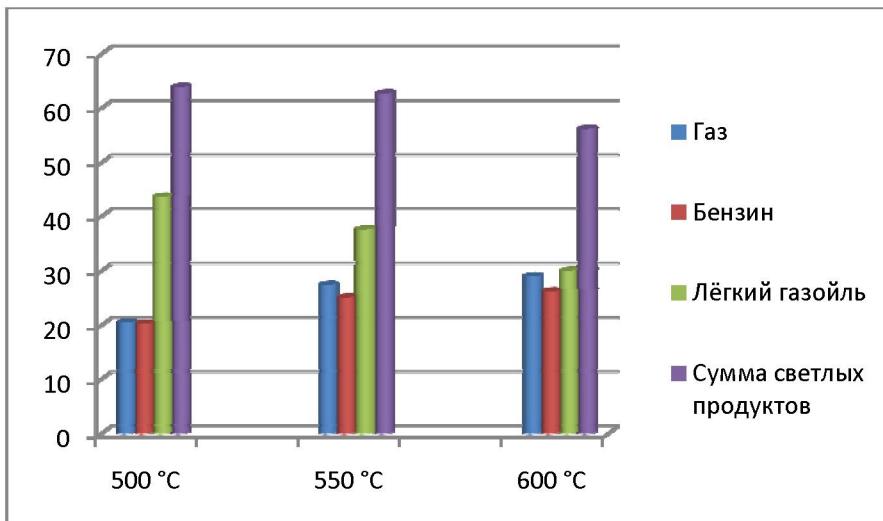


Рисунок - Выход основных продуктов крекинга ВГ на Al(2,5)CaMM + HY-катализаторе для  $\omega = 0,3 \text{ час}^{-1}$  при 500, 550 и 600 $^{\circ}\text{C}$

Поскольку в условиях глубокого каталитического крекинга наибольший интерес представляет состав образующейся газовой фазы, в таблицы 2 из включены данные для  $\omega = 0,3 \text{ час}^{-1}$  и  $\omega = 0,5 \text{ час}^{-1}$  при разных температурах.

Таблица 2 - Состав газовой фазы крекинга ВГ на Al(2,5)CaMM+HY в 300 мл реакторе при разных температурах и  $\omega = 0,5 \text{ час}^{-1}$

Состав газа	500, $^{\circ}\text{C}$	550 $^{\circ}\text{C}$	600 $^{\circ}\text{C}$
Метан	12,7	11,7	14,1
Этан	13,1	16,5	25,0
Этилен	9,7	20,2	15,8
Пропан	26,3	15,2	11,8
Пропилен	13,2	21,7	20,6
Изо-бутан	10,1	1,7	1,1
н-Бутан	4,7	26,0	1,8
Бутилены	9,9	10,2	7,7

В состав газов крекинга ВГ входят такие лёгкие алкены как этилен, пропилен, бутилены. Максимальное количество этилена в составе газа (20,2%) отмечено при 550 $^{\circ}\text{C}$ , пропилена - 22,6% - при 600 $^{\circ}\text{C}$ . Количество бутиленов колеблется от 7,7 до 10,2 % мас. Общее содержание C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> алканов при 550 $^{\circ}\text{C}$  - 41,9%, при 600 $^{\circ}\text{C}$  – 36,4% мас. Уменьшение скорости подачи сырья до  $\omega = 0,3 \text{ час}^{-1}$  приводит к уменьшению выхода сухого газа, увеличению выхода этилена до 27,3%, пропилена до 26,5% и бутиленов до 10,5% мас. при 600 $^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 3 - Состав газовой фазы крекинга ВГ на Al(2,5)CaMM+HY в 300 мл реакторе при разных температурах и  $\omega = 0,3 \text{ час}^{-1}$

