

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

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 (422)

**НАУРЫЗ – СӘУІР 2017 Ж.
МАРТ – АПРЕЛЬ 2017 г.
MARCH – APRIL 2017**

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 ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Ағабеков В.Е. проф., академик (Белорус)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Ресей)
Газалиев А.М. проф., академик (Қазақстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Қазақстан)
Жармағамбетова А.К. проф. (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Қырғыстан)
Итқулова Ш.С. проф. (Қазақстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Қазақстан)
Баешов А.Б. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Бүркітбаев М.М. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Молдахметов М.З. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Мансуров З.А. проф. (Қазақстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Қазақстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Стрельцов Е. проф. (Белорус)
Тәшімов Л.Т. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Тәжікстан)
Фарзалиев В. проф., академик (Әзірбайжан)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №1089-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Агабеков В.Е. проф., академик (Беларусь)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Россия)
Газалиев А.М. проф., академик (Казахстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Казахстан)
Жармагамбетова А.К. проф. (Казахстан), зам. гл. ред.
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Кыргызстан)
Иткулова Ш.С. проф. (Казахстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Казахстан)
Баешов А.Б. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Буркитбаев М.М. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Мулдахметов М.З. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Мансуров З.А. проф. (Казахстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Казахстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Стрельцов Е. проф. (Беларусь)
Ташимов Л.Т. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Таджикистан)
Фарзалиев В. проф., академик (Азербайджан)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

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

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

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov**

E d i t o r i a l b o a r d:

Agabekov V.Ye. prof., academician (Belarus)
Volkov S.V. prof., academician (Ukraine)
Vorotyntsev M.A. prof., academician (Russia)
Gazaliyev A.M. prof., academician (Kazakhstan)
Yergozhin Ye.Ye. prof., academician (Kazakhstan)
Zharmagambetova A.K. prof. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Zhorobekova Sh.Zh. prof., academician (Kyrgyzstan)
Itkulova Sh.S. prof. (Kazakhstan)
Mantashyan A.A. prof., academician (Armenia)
Praliyev K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Bayeshov A.B. prof., corr. member (Kazakhstan)
Burkitbayev M.M. prof., corr. member (Kazakhstan)
Dzhusipbekov U.Zh. prof., corr. member (Kazakhstan)
Muldakhmetov M.Z. prof., corr. member (Kazakhstan)
Mansurov Z.A. prof. (Kazakhstan)
Nauryzbayev M.K. prof. (Kazakhstan)
Rudik V. prof., academician (Moldova)
Rakhimov K.D. prof., corr. member (Kazakhstan)
Streltsov Ye. prof. (Belarus)
Tashimov L.T. prof., corr. member (Kazakhstan)
Toderash I. prof., academician (Moldova)
Khalikov D.Kh. prof., academician (Tadjikistan)
Farzaliyev V. prof., academician (Azerbaijan)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.
ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

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, 2017

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

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 422 (2017), 166 – 177

UDC 541.128.13; 665.644.26; 665.658.62

**B.T. Tuktin¹, N.N. Nurgaliyev¹, B.M. Bagasharova¹,
M.T. Suleimenova², R.Kh. Turgumbayeva²**

¹ D.V. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan;

² Kazakh National Pedagogical University named after Abay, Almaty, Kazakhstan
E-mail: tuktin_balga@mail.ru

THE PROCESSING OF CRACKING GASES OVER THE MODIFIED ZEOLITE CATALYSTS

Annotation. Studied the process of processing sulfur-containing propane-propylene and butane-butylene fraction over zeolite catalysts such as KPM-16, KPM-19 and KTM-1.

The influence of technological parameters to conversion, yield aromatic compounds and selectivity have been studied. It found that at the processing of light hydrocarbons over these catalysts are formed aromatic compounds such as benzene, toluene, ethylbenzene, xylol, etc., and gas phase contains C₁-C₄ hydrocarbons. By increasing temperature from the 400°C to 600°C conversion C₄ increased 100%. The maximum yield of aromatic compounds on all studied catalysts reached to maximum at the temperature of 550-600°C.

Analysis of the results shows that the highest yield of aromatic hydrocarbons in the processing of propane – propylene fraction observed on KPM-16 catalyst: the maximum amount is formed at the temperature of 500°C and it is 33,8%.

The composition of processed products of butane-butylene and propane- propylene fraction shows, that studied catalysts have polyfunctional properties: formation of aromatic compounds occurs by one step as a result of cracking, dehydration, oligomerization and dehydrocyclization reactions. If there is some sulfur-containing crude, the desulphurization process occurs at the same time.

Key words: catalyst, aromatic compounds, zeolite, propane-propylene fraction, butane-butylene fraction

ӨЖ 541.128.13; 665.644.26; 665.658.62

**Б.Т.Туктин¹, Н.Н.Нұрғалиев¹, Б.М.Бағашарова¹,
М.Т.Сүлейменова², Р.Х.Тургумбаева²**

¹«Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан;

²Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті, Алматы, Қазақстан

КРЕКИНГ ГАЗДАРЫН МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ЦЕОЛИТҚҰРАМДЫ КАТАЛИЗАТОРЛАРДА ӨНДЕУ

Аннотация. Құрамында күкірті бар пропан-пропилен және бутан-бутилен фракцияларын модифицирленген КПМ-16, КПМ-19 және КТМ-1 цеолитті катализаторларында өндеу процесі жүргізілді. Технологиялық параметрлердің конверсияға, ароматты көмірсутектердің шығымына және селективтілікке әсері анықталды. Жеңіл көмірсутектерді жоғарыдағы катализаторардың қатысында өндегенде сұйық фазада ароматты қосылыстар (бензол, толуол, этилбензол, ксилолдар) түзіліп, ал газ фазада C₁-C₄ көмірсутектері болатыны анықталды. Температура 400°C-тан 600°C-қа жоғарылағанда конверсия 100%-ға жетеді. Қолданылған катализаторлардың барлығында ароматты көмірсутегілердің максималды шығымы 550-600°C-та анықталды.

Алынған нәтижелерге сәйкес, пропан-пропилен фракциясын өндегенде ароматты көмірсутектердің жоғары шығымы КПМ-16 катализаторында байқалды: максималды мөлшері 550°C-та түзіліп 33,8%-ға тең болды.

Бутан-бутилен және пропан-пропилен фракцияларын өндегеннен алынған өнімдердің құрамы, зерттелген катализаторлардың полифункционалды қасиетке ие екендігін көрсетеді: ароматты көмірсутектер крекинг, дегидрлеу, олигомерлеу, дегидроциклдеу реакцияларының нәтижесінде бір сатыда пайда болады. Сонымен қатар, күкіртті шикізатты өндегенде, күкірттен тазалау процесі де қатар жүреді.

Түйін сөздер: катализатор, ароматты қосылыстар, цеолит, пропан-пропилен фракциясы, бутан-бутилен фракциясы.

Кіріспе. Табиғи, ілеспе және мұнай зауыты газдарының құрамына кіретін жеңіл алкандарды тиімді пайдалану өзекті мәселе. Жеңіл көмірсутектерді каталитикалық өзгеріске ұшырауын зерттеу әлемнің көптеген ғылыми орталықтарында жүргізіліп келеді. Осы газдардың құрамындағы C_1-C_4 алкандар цеолитқұрамды катализаторларда ароматты көмірсутектерге айналады. Ароматты көмірсутектер көптеген мұнайхимиялық процестерге өте маңызды шикізат болып табылады [1-9].

Қазіргі таңда мұнайхимиялық және мұнайөңдеу өндірістерінде микроеуекті құрылысты және қышқылды-негізді қасиетке ие, жеңіл алкандарды мұнайхимия синтезінің бағалы өнімдеріне айналдыратын, пентасил тектес жоғарыкремнеземді цеолит негізінде жасалған цеолитті катализаторлар кеңінен қолданылады. Пентасилді құрылысты цеолиттің сутекті және модифицирленген формасын қолдану арқылы жеңіл молекулалы алкандарды ароматты көмірсутектерге айналдыру процесі жүргізілді [1-20].

Жұмыста крекинг газдарының (пропан-пропилен және бутан-бутилен фракциялары) жаңа модифицирленген цеолитті КПМ-16, КПМ-19 және КТМ-1 катализаторларында өңдеу процесі зерттелінді.

Эксперименттік бөлім

Цинк, молибден, фосформен модифицирленген және СЖЭ (сирек кездесетін жер элементтер) алюминий гидроксиді мен ZSM-5 цеолиті қоспасының және сәйкес тұздардың сіңіру арқылы жаңа цеолитті катализаторлар КПМ-16 ($Mo-Zn-ZSM-Al_2O_3$), КПМ-19 ($Mo-La-ZSM-Al_2O_3$) және КТМ-1 ($Zn-La-P-Al_2O_3$) дайындалды. Алынған катализаторлардың үлгілерін формалап 5 сағат бойы $150^\circ C$ -та кептіріліп, одан кейін 5 сағат $550^\circ C$ -та күйдірілді.

Ауыр мұнай фракцияларын каталитикалық крекингке ұшыратқанда бөлінетін газдарды ароматты көмірсутектерге айналдыру процесінде катализаторлар $400-600^\circ C$ температура аралығында, көлемдік жылдамдық $160-1420 \text{сағ}^{-1}$ және атмосфералық қысымда зерттелді. Олардың каталитикалық активтілігі тұрақты катализатор қабаты бар ағынды қондырғыда зерттелді. Бастапқы шикізат және газ өнімдерінің анализі, «Supelco» (АҚШ) фирмасының фторланған алюминий оксидімен толтырылған колонкасы бар ($3,5 \times 0,003 \text{ м}$) «Хром-5» хроматографында анықталды және капиллярлы колонкалы «Ajilient» хроматографы алынған сұйық өнімнің анализі үшін қолданылды.

