

ISSN 2959-5991 (print)

CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY JOURNAL

2023, Volume 1, Number 1

2023 жылдан бастап шығады
Выходит с 2023 года
Founded in 2023

Жылына төрт рет шығады
Выходит четыре раза в год
Published four times a year

**Қызылорда/Кызылорда/Kyzylorda
2023**

Редакциялық алқа

- Аппазов Н.О. - ғылыми редактор, химия ғылымдарының кандидаты, профессор, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы
- Ақылбеков Н.И. - PhD, қауымдастырылған профессор, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы
- Ақатан Қ. - PhD, С.Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан Университеті, Ұжымдық қолданыстағы Ұлттық ғылыми зертханасы, Өскемен қ., Қазақстан Республикасы
- Бурилов А.Р. - химия ғылымдарының докторы, профессор, А.Е.Арбузов атындағы Органикалық және физикалық химия институты, Қазан қ., Ресей Федерациясы
- Газизов А.С. - химия ғылымдарының докторы, А.Е.Арбузов атындағы Органикалық және физикалық химия институты, Қазан қ., Ресей Федерациясы
- Гущин А.Л. - химия ғылымдарының докторы, профессор, Ресей Ғылым Академиясы Сібір бөлімінің А.В.Николаев атындағы Бейорганикалық химия институты, Новосібір мемлекеттік университеті, Новосібір қ., Ресей Федерациясы
- Джиембаев Б.Ж. - химия ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы
- Елубай М.А. - химия ғылымдарының кандидаты, Торайғыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы
- Құдайбергенов Н. - PhD, Ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы
- Любчик С.Б. - PhD, профессор, Лиссабон Жаңа университеті, Лиссабон қ., Португалия
- Махмут Озачар - PhD, профессор, Сакария университеті, Сакария қ., Түркия Республикасы
- Никитина П.А. - химия ғылымдарының кандидаты, доцент, Д.И. Менделеев атындағы Ресей химия-технологиялық университеті, Мәскеу қ., Ресей Федерациясы
- Уралбеков Б.М. - химия ғылымдарының кандидаты, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы
- Хрусталеv Д.П. - химия ғылымдарының докторы, профессор, Қарағанды медицина университеті, Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы
- Чугунова Е.А. - химия ғылымдарының докторы, А.Е.Арбузов атындағы Органикалық және физикалық химия институты, Қазан қ., Ресей Федерациясы
- Турманов Р.А. - жауапты хатшы, химия ғылымдарының кандидаты, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Редакционная коллегия

- Аппазов Н.О. - научный редактор, кандидат химических наук, профессор, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Республика Казахстан
- Акылбеков Н.И. - доктор философии (PhD), ассоциированный профессор Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Республика Казахстан
- Акатан К. - доктор философии (PhD), Национальная научная лаборатория коллективного действия Восточно-Казахстанский университет имени С.Аманжолова, г.Усть-Каменгорск, Республика Казахстан
- Бурилов А.Р. - доктор химических наук, профессор, Институт органической и физической химии имени А.Е. Арбузова, г. Казань, Российская Федерация
- Газизов А.С. - доктор химических наук, Институт органической и физической химии имени А.Е. Арбузова, г. Казань, Российская Федерация
- Гущин А.Л. - доктор химических наук, профессор, Институт неорганической химии имени А.В. Николаева Сибирского отделения Российской Академии наук, Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация
- Джиембаев Б.Ж. - доктор химических наук, профессор, Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Республика Казахстан
- Елубай М.А. - кандидат химических наук, Торайгыров университет, г. Павлодар, Республика Казахстан
- Кудайбергенов Н. - PhD, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан
- Любчик С.Б. - PhD, профессор, Новый университет Лиссабона, г. Лиссабон, Португалия
- Махмут Озачар - PhD, профессор, университет Сакарья, г. Сакарья, Турецкая Республика
- Никитина П.А. - кандидат химических наук, доцент, Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, г.Москва, Российская Федерация
- Уралбеков Б.М. - кандидат химических наук, профессор, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан
- Хрусталева Д.П. - доктор химических наук, профессор, Карагандинский медицинский университет, г. Караганда, Республика Казахстан
- Чугунова Е.А. - доктор химических наук, Институт органической и физической химии имени А.Е. Арбузова, г. Казань, Российская Федерация
- Турманов Р.А. - ответственный секретарь, кандидат химических наук, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Республика Казахстан.

Editorial Board

- Appazov N.O. - Executive Editor, Candidate of Chemical Sciences, Professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan
- Akylbekov N.I. - PhD, Associate Professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan
- Akatan K. - PhD, Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University National Scientific Laboratory of Collective Action, Ust- Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan
- Burilov A.R. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, Kazan city, Russian Federation
- Gazizov A.S. - Doctor of Chemical Sciences, A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, Kazan city, Russian Federation
- Gushchin A.L. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, A.V. Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk State University, Novosibirsk city, Russian Federation
- Dzhiembayev B.Zh. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty city, Republic of Kazakhstan
- Yelubai M.A. - Candidate of Chemical Sciences, Toraigyrov University, Pavlodar city, Republic of Kazakhstan
- Kudaibergenov N. - PhD, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan
- Lyubchik S.B. - PhD, Professor at the Nova University of Lisbon, Lisbon city, Portugal
- Mahmut Ozachar - PhD, Professor, Sakarya University, Sakarya city, Republic of Turkey
- Nikitina P.A. - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, D.I.Mendeleev Russian University of Chemical Technology of Russia, Russian Federation
- Uralbekov B.M. - Candidate of Chemical Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty city, Republic of Kazakhstan
- Khrustalev D.P. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, Karaganda Medical University, Karaganda city, Republic of Kazakhstan
- Chugunova E.A. - Doctor of Chemical Sciences, A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, Kazan city, Russian Federation
- Turmanov R.A. - Executive Secretary, Candidate of Chemical Sciences, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan.

Баспа атауы – «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті»

Баспа адресі – индекс 120014, Әйтеке би, 29А, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Наименование издателя – «Қызылординский университет имени Коркыт Ата»

Адрес издателя – индекс. 120014, ул Айтеке би, 29А, г.Кызылорда, Республика Казахстан

Name of the publisher – «Kyzylorda university named after Korkyt Ata»

The publisher's address is an index. 120014, Aiteke bi street, 29A, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

ОҚЫРМАНҒА!

«Chemistry and Chemical Technology journal» – Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің химия және химиялық технология бағытындағы ғылыми мақалаларды жариялауға арналған басылымы. Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінде мерзімді басылым ретінде тіркелген. Журналда жарияланған әрбір мақалаға DOI индексі беріліп, халықаралық Crossref сайтының деректер базасына салынады.

Журналдың мақсаты – оқырмандарды химия және химиялық технология ғылымдарының барлық бағыттары мен олардың басқа да ғылым салаларымен пәнаралық зерттеу нәтижелерін қамтитын ғылыми жарияланымдарымен таныстыру болып табылады. Журнал профессор-оқытушыларға, ғылыми қызметкерлерге, докторантура мен магистратура білім алушыларына, студенттерге және басқа да химия және химиялық технология бағытындағы заманауи зерттеулермен танысқысы келетін қауымға арналған. Журналда еліміздің, алыс және жақын шетел ғалымдарының химия, химиялық технология және осы ғылым салаларымен пәнаралық байланыстағы зерттеу нәтижелері жарияланады.

Сіздерді журналдың белсенді авторы және оқырманы болуға шақырамыз!

Редакция алқасы

К ЧИТАТЕЛЮ!

Журнал «Chemistry and Chemical Technology journal» — издание Кызылординского университета имени Коркыт Ата, посвященное научным статьям в области химии и химической технологии. Зарегистрировано в качестве периодического издания в Министерстве информации и общественного развития Республики Казахстан. Каждой статье, опубликованной в журнале, присваивается индекс DOI и размещается в базе данных международного сайта Crossref.

Цель журнала – ознакомление читателей со всеми областями химико-технических наук и его научными публикациями, содержащими результаты междисциплинарных исследований с другими областями науки. Журнал ориентирован на преподавателей, научных сотрудников, докторантов и магистрантов, студентов и других представителей общественности, желающих получать информацию о современных исследованиях в области химии и химической технологии. В журнале публикуются результаты исследований отечественных и зарубежных ученых в области химии, химической технологии и взаимосвязи с химией, химической технологией и этими отраслями науки.

Приглашаем вас стать активным автором и читателем журнала!

Редакционная коллегия

FOR THE READER!