Состав газа	500, $^{\circ}\text{C}$	550 $^{\circ}\text{C}$	600 $^{\circ}\text{C}$
Метан	8,4	12,3	14,0
Этан	13,4	13,8	15,1
Этилен	12,1	15,1	27,3
Пропан	27,5	12,9	10,3
Пропилен	19,0	24,1	26,5
Изо-бутан	1,1	9,0	19,0
н-Бутан	4,5	3,1	3,5
Бутилены	13,9	11,3	10,5

На долю C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> алканов в составе газовой фазы приходится при 550 $^{\circ}\text{C}$  39,2%, при 600 $^{\circ}\text{C}$  –

53,8% мас. Повышенное содержание C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> алkenov в газах крекинга является отличительной особенностью процесса в укрупнённом (300мл) лабораторном реакторе.

Анализ углеводородного состава бензинов крекинга, полученных при исследованных температурах, приведен в таблице 4.

Таблица 4 - Анализ углеводородного состава бензиновой фракции крекинга ВГ на Al(2,5)CaMM+HY в реакторе объёмом 300 мл при  $\omega = 0,5$  час<sup>-1</sup>

Состав газа	500, °C	550°C	600°C
	% <sub>2</sub> , МОЛЬ.		
Парафины	7,3	4,7	3,6
Изопарафины	17,6	16,7	11,6
Аром. УВ	32,0	41,2	52,3
Нафтены	14,3	10,6	9,7
Олефины	28,8	26,7	22,6

Бензин, полученный в укрупнённом 300 мл реакторе, отличает повышенное содержание ароматических углеводородов. Увеличение температуры процесса от 500 до 550 и 600°C приводит к росту содержания ароматических углеводородов от 32,0 до 52,3%. При этом количество олефинов уменьшается от 28,8 и 22,6% мас.

### Заключение

Полученные в результате испытаний данные дают основание полагать, что Al(2,5)CaMM+HY-катализатор может быть использован для получения лёгких алkenов в условиях жесткого катализитического крекинга при достаточно высоких выходах бензина.

*Работа выполнена по гранту Комитета Науки МОН РК 0220/ГФ4*

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Lahav N, Shani U, Shabtai J. (1978) Cross-Linked Smectites. III. Synthesis and Properties of Hydroxy-Aluminum-Montmorillonite, Clays and Clay Minerals, 26: 107-115.
- [2] Brindley GW, Sempels RE. (1977) Preparation and Properties of Some Hydroxy-Aluminium Beidellites, Clay Minerals, 12: 229-237.
- [3] Ding Z, Klopdroge JT, Frost RL, Lu GQ, Zhu HY. (2001) Porous Clays and Pillared Clays-Based Catalysts. Part 2: A Review of the Catalytic and Molecular Sieve Applications, J. of Porous Materials, 8: 273-293. DOI: 10.1023/A:1013113030912
- [4] Розенгарт М.И., Вьюнова Г.М., Исагулянц Г.В. Слоистые силикаты как катализаторы // Успехи химии, 1988. - Т. 57, №2. - С. 204-227.
- [5] Fenelonov B, Derevyankin AYu, Sadykov VA. (2001) The characterization of the structure and texture of pillared interlayer materials, *Microporous and Mesoporous Materials*, 47: 359-368. DOI: 10.1016/S1387-1811(01)00398-5
- [6] Clinard Ch, Mandalia T, Tchoubar D, Bergaya F. (2003) Hrtem Image Filtration: Nanostructural Analysis of a Pillared Clay, Clays and Clay Minerals, 51: 421-429. DOI: 10.1346/CCMN.2003.0510408
- [7] Stacey MH. (1988) Alumina-pillared clays and their adsorptive properties, *Catal. Today*, 2: 621-631. DOI: 10.1016/0920-5861(88)85026-0
- [8] Tyagi B, Chudasama ChD, Jasra RV. (2006) Characterization of surface acidity of an acid montmorillonite activated with hydrothermal, ultrasonic and microwave techniques, *Appl. Clay Science*, 31: 16-28. DOI: 10.1016/j.clay.2005.07.001
- [9] Hernando MJ, Pesquera C, Blanco C, González F. (2001) Comparative Study of the Texture of Montmorillonites Pillared with Aluminum and Aluminum/Cerium, *Lamuir*, 17: 5156-5159. DOI: 10.1021/la010157k
- [10] Jerónimo D, Guil JM, Corbella BM, Vasques H, Miranda A, Silva JM, Lobato A, Pires J, Carvalho AP. (2007) Acidity characterization of pillared clays through microcalorimetric measurements and catalytic ethylbenzene test reaction, *Appl. Catal. A: General*, 330: 89-95. DOI: 10.1016/j.apcata.2007.07.013
- [11] Конькова Т.В., Алексина М.Б., Канделаки Г.И., Морозов А.Н. Адсорбционные свойства пилларированных глин // Физикохимия поверхности и защита материалов, 2014. -Т.50, №3. -С. 277-281.
- [12] Конькова Т.В., Алексина М.Б., Везенцев А.И., Соколовский П.В. Формирование и стабильность пористой структуры пилларированных глин// Физикохимия поверхности и защита материалов, 2016. - Т.52, №5. -С. 472-475.
- [13] Guil JM, Perdigón- Melón JA, Brotas de Carvalho M, Carvalho AP, Pires J. (2002) Adsorption microcalorimetry of