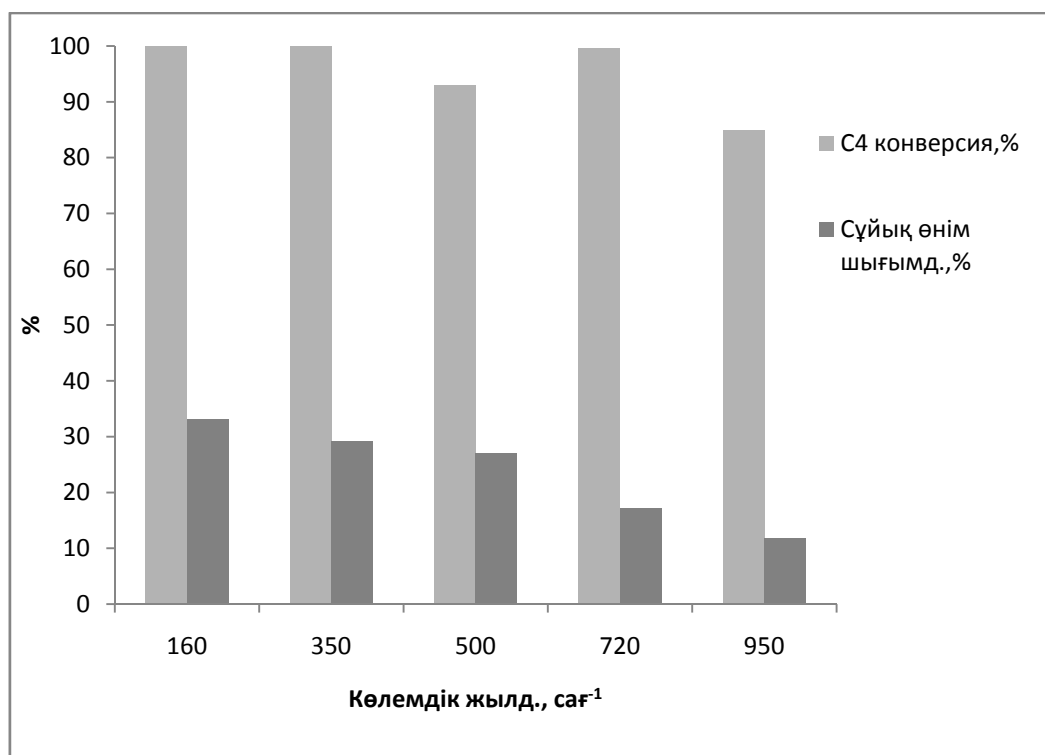
Нәтижелер және оларды талқылау. Құрамында күкірті бар пропан-пропилен фракциясын өңдеу процесінде КПМ-16 катализаторының зерттеу нәтижелері 1-кестеде көрсетілді. КПМ-16 катализаторында пропан-пропилен фракциясын (ППФ) өндегенде ароматты қосылыстар (бензол, толуол, этилбензол, ксилолдар), газ фазасында C_1-C_4 көмірсутектері түзілді. Көлемдік беру жылдамдық 350сағ^{-1} , температура $400^\circ C$ -тан $600^\circ C$ -қа артқанда конверсия 8,4-тен 100%-ға артады. Ароматты көмірсутектердің (АрК) шығымы 13,8-ден 29,2%-ға артады ($550^\circ C$). Температура $600^\circ C$ -қа дейін артқанда АрК шығымы 25,8%-ға дейін төмендейді. АрК бойынша максималды селективтілік $500^\circ C$ -та байқалады және ол 33,7%-ды құрайды. Одан жоғары температурада АрК бойынша селективтілік біршама төмен 31,4-25,8% болып, $400-600^\circ C$ аралығында толуолдың шығымы бензолмен салыстырғанда айтарлықтай жоғары. Көрсетілген жағдайдағы толуолдың мөлшері 35,6-45,3%, ал бензол 4,6-30,1%. Сұйық катализаттағы ксилолдың мөлшері 3,2-7,2%-ға тең. Этилбензолдың шығымы температура $400-600^\circ C$ аралығында артқанда 28,9-ден 9,9%-ға төмендейді. Шикізаттың құрамындағы карбонилсульфид $0,794$ -тен $400^\circ C$ температурада алынған өнімнің құрамындағы карбонильсульфиді $0,203 \text{ мг/м}^3$ -қа дейін төмендейді. Жоғары температураларда күкіртқұрамды қосылыстар анықталмады. Температура артқан сайын C_1-C_2 түзіліп, крекинг процесі байқалды.

Кесте 1 – КПМ-16 катализаторында пропан-пропилен фракциясын өңдеу процесіне температураның әсері

T, °C	Баст.газ	400	450	500	550	600
Конверсия C ₄ , %		-	8,4	76,6	92,9	100
Сұйық фаза шығымд, % масс		13,8	21,7	25,8	29,2	25,8
Селект. АрК, C ₄ %		-	-	33,7	31,4	25,8
Сұйық фаза құрамы, %						
Бензол		4,6	8,9	14,3	22,2	30,1
Толуол		35,6	42,0	41,0	45,3	45,0
Этилбензол		28,9	24,6	17,9	14,4	9,9
Ксилол		8,4	7,2	5,5	4,5	3,2
C ₅₋₆ - көмірсутектері		3,6	3,7	2,3	3,6	-
C ₈₊		18,9	13,6	19,0	10,0	11,8
Күкіртқұрамдас қосылыстар, мг/м ³						
Карбонилсульфид	0,794	0,203		жоқ	жоқ	жоқ
Метилмеркаптан	2,631	0,311		0,155	жоқ	жоқ

Пропан-пропилен фракциясын өңдеу процесінде шикізаттың көлемдік беру жылдамдығының КПМ-16 катализаторының активтілігіне және селективтілігіне әсері анықталды (1-сурет). КПМ-16 катализаторында 550°С температурада және шикізаттың көлемдік беру жылдамдығы 160 сағ⁻¹ болып пропан-пропилен фракциясын өндегенде, конверсия 100%, ароматты көмірсутектердің шығымы 33,1%-ға тең. Шикізаттың көлемдік беру жылдамдығын 950 сағ⁻¹-ге дейін жоғарылатқанда, конверсия 84,9%-ға, сұйық фазаның шығымы 11,7%-ға дейін төмендейді.

Шикізаттың көлемдік беру жылдамдығын 160-950сағ⁻¹ аралығында арттырғанда, бензолдың шығымы 26,8-ден 16,4%-ға төмендеп, толуолдың шығымы 41,8-ден 48,5%-ға артады. Сонымен қатар этилбензолдың шығымы 10,7-ден 18,6%-ға артады. Ароматты көмірсутектердің пайда болу селективтілігі V=350 сағ⁻¹-де 33,8%-ға жетеді.



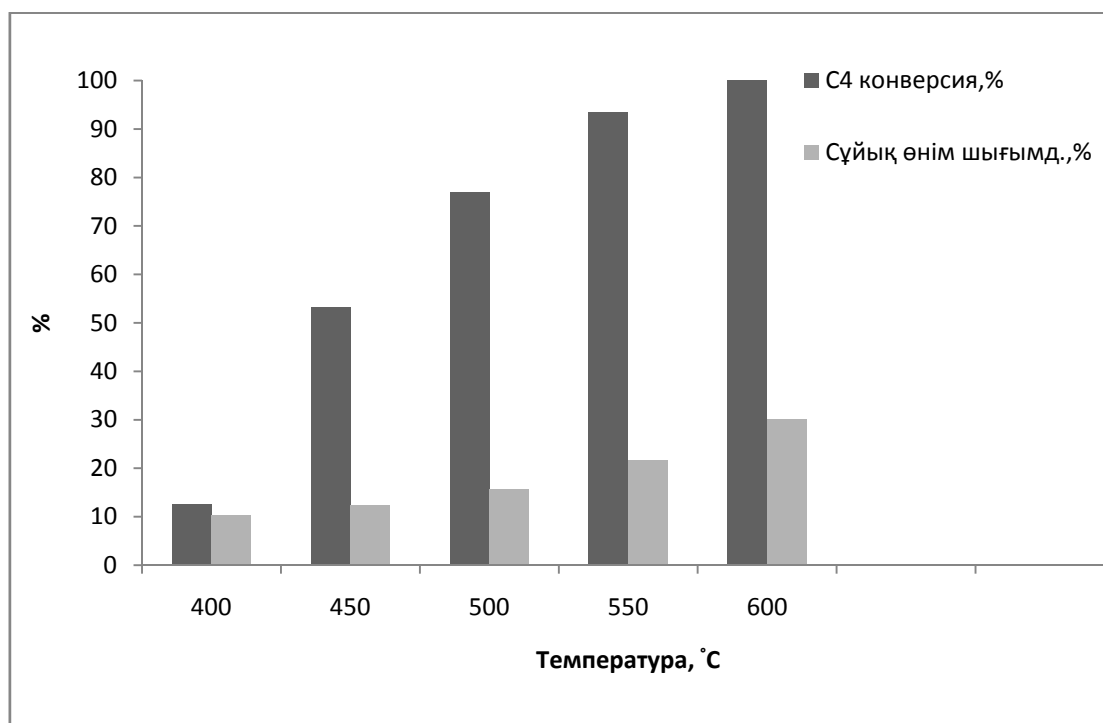
Сурет 1 – КПМ-16 катализаторында пропан-пропилен фракциясын өңдеу кезінде шикізаттың көлемдік беру жылдамдығының конверсия мен сұйық өнім шығымдылығына әсері

КПМ-16 катализаторының пропан-пропилен фракциясын өңдеу процесінде жұмыс жасау тұрақтылығын анықтау үшін зерттеулер жүргізілді. Зерттеулер 550°С және V=380сағ⁻¹ жағдайында

жүргізілді (2-кесте). Кестеде көрсетілген нәтижелерге сәйкес, катализатордың бастапқы 8 сағат жұмысында конверсия тұрақты және 100%-ға тең. Содан кейін конверсия біршама төмендейді. Сұйық фазаның шығымы бастапқыда 24,1%-ды көрсетеді. Кейін, ароматты көмірсутегілердің шығымы төмендеп, тұрақталады және 19,9-21,1% аралығында болады.