The "Chemistry and Chemical Technology journal" is a publication of the Korkyt Ata Kyzylorda University dedicated to scientific articles in the field of chemistry and chemical technology. Registered as a periodical in the Ministry of Information and Public Development of the Republic of Kazakhstan. Each article published in the journal is assigned a DOI index and placed in the database of the Crossref international website.

The purpose of the journal is to familiarize readers with all fields of chemical engineering sciences and its scientific publications containing the results of interdisciplinary research with other fields of science. The journal is aimed at teachers, researchers, doctoral and undergraduates, students and other members of the public who want to receive information about modern chemistry and chemical technology research. The journal publishes the results of research by domestic and foreign scientists in the field of chemistry, chemical technology and the relationship with chemistry, chemical technology and these branches of science.

We invite you to become an active author and reader of the magazine!

Editorial Board

МАҚТА МАЙЫН СУТЕГІ ПЕРОКСИДІМЕН ЭПОКСИДТЕУ ҮРДІСІ

Турманов Р.А.¹, химия ғылымдарының кандидаты
t.rahimjan.91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7268-1699>

Еспанова И.Д.¹, жаратылыстану ғылымдарының магистрі
indirka.25@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0721-1794>

Ниязова Д.Ж.¹, педагогика ғылымдарының магистрі
din_bota.87@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2698-1209>

Молданазар А.А.¹, физика-химия инженері
akerke.mekter@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2734-5901>

Ниязбек А.Ә.², педагогика ғылымдарының магистрі
n.ayakoz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1360-8553>

¹*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті*

Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

²*Абай атындағы үш тілде оқытатын дарынды балаларға арналған мамандандырылған сыныптары бар мектеп, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы*

Андатпа. Каталитикалық комплекс сутегі пероксидті ортада аммоний вольфраматының ортофосфор қышқылымен әрекеттесуі кезінде *in situ* түзілді. Эпоксидтеу үрдісінде триоктилметиламмоний хлориді фазааралық тасымалдау агенті ретінде қарастырылды. Құрамында линолен қышқылы жоқ мақта майының эпоксидтенуі соя майымен салыстырғанда жоғары жылдамдықпен жүретіні көрсетілген, алынған өнімде эпоксидті оттегінің жоғары болуымен және қалдықта қанықпаған қосылыстың аз болуымен сипатталады. Вольфрам қышқылы тұздарының катионы өсімдік майының эпоксидтеу үрдісіне әсер ететіні анықталды. Аммоний вольфраматы жағдайында сутегі пероксиді жоғары жылдамдықпен жұмсалады, бұл үрдістің жоғары көрсеткіштерін сақтай отырып, каталитикалық кешен компоненттерінің мөлшерін азайтуға мүмкіндік береді. Үрдістің таңдалған оңтайлы жағдайында құрамында 6,6% эпоксидті оттегі бар және 3 г I₂/100 г аз йод мөлшері бар эпоксидті мақта майы алынды, бұл коммерциялық эпоксидті соя майына қойылатын талаптарға сәйкес келеді. Фосфовольфрамат каталитикалық кешені ретінде натрий немесе аммоний вольфраматы, ортофосфор қышқылынан құралған компоненттер алынды. Фазааралық тасымалдау агенті ретінде триоктилметиламмоний хлориді қолданылды. Үрдістің жүру барысы реакция массасындағы сутегі пероксиді концентрациясының өзгеруіне байланысты бағаланды. Өнімнің сипаттамалары ТУ 0253-061-07510508-2001 нормативтік құжатына сәйкес бағаланды.

Тірек сөздер: эпоксидті өсімдік майлары, мақта майы, эпоксидтеу, сутегі пероксиді, фазааралық тасымалдау агенті, галополимерлер.

Кіріспе. Полимер аймағында галополимерлерді (поливинилхлорид, галобутилкаучуктар) өңдеуде эпоксидті өсімдік майлары (ЭӨМ) тұрақтандырғыш-пластификаторлар ретінде кеңінен таралған. Дәстүрлі шикізаты соя және зығыр майы болып табылады. Біріншісі – ең көп таралған және арзан, екіншісі-майдың тұрақтандырғыш-пластификатор ретіндегі тиімділігін анықтайтын эпоксидті топтардың ең көп мөлшері бар өнімді алуға мүмкіндік береді.

Эпоксидті өсімдік майларын өндіру қуаты жылына 200 мың тоннадан асады [1] және олардың өндірісінің үздіксіз өсуін күтуге болады. Бұл галогенді полимерлерді өндіру қуаттылығының өсуімен де, экологиялық таза өнімдерді пайдалануға көшуді талап ететін әлемдегі экологиялық заңнаманың үздіксіз қатаюымен де түсіндіріледі.

Эпоксидті өсімдік майлары бұл талаптарға сәйкес келетінін атап өтуге болады – өнім қауіптілігі бойынша 4-ші дәрежелі, оны тағамдық және медициналық мақсаттағы полимерлі композициялар алу үшін пайдалануға болады.

Эпоксидті өсімдік майлары негізінде майлау материалдарын [2, 3], әртүрлі полимерлерді [4, 5] алу бойынша көптеген жұмыстар жасалған.

Эпоксидті соя майы ұзақ уақыт бойы кеңінен қолданылып келеді, бірақ сонымен бірге эпоксидті өсімдік майын алу үшін шикізат ретінде қарастыруға болатын басқа да өсімдік майлары бар.

Перспективалылардың бірі-мақта майы, ол бірқатар елдерде жеткілікті үлкен көлемде өндіріледі (1-кесте).

1-кесте – Мақта және мақта майын өндіретін негізгі елдер*

Елдер	Мақта өндірісі, мың тонна	Мақта майы өндірісі, мың тонна
Индия	6646,5	1350
Қытай	6537,6	1396
АҚШ	3505,0	290
Пәкістан	2266,4	600
Бразилия	1525,4	380
Өзбекстан	871,7	230
Түрікменстан	316,0	82
Тәжікстан	98,1	24
Қазақстан	54,5	16

* *Index Mundi* талдау агенттігінің деректері

Яғни, мақта майын өндіру қуаты эпоксидті өсімдік майларын алу кезінде соя майын шикізат ретінде алмастыру үшін жеткілікті деп айтуға болады.

Мақта майы құрамында линолен қышқылының минималды мөлшері бар, эпоксидтеу кезінде эпоксидті сақиналардың ашылуымен жүретін жанама реакциялардың жүруін болдырмау мүмкін емес [6] және йод санымен (ЙС) 116 г I₂/100 г немесе эпоксидті оттегінің болу потенциалымен сипатталады (оксиран индексі) – 6,8% мас., яғни оны эпоксидтеу арқылы алынған өнім галополимерлерді қайта өндеуде қолдануға өте қолайлы болуы мүмкін.

Эпоксидті өсімдік майларын ортофосфор қышқылын қолдану арқылы өнеркәсіптік алу әдісі ХХ ғасырдың басынан белгілі Прилежаев реакциясымен алынады. Бұл әдістің кемшілігі – ароматты көмірсутектерден тұратын органикалық еріткіштерді қолдануымен байланысты, ол өз кезегінде реактордың пайдалы көлемін төмендетіп, мақсатты өнімнің шығымын азайтады. Сонымен қатар, қиын тазартылатын еріткіш өніміндегі қалдықтар медициналық және тағамдық салаларда майдың қолданылуын шектейді.

Әдебиеттерде органикалық еріткіштердің қатысуынсыз эпоксидті өсімдік майларын алу процесіне көбірек көңіл бөлінеді. Фосфорвольфраматты каталитикалық жүйені қолданып сутек пероксидімен эпоксидтеу реакциясын мысал ретінде алуға болады [7, 8]. Келтірілген ғылыми еңбектер алдын ала дайындалған катализаторды пайдалану арқылы эпоксидтеумен байланысты.

Біздің жұмысымызда ортофосфор қышқылы, натрий немесе аммоний фосфовольфрамат каталитикалық жүйесі қатысында сутегі пероксидімен мақта майын эпоксидтеу реакциясы келтірілген.

Зерттеу материалдары мен әдістемесі. Эпоксидтеу үрдісі келесі жағдайда жүргізілді: ЙС = 115,6 г I₂/100 г мақта майы (ГОСТ 1128-75), ЙС = 125,0 г I₂/100 г соя майы (ГОСТ Р 53510-2009). Майды тотықтыруда 59% мас. пероксиді қолданылды (ТУ 2123-002-25665344-2008).

Фосфовольфрамат каталитикалық кешені келесі компоненттен тұрады: натрий немесе аммоний вольфраматы, ортофосфор қышқылы. Фазааралық тасымалдау агенті (ФТА) ретінде триоктилметиламмоний хлориді қолданылды.