*probe molecules of different size to characterize the microporosity of pillared clays, Microporous and Mesoporous Materials, 51: 145-154. DOI: 10.1016/S1387-1811(01)00477-2*

[14] Kürschner U, Seefeld V, Parlitz B, Geßner W, Lieske H. (1998) Catalytic activity and acidity of Al pillared clays and zeolites in different hydrocarbon reactions, *Reaction Kinetics and Catalysis Letters*, 65: 17-23. DOI: 10.1007/BF02475310

[15] Gyftopoulou ME, Millan M, Bridgwater AV, Dugwell D, Kandiyoti R, Hriljac JA. (2005) Pillared clays as catalysts for hydrocracking of heavy liquid fuels, *Appl. Catal. A: General*, 282: 205-214. DOI: 10.1016/j.apcata.2004.12.012

[16] Sun Kou MR, Mendioroz S, Salerno P, Muñoz V. (2003) Catalytic activity of pillared clays in methanol conversion, *Appl. Catal. A: General*, 240: 273-385. DOI: 10.1016/S0926-860X(02)00466-0

[17] Gil A, Korilli SA, Vicente MA. (2008) Recent Advances in the Control and Characterization of the Porous Structure of Pillared Clay Catalysts, *Catalysis Reviews: Science Engineering*, 50: 153-221. DOI: 10.1080/01614940802019383

[18] Gil A, Korilli SA, Trujillano R, Vicente M.A. (2010) Pillared clays and related catalysts. Springer, Germany. ISBN: 978-1-4419-6670-4

[19] Eman AE (2013) Clays as Catalysts in Petroleum Refining Industry, *ARPN J. of science and technology*, 3: 356-375.

[20] Шадин Н.А., Закарина Н.А., Волкова Л.Д. (2015) Переработка утяжеленных вакуумных газовлей крекингом на бесцеолитном и НСеЙ- содержащем катализаторах, нанесенных на алюминиевый столбчатый кальциевый монтмориллонит. Сборник трудов VII Междунар. научно-практ. конф.: Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии, Алматы, Казахстан. С. 487 - 490.

[21] ОСТ 38.01176-79 Катализаторы крекинга шариковые. Методы испытания. 1979-01-01.-М: Министерство нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР: Изд-во стандартов, 1979.-10 с.