Кесте 2 – Пропан -пропилен фракциясын өңдеу процесінде КПМ-16 катализаторының тұрақтылығын зерттеу

Уақыт, сағ	Баст газ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Конверсия C ₄ , %		99,5	99,5	100	100	100	100	100	100	88,0	78,4
Сұйық фаза шығымд.,% масс		24,1	21,9	22,7	20,1	20,0	21,6	19,9	19,2	21,1	20,4
Селект. АрК, %		24,2	24,2	22,7	20,1	20,0	21,6	19,9	19,2	24,0	26,0
Сұйық фазаның құрамы, %											
Бензол		19,5	18,4	17,3	18,9	18,5	18,5	17,5	16,6	21,1	19,2
Толуол		46,7	47,0	46,8	46,8	47,1	47,8	48,4	47,0	48,6	47,2
Этилбензол.		16,3	16,9	17,4	15,8	16,3	16,8	17,3	17,6	15,2	15,9
Ксилол		5,1	5,2	5,3	4,8	4,9	5,1	5,2	5,3	4,7	5,0
C ₅₋₆ -көмірсутектер		0,6	0,9	2,1	1,0	2,7	1,3	0,4	0,4	0,5	0,8
C ₈₊		11,8	11,6	11,1	12,7	10,5	10,5	11,2	13,1	9,9	11,9
Күкіртқұрамдас қосылыстар, мг/м ³											
Карбонилсульфид	0,40	0,06	0,025	0,042	0,262	-	-	-	-	-	0,31
Метилмеркаптан	0,18	0,09	0,160	0,125	0,100	-	-	-	-	-	0,17



Сурет 2 – КПМ-19 катализаторында пропан-пропилен фракциясының өңдеу кезінде температураның конверсия мен сұйық өнім шығымдылығына әсері

Бұл жағдайларда (550 °C және $V=380\text{сағ}^{-1}$) катализатордың бастапқы он сағат жұмыс жасау уақытында бензолдың шығымы 18,1-19,5%-ды көрсетеді. Толуолдың шығымы бұл уақыт аралығында айтарлықтай өзгермейді, бірақ оның шығымы бензолмен салыстырғанда жоғары және 46,4-48,6% аралығында болады. Этилбензолдың шығымы 15,2-17,4%, ал ксилолдың шығымы 4,8-

5,3%-ға тең. Газ фазасында C_1 - C_4 көмірсутектері анықталды. Метанның шығымы көп емес және реакция кезінде 19,4-тен 10,0%-ға төмендейді. Этанның мөлшері 13,1-25,7%-ға тең. Бұл жағдайларда шикізаттағы карбонилсульфидтің мөлшері 0,405-тен 0,069-0,317 мг/м³-қа, ал метилмеркаптанның мөлшері 0,18-ден 0,09-0,17 мг/м³-қа дейін төмендейді.

Шикізаттың көлемдік беру жылдамдығы 500 сағ⁻¹, пропан-пропилен фракциясын КПМ-19 катализаторында өңдеу процесін зерттеу барысында 400°С температурада конверсия 12,5%-ға тең екендігі анықталды. Температураны ары қарай арттырғанда конверсия өседі. C_4 бойынша максималды конверсия 600°С-та 100%-ды көрсетеді. Тәжірибенің температурасын 400-ден 600°С-қа арттырғанда ароматты көмірсутектердің шығымы 10,2-ден 30,2%-ға дейін артады (2-сурет). АрК максималды селективтілігі 400°С-та 81,6%-ды көрсетеді. Температураны 400-ден 550°С-қа арттырғанда толуолдың шығымы 39,0-дан 42,4%-ға артады, одан кейін 34,6%-ға дейін төмендейді (600°С). Этилбензолдың мөлшері 39,0-дан 10,0%-ға дейін бірте-бірте төмендейді. Катализаттағы бензолдың шығымы 5,2%-дан (400°С) 600°С температурада 19,5%-ға дейін артады. Катализаттағы ксилолдың мөлшері көп емес 3,3-8,6%-ды құрайды. Метанның шығымы температура артқан сайын 0,1-ден 30,0%-ға дейін өседі. Температураны 400°С-тан 600°С-қа дейін арттырғанда этанның шығымы 2,3%-дан 25,6%-ға дейін артады. Бастапқы шикізаттың көмірсутектерінің крекингіленуі КПМ-16 катализаторымен салыстырғанда КПМ-19 катализаторында жоғары. Бұл жағдайларда шикізаттағы карбонилсульфидтің мөлшері 0,794-тен 0,173 мг/м³-қа дейін, 500°С температурада метилмеркаптанның мөлшері 2,631-ден 0,298 мг/м³-қа дейін төмендейді. Температураны ары қарай жоғарылатқанда катализатта күкіртті қосылыстар болған жоқ.

КПМ-19 катализаторында пропан-пропилен фракциясын өңдеу процесіне шикізаттың көлемдік беру жылдамдығының әсері зерттелінді (3-кесте). 550°С-та шикізатты берудің көлемдік жылдамдығы 160 сағ⁻¹ болғанда конверсиясы 99,5%, ароматты көмірсутектердің шығымы 11,9 %, селективтілігі 11,9%-ды құрады. Шикізатты берудің көлемдік жылдамдығы 950 сағ⁻¹-не дейін артқанда C_4 конверсиясы 56,6%-ға дейін төмендейді. Сұйық фазаның шығымдылығы өзгереді, шикізаттың көлемдік беру жылдамдығы 350 сағ⁻¹ болғанда ең жоғары мәні 22,6%, ал 950 сағ⁻¹ болғанда 7,1%-ға дейін төмендеді. 350-500сағ⁻¹ аралығында ароматты көмірсутектердің селективтілігі 23,1-23,4%-ды құрады.

Кесте 3 – КПМ-19 катализаторында пропан-пропилен фракциясын өңдеу процесіне шикізаттың көлемдік беру жылдамдығының әсері

$V, \text{сағ}^{-1}$	Баст. газ	160	350	500	720	950
Конверсия $C_3, \%$		58,0	30,4	26,2	8,3	6,2
Конверсия $C_4, \%$		99,5	96,6	93,5	76,8	56,6
Сұйық фаза шығымд, % масс		12,0	22,6	21,6	11,3	7,1
Селект. АрК, $C_4\%$		11,9	23,4	23,1	14,7	12
Сұйық фаза құрамы, % масс						
Бензол		19,9	16,0	17,7	9,3	9,1
Толуол		44,8	42,3	42,4	39,1	43,9
Этилбензол		14,1	17,2	17,0	23,9	25,8
Ксилол		4,5	5,5	5,5	7,3	7,7
C_{5-6}		-	3,3	1,0	0,7	0,1
C_{8+}		16,7	15,7	16,4	19,7	13,4

Шикізаттың көлемдік беру жылдамдығын 160-тан 950 сағ⁻¹-ге дейін арттырғанда, бензолдың шығымы 19,9-дан 9,1%-дейін төмендеп, ал толуолдың шығымы 39,1-44,8% -ға жетіп, жоғары мәнге ие болады. Сұйық катализатта этилбензолдың үлесі 14,1-25,8%-ға артады. Ксилолдың шығымы айтарлықтай төмен, 4,5-7,7%-ды құрады. Көмірсутектер крекинг шикізаттың беру жылдамдығы артқан сайын баяулап, метан мен этанның бөлінуі сәйкесінше 29,4-тен 4,5%-ға және 32,2-ден 7,5%-ға төмендейді.

КПМ-16 катализаторы қатысында шикізаттың көлемдік беру жылдамдығы 500 сағ⁻¹ болғанда, бутан-бутилен фракциясын өзгеріске ұшырау процесіне температураның әсеріне зерттеу жүргізілді

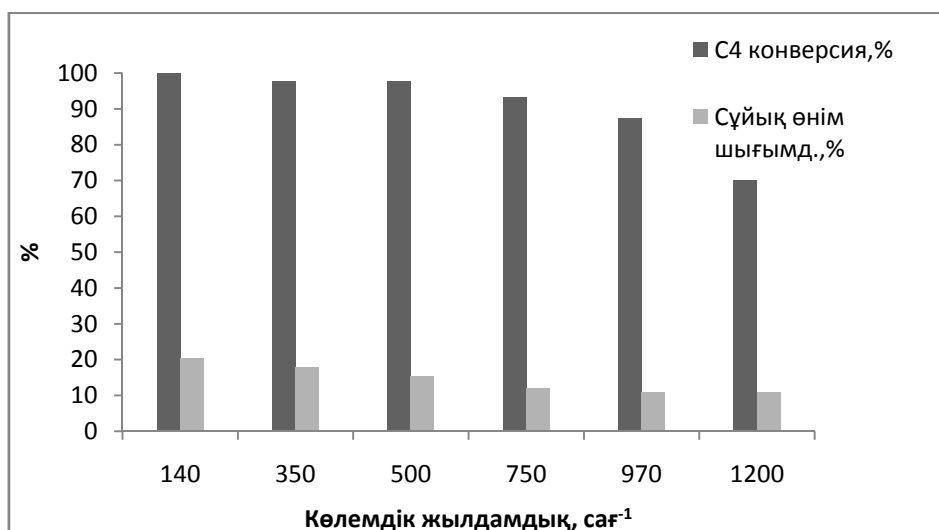
(4-кесте). КПМ-16 қатысында бутан-бутилен фракциясын өндегенде, C_1 - C_4 газтәріздес көмірсутектер мен сұйық өнімдер (бензол, толуол, этилбензол, ксилолдар және т.б.) түзілді. Температураның 400-600 $^{\circ}$ C аралығында конверсия 25,2-ден 100%-ға артты. Осы жағдайда 550 $^{\circ}$ C-та ароматты көмірсутектердің шығымы 5,5-тен 15,4%-ға артады. Температура 600 $^{\circ}$ C-қа дейін өскенде ароматты көмірсутектердің шығымы 12,9%-ға дейін төмендеді. 400 $^{\circ}$ C-та АрК бойынша максималды селективтілігі 21,8% құрады. Температураны 600 $^{\circ}$ C-қа дейін арттырғанда, АрК бойынша селективтілігі 12,9%-ға дейін төмендеді. Температураның 400-600 $^{\circ}$ C интервалында толуолдың шығымы бензолдан артығырақ: толуол шығымы 37,3-47,6% болғанда, бензол 3,3-35,7%-ды құрайды. Сұйық катализаттағы ксилолдың мөлшері 2,5-10,3%-ға тең болды. Этилбензолдың шығымы 400 $^{\circ}$ C-та 34,95%-ды құрайды, бірақ температураның жоғарулауымен шығымы 7,5%-ға дейін кеміді. Температура артқан сайын C_1 - C_2 көмірсутектері түзіліп, крекинг арта түседі және де күкіртқұрамдас қосылыстардың үлесі азайды. 400 $^{\circ}$ C-та бастапқы карбонилсульфидтің мөлшері 1,088 мг/м 3 -тан 0,818 мг/м 3 -қа дейін төмендеді. Осы жағдайларда 550 $^{\circ}$ C-та метилмеркаптаннның үлесі күрт 4,075-тен 0,216 мг/м 3 -ке төмендеді (4-кесте). Бутан-бутилен фракциясын 450-600 $^{\circ}$ C температурада өндегенде күкіртқұрамдас қосылыстар табылмады.