Үрдістің жүру барысы реакция массасындағы сутегі пероксиді концентрациясының өзгеруіне байланысты бағаланды. Өнімнің сипаттамалары ТУ 0253-061-07510508-2001 нормативтік құжатына сәйкес бағаланды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Зерттеуді жүргізудің бастапқы шарттары синтетикалық каучук технологиясы кафедрасында бұрын жүргізілген жұмыстар негізінде таңдалды. Зерттеуде [9], оңтайлы болып табылады:

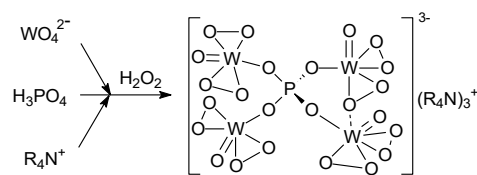
- реагенттердің қатынасы $[КБ]:[H_2O_2] = 1:1,2$, моль, қайда, ҚБ – өсімдік майындағы қос байланыс;

- қатынасы $[КБ]:[W] = 1:0,0055$, моль, қайда, $[W]$ вольфрам құрамы арқылы көрсетілген каталитикалық комплексінің концентрациясы;

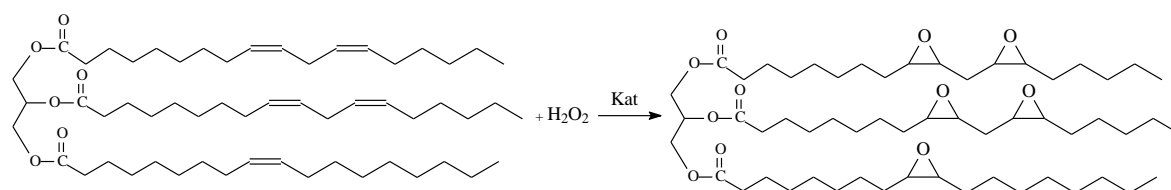
- каталитикалық комплекс компоненттерінің қатынасы $[W]:[H_3PO_4]:[ФТА] = 1 : 2,0 \div 2,5 : 0,75$, моль;

- температура - 70 °С.

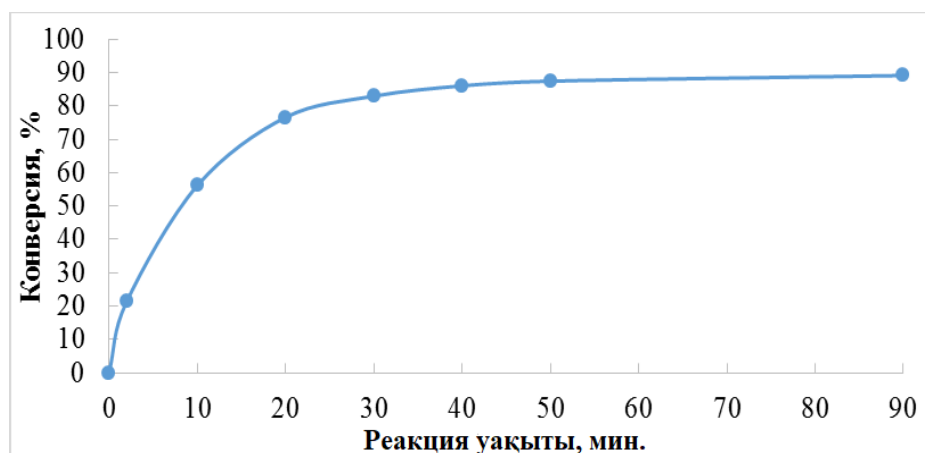
Төменде фосфовольфрамат комплексінің түзілу сызбалары [10] және өсімдік майларын эпоксидтеу процесі (жалпы түрінде) берілген.



қайда, $(R_4N)^+$ – фазааралық тасымалдау агенті.



Реакцияны жүргізудің оңтайлы уақыты сутегі пероксидінің конверсиясы бойынша бағаланды. Сонымен, реагенттердің таңдалған қатынасы үшін (майдың қос байланысына (ҚБ) қатысты сутегі пероксидінің 20% артық болуы) барлық мақта майының ҚБ эпоксидті топтарға айналдыру үшін сутегі пероксидінің 85% конверсиясы жеткілікті. Бұл мән реакцияның шамамен 30 минутында қол жеткізіледі және 50 минуттан кейін оның өсуі іс жүзінде тоқтайды (1-сурет). Яғни, таңдалған реакция жағдайларында үрдістің уақытын бір сағатқа шектеуге болады деп айтуға болады, ал реакцияның бір сағатынан кейін сутегі пероксидінің конверсия қисығының шығуы оның мөлшерін төмендетудің алғышарттарын жасайды.



1-сурет – Эпоксидтеу үрдісіндегі сутегі пероксидінің конверсиясы

МАҚТА МАЙЫ:

[ҚБ] : [Na₂WO₄] = 1 : 0,0055, моль; [Na₂WO₄] : [H₃PO₄] : [ФТА] = 1 : 2,15 : 0,75, моль. Т – 70°С.

Бұл мақта майының эпоксидтеу өнімінің қалдығы қанықпауы туралы мәліметтермен де байланысты. Бір сағаттық реакциядан кейін майдың ЙС 115,6-тен 2,4 г I₂/100 г дейін төмендейді (2-кесте).

Сутегі пероксидінің мөлшерін эквимольарлыға дейін төмендету үрдіс көрсеткіштерінің төмендеуіне әкеледі, бұл эпоксидті оттегінің 6,64-тен 6,06% - ға дейін төмендеуімен, сондай-ақ эпоксидтеу өнімдерінде ЙС көбірек болуымен көрінеді (2-кесте).

Соя майы жағдайында эпоксидтеу өнімі эпоксидті оттегінің тең мөлшерімен жоғары қалдық қанықпауымен сипатталады (ЙС 9,2 г I₂/100), оны соя майының құрылымында триен линолен қышқылының фрагменттерінің болуымен түсіндіруге болады (ГОСТ Р 53510-2009 бойынша 11%-ға дейін) (2-кесте).

2-кесте – Мақта майын эпоксидтеу кезіндегі [ҚБ] : [H₂O₂] мольдік қатынасының процесс бойынша әсері

Көрсеткіштер	[ҚБ] : [H ₂ O ₂], моль		
	1:1	1 : 1,1	1 : 1,2*
H ₂ O ₂ конверсиясы, %	98,8	96,2	88,4 (83,2)
Өнімнің йод саны, г I ₂ /100 г	13,4	7,4	2,4 (9,2)
Өнімдегі эпоксидті оттегінің мөлшері, % мас.	6,06	6,37	6,64(6,63)

[ҚБ] : [Na₂WO₄] = 1 : 0,0055, моль; [Na₂WO₄] : [H₃PO₄] : [ФТА] = 1 : 2,15 : 0,75, моль. Т – 70 °С. Реакция уақыты – 1 сағ.

* Жақшада соя майына арналған мәліметтер келтірілген.

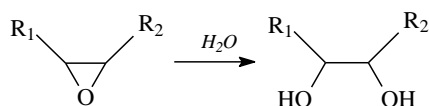
Соя майының эпоксидтенуі төменгі жылдамдықпен жүреді, реакцияның екі сағатында конверсия 87,5% құрайды және үрдіс ұзақтығының одан әрі ұлғаюымен аздап ғана өзгереді (3-кесте). Бұл ретте реакцияның ұзақтығы 4 сағатқа дейін ұлғайған кезде соя және мақта майларының тотығу өнімдеріндегі эпоксидті оттегінің мөлшері 1 сағатқа созылатын синтездермен салыстырғанда тиісінше 5,92 және 6,17 % - ға дейін төмендейді (~ 6,6%, 2-кесте).

3-кесте – Соя және мақта майларын эпоксидтеу үрдістеріндегі сутегі пероксиді конверсиясының өзгеруі

Көрсеткіштер	Конверсия H ₂ O ₂ , %	
	Соя майы	Мақта майы
Реакция уақыты, сағ		
1	83,2	88,4
2	87,5	90,2
3	88,6	90,7
4	90,6	92,1
Өнімнің йод саны, г I ₂ /100 г	1,9	1,3
Өнімдегі эпоксидті оттегінің мөлшері, % мас.	5,92	6,17

[ҚБ] : [Na₂WO₄] = 1 : 0,0055, моль; [Na₂WO₄] : [H₃PO₄] : [ФТА] = 1 : 2,15 : 0,75, моль. Т – 70°С. Реакция уақыты – 4 сағ.