## REFERENCES

- [1] Lahav N, Shani U, Shabtai J. Cross-Linked Smectites. III. Synthesis and Properties of Hydroxy-Aluminum-Montmorillonite, *Clays and Clay Minerals*, 1978, 26: 107-115.
- [2] Brindley GW, Sempels RE. Preparation and Properties of Some Hydroxy-Aluminium Beidellites, *Clay Minerals*, 1977, 12: 229-237.
- [3] Ding Z, Kloprogge JT, Frost RL, Lu GQ, Zhu HY. Porous Clays and Pillared Clays-Based Catalysts. Part 2: A Review of the Catalytic and Molecular Sieve Applications, *J. of Porous Materials*, 2001, 8: 273-293. DOI: 10.1023/A:1013113030912
- [4] Rozengart M.I., V'yunova G.M., Isaguljanc G.V. Advances in Chemistry [Uspehi himii], 1988, 11: 22-27. (In Russ)
- [5] Fenelonov B, Derevyankin AYu, Sadykov VA. The characterization of the structure and texture of pillared interlayer materials, *Microporous and Mesoporous Materials*, 2001, 47: 359-368. DOI: 10.1016/S1387-1811(01)00398-5
- [6] Clinard Ch, Mandalia T, Tchoubar D, Bergaya F. Hrtem Image Filtration: Nanostructural Analysis of a Pillared Clay, *Clays and Clay Minerals*, 2003, 51: 421-429. DOI: 10.1346/CCMN.2003.0510408
- [7] Stacey MH. Alumina-pillared clays and their adsorptive properties, *Catal. Today*, DOI: 10.1016/0920-5861(88)85026-0, 1988, 2: 621-631.
- [8] Tyagi B, Chudasama ChD, Jasra RV. Characterization of surface acidity of an acid montmorillonite activated with hydrothermal, ultrasonic and microwave techniques, *Appl. Clay Science*, DOI: 10.1016/j.clay.2005.07.001, 2006, 31:16-28.
- [9] Hernando MJ, Pesquera C, Blanco C, González F. Comparative Study of the Texture of Montmorillonites Pillared with Aluminum and Aluminum/Cerium, *Lamuir*, DOI: 10.1021/la010157k, 2001, 17: 5156-5159.
- [10] Jerónimo D, Guil JM, Corbella BM, Vasques H, Miranda A, Silva JM, Lobato A, Pires J, Carvalho AP. Acidity characterization of pillared clays through microcalorimetric measurements and catalytic ethylbenzene test reaction, *Appl. Catal. A: General*, DOI: 10.1016/j.apcata.2007.07.013, 2007, 330: 89-95.
- [11] Kon'kova TV, Alehina MB, Kandelaki G.I., Morozov A.N. Physicochemistry of the surface and protection of materials [*Fizikohimija poverhnosti i zashhita materialov*]. 2014, 50: 277-281. (In Russ)
- [12] Kon'kova T.V., Alehina M.B., Vezencev A.I., Sokolovskij P.V. Physicochemistry of the surface and protection of materials [*Fizikohimija poverhnosti i zashhita materialov*]. 2016, 52: 472-475. (In Russ)
- [13] Guil JM, Perdigón- Melón JA, Brotas de Carvalho M, Carvalho AP, Pires J. Adsorption microcalorimetry of probe molecules of different size to characterize the microporosity of pillared clays, *Microporous and Mesoporous Materials*, 2002, 51: 145-154. DOI: 10.1016/S1387-1811(01)00477-2
- [14] Kürschner U, Seefeld V, Parlitz B, Geßner W, Lieske H. Catalytic activity and acidity of Al pillared clays and zeolites in different hydrocarbon reactions, *Reaction Kinetics and Catalysis Letters*, 1998, 65: 17-23. DOI: 10.1007/BF02475310
- [15] Gyftopoulou ME, Millan M, Bridgwater AV, Dugwell D, Kandiyoti R, Hriljac JA. (2005) Pillared clays as catalysts for hydrocracking of heavy liquid fuels, *Appl. Catal. A: General*, 282: 205-214. DOI: 10.1016/j.apcata.2004.12.012
- [16] Sun Kou MR, Mendioroz S, Salerno P, Muñoz V. Catalytic activity of pillared clays in methanol conversion, *Appl. Catal. A: General*, 2003, 240: 273-385. DOI: 10.1016/S0926-860X(02)00466-0
- [17] Gil A, Korilli SA, Vicente MA. Recent Advances in the Control and Characterization of the Porous Structure of Pillared Clay Catalysts, *Catalysis Reviews: Science Engineering*, DOI: 10.1080/01614940802019383. 2008, 50:153-221.