Кесте 4 – КПМ-16 катализаторында бутан-бутилен фракциясын өңдеу процесіне температураның әсері

T, $^{\circ}$ C	Баст.газ	400	450	500	550	600
Конверсия C_3 , %		-	-	-	-	98,0
Конверсия C_4 , %		25,2	37,6	76,6	97,7	100
Сұйық фаза шығымд, % масс		5,5	7,7	13,8	15,4	12,9
Селект. АрК, C_3 %		-	-	-	-	13,1
Селект. АрК, C_4 %		21,8	20,5	18,0	15,8	12,9
Сұйық фаза құрамы, % масс						
Бензол		3,3	8,0	16,7	21,8	35,7
Толуол		37,3	46,5	47,6	42,8	41,7
Этилбензол		34,9	24,9	17,8	11,4	7,5
Ксилол		10,3	7,5	5,5	3,6	2,5
C_{5-6}		0,5	2,1	1,0	-	0,1
C_{8+}		13,7	11,0	11,4	20,4	12,5
Күкіртқұрамдас қосылыстар, мг/м 3						
Карбонилсульфид	1,088	0,818	жоқ	Жоқ	жоқ	жоқ
Метилмеркаптан	4,075	1,924	0,315	0,216	жоқ	жоқ

Бутан-бутилен фракциясын өңдеу процесінде шикізатты берудің көлемдік жылдамдығының КПМ-16 катализаторының активтілігі мен селективтілігіне әсері зерттелінді. (3-сурет). КПМ-16 катализаторы қатысында температура 550 $^{\circ}$ C болғанда, шикізатты берудің көлемдік жылдамдығы 140 сағ $^{-1}$ -де бутан-бутилен фракциясын өндегенде C_4 бойынша конверсиясы 100% құрады, ал ароматты көмірсутектің шығымы 20,5% құраса, селективтілігі АрК бойынша 20,9%-ға тең болды. Шикізатты берудің көлемдік жылдамдығы 1200 сағ $^{-1}$ -ге дейін артқанда, C_4 көмірсутектер конверсиясы мен сұйық фазаның шығымы сәйкесінше 70,0% бен 10,9% болды. $V=140$ сағ $^{-1}$ болғанда, бензолдың шығымы 30,4%, ал $V=1200$ сағ $^{-1}$ болғанда, 17,1%-ды құрады. Осы жағдайда толуолдың шығымы 42,8-50,2%-ды құрап, этилбензол мөлшері 10,0-17,6%-ға тең болды. Ксилолдың шығымы 3,2-5,1% құрап, шикізатты берудің көлемдік жылдамдығына іс жүзінде тәуелді болмайды. Ароматты көмірсутектердің түзілу бойынша селективтілігі шикізатты беру жылдамдығы артқан сайын төмендейді.

Бутан-бутилен фракциясын берудің көлемдік жылдамдығы 140-тан 1200 сағ $^{-1}$ -ге артқанда, крекинг процесінің үлесі азайып: метанның мөлшері 44,7-тен 8,8%-ға, этанның 37,1-5,3%-ға төмендейді.



Сурет 3 – КПМ-16 катализаторында бутан-бутилен қоспасын өңдеу кезінде шикізаттың көлемдік беру жылдамдығының конверсия мен сұйық өнім шығымдылығына әсері

КПМ-16 катализаторының жұмысының тұрақтылығы бутан-бутилен фракциясын өңдеу процесінде зерттелді. Зерттеулерді температура 550°C және $V=380\text{саġ}^{-1}$ болған жағдайда жүргізілді (5-кесте). Катализатордың алғашқы төрт сағат жұмысында конверсия тұрақты шамада болып, 93,6-97,4%-ды құрады. Он сағаттан кейін 75,8, %-ға төмендейді. Сұйық фазаның шығымы өңдеу басталғанда 20,4%-ға тең болып, кейінірек ароматты көмірсутектердің шығымы төмендейді және 18,0-19,5% аралығында өзгереді.

Осы жағдайларда катализатор он сағат жұмысы істегенде бензол шығымы 19,6-22,3% аралығында құбылады. Толуолдың шығымы аз өзгереді, бірақ та бензолдан жоғарырақ болып, 46,3-48,6%-ды құрады. Этилбензол шығымы 13,6-15,9%, ксилолдар 4,3-5,0%-ға тең. Газ фазасында C₁-C₄ көмірсутектері анықталынды, олардың мөлшері реакция жүруі кезінде азаяды.

Кесте 5 – КПМ-16 катализаторының тұрақтылығын бутан-бутилен фракцияциясын өңдеу процесінде зерттеу

Уақыт, сағ	Баст. газ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Конверсия C ₄ , %		93,6	97,4	96,2	95,4	86,4	87,1	88,3	87,7	83,7	75,8
Сұйық фаза шығымд, % масс		20,4	19,5	18,1	17,8	18,4	19,2	18,4	19,0	18,1	18,0
Селект. АрК, %		21,8	20,0	18,8	18,6	21,3	25,3	20,8	21,7	21,6	21,1
Сұйық фаза құрамы, % масс											
Бензол		21,5	22,0	19,6	22,9	22,3	19,2	20,2	21,6	20,2	21,2
Толуол		47,0	47,9	47,4	46,3	48,0	47,2	47,5	47,5	47,5	48,6
Этилбензол		14,7	13,6	15,9	13,9	16,4	15,9	15,6	15,0	15,6	15,2
Ксилолдар		4,5	4,3	5,0	4,4	4,8	5,0	4,8	4,6	4,9	4,7
C ₅₋₆		3,3	1,5	1,0	0,5	1,0	0,8	0,5	0,5	0,6	0,8
C ₈₊		9,0	10,7	11,1	12,0	15,5	11,9	11,4	10,8	11,2	19,2

Жоғарыда келтірілген мәліметтер катализатордың регенерациясыз жұмыс істеу уақытының артуы нәтижесінде кокс түзіліп, активті орталықтар жабылып, шикізаттың конверсиясы мен ароматты көмірсутектердің шығымы кемиді.

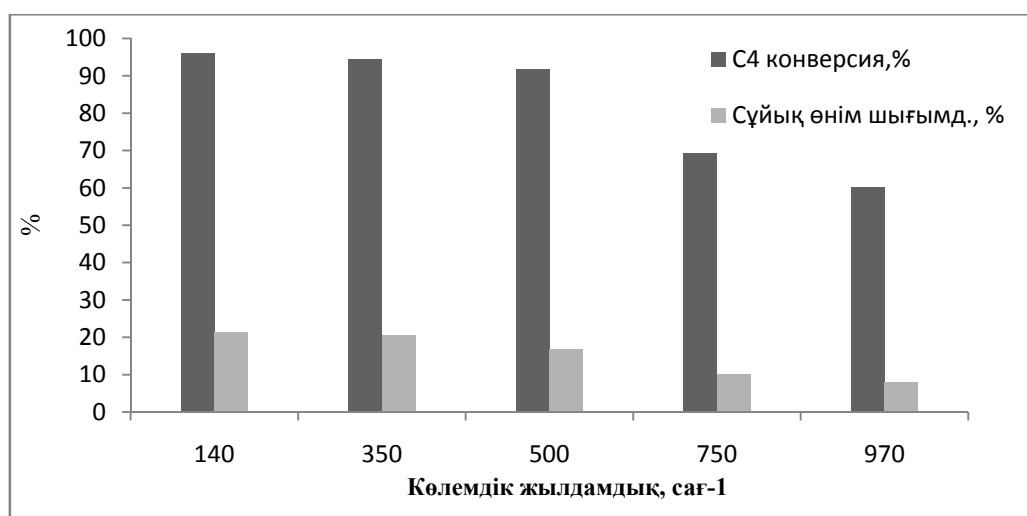
6-кестеде КПМ-19 катализаторында шикізатты берудің көлемдік жылдамдығы 500 саġ⁻¹-де бутан-бутилен фракциясын өзгеріске ұшырату процесіне температураның әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. КПМ-16 катализаторындағыдай бутан-бутилен фракциясын КПМ-19 катализаторы қатысында өндегенде де реакция нәтижесінде газтәріздес (C₁-C₄ көмірсутектер) және сұйық (бензол, толуол, этилбензол, ксилолдар және т.б.) өнімдер түзіледі. Температураның 400-ден 600 °C-қа жоғарылағанда, C₄ көмірсутектер конверсиясы 49,3-тен 95,9%-ға артады. Ароматты көмірсутектердің шығымы мен АрК бойынша селективтілігі сәйкесінше 5,5-тен 18,2% және 11,1-ден 19,9%-ға артады. 400-600°C аралығында бензол шығымы 7,3-ден 21,4%-ға, толуолдікі 37,3-тен

43,9%-ға көбейеді. Катализаттағы ксилолдың мөлшері 4,6-7,2% болды. Этилбензолдың шығымы температура 400-ден 600°C-қа артқанда, 24,4-тен 14,1%-ға кеміді.

Температура артқан сайын C₁-C₂ көмірсутектер түзілуі артты, крекинг күшейеді: метан үлесі 0,3-тен 26,6%-ға өсіп, ал этан 1,2-ден 24,1%-ды құрады. Тәжірибенің температурасы өскенде, әсіресе 550-600°C-та күкіртқұрамдас қосылыстардың мөлшері күрт азайды.