Бұл жағдайда субстрат молекулаларының қанықпауының төмендеуі байқалады. Бұл эпоксидті сақиналардың ашылуымен жүретін жанама реакциялардың жүруімен байланысты, синтез жағдайында тотықтырғыш ортада эпоксидті майлардың ұзақ уақыт болуы теріс әсерін көрсетеді.



Вольфрам қышқылының тұзындағы катион табиғатының әсерін зерттеу (4-кесте) аммоний вольфраматына негізделген комплекс натрий вольфраматымен салыстырғанда үлкен белсенділік көрсетеді. Аммоний вольфраматы каталитикалық комплекстің әртүрлі концентрацияларында реакцияның бір сағатында сутегі пероксидінің үлкен конверсиясына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, эпоксидті оттегінің (6,64 және 6,52%) және ЙС (2,4 және 1,4 г I₂/100 г) мөлшерінің біршама төмен мәндері реакцияның жүруін және жанама реакциялардың жоғарылауын болжайды.

4-кесте – Каталитикалық кешеннің табиғаты мен концентрациясының мақта майын эпоксидтеу үрдісі көрсеткіштеріне әсері

Көрсеткіштер	Вольфрам қышқылының тұзы				
	Натрий вольфраматы		Аммоний вольфраматы		
	[КБ] : [W], моль				
	1:0,0055	1:0,00363	1:0,0055	1:0,00363	1:0,00275
H ₂ O ₂ конверсиясы, %	88,4	83,3	94,4	89,2	86,4
Өнімнің йод саны, г I ₂ /100 г	2,4	5,1	1,4	2,7	4,5
Өнім құрамындағы эпоксидті оттегінің мөлшері, % мас.	6,64	6,41	6,52	6,61	6,43

[W] : [ФТА] = 1 : 0,75, моль. Т – 70°C. Реакция уақыты – 1 сағ.

Қорытынды. Осылайша, осы мақалада мақта майын сутегі пероксидімен фосфовольфраматты каталитикалық жүйе қатысында эпоксидтеу мүмкіндігі келтірілген, жүргізілген жұмыс нәтижелері бойынша алынған өнім эпоксидті оттегінің жоғары мөлшерімен сипатталады – ~ 6,61% мас. және қос байланыстың азаюы байқалады (3 г I₂/100 г дейін).

Әдебиеттер:

- [1] **Chua S.-C.**, Xu X., Guo Z. Emerging sustainable technology for epoxidation directed toward plant oil-based plasticizers // *Process Biochemistry*, 2012. – Vol. 47. – I. 10. – P. 1439-1451.
- [2] **Campanella, A.**, Rustoy E., Baldessari A. Baltanás M.A. Lubricants from chemically modified vegetable oils // *Bioresource Technology*, 2010. – Vol. 101. – P. 245–254.
- [3] **Sharma, B.K.**, Adhvaryu A., Z. Liu, Erhan S.Z. Chemical modification of vegetable oils for lubricant applications // *JAOCs*, 2006. – Vol. 83. – №2. – P. 129-136.
- [4] **Meier, M.**, Metzger J., Schubert U. Plant oil renewable resources as green alternatives in polymer science // *Chem. Soc. Rev.*, 2007. – Vol. 36. – P. 1788-1802.
- [5] **Biermann, U.**, Bornscheuer U., Meier M., Metzger J. Oils and fats as renewable raw materials in chemistry // *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2011. – Vol. 50. – P. 3854-3871.
- [6] **Leveneur, S.**, Zheng J., Taouk B., Burel F., Warna J., Salmi T. Interaction of thermal and kinetic parameters for a liquid–liquid reaction system: Application to vegetable oils epoxidation by peroxycarboxylic acid // *JTICE.*, – 2014. – Vol.10. – № 10. – P. 827-837/
- [7] **Crivello, J.V.**, Narayan R. Epoxidized triglycerides as renewable monomers in photoinitiated cationic polymerization // *Chem. Mater.*, 1992. – Vol. 4. – P. 692-699.
- [8] **Chakrapani, S.**, Crivello J.V. Synthesis and photoinitiated cationic polymerization of epoxidized castor oil and its derivatives // *J.M.S.-Pure Appl. Chem., Part A*, 1998. – Vol. 35. №4. – P. 691-710.
- [9] **Милославский, А.Г.**, Милославский Д.Г., Ефремов А.И., Ахмедьянова Р.А., Ликумович А.Г. Закономерности эпоксидирования рапсового масла пероксидом водорода в присутствии вольфрамата натрия и четвертичных аммониевых солей // *Нефтепереработка и нефтехимия*, 2007. – №7. – С. 42-46.

[10] **Venturello, C.**, D'Aloisio R., Bart J., Ricci M. A new peroxotungsten heteropoly anion with special oxidizing properties: synthesis and structure of tetrahexylammonium tetra(diperoxotungsto)phosphate(3⁻) // *J. Mol. Catal.*, 1985. – Vol. 32. – № 1. – P. 107-110.

References:

[1] **Chua, S.-C.**, Xu X., Guo Z. Emerging sustainable technology for epoxidation directed toward plant oil-based plasticizers // *Process Biochemistry*, 2012. – Vol. 47. – I. 10. – P. 1439-1451.

[2] **Campanella, A.**, Rustoy E., Baldessari A. Baltanás M.A. Lubricants from chemically modified vegetable oils // *Bioresource Technology*, 2010. – Vol. 101. – P. 245–254.

[3] **Sharma, B.K.**, Adhvaryu A., Z. Liu, Erhan S.Z. Chemical modification of vegetable oils for lubricant applications // *JAOCS*, 2006. – Vol. 83. – №2. – P. 129-136.

[4] **Meier, M.**, Metzger J., Schubert U. Plant oil renewable resources as green alternatives in polymer science // *Chem. Soc. Rev.*, 2007. – Vol. 36. – P. 1788-1802.

[5] **Biermann, U.**, Bornscheuer U., Meier M., Metzger J. Oils and fats as renewable raw materials in chemistry // *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2011. – Vol. 50. – P. 3854-3871.

[6] **Leveneur, S.**, Zheng J., Taouk B., Burel F., Warna J., Salmi T. Interaction of thermal and kinetic parameters for a liquid–liquid reaction system: Application to vegetable oils epoxidation by peroxydicarboxylic acid // *JTICE.*, – 2014. – Vol.10. – № 10. – P. 827-837/

[7] **Crivello, J.V.**, Narayan R. Epoxidized triglycerides as renewable monomers in photoinitiated cationic polymerization // *Chem. Mater.*, 1992. – Vol. 4. – P. 692-699.

[8] **Chakrapani, S.**, Crivello J.V. Synthesis and photoinitiated cationic polymerization of epoxidized castor oil and its derivatives // *J.M.S.-Pure Appl. Chem.*, Part A, 1998. – Vol. 35. №4. – P. 691-710.

[9] **Miloslavskij, A.G.**, Miloslavskij D.G., Efremov A.I., Ahmed'janova R.A., Liakumovich A.G. Zakonomernosti jepoksidirovanija rapsovogogo masla peroksidom vodoroda v prisutstvii vol'framata natrija i chetvertichnyh ammonievnyh solej // *Neftepererabotka i neftehimija*, 2007. – №7. – S. 42-46. [in russian]

[10] **Venturello, C.**, D'Aloisio R., Bart J., Ricci M. A new peroxotungsten heteropoly anion with special oxidizing properties: synthesis and structure of tetrahexylammonium tetra(diperoxotungsto)phosphate(3⁻) // *J. Mol. Catal.*, 1985. – Vol. 32. – № 1. – P. 107-110.

ПРОЦЕСС ЭПОКСИДИРОВАНИЯ ХЛОПКОВОГО МАСЛА ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА

Турманов Р.А.¹, кандидат химических наук
Еспанова И.Д.¹, магистр естественных наук
Ниязова Д.Ж.¹, магистр педагогических наук
Молданазар А.А.¹, инженер физико-химии
Ниязбек А.Ә.², магистр педагогических наук

¹*Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Республика Казахстан*

²*Школа имени Абая со специализированными классами для одаренных детей с обучением на трех языках, г. Кызылорда, Республика Казахстан*

Аннотация. При взаимодействии вольфрамата аммония и ортофосфорной кислоты в среде пероксида водорода образуется каталитический комплекс. Широкоизвестный агент применяемый в процессах эпексидирования – триоктилметиламмоний хлорид использован в качестве агента межфазного переноса. Эпексидирование хлопкового масла по сравнению с соевым протекает с большей скоростью и высоким содержанием эпексидного кислорода, в продукте реакции наблюдается более меньшая остаточная ненасыщенность. Найдено, что катион вольфрамовой кислоты по разному влияет на процесс эпексидирования. Так, в случае вольфрамата аммония пероксид водорода расходуется с большей скоростью, что позволяет снизить дозировку компонентов каталитического комплекса и использовании при сохранении высоких показателей процесса. Подобраны оптимальные условия проведения процесса и получено эпексидированное хлопковое масло с содержанием эпексидного кислорода 6,6% и йодным числом менее 3 г I₂/100 г, что соответствует требованиям к товарному эпексидированному соевому маслу. В качестве каталитического комплекса фосфовольфрамата были получены компоненты, состоящие из вольфрамата натрия или аммония, ортофосфорной кислоты. Хлорид триоктилметиламмония

использовался в качестве агента межфазного транспорта. Ход процесса оценивали по изменению концентрации перекиси водорода в реакционной массе. Характеристики продукции оценивались в соответствии с нормативным документом ТУ 0253-061-07510508-2001.