- [18] Gil A, Korilli SA, Trujillano R, Vicente M.A. (2010) Pillared clays and related catalysts. Springer, Germany. ISBN: 978-1-4419-6670-4
- [19] Eman AE (2013) Clays as Catalysts in Petroleum Refining Industry, ARPN J. of science and technology, 3: 356-375.
- [20] Shadin N.A., Zakarina N.A., Volkova L.D. (2015) Processing of weighted vacuum gas oils by cracking on zeolite-free and HCeY-containing catalysts deposited on aluminum columnar calcium montmorillonite. Proceedings of International scientific - practical Conference on Problems of innovative development of oil and gas industry, Almaty, Kazakhstan. [Sbornik trudov VII Mezhdunar. nauchno-prakt. konf.: Problemy innovacionnogo razvitiya neftegazovoj industrii]. P. 487 - 490. (In Russ)
- [21] OST 38.01176-79 Ball cracking catalysts. Methods of tests [OST 38.01176-79 Katalizatory krekinga sharikovyye. Metody ispytaniya]. Moscow, Russia, 1979. (In Russ)

**Н.А. Закарина, Л.Д. Волкова, Н.А. Шадин, О.К. Ким**

(Д.В.Сокольский атындағы "Жанармай, катализ және электрохимия институты" АҚ, Алматы қаласы)

### **ВГ КРЕКИНГІНДЕ ҮЛКЕЙТЛІГЕН РЕАКТОРДА АЛЮМИНИЙМЕН ПИЛЛАРЛЕНГЕН САММ НУ- ЦЕОЛИТТІ КАТАЛИЗАТОРЫН СЫНАҚТАН ӨТКІЗУ**

**Түйін.** Қөлемі үлкейтілген 300 мл зертханалық реактордағы алюминиймен пилларирленген CaMM НУ-цеолитті – Al(2,5)CaMM+HY катализаторында қатаң жағдайдағы ауыр вакуумды газойльды (ВГ) крекингілеу нәтижелері келтірілген. Крекинг шикізаты ретінде соңғы қайнау температурасы 534<sup>0</sup>С болатын Павлодар мұнайхимиялық зауытының вакуумды газойлі қолданылды. Процесс 500<sup>0</sup>С, 550<sup>0</sup>С және 600<sup>0</sup>С температураларда, шикізаттің қөлемдік жылдамдығы 0,3 және 0,5 сағ<sup>-1</sup> және катализатор:шикізат қатынасы 6,0:1 жағдайында жүргізілді. Газ және сұйық фазаларға хроматографиялық сараптама жасалынды. Қатаң каталитикалық крекинг жағдайында газ фазасы құрамында пропиленнің шығымы жоғары болып, 29% жетуі мүмкін екені көрсетілді. Al(2,5)CaMM + HY катализаторын жеңіл алкендер шығымы жоғары болатын крекинг катализаторы ретінде қолдану мүмкіндігі көрсетілді.

**Тірек сөздер:** катализикалық крекинг, вакуумды газойл, катализаторлар, октан саны, пилларирленген монтмориллонит

**Сведения об авторах:**

Закарина Н. А. - д.х.н, профессор, АО Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, г. Алматы, ул. Кунаева 142, тел. 291-67-90;

Волкова Л.Д. - к.х.н, в.н.с., АО Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, г. Алматы, ул. Кунаева 142, тел. 291-67-90;

Шадин Н.А. - phd, м.н.с., АО Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, г. Алматы, ул. Кунаева 142, тел. 291-67-90;

Ким О.К. - к.х.н., с.н.с., АО Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, г. Алматы, ул. Кунаева 142, тел. 291-67-90