Кесте 6 – КППМ-19 катализаторында бутан-бутилен фракциясын өңдеу процесіне температураның әсері

T, °C	Баст. газ	400	450	500	550	600
Конверсия C ₄ , %		49,3	71,3	83,2	91,6	95,9
Сұйық фаза шығымд., % масс		5,5	8,9	13,0	16,8	18,2
Селект. АрК, C ₄ %		11,1	12,5	15,6	18,3	18,9
Сұйық фаза құрамы, % масс						
Бензол		7,3	9,3	13,8	19,0	21,4
Толуол		37,3	36,1	38,8	42,5	43,9
Этилбензол		24,6	22,5	19,6	16,5	14,1
Ксилол		7,2	6,9	6,1	5,2	4,6
C ₅₋₆		1,4	2,1	3,8	3,4	0,7
C ₈₊		22,2	23,1	18,3	13,4	15,3
Күкіртқұрамдас қосылыстар, мг/м ³						
Карбонилсульфид	1,088	0,408	0,324	0,152	із	із
Метилмеркаптан	4,075	0,428	0,298	0,203	із	із



Сурет 4 - КППМ-19 катализаторында бутан-бутилен фракциясын өңдеу кезінде шикізаттың көлемдік беру жылдамдығының конверсия мен сұйық өнімнің шығымдылығына әсері

Бутан-бутилен фракциясын өңдеу процесінде шикізаттың берудің көлемдік жылдамдықтың КППМ-19 катализаторының активтілігі мен селективтілігіне әсерін зерттеулері (4-сурет), температура 550°C, шикізатты берудің көлемдік жылдамдығы 140саг⁻¹-де C₄ көмірсутектер конверсиясы айтарлықтай жоғары болып, 95,9%-ды құрайтынын көрсетті. Шикізатты берудің көлемдік жылдамдығы 970 саг⁻¹-ге артқанда конверсиясы 60,0%-ға дейін кеміді. V=140 саг⁻¹ болғанда ароматты көмірсутектердің шығымы 21,4%, ал селективтілігі АрК бойынша 22,3%-ды құрады. Көлемдік жылдамдық 970саг⁻¹-ге артқанда, сұйық фазаның шығымы 8,0%-ға, ал селективтілігі АрК бойынша 13,3%-ға дейін төмендейді.

Бутан-бутилен фракциясын өңдеу процесінде шикізатты берудің көлемдік жылдамдығы артқанда бензолдың шығымы 17,3-тен 11,2%-ға азайды. Осы жағдайларда толуолдың шығымы шикізаттың беру жылдамдығына аса тәуелді емес және 41,5-43,7%-ды құрады, ал бөлінетін

этилбензолдың мөлшері 16,4-тен 28,8%-ға артады. Ксилолдың шығымы толуолдікі сияқты шикізат беру жылдамдығына көп тәуелді емес және 5,2-6,9%-ды құрады. Бутан-бутилен фракциясын өңдеу процесінде шикізатты берудің көлемдік жылдамдығының артуымен крекинг процестерінің үлесі азайып, метанның мөлшері 26,7-ден 5,5%-ға, ал этан 23,7-ден 6,8%-ға дейін кеміді.

КПМ-19 катализаторының бутан-бутилен фракциясын 550°C, $V=380\text{сағ}^{-1}$ жағдайында өңдеуде жұмыс істеу тұрақтылығы зерттелінді (7-кесте). Кестеде берілген мәліметтер көрсеткендей, катализатордың бастапқы үш сағат жұмысында конверсиясы тұрақты шамада 73,4-73,8% болды. Кейінірек конверсия 56,7%-ға төмендейді. Сұйық фаза шығымы процестің бастапқы кезінде 16,1-15,4%-ға тең болса, кейін шығымдылық 9,8%-ға төмендеді. Сұйық фаза өнімінің сапалық және сандық анализы іс жүзінде реакцияның жүру уақытына тәуелді емес. Катализатордың 6 сағат жұмысында бензолдың шығымы 9,2-11,1%, толуолдың шығымы жоғарылау болып, 37,5-41,9% аралығын қамтыды. Этилбензолдың шығымы 22,6-25,6%, ксилол-6,6-7,5% болды. Газ фазасында метанның шығымы көп емес, реакция кезінде 7,7-8,6 -дан 5,0%-ға, этанның мөлшері 10,5-тен 6,1%-ға азайды.

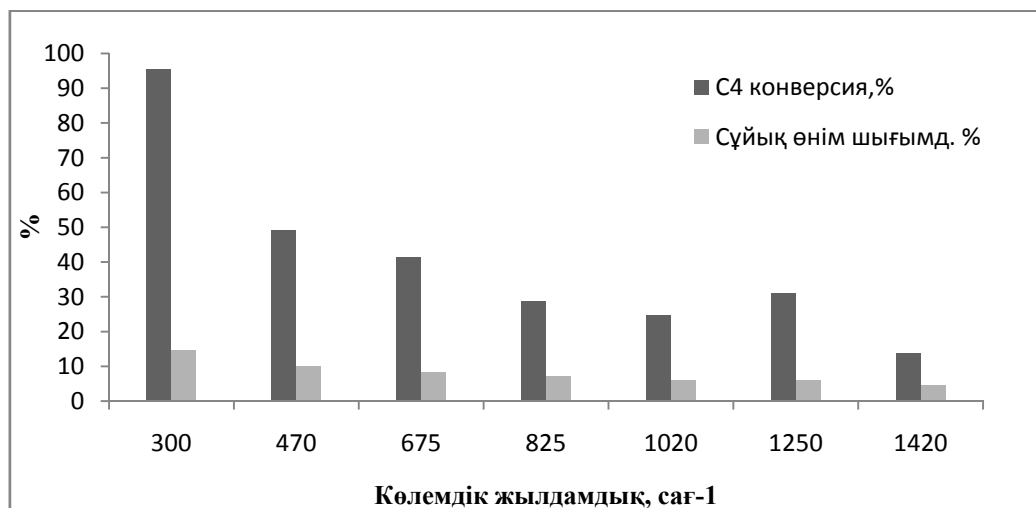
КТМ-1 катализаторында 300сағ⁻¹-де, температура 400°C-тан 600°C-қа артқанда конверсия 8,6-дан 96,1%-ға дейін жоғарылайды (7-кесте). Бұл жағдайларда 550°C-та ароматты көмірсутектердің шығымы 7,8-ден 15,6%-ға дейін өседі. Температура 600°C-қа дейін өскенде, конверсия 11,1%-ға дейін төмендейді. Максимальды селективтілік 400°C-та байқалды және ол 90,7%-ды құрайды. 400-600°C аралығында толуолдың шығымдылығы бензолмен салыстырғанда біршама жоғары. Бұл жағдайларда толуолдың шығымы 22,3-50,1%-ға тең болды, ал бензолдың шығымы 2,1-31,2% болды. Сұйық катализаттағы ксилолдың мөлшері 3,0-6,2%-ды құрады. Этилбензолдың шығымы температура 450-600°C аралығында өскенде 26,0-дан 9,9%-ға төмендейді .

Кесте 7— КТМ-1 катализаторында пропан-пропилен фракциясын өңдеу процесіне температураның әсері ($V=300\text{сағ}^{-1}$)

T, °C	Баст.газ	400	450	500	550	550	600
Конверсия C ₄ , %		8,6	22,7	58,0	72,2	95,4	96,1
Сұйық фаза шығымы, % масс		7,8	8,3	10,1	15,6	14,5	11,1
Селект. АрК, C ₄ %		90,7	36,6	17,4	21,6	15,2	20,0
Сұйық фазаның құрамы, %							
Бензол		2,1	5,7	10,4	17,4	24,2	31,2
Толуол		22,3	40,1	47,1	50,1	47,5	44,4
Этилбензол		24,8	26,0	21,9	17,2	13,9	9,9
Ксилол		4,8	6,2	5,2	4,4	3,8	3,0
C ₅ -C ₆ көмірсутектер		14,3	3,8	3,9	0,3	1,2	0,2
C ₈₊		31,7	18,2	11,5	10,6	9,4	11,3

Пропан-пропилен фракциясын өңдеу процесінде шикізатты көлемдік беру жылдамдығының КТМ-1 катализаторының активтілігіне әсері зерттелді (5-сурет). Пропан-пропилен фракциясын КТМ-1 катализаторында өңдеу 550°C-та және шикізатты көлемдік беру жылдамдығы 300 сағ⁻¹ жағдайында конверсия 95,4% болып, ароматты көмірсутектер шығымы 14,5% құрайды. Шикізаттың көлемдік беру жылдамдығын 1420 сағ⁻¹-ге дейін арттырғанда, конверсия 13,8%-ға дейін төмендейді, сұйық фазаның шығымы 4,5%-ды құрайды.

Шикізаттың көлемдік беру жылдамдығын 300-1420сағ⁻¹ аралығында арттырғанда, бензолдың шығымы 24,2-ден 12,6%-ға дейін төмендейді. Толуолдың шығымы шикізаттың көлемдік беру жылдамдығы 300-825сағ⁻¹ аралығында өзгергенде 47,5-тен 52,3%-ға дейін өседі де, одан кейін $V=1420\text{сағ}^{-1}$ болғанда 49,3%-ға дейін төмендейді. Бұл жағдайларда көлемдік беру жылдамдықты 300-825сағ⁻¹ аралығында өзгерткенде, этилбензолдың шығымы 13,9-дан 24,5 %-ға дейін артады да, $V=1420\text{сағ}^{-1}$ -ге жеткенде 19,8%-ға дейін төмендейді. $V=1420\text{сағ}^{-1}$ болғанда селективтілік 32,6%-ға дейін жетеді.



5-сурет-Пропан-пропилен фракциясын КТМ-1 катализаторында өңдеу кезінде шикізаттың көлемдік беру жылдамдығының конверсия мен сұйық өнім шығымдылығына әсері ($T = 550^{\circ}\text{C}$)

Пропан-пропилен фракциясын өңдеу процесінде қолданылған КТМ-1 катализаторы жұмысының тұрақтылығын анықтауға зерттеу жүргізілді. Зерттеу жұмысы 550°C және $V=300\text{саġ}^{-1}$ жағдайында жүргізілді. Катализатор алғашқы төрт сағат жұмыс істегенде, конверсия тұрақты және 100%-ды құрайды. Содан кейін конверсия төмендейді және сегіз сағат жұмыстан соң 71,3%-ды құрайды. Ароматты көмірсутектердің шығымы 1,6-12,1% аралығында болды. Катализатор ұзақ уақыт регенерациясыз жұмыс жасауының нәтижесінде кокстеліп, катализатор бетіндегі белсенді орталықтар жабылады, ол шикізат конверсиясының және ароматты көмірсутектердің шығымын төмендетуге алып келеді.