Ключевые слова: эпокси́рование хлопкового масла, пероксид водорода, триоктилметиламмоний хлорид, галополимеры.

THE PROCESS OF EPOXIDATION OF COTTONSEED OIL WITH HYDROGEN PEROXIDE

Turmanov R.A.¹, candidate of technical sciences

Espanova I.D.¹, master of Natural Sciences

Niyazova D.Zh.¹, master of Pedagogical Sciences

Moldanazar A.A.¹, physical and chemical engineer

Niyazbek A.A.², master of Pedagogical Sciences

¹*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan*

²*Abai School with specialized classes for gifted children with instruction in three languages
Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan*

Annotation. The catalytic complex was formed *in situ* by the interaction of ammonium tungstate with phosphoric acid in hydrogen peroxide. Trioctylmethylammonium chloride, well described in epoxidation processes, is considered as an interfacial transfer agent. It is shown that the epoxidation cottonseed oil, free from linolenic acid, proceeds with greater rate compared with soybean oil and the product is characterized by higher epoxy oxygen content and lower the residual unsaturation. In the case of ammonium tungstate, hydrogen peroxide is consumed at a higher rate, thus reducing the dosage of the components of the catalyst complex while maintaining high use efficiency of the process. In optimal conditions obtained by the process of doing epoxidized cottonseed oil with an epoxy oxygen content of 6.6% and an iodine value of less than 3 that meets the requirements for commodity epoxidized soybean oil. As a catalytic complex of phosphorotungstate, components consisting of sodium or ammonium tungstate, orthophosphoric acid were obtained. Trioctylmethylammonium chloride was used as an interphase transport agent. The course of the process was evaluated by the change in the concentration of hydrogen peroxide in the reaction mass. The product characteristics were evaluated in accordance with the regulatory document TU 0253-061-07510508-2001.

Keywords: epoxidation of cottonseed oil, hydrogen peroxide, trioctylmethylammonium chloride, halopolymers.

USE OF LIGNOCELLULOSE POWDERS AS SWELLING FILLERS FOR RUBBERS**Nakyp A.M.**, postgraduateabdirakym1994@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7189-9928>**Dauylbek A.A.**, postgraduateaidadauylbek@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6011-8604>**Nakyp Abdolla Muratuly**, master studenta_nakyp@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5601-3016>**Nakypova S.M.**, master of technical sciencesnakypova.saltanat@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-6833-6807>**Zharasova Zh.M.**, master of technical sciencesj_a_n_a_r_1991@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-2354-9138>*Kazan National Research Technological University, Kazan city, Russian Federation*

Annotation. Rubber sealing elements, which are limited in swelling in aqueous media, filling the space between the contacting surfaces, are widely used in the designs of packers in the oil and gas industry. The paper considers the use of porous lignocellulosic products as swelling fillers for rubbers with limited swelling. Lignocellulosic powder products are additives obtained by finely dispersed processing. Sodium carboxymethyl cellulose was used as a swelling polymer. Polycell 9B and lignocellulose powder from non-woody herbaceous plants. Some used cotton, flax or alfalfa. The mixing of basic rubber compound with swelling polymer was carried out in a closed rubber mixer of «Brabender» Company W50 E. Physicists conducted mechanical tests. The degree of swelling in various aqueous media was determined. The aim of the study is to obtain high-strength swelling rubbers based on powdered lignocellulose from herbaceous plants and to study their effect on the physical complex and mechanical properties of swelling rubbers based on nitrile rubber grade BNKS-28. It was found that the introduction of powdered lignocellulose from flax into the rubber composition allows maintaining the conditional tensile strength of rubber at the sample level without swelling filler, while the introduction of an industrial product of carboxylated cellulose sodium carboxymethylcellulose leads to a significant decrease in the strength of rubber. It is shown that the introduction of powdered lignocellulose from alfalfa makes it possible to increase the degree of swelling of rubbers in KOH solution compared with rubber filled with powdered lignocellulose from cotton and powdered lignocellulose from flax.

Keywords: lignocellulose, swelling rubber, Na-carboxymethylcellulose, swelling filler, BNKS-28.

Introduction. Recently, there has been an increase in the use of plant polymers worldwide as a cheap and renewable energy source for a wide range of applications. The chemical properties of the components of lignocellulosic materials (cellulose, hemicellulose, and lignin) make them suitable raw materials for a variety of technological applications. In addition, cellulose, the main component of lignocellulosic mass, is considered the most suitable candidate for the replacement of swelling polymers (SP) [1, 2].

Inflammatory rubber mixtures in water environments are widely used in packing structures in the oil and gas industry [3-9]. The main polymer used for the production of packers is thermostatic butadien-nitril rubber (BNKS-28) [10, 11]. As swollen polymers, it is common to use modified cellulose derivatives in the form of sodium-carboxymethylcellulose (Na-CMC) [12-14]. However, when using Na-CMC, the conditional strength of the rubber. The advantage of Na-CMC [15] is good compatibility with BNC. However, the use of Na-CMC as part of hydro-blowing tyres leads to a decrease in its strength properties, which has been noted in a number of works [16, 17]. In addition, water-soluble Na-CMC after time begins to wash, which leads to a decrease in the water-sealing properties of rubber [18]. Ordinary cellulose, being a multifunctional compound, due to the formation of a powerful system of hydrogen bonds inside and between macromolecules, is not soluble in water.

In connection with the above, as well as the current deficit of a number of used fillers and modifiers, the work on the use of lignin modification products and lignocellulose powders as components of rubber mixtures is relevant [19].

Materials and methods. The mixing of BRS with SP was carried out in a closed rubber mixer of the company Brabender (W50 E). The distribution of SP in rubber mixtures occurred without technological difficulties.

The vulcanization properties of rubber compounds were determined on a Monsanto-100 S vibration rheometer at a temperature of 170 °C.

The vulcanization of rubber compounds was carried out in a hydraulic press with electric heating of the plates.

The elastic-strength properties of vulcanizates (conditional tensile strength f_p ; relative elongation at break, e) were determined on an RMI-250 device according to GOST 270–75 at a sample tensile rate of 500 mm/min.

Rebound resilience (R) was evaluated on a Schoba pendulum according to GOST 27110-86.

Shore A hardness (HSA) was determined on a TSh-200 hardness tester according to GOST 263-75.

The change in the physical and mechanical properties of rubber after thermal aging (72 hours, 100 °C) was determined by the formula (GOST 9.024-74):

$$k = \frac{\Delta A}{A_0} * 100, \%$$

The degree of swelling in liquids was determined by the weight method (GOST R ISO 1817-2009) according to the formula:

$$\frac{m_{\text{набухш.обр.}} - m_{\text{исх.обр.}}}{m_{\text{исх.обр.}}} * 100, \%$$

Results and discussion. Base rubber compounds (BR) were produced on laboratory rollers. Base rubber compounds were made on laboratory rollers. The ingredients of base rubber compounds are listed below in Table 1.

Table 1 – Basic rubber compound formulation

No.	Ingredients	Standards	wt.h
1	Rubber (BNKS-28)	TU* 38.30313-2006	100.0
2	Sulfur S	GOST** 127.4-93	1.5
3	Zinc oxide ZnO	GOST 202-84	5.0
4	Stearic acid	GOST 6484-96	1.5
5	Captax	GOST 739-74	0.8
6	Carbon black P-324	GOST 7885-86	45.0
7	Plasticizer T-92	GOST 8728-88	15.0
Total			168.8

*Technical conditions

**State Standard

Sodium carboxymethyl cellulose Polycell 9V [4] (Na-CMC, TU 2231-017-32957739-2009) and powdered cellulose obtained according to the procedure [5] by boiling raw materials in an alkaline solution were used as swelling polymers (SP). The characteristics of the swelling polymer are shown below in Table 2.

Table 2 – Characteristics of vegetable raw materials

Type of plant material	Content α -cellulose, %	Lignin, %	Resins and fats, %	Degree of polymerization	Ash content, %
Cotton	95.6	-	-	1120	0.5
Flax	73.2	1.7	0.1	440	1.1
Alfalfa	83	14.5	0.24	-	5.5

SP were preliminarily fractionated by particle size using a sieve method. Used SP with a particle size of 0.5–1.0 mm. The ratio of SP:BRC was 1:1 by weight.

Table 3 – Parameters of rheometric curing curves for rubber compounds ("Monsanto 100S", 170°C, ratio BRC:SP = 1:1, by weight)

Index	Swelling filler				
	Counter. (without SP)	Na-CMC	LPC-Flax	LPC-Alfalfa	LPC-Cotton
M_{min} , d N m	15	20	14	28	28
M_{max} , d N m	44	53	43	57	57
t_s , min	1.0	1.7	1.5	0.8	0.8
$t_{(90)}$, min	9.4	9.7	9.7	8.6	9.6

Based on the analysis of vulcanization rheograms (Table 3), the optimal vulcanization time was determined. The vulcanization of rubber compounds was carried out at a temperature of 170 °C for 10 minutes.

The results of the main physical and mechanical tests of the obtained vulcanizates are shown in Table 4. As expected on the basis of the literature data, the introduction of Na-CMC led to a sharp decrease in the conditional tensile strength of the rubber compared to the control sample without SP. The introduction of filler compositions into the composition of the LCP-Lna rubber mixture made it possible to maintain or increase the conditional tensile strength of the rubber in comparison with the control sample. The introduction of LCP-alfalfa and LCP-cotton into the composition of the rubber mixture reduced the conditional strength from 14.8 MPa to 7.4 MPa and 6.4 MPa, respectively, compared with the control sample. The relative elongation at break at high filling with SP sharply decreased in comparison with samples without SP. The samples, into which LCP-flax and LCP-cotton were introduced, had the minimum values of relative elongation at break. The values relative to the elongation at break of samples with mixed SP had intermediate values between samples filled with LPC-Alfalfa.

Table 4 – Results of physical and mechanical tests of vulcanizates

Index	Swelling filler				
	Counter. (without SP)	Na-CMC	LPC-Flax	LPC-Alfalfa	LPC-Cotton
Before aging					
f_p , MPa	14.8	4.0	16.2	7.4	6.4
ε , %	440	32	4	120	-
R , %	28	14	20	20.7	20
HSA , arb. units	73	88	92	79	94
After aging (100°C, 72 hours)					
f_p , MPa	18.2	3.3	14.0	18	16.8
R , %	20	14	20	26.3	24
HSA , arb. units	86	92	98	95	93

We have found that during thermal-oxidative aging of rubber (72 hours at a temperature of 100 oC), the conditional tensile strength of rubber increases after aging; the conditional tensile strength increased in the control sample without SP from a value of 14.8 MPa to 18.2 MPa (by 19%). Also, it was noted that in the sample with SP, where there is no Na-CMC, the conditional strength increased by 2.5 times for LPC-Alfalfa and LPC-Cotton, from 7.4 MPa to 18 MPa and from 6.4 MPa to 16.8 MPa, respectively. This may be due, in our opinion, to the fact that during thermostating, the process of formation of new bonds took place due to the filler. The fact of the increase in relative strength is a positive point, indicating that under operating conditions at elevated temperatures, the rubber product will not lose its strength properties.

Replacing Na-CMC with LCP-Flax makes it possible to reduce the aging coefficients of rubber, which can be associated with the presence of a small amount of lignin in the product composition. It is known that lignin contains sterically hindered phenolic fragments that can function as antioxidants.

Table 5 – Degree of swelling of rubbers

Index	Swelling filler				
	Counter. (without SP)	Na-CMC	LPC-Flax	LPC-Alfalfa	LPC-Cotton
formation water	0.8	105	15	19	eleven
KOH (10%)	6.7	106	40	44	33
NaCl (10%)	0.8	79	17	20	12
H ₂ SO ₄ 10%)	1.1	29	27	23	14

When rubber swelled in formation water, the mass of the sample, into which LCP-Flax was introduced, increased by 15%, LPC-Alfalfa increased by 19%, and LPC-Cotton increased by 11%. The sample containing Na-CMC (105%) had the highest swelling capacity. The complete replacement of Na-CMC with LPC-Alfalfa made it possible to increase the degree of swelling up to 44% in the KOH medium.

Conclusions. It was found that the introduction of LCP-Flax into the composition of the rubber makes it possible to maintain the conditional tensile strength of the rubber at the level of the sample without the swelling filler, while the introduction of the industrial product of carboxylated cellulose Na-CMC leads to a significant decrease in the strength of the rubber.

It is shown that the introduction of LPC-Alfalfa allows for an increase in the degree of swelling with rubbers in the KOH solution in comparison with the rubber filled with LPC-Cotton and LCP-Flax.

Acknowledgments. The author is grateful to the assistant of the Department of Technologies for the processing of polymers and composite materials of Kazan National Research Technological University Momzyakova K.S., for providing samples of lignocellulose powder.

References:

- [1] **Khin Maung Htau**, Riforming lignina i lignocelljuloznoj massy v jelektronno-puchkovoju plazme / Kandidatskaja dissertacija. Dolgoprudnyj. – 2020, 57 s. [in russian]
- [2] **Cherezova, E. N.**, Karaseva Ju. S., Kuvshinova L. A., Udoratina A. V., Jarullin R. S., Izuchenie vlijaniya modifirovannyh lignocelljuloznyh poroshkov na fiziko-mehaničeskie svojstva rezin na osnove kačhuka SKMS-30 ARKM-15 / Vestnik Kazanskogo tehnologičeskogo universiteta., – 2014. – T. 17, № 24. – S. 113-115. [in russian]
- [3] **Isaev, A.A.** Razobshhenie plastov i izoljacija mezhplastovyh peretokov s primeneniem vodonabuhajushhih pakernov. Resursy Evropejskogo Severa. Tehnologii i jekonomika osvoenija., – 2017. № 1. – S. 51. [in russian]
- [4] **Prohorova, S.N.** Issledovanie processov vodonabuhanija pakernykh rezin. Kačhuk i rezina., – 2018. – T. 77, № 1. – S. 30. [in russian]
- [5] **Vaniev, M. A.**, Sychjov N. V., Lopatina S. S., Soldatova N. V., Shijanov V. Ju., Brjuzgin E. V. Razrabotka vodonabuhajushhih jelastomerov dlja pakernogo oborudovanija // Izvestija Volgogradskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta., – 2016. – № 12 (191) – S. 74-79. [in russian]
- [6] **Kablov, V.F.**, Kejbal N.A., Krekaleva T.V., Shaporov E.V., Sitnikov E.E. Razrabotka neftenabuhajushhih jelastomerov dlja uplotnitel'nyh jelementov pakernogo oborudovanija. Izvestija VolgGTU., – 2019. – № 5(228). – S. 63-66. [in russian]
- [7] **Novakov, I.A.**, Vaniev M.A., Lopatina S.S., Nilidin D.A., Sychev N.V., Savchenko Ja. Ju. Sostojanie i tendencii razvitija proizvodstva i primenenija vodo- i neftenabuhajushhih jelastomerov dlja pakernogo oborudovanija. Kačhuk i rezina., – 2019. – T. 78, № 4. – S.228-237. [in russian]