Қорытынды. Зерттеулер нәтижелері пропан-пропилен фракциясын өндегенде, КТМ-16 катализаторында ароматты көмірсутектердің шығымы жоғары болатынын көрсетеді, олардың максималды мөлшері 550°C -та түзіліп, 33,8%-ды құрайды.

Бутан-бутилен және пропан-пропилен фракцияларын өңдеу өнімдерінің құрамы КІМ, КТМ катализаторлары полифункционалды қасиетке ие екендігін көрсетеді: крекинг, дегидрлеу, олигомерлеу, дегидроциклдеу реакцияларының нәтижесінде ароматты көмірсутектердің пайда болуы бір сатыда жүреді. Сонымен қатар күкіртті шикізатты өндеген жағдайда, бір уақытта күкірттен тазалау процесі де жүреді.

Зерттеулерді қаржыландыру қоры: Жұмыс ҚР білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің 218/ҒФ4 «Олефинді және ароматты көмірсутектер алудың жаңа технологиялары» және 220/ҒФ4 «Ауыр мұнай фракцияларын моторлы отындар мен ароматты қосылыстарға кешенді қалдықсыз өңдеу» жобаларын қаржыландыруымен орындалды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Дергачев А.А., Лapidус А.Л. Каталитическая ароматизация низших алканов // Журнал Росс.хим. общества им.Д.И.Менделеева. – 2005. – Т. LII, № 4. – С. 15–21.
- [2] Ечевский Г. Получение ароматических углеводородов из ПНГ и других легких фракций // Нефтегазовые технологии. – 2012. - № 4. - С. 92-96.
- [3]Ахметов А.Ф., Каратун О.Н. Модифицированные пентасилсодержащие катализаторы для ароматизации углеводородных газов // Химия и технология топлив и масел. - 2001. - № 5. - С. 33-36.
- [4] Миначев Х.М., Дергачев А.А. Создание и исследование цеолитных каталитических систем для превращения низкомолекулярных углеводородов в ценные химические продукты // Известия РАН. Сер.хим. – 1998. - № 6. - С. 1071-1080.
- [5]Лapidус А.Л., Дергачев А.А., Костина В.А., Силакова А.А. Ароматизация этана на галлийплатиновых цеолитах семейства пентасила // Нефтехимия. - 2008. – Т.48,№2. - С.83-86.
- [6] Расулов С.Р., Мустафаева Г.Р., Махмудова Л.А. Перспективные катализаторы ароматизации пропана // Нефтепереработка и нефтехимия. -2012. -№ 2. -С. 36-41.
- [7] Лapidус А.Л., Козлов А.М., Худяков Д.С., Дергачев А.А. Ароматизация пропан-бутановой фракции на модифицированном пентасиле

- // Газохимия. – 2010. - № 6. – С.16-18.
- [8] Мамонов Н.А., Фадеева Е.В., Григорьев Д.А., Михайлов М.Н., Кустов Л.М., Алхимов С.А. Металл-цеолитные катализаторы дегидроароматизации метана // Успехи химии. -2013. -Т. 82. -С. 567-585.
- [9] Ширязданов Р.Р., Рахимов М.Н., Мансуров И.С. Основные проблемы, особенности и перспективы переработки нефтезаводских газов // Нефтехимия. -2010. -№1. -С. 32-35.
- [10] Мустафаева Г.Р., Салимова Н.А., Расулов С.Р. Технология переработки газов каталитического крекинга // Нефтепереработка и нефтехимия. -2012.- № 5. -С. 36-38.
- [11] Туктин Б., Закумбаева Г.Д., Смагулов Р., Токтабаева Н.Ф. Каталитическое превращение сжиженного нефтяного газа в ароматические углеводороды // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2008. - № 6. - С. 35-37.
- [12] Фалькевич Г.С., Ростанин Н.Н., Виленский Л.М., Иняева Г.В., Немира К.Б., Нефедов Б.К. Новые технологии «САПРнефтехим» переработки углеводородного сырья с использованием цеолитсодержащих катализаторов. Сообщение 1. Переработка попутных нефтяных газов, широких фракций легких углеводородов и отходящих нефтезаводских парафинсодержащих газов в ароматические углеводороды // Катализ в промышленности. -2002. -№ 2. -С. 44-50.
- [13] Ахметов А.Ф., Каратун О.Н. Превращение пропан-бутановой фракции на модифицированных пентасилсодержащих катализаторах // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2000. - №12. – С.28-34.
- [14] Каратун О.Н., Дорогочинский А.З. Использование пропан-пропиленовой фракции процесса каталитического крекинга для получения высокооктановых компонентов автомобильных топлив // Нефтепереработка и нефтехимия. - 1999. - №2. - С. 27-30.
- [15] Лapidус А.Л., Крылова М.В., Маслов И.А., Ментюков Д.А. Превращения пропилена в присутствии высококремнеземных цеолитов. // Нефтехимия. - 2003. – Т.43, №1. – С.38-41.
- [16] Хасанова Э.И., Назмиева И.Ф., Зиятдинов А.Ш., Салахов И.И., Копылов А.Ю. Изучение процесса ароматизации пропана на цеолитсодержащем катализаторе с различным отношением Si/Al // Нефтехимия. -2012.- Т. 52, - № 2.- С. 97-103.
- [17] Каратун О.Н. Влияние различных модификаторов на превращение фракции низкомолекулярных углеводородов // Химия и химическая технология. - 1999. – Т.42, вып.2. – С.69-73.
- [16] Восмерилов А.В., Ермаков А.Е., Восмерилов Л.Н., Федшак Т.А., Иванов Г.В. Превращение низших алканов в присутствии наночастиц металлов, нанесенных на цеолитную матрицу // Кинетика и катализ. - 2004. – Т.45, №2. – С.232-236.
- [18] Ахметов А.Ф., Каратун О.Н. Стабильность пентасилсодержащих катализаторов при ароматизации бутановой фракции // Химия и технология топлив и масел. - 2002. - №2. - С. 32-33.
- [19] Козлов А.М., Худяков Д.С., Лapidус А.Л., Дергачев А.А. Ароматизация пропан бутановой фракции на пентасиле, модифицированном солями цинка. // Технология нефти и газа. - 2011. - №1. - С. 7-10.
- [20] Восмерикова Л.Н., Седой В.С., Восмерилов А.В. Ароматизация низших алканов в присутствии наночастиц циркония, нанесенных на цеолитную матрицу // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2007. - №4. - С.20-23.

REFERENCES

- [1] Dergachev A.A, Lapidus A.L. *D.I. Mendeleev Journal of Russ. chem.society*. **2005**, LII, 4., 15–21 (in Russ.)
- [2] Echevskii G. *Oil-gas technology*. **2012**, 4, 92-96. (in Russ.)
- [3] Akhmetov A.F. Karatun O.N. *Himia I tehnologia topliv I masel*, **2001**, 5, 33-36. (in Russ.)
- [4] Minachev Kh. M., Dergachev A.A. *Izvestia RAN*. **1998**, 6, 1071-1080. (in Russ.)
- [5] Lapidus A.L., Dergachev A.A, Kostina A.V., Silakova A.A. *Neftechimia*, **2008**, 48, 2, 83-86. (in Russ.)
- [6] Rasulov S.R., Mustafaev S.R., Makhmudova L.A. *Neftpererabotka i neftechimia*, **2012**, 2, 36-41. (in Russ.)
- [7] Lapidus A.L., Kozlov A.M., Khudyakov D.S., Dergachev A.A. *Gasochimia*, **2010**, 6, 16-18. (in Russ.)
- [8] Mamonov N.A., Fadeeva E.V., Grigoriev D.A., Mikhailov M.N., Kustov L.M., Alhimov S.A. *Uspehi chimii*, **2013**, 82, 567-585. (in Russ.)
- [9] Shiryazdanov R.R., Rahimov M.N., Mansurov I.S. *Neftechimia*, **2010**, 1, 32-35. (in Russ.)
- [10] Mustafaeva G.R., Salimova N.A., Rasulov S.R. *Neftpererabotka I neftechimia*, **2012**, 5, 36-38. (in Russ.)
- [11] Tuktin B., Zakumbaeva G.D., Smagulov R., Toktabaev N.F. *Nettepererabotka I neftechimia*, **2008**, 6, 35-37. (in Russ.)
- [12] Falkeevich G.S., Rostanin N.N., Vilenskii L.M., Inyayeva G.V., Nemira K.B., Nefedov B.K. *Catalysis in industry*, **2002**, 2, 44-50. (in Russ.)
- [13] Akhmetov A.F. Karatun O.N. *Neftpererabotka i neftechimia*, **2000**, 12, 28-34. (in Russ.)
- [14] Karatun O.N., Dorogochinskii A.Z. *Neftpererabotka i neftechimia*. 1999, 2, 27-30. (in Russ.)
- [15] Lapidus A.L., Krylova M.V., Maslov I.A., Mentiukov D.A.. *Neftechimia*, **2003**, 43, 1,38-41 (in Russ.).
- [16] Khasnova A.R, Zyadinov A., Salahov I.I., Kopylov A.Iu. *Neftechimia*, **2012**, 52, 2, 97-103. (in Russ.)
- [17] Karatun O.N. *Chemistry and Chemical technology*, **1999**, 42, 69-73. (in Russ.)
- [16] Vosmerikov A.V., Ermakov A.E, Vosmerikova L.N. Fedshak T.A., Ivanov G.V. *Kinetic and catalysis*, **2004**, 45, 2, 232-236. (in Russ.)
- [18] Akhmetov A.F., Karatun O.N. *Chemistry and technology of fuel and oils*, **2002**, 2, 32-33. (in Russ.)
- [19] Kozlov A.M., Khudyakov D.S., Dergachev A.A, Lapidus A.L. *Technology of petroleum and gas*, **2011**, 1, 7-10. (in Russ.)
- [20] Vosmerikova L.N., Sedoi V.S., Vosmerikov A.V. *Neftpererabotka i neftechimia*, **2007**, 4, 20-23. (in Russ.)