- [8] **Ushmarin, N.F.** Razrabotka i issledovanie svojstv neftenabuhajushhej reziny. Cbornik dokladov XXII nauchno-prakticheskoy konferencii «Rezinovaja promyshlennost'. Syr'e. Materialy. Tehnologii», – 2017. – S. 119. [in russian]
- [9] **Cherezova, E.N., Karaseva Ju.S., Momzjakova K.A.** Gidrofil'naja rezina na osnove butadien-nitril'nogo kauchuka i poroshkovej celljulozy rastitel'nogo proishozhdenija. Vse materialy. Jenciklopedicheskij spravochnik., – 2021. – №7. – S. 33-37. [in russian]
- [10] Patent RF № 2550827. Rezinovaja smes'. Vasil'eva Ju.V., Ushmarin N.F., Kol'cov N.I., 2015. Bjul. № 14. [in russian]
- [11] Patent RF № 2602144. Rezinovaja smes'. Spiridonov I.S., Sandalov S.I., Ushmarin N.F., Egorov E.N., Kol'cov N.I., 2016. Bjul. № 31. [in russian]
- [12] **Ivanova, A.V.** Issledovanie vlijanija metilcelljulozy i poliakrilata natrija na gidrosorbcionnye svojstva reziny na osnove hloroprenovogo kauchuka. Kauchuk i rezina. 2017. T. 76. № 4. S. 236. [in russian]
- [13] Patent RF № 2715543. Vodonabuhajushhaja jelastomernaja kompozicija dlja izgotovlenija uplotnitel'nyh jelementov pakernogo oborudovanija. Lopatina S.S., Vaniev M.A., Sychev N.V., 2020. Bjul. № 7. [in russian]
- [14] Patent RF № 2653024. Vodonabuhajushhaja rezinovaja smes' dlja pakernogo oborudovanija. Kablov V.F., Kejbal N.A., Krekaleva T.V., 2018. Bjul. № 13. [in russian]
- [15] Patent RF № 2615520. Rezinovaja smes'. Vasil'eva A.S., Kol'cov N.I., Ushmarin N.F., Egorov E.N., Sandalov S.I., 2017. Bjul. № 10. [in russian]
- [16] **Ahmedzjanova, D.M., Nikitin N.R.** Izuchenie sorbcionnyh svojstv vodonabuhajushhej termoplastichnoj rezinovej smesi. Vestnik tehnologicheskogo universiteta., – 2015. – T.18, №12. – S. 40. [in russian]
- [17] **Cherezova, E.N., Karaseva Ju.S., Al'-Bazili Navar Mahdi Haled, Momzjakova K.A.** Vlijanie dobavok celljulozy, poluchennoj iz travjanistyh rastenij metodom termomehanohimicheskoy aktivacii, na kompleks svojstv vysokonapolnennoj reziny. Vestnik tehnologicheskogo universiteta., – 2020. – T.23, № 10. – S.30-33. [in russian]
- [18] **Cherezova, E.N., Karaseva Ju.S., Nakyp A.M.** Ispolzovanie poroshkovej celljulozy, poluchennoj iz othodov hlopkovogo volokna, v sostave gidronabuhajushhej reziny / Butlerov Communications., – 2021. – T.68, №11. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/21-68-11-47. [in russian]
- [19] **Momzjakova, K.S., Deberdeev T.R., Valishina Z.T., Deberdeev R.Ja., Ibragimov A.V., Fizika voloknistyh materialov: struktura, svojstva, naukoemkie tehnologii i materialy (SMARTEX),** – 2019. – № 1-2. [in russian]

Литература:

- [1] **Кхин Маунг Хтау,** Риформинг лигнина и лигноцеллюлозной массы в электронно-пучковой плазме / автореферат... канд. х. н. – Долгопрудный, 2020. – 57 с.
- [2] **Черезова, Е.Н., Карасева Ю.С., Кувшинова Л.А., Удоратина А.В., Яруллин Р.С.,** Изучение влияния модифицированных лигноцеллюлозных порошков на физико-механические свойства резин на основе каучука СКМС-30 АРКМ-15 // Вестник Казанского технологического университета, – 2014. – Т. 17. - № 24. – С. 113-115.
- [3] **Исаев, А.А.** Разобшение пластов и изоляция межпластовых перетоков с применением водонабухающих пакеров. Ресурсы Европейского Севера //Технологии и экономика освоения, – 2017. № 1. – С. 51.
- [4] **Прохорова, С.Н.** Исследование процессов водонабухания пакерных резин // Каучук и резина, – 2018. – Т. 77, № 1. – С. 30.
- [5] **Ваниев, М. А., Сычёв Н. В., Лопатина С. С., Солдатов Н. В., Шиянов В. Ю., Брюзгин Е. В.** Разработка водонабухающих эластомеров для пакерного оборудования //Известия Волгоградского государственного технического университета, – 2016. – № 12 (191) – С. 74-79.
- [6] **Каблов, В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., Шапоров Е.В., Ситников Е.Е.** Разработка нефтенабухающих эластомеров для уплотнительных элементов пакерного оборудования //Известия ВолгГТУ, – 2019. – № 5(228). – С. 63-66.
- [7] **Новаков, И.А., Ваниев М.А., Лопатина С.С., Нилидин Д.А., Сычев Н.В., Савченко Я.Ю.** Состояние и тенденции развития производства и применения водо- и нефтенабухающих эластомеров для пакерного оборудовани //Каучук и резина, – 2019. – Т. 78. - № 4. – С.228-237.

[8] **Ушмарин, Н.Ф.** Разработка и исследование свойств нефтенабухающей резины. Сборник докладов XXII научно-практической конференции «Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии», – 2017. – С. 119.

[9] **Черезова, Е.Н.,** Карасева Ю.С., Момзякова К.А. Гидрофильная резина на основе бутадие-нитрильного каучука и порошковой целлюлозы растительного происхождения. Все материалы. Энциклопедический справочник, – 2021. – №7. – С. 33-37.

[10] Патент РФ № 2550827. Резиновая смесь. Васильева Ю.В., Ушмарин Н.Ф., Кольцов Н.И., 2015. Бюл. № 14.

[11] Патент РФ № 2602144. Резиновая смесь. Спиридонов И.С., Сандалов С.И., Ушмарин Н.Ф., Егоров Е.Н., Кольцов Н.И., 2016. Бюл. № 31.

[12] **Иванова, А.В.** Исследование влияния метилцеллюлозы и полиакрилата натрия на гидросорбционные свойства резины на основе хлоропренового каучука //Каучук и резина, 2017. – Т. 76. - № 4. – С. 236

[13] Патент РФ № 2715543. Водонабухающая эластомерная композиция для изготовления уплотнительных элементов пакерного оборудования. Лопатина С.С., Ваниев М.А., Сычев Н.В., 2020. Бюл. № 7.

[14] Патент РФ № 2653024. Водонабухающая резиновая смесь для пакерного оборудования. Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Крекалева Т.В., 2018. Бюл. № 13.

[15] Патент РФ № 2615520. Резиновая смесь. Васильева А.С., Кольцов Н.И., Ушмарин Н.Ф., Егоров Е.Н., Сандалов С.И., 2017. Бюл. № 10.

[16] **Ахмедзянова, Д.М.,** Никитин Н.Р. Изучение сорбционных свойств водонабухающей термопластичной резиновой смеси //Вестник технологического университета, – 2015. – Т.18. - №12. – С. 40.

[17] **Черезова, Е.Н.,** Карасева Ю.С., Аль-Базили Навар Махди Халед, Момзякова К.А. Влияние добавок целлюлозы, полученной из травянистых растений методом термомеханохимической активации, на комплекс свойств высоконаполненной резины //Вестник технологического университета. – 2020. – Т.23. - № 10. – С.30-33.

[18] **Черезова, Е.Н.,** Карасева Ю.С., Накып А.М. Использование порошковой целлюлозы, полученной из отходов хлопкового волокна, в составе гидронабухающей резины // Butlerov Communications, – 2021. – Т.68. - №11. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/21-68-11-47

[19] **Момзякова, К.С.,** Дебердеев Т.Р., Валишина З.Т., Дебердеев Р.Я., Ибрагимов А.В., Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX), – 2019. – № 1-2.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ПОРОШКОВ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕЗИН

Накып А.М., аспирант

Дауылбек А.А., аспирант

Накып Абдолла Муратулы, магистрант

Накыпова С.М., магистр технических наук

Жарасова Ж.М., магистр технических наук

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
г. Казань, Российская Федерация*

Аннотация. Ограниченно набухающие в водных средах резиновые уплотнительные элементы, заполняющие пространство между соприкасающимися поверхностями, широко применяют в конструкциях пакеров в нефтегазодобывающей промышленности. В работе рассматривается применение порошковых лигноцеллюлозных продуктов в качестве набухающих наполнителей для резины ограниченным набуханием. Лигноцеллюлозные порошковые продукты – это добавки, полученные путем мелкодисперсных обработки. В качестве набухающего полимера использовали натрий карбоксиметилцеллюлозу Полицелл 9В и порошковую лигноцеллюлозу из недревесных травянистых растений. В ряде использовано хлопка, льна, люцерны. Смешивание базовой резиновой смеси с набухающим полимером проводили в закрытом резиносмесителе фирмы «Брабендер» W50 E. Проводили физико-механические испытания. Определяли степень набухания в различных водных средах. Целью исследования является получения высокопрочные набухающие

резин на основе порошковой лигноцеллюлозы из травянистых растений и изучение ее влияния, на комплекс физико-механических свойств набухающих резин на основе каучука БНКС-28. Установлено, что введение порошковой лигноцеллюлозы из льна в состав резины позволяет поддерживать условную прочность резины на разрыв на уровне образца без набухающего наполнителя, в то время как введение промышленного продукта карбоксилированной целлюлозы натрия карбоксиметилцеллюлозы приводит к значительному снижению прочности из резины. Показано, что введение порошковой лигноцеллюлозы из люцерны позволяет увеличить степень набухания каучуков в растворе КОН по сравнению с резиной, наполненной порошковой лигноцеллюлозы из хлопка и порошковой лигноцеллюлозы из льна.