УДК 541.128.13; 665.644.26; 665.658.62

Б.Т.Туктин¹, Н.Н.Нұрғалиев¹, Б.М.Бағашарова¹, М.Т.Сулейменова², Р.Х.Тургумбаева²

¹ АО Институт топлива, катализа и электрохимии имени Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан;

² Казахский Национальный Педагогический Университет имени Абая, Алматы, Казахстан

ПЕРЕРАБОТКА ГАЗОВ КРЕКИНГА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Аннотация. Проведены исследования процесса переработки серосодержащих пропан-пропиленовой и бутан-бутиленовой фракций на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах КПМ-16, КПМ-19 и КТМ-1. Изучено влияние технологических параметров на конверсию, выход ароматических углеводородов и селективность. Установлено, что при переработке легких углеводородов на этих катализаторах образуются ароматические соединения (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы), а в газовой фазе содержатся C₁-C₄ углеводороды. С увеличением температуры от 400 до 600°C конверсия C₄ повышается 100%. Наибольший выход ароматических углеводородов на всех исследованных катализаторах достигает при 550-600°C.

Анализ полученных результатов показывает, что наибольший выход ароматических углеводородов при переработке пропан-пропиленовой фракции наблюдается на катализаторе КПМ-16: максимальное их количество образуется при 550°C и составляет 33,8%.

Состав продуктов переработки бутан-бутиленовой и пропан-пропиленовой фракций показывает, что изученные катализаторы обладают полифункциональными свойствами: образование ароматических углеводородов происходит в одну стадию в результате протекания реакций крекинга, дегидрирования, олигомеризации, дегидроциклизации. Одновременно, в случае переработки серосодержащего сырья, происходит и сероочистка.

Ключевые слова: катализатор, ароматические соединения, цеолит, пропан-пропиленовая фракция, бутан-бутиленовая фракция.

МАЗМУНЫ

Утельбаев В.Т., Токтасын Р., Мишель О. де Соуза, Мырзаханов М. Ru - Co отырғызылған қабаттанған құрылымды саз балшықты катализаторларда Бутан-бутилен фракциясын зерттеу.....	5
Бұрашева Г.Ш., Айша Х.А., Умбетова А.К., Халменова З.Б., Нуртазина А.Н. Satureja amani өсімдігінің липофильді құрамдары.....	12
Рахимберлинова Ж.Б., Такибаева А.Т., Мустафина Г.А., Кабиева С.К., Дудкина А.А. Көмірдің гидроксилденген туындылардың синтезі.....	18
Чопабаева Н.Н. Молибден иондарын Лигнин негізіндегі ионалмастырғыштармен сорбциялау.....	22
Оспанова А.Қ., Везенцев А.И., Попов М.В., Максатова А.М., Жумат А., Савденбекова Б.Е., Абишева Ж., Карл Ө. Диатомит негізінде каталитикалық және сорбционды қасиетке ие кеуекті құрылымдар алу.....	29
Азат С., Сартова Ж.Е., Мансуров З.А., Whitby R.L.D. Күріш қауызының күлін кремний диоксиді нанобөлшектері өндірісінің альтернативті көзі ретінде қолдану.....	38
Темиргалиева Т.С., Нәжіпқызы М., Нұрғайын А., Рахметуллина А., Динистанова Б., Мансуров З.А. Көпқабатты көміртекті нанотүтікшелерді CVD әдісімен синтездеу және оларды функционализациялау.....	44
Жақытова А.Н., Свицерский А.К., Евсеева Е.Ю., Сейтханова А.К., Мулдахметов М.З. Жылу агрегаттарын футерлеуге тиімді отқа төзімді магнезиалсиликатты.....	51
Баязитова М.М., Байгазиева Г.И., Меледина Т.В. Қазақстанда аудандастырылған тритикале астығын ұйттау процесінде азотты заттардың өзгеруі.....	57
Дюсебаева М.А., Ахмедова Ш. С. 2-морфолиноэтанолдың және оның туындыларының синтезі.....	63
Рахимберлинова Ж.Б., Такибаева А.Т., Мустафина Г.А., Кабиева С.К., Карилхан А.К. Күйдірілген жыныстың беттік ауданын электрохимиялық активтендіру және гумин қышқылдарының хлортуындыларын енгізу.....	68
Сарбаева Г.Т., Баешов Ә.Б., Матенова М.М., Сарбаева Қ.Т., Абдувалиева У.А., Тулешова Э.Ж. Өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған таллий электродтарының тұз қышқылы ерітіндісіндегі еруі.....	73
Такибаева А.Т., Ибраев М.К., Рахимберлинова Ж.Б., Кабиева С.К., Балпанова Н.Ж., Акимбекова Б. β-пропион қышқылының винилоксиэтиламидтерінің синтезі мен құрылысының зерттеуі.....	79
Пустовалов И.А., Мансуров З.А., Тулепов М.И., Алиев Е.Т., Аleshкова С.В., Байсейтов Д., Габдрашева Ш.Е., Елемесова Ж.К., Руки Шен. Аммоний нитраты негізіндегі өнеркәсіптік жарылғыш құрамдардың сәйкестендірудің қазіргі мәселелері.....	83
Восмеригов А. В., Туктин Б. Т., Восмеригова Л. Н., Нурғалиев Н. Н., Коробицына Л. Л. Модифицирленген цеолитқұрамды катализаторда газтәріздес көмірсутектердің өзгеріске ұшырауы.....	91
Бектұрғанова А.Ж., Сағынтаева Ж.И., Рүстембеков К.Т., Қасенова Ш.Б., Қасенов Б.Қ., Стоев М. Жаңа La ₂ MnTeO ₇ (M – Mg, Ca, Sr, Ba) никелит-теллурииттердің синтезі және оларды рентгенографиялық тұрғыдан зерттеу.....	99
Ахметкәрімова Ж.С., Молдахметов З.М., Молдахметов Ж.Х., Байкенов М.И., Дюсекенов А.М., Богжанова Ж.К. Өр түрлі факторлардың біріншілік тас көмір шайырының гидрогенизация үрдісіне әсері.....	103
Ахметкәрімова Ж.С., Молдахметов З.М., Мейрамов М.Г., Ордабаева А.Т., Молдахметов Ж.Х., Байкенов М.И., Дюсекенов А.М. Композитті катализаторлар қатысында антраценнің гидрлеуі.....	110
Қасенов Б.Қ., Сағынтаева Ж.И., Қасенова Ш.Б., Қуанышбеков Е.Е., Исабаева М.А. LnMe ¹ FeCrMnO _{6,5} және LnMe ^{II} _{0,5} FeCrMnO _{6,5} (Ln – La, Nd; Me ^I – Li, Na, K; Me ^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) құрамды ферро-хромо-манганиттердің стандартты термодинамикалық функцияларын бағалау.....	118
Қасенов Б.Қ., Қасенова Ш.Б., Сағынтаева Ж.И., Туртубаева М.О., Қуанышбеков Е.Е., Исабаева М.А. Жаңа NdMe ^{II} ₂ ZnMnO ₆ (Me ^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) Цинкат-манганиттер, оларды рентгенографиялық және ик-спектроскопиялық тұрғыдан зерттеу.....	125
Пірәлиев Қ.Ж., Ысқақова Т.Қ., Малмакова А.Е., Сейлханов Т.М. 3-(3-Изопропоксипропил)-7-[2-(3-метоксифенил)этил]-3,7-диазабиперидин[3.3.1]нонан-9-он және оның туындыларының синтезі.....	131
Сасықова Л.Р., Отжан У.Н., Курманситова А.К., Серікқанов А.Ә., Жумаканова А.С., Кенжебеков А.С. Қазақстандағы химияны оқыту. Жоғары оқу орындарының ғылыми орталықтармен байланысы - еліміздің сәтті кадрларын даярлау негізі.....	141
Сасықова Л.Р., Отжан У.Н., Курманситова А.К., Серікқанов А.Ә., Әубәкіров Е.А., Жумаканова А.С., Кенжебеков А.С. Ароматты нитроқосылыстарды сұйық күйде салыстырмалы гидрлеу.....	147
Сасықова Л.Р., Әубәкіров Е.А., Сабитова И.Ж., Налибаева А.М., Жігербаева Г.Н., Таשמұхамбетова Ж.Х. Автокөліктен шығарылатын газдарды залалсыздандыру үшін бағалы және бағалы емес металдар негізінде тиімді катализаторларды синтездеу.....	157
Туктин Б.Т., Нұрғалиев Н.Н., Бағашарова Б.М., Сулейменова М.Т., Тургумбаева Р.Х. Крекинг газдарын модифицирленген цеолитқұрамды катализаторларда өңдеу.....	166