Ключевые слова: лигноцеллюлоза, набухающий каучук, Na-карбоксиметилцеллюлоза, набухающий наполнитель, БНКС-28.

ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗА ҰНТАҚТАРЫН РЕЗЕҢКЕ ҚҰРАМЫНА ТОЛЫҚТЫРҒЫШ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУ

Нақып Ә.М., аспирант

Дауылбек А.А., аспирант

Нақып Абдолла Мұратұлы, магистрант

Нақыпова С.М., техника ғылымдарының магистрі

Жарасова Ж.М., техника ғылымдарының магистрі

«Қазан ұлттық зерттеу технологиялық университеті» федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары оқу орны, Қазан қ., Ресей Федерациясы

Андатпа. Сулы ортада шектеулі мөлшерде ісінетін және жанасатын беттер арасындағы кеңістікті толтыратын резеңке тығыздағыш элементтер мұнай-газ өнеркәсібіндегі пакер конструкцияларында кеңінен қолданылады. Жұмыста кеуекті лигноцеллюлозды өнімдерді ісінуі шектелген резеңкелер үшін ісіну толтырғыштары ретінде пайдалану қарастырылады. Лигноцеллюлоз ұнтақ өнімдері – ұсақ дисперсті өңдеу арқылы алынған қоспалар. Ісіну полимері ретінде натрий карбоксиметилцеллюлоза Полицелл 9В және ағаш емес шөптесін өсімдіктерден алынған ұнтақ лигноцеллюлозы қолданылды. Сонымен қатар, мақта, зығыр, жоңышқа пайдаланды. Негізгі резеңке қоспаны ісіну полимерімен араластыру "Брабендер" W50 фирмасында сынақ ретінде жүргізілді. Әртүрлі сулы ортадағы ісіну дәрежесі анықталды. Зерттеудің мақсаты – шөптесін өсімдіктерден ұнтақ тәрізді лигноцеллюлоза негізіндегі жоғары берік ісіну каучуктарын алу және оның БНКС-28 каучук негізіндегі ісіну каучуктарының физикалық-механикалық қасиеттерінің кешеніне әсерін зерттеу. Зығырдан ұнтақталған лигноцеллюлозаны резеңке құрамына енгізу резеңкенің шартты созылу беріктігін ісіну толтырғышсыз үлгі деңгейінде ұстауға мүмкіндік беретіні анықталды, бұл ретте өнеркәсіптік карбоксилденген целлюлоза натрий карбоксиметилцеллюлозасын енгізу кезінде резеңке беріктігінің айтарлықтай төмендеуі сезілді. Жоңышқадан ұнтақталған лигноцеллюлозаны енгізу мақтадан жасалған ұнтақ лигноцеллюлозамен және зығырдан жасалған ұнтақ лигноцеллюлозамен толтырылған каучукпен салыстырғанда КОН ерітіндісіндегі каучуктердің ісіну дәрежесін арттыруға мүмкіндік беретіні көрсетілген.

Тірек сөздер: лигноцеллюлоза, ісінетін каучук, Na-карбоксиметилцеллюлоза, ісіну толтырғышы, БНКС-28.

ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ ҚАЛДЫҚТАРЫН ДЕСТРУКЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ БИС-2-ГИДРОКСИЭТИЛТЕРЕФТАЛАТҚА ӨНДЕУ

Сатбаева Н.С.¹, техника ғылымдарының магистрі
naz_nursat@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6352-8051>

Богачева Т.М.¹, инженер, tatkanight@mail.ru

Ерішов Б.Н.², жаратылыстану ғылымдарының магистрі
erishov89@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-6558-9247>

Ниязбек А.Ә.³, педагогика ғылымдарының магистрі
n.ayakoz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1360-8553>

Дауренқызы С.⁴, оқытушы
saltanat.93_92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3905-9929>

- ¹Қазан ұлттық зерттеу технологиялық университеті, Қазан қ., Ресей Федерациясы
²Нәлқожа Ергешибаев атындағы №172 орта мектебі, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы
³Абай атындағы үш тілде оқытатын дарынды балаларға арналған мамандандырылған
сыныптары бар мектеп, Қызылорда қ. Қазақстан Республикасы
⁴Нази Ильясов атындағы №9 мектеп-гимназиясы, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Андатпа. Полиэтилентерефталат – ең көп сұранысқа ие полимерлердің бірі. Оның керемет тұтынушылық қасиеттері, атап айтқанда сыртқы факторларға жоғары төзімділік қасиеті жоғары сұранысқа ие. Алайда, дәл осындай тұрақтылық полиэтилентерефталаттан жасалған бұйымдар ретінде кәдеге жарату қажеттілігіне байланысты белгілі бір проблемаларға әкеледі. Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты қалдықтарды химиялық өңдеуге негізделген. Полиэтилентерефталаттың деструкциясы этиленгликоль қатысында жүргізілді. Нәтижесінде ақ кристалды зат бис-2-гидроксиэтилтерефталат алынды. Химиялық реакция жоғары температурада жүргізілді. Процесті жылдамдату және өнімнің шығымын арттыру мақсатында катализатор ретінде мырыш ацетаты қолданылды. Полиэтилентерефталаттың ыдырау дәрежесі салмақтық әдіспен анықталды. Реакция толық жүрген соң қолбаға дистилденген су қосып, тұнбаға түсірілді. Тұнба Бюхнер воронкасында сүзіліп, вакууммен тұрақты массаға дейін кептірілді. Алынған өнімнің физика-химиялық қасиеті ИҚ-спектроскопия әдісімен зерттелді. Мырыш ацетатының қатысында полиэтилентерефталаттың деструкциясын зерттеу (1% мас.) 140-180°C температуралық интервалда деструкция температурасының жоғарылауымен полиэтилентерефталаттың конверсиясының табиғи ұлғаюы байқалды. 140°C температурада полиэтилентерефталаттың толық жойылуы 160°C температурадан 2 есе ұзағырақ және 180°C температурадан 3 есе ұзағырақ. Алынған өнім ZnSe кристалымен жабдықталған толық ішкі шағылысу префиксі бар инфрақызыл Фурье спектрометріндегі инфрақызыл спектроскопия әдісімен талданды.

Тірек сөздер: Полиэтилентерефталат, полимер, қатты қалдықтар, деструкция, этиленгликоль, ИҚ Фурье спектрометрі, мырыш ацетаты, гравитметриялық әдіс.

Кіріспе. Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) – қарапайым еріткіштерде ерімейтін түссіз термопластикалық шайыр тек концентрлы күкірт қышқылында, м-Крезолда, фенолдың тетрафлорэтанмен немесе дихлорэтанмен, дифенилоксидпен қоспаларында ериді.

Ол синтетикалық талшықтар мен пленкалар жасау үшін кеңінен қолданылады. КСРО-да лавсан деген атпен шығарылған полиэтилентерефталат пленкасы, АҚШ-та – майлар, Англияда–терилен, ол жоғары механикалық беріктікке және кең температура диапазонында химиялық төзімділікке және жақсы диэлектрлік қасиеттерге ие. Ол оқшаулағыш материал, фото және кинофильмдердің негізі ретінде қолданылады.

Полиэтилентерефталат талшықтары сүзгі маталарын, шина сымын, өнеркәсіптік брезенттерді, белдіктерді, маталарды және т. б. өндіру үшін қолданылады.

ПЭТФ-қа сұраным көп болғанда жағдайда, қалдықтардың мөлшері артады. Қазіргі уақытта ПЭТФ қатты қалдықтары 30% жоғары, оның 80% екінші реттік өңделуде [1].

Соңғы 70 жыл ішінде пластмассадан жасалған өнімдер өте кең таралды, біз оларсыз өмір сүре алмаймыз. Бір реттік контейнерлер, жасбысқақ таспалар, барлық тығыздықтағы пакет түрлері, өлшемдер мен түстер және т.б. - ұсыныс сұраныстан асып түсетіні анық. Өндіруші маркетинг пен санитарлық қызметтердің коммерциялық талаптарына сәйкес тауарларды жинап, сұранысқа сирек қызығушылық танытады. Пластмасса - бұл арзан және әмбебап материал, оны көптеген салаларда қолдану өте ыңғайлы [2, 3, 4].

Пластмассаның теңіз экожүйелеріне кері әсерінің үш негізгі түрі бар:

1. Теңіздің тірі ағзаларына келетін кедергілер:