СОДЕРЖАНИЕ

Утельбаев В.Т., Токтасын Р., Мишеле О. де Соуза, Мырзаханов М. Изучение Бутан-бутиленовой фракции на Ru-Co нанесенных пилларированных глинистых катализаторах.....	5
Нуртазина А.Н., Халменова З.Б., Умбетова А.К., Бурашева Г.Ш., Айша Х.А. Липофильные компоненты saturajaamani.....	12
Рахимберлинова Ж.Б., Такибаева А.Т., Мустафина Г.А., Кабиева С.К., Дудкина А.А. Синтез гидроксированных производных углей.....	18
Чопабаева Н.Н. Сорбция ионов молибдена ионитами на основе Лигнина.....	22
Оспанова А.К., Везенцев А.И., Попов М.В., Максатова А.М., Жумат А., Савденбекова Б.Е., Абишева Ж., Карл О. Получение пористой платформы на основе диатомита с каталитическими и сорбционными свойствами.....	29
Азат С., Сартова Ж.Е., Мансуров З.А., Whitby R.L.D. Использование золы рисовой шелухи в качестве альтернативного источника в производстве наночастиц диоксида кремния.....	38
Темиргалиева Т.С., Нажипкызы М., Нургайын А., Рахметуллина А., Динистанова Б., Мансуров З.А. Синтез многостенных углеродных нанотрубок методом CVD и их функционализация.....	44
Жакупова А.Н., Свицерский А.К., Евсеева Е.Ю., Сейтханова А.К., Мулдахметов М.З. Износоустойчивый магнезиальносилкатный огнеупор для футеровки тепловых агрегатов.....	51
Баязитова М.М., Байгазиева Г.И., Меледина Т.В. Изменение азотистых веществ в процессе солодоращения зерна тритикале, районированных в республике Казахстан.....	57
Дюсебаева И.А., Ахмедова Ш.С. Синтез 2-морфолиноэтанола и его производных.....	63
Рахимберлинова Ж.Б., Такибаева А.Т., Мустафина Г.А., Кабиева С.К., Карилхан А.К. Электрохимическая активация поверхности горелой породы и прививка хлорпроизводных гуминовых кислот.....	68
Сарбаева Г.Т., Баешов А.Б., Матенова М.М., Сарбаева К.Т., Абдувалиева У.А., Тулешова Э.Ж. Растворение таллиевых электродов в солянокислом растворе при поляризации промышленным переменным током.....	73
Такибаева А.Т., Ибраев М.К., Рахимберлинова Ж.Б., Кабиева С.К., Балпанова Н.Ж., Акимбекова Б. Синтез и изучения строения винилоксиэтиламидов β-пропионовокислоты.....	79
Пустовалов И.А., Мансуров З.А., Тулепов М.И., Алиев Е.Т., Алешкова С.В., Байсеитов Д.А., Габдрашева Ш.Е., Елемесова Ж.К., Руки Шен. Современные проблемы идентификации промышленных взрывчатых составов на основе нитрата аммония.....	83
Восмерилов А. В., Туктин Б. Т., Восмерилова Л. Н., Нургалеев Н. Н., Коробицына Л. Л. Превращение газообразных углеводородов на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах.....	91
Бектурганова А.Ж., Сагинтаева Ж.И., Рустембеков К.Т., Касенова Ш.Б., Касенов Б.К., Стоев М. Синтез и рентгенографическое исследование новых никелито-теллуридов La ₂ MnNiTeO ₇ (M – Mg, Ca, Sr, Ba).....	99
Ахметкаримова Ж.С., Мулдахметов З.М., Мулдахметов Ж.Х., Байкенов М.И., Дюсеменов А.М., Богжанова Ж.К. Влияние различных факторов на процесс гидрогенизации фракции первичной каменноугольной смолы.....	103
Ахметкаримова Ж.С., Мулдахметов З.М., Мейрамов М.Г., Ордабаева А.Т., Мулдахметов Ж.Х., Байкенов М.И., Дюсеменов А.М. Гидрирование антрацена в присутствии композитных катализаторов.....	110
Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И., Касенова Ш.Б., Куанышбеков Е.Е., Исабаева М.А. Оценка стандартных термодинамических функций ферро-хромоманганитов составов LnMe ^I FeCrMnO _{6,5} и LnMe ^{II} _{0,5} FeCrMnO _{6,5} (Ln – La, Nd; Me ^I – Li, Na, K; Me ^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba).....	118
Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Туртубаева М.О., Куанышбеков Е.Е., Исабаева М.А. Новые цинкато-манганиты NdMe ^{II} ₂ ZnMnO ₆ (Me ^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) и их рентгенографическое и спектроскопическое исследование.....	125
Пралиев К.Д., Исакова Т.К., Малмакова А.Е., Сейлханов Т.М. Синтез 3-(3-изопропоксипропил)-7-[2-(3-метоксифенил)-этил]-3,7-дизабицикло[3.3.1]нонан-9-она и его производных.....	131
Сасыкова Л.Р., Отжан У.Н., Курманситова А.К., Серикканов А.А., Жумаканова А.С., Кенжебеков А.С. Обучение химии в Казахстане. Связь вузов с научными центрами страны - основа успешной подготовки кадров.....	141
Сасыкова Л.Р., Отжан У.Н., Курманситова А.К., Серикканов А.А., Аубакиров Е.А., Жумаканова А.С., Кенжебеков А.С. Сравнительное гидрирование ароматических нитросоединений в жидкой фазе.....	147
Сасыкова Л.Р., Аубакиров Е.А., Сабитова И.Ж., Налибаева А.М., Жигербаева Г.Н., Таимухамбетова Ж.Х. Синтез эффективных катализаторов на основе благородных и неблагородных металлов для обезвреживания выхлопных газов автотранспорта.....	157
Туктин Б.Т., Нургалеев Н.Н., Багашарова Б.М., Сулейменова М.Т., Тургумбаева Р.Х. Переработка газов крекинга на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах.....	166

CONTENTS

<i>Utelbaev B.T., Toktassyn R., Michele O. de Souza, Myrzahanov M.</i> Study of the butane-butylene fraction on modified Ru-Co supported clay catalysts.....	5
<i>Nurtazina A.N., Halmenova Z.B., Umbetova A.K., Buresheva G.Sh., Aisa H.A.</i> Lipophilic components of <i>satureja amani</i>	12
<i>Rakhimberlinova Zh.B., Takibayeva A.T., Mustafina G.A., Kabieva S.K., Dudkina A.A.</i> Synthesis of derivatives of coal hydroxylated.....	18
<i>Chopabayeva N.N.</i> Sorption of molybdenum ions by Lignin ion-exchangers.....	22
<i>Ospanova A.K., Vezentsev A.I., Popov M.V., Maksatova A.M., Zhumat A., Savdenbekova B.E., Abisheva Zh., Karl O.</i> Obtaining of porous platform on the basis of diatomite with catalytic and sorption properties.....	29
<i>Azat S., Sartova Zh.Ye., Mansurov Z.A., Whitby R.L.D.</i> Utilization of rice husk ash as an alternative source for the production silica nanoparticles.....	38
<i>Temirgaliyeva T.S., Nazhipkyzy M., Nurgain A., Rahmetullina A., Dinistanova B., Mansurov Z.A.</i> Synthesis of multiwalled carbon nanotubes by CVD and their functionalization.....	44
<i>Zhakupova A.N., Sviderskiy A.K., Yevseyeva Y., Seitkhanova A.K., Muldakhmetov M.Z.</i> Magnetolectricity wear resistant refractory for lining thermal units.....	51
<i>Bayazitova M.M., Baigazyieva G.I., Meledina T.V.</i> Changing of the nitrogenous substances of triticale grain, zoned in republic of Kazakhstan.....	57
<i>Dyusebaeva M.A., Akhmedova Sh.S.</i> Synthesis of 2-morpholinoethanol and its derivatives.....	63
<i>Rakhimberlinova Zh.B., Takibayeva A.T., Mustafina G.A., Kabieva S.K., Karilkhan A.K.</i> Electrochemical activation of the surface burnt rocks and inoculation of chloro-derivative humic acids.....	68
<i>Sarbayeva G.T., Bayeshov A.B., Matenova M.M., Sarbayeva K.T., Abduvaliyeva U.A., Tuleshova E.Zh.</i> Dissolution of thallium electrodes in hydrochloric acid solution at polarization industrial alternating current.....	73
<i>Takibayeva A.T., Ibraev M.K., Rakhimberlinova Zh.B., Kabieva S.K., Balpanova N.Zh., Akimbekova B.</i> Synthesis and study of structure of vinyloxyethylamides of the β -propionic acid.....	79
<i>Pustovalov I.A., Mansurov Z.A., Tulepov M.I., Aliev Y.T., Aleshkova S.V., Baiseitov D.A., Gabdrasheva S.H.E., Yelemessova ZH.K., Shen Ruiqi.</i> Modern problems of identification of industrial explosive composition based on ammonium nitrate.....	83
<i>Vosmerikov A.V., Tukhtin B.T., Vosmerikova L. N., Nurgaliyev N.N., Korobitcyna L.L.</i> Conversion of gaseous hydrocarbons over modified zeolite catalyst.....	91
<i>Bekturganova A.Z., Sagintaeva Zh.I., Rustembekov K.T., Kasenova Sh.B., Kasenov B.K., Stoev M.</i> New $\text{La}_2\text{MnTeO}_7$ (M – Mg, Ca, Sr, Ba) synthesis and their x-ray studies.....	99
<i>Akhmetkarimova Zh.S., Muldakhmetov Z.M., Muldakhmetov Zh.H., Baikenov M.I., Dyusekenov A.M., Bogzhanova Zh.K.</i> Various factors influencing the process hydrogenation of primary coal tar fractions.....	103
<i>Akhmetkarimova Zh.S., Muldakhmetov Z.M., Meyramov M.G., Ordabaeva A.T., Muldakhmetov Zh.H., Baikenov M.I., Dyusekenov A.M.</i> Hydrogenation of anthracene in the presence composite catalysts.....	110
<i>Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Kasenova Sh.B., Kuanyshbekov E.E., Isabaeva M.A.</i> Evaluation standard thermodynamic functions ferro-chrome-manganite $\text{LnMe}^{\text{I}}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ and $\text{LnMe}^{\text{II}}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ (Ln – La, Nd; Me^{I} – Li, Na, K; Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba).....	118
<i>Kasenov B.K., Kasenova Sh.b., Sagintaeva Zh.I., Turtubaeva M.O., Kuanyshbekov E.E., Isabaeva M.A.</i> New zincate-manganites $\text{NdMe}^{\text{II}}_2\text{ZnMnO}_6$ (Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) and their x-ray and ir- spectroscopy studies.....	125
<i>Prailyev K.Dh., Iskakova T.K., Malmakova A.Ye., Seilkhanov T.M.</i> Synthesis of 3-(3-isopropoxypropyl)-7-[2-(3-methoxyphenyl)ethyl]-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonan-9-one and its derivatives.....	131
<i>Sassykova L.R., Otzhan U.N., Kurmansitova A.K., Serikkanov A.A., Zhumakanova A.S., Kenzhebekov A.S.</i> Chemistry training in Kazakhstan. Connection of universities with scientific centers - the basis of successful personnel training.....	141
<i>Sassykova L.R., Otzhan U.N., Kurmansitova A.K., Serikkanov A.A., Aubakirov Y.A., Zhumakanova A.S., Kenzhebekov A.S.</i> Comparative hydrogenation of aromatic nitrocompounds in liquid phase.....	147
<i>Sassykova L.R., Aubakirov Y.A., Sabitova I.Zh., Nalibayeva A.M., Zhigerbaeva G.N., Tashmukhambetova Zh.Kh.</i> Synthesis of effective catalysts on the base of noble and base metals for neutralization of vehicle exhaust gases.....	157
<i>Tukhtin B.T., Nurgaliyev N.N., Bagasharova B.M., Suleimenova M.T., Turgumbayeva R.Kh.</i> The processing of cracking gases over the modified zeolite catalysts.....	166

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации
в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев, Д. С. Аленов*
Верстка на компьютере *А. М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 15.04.2017.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11 п.л. Тираж 300. Заказ 2.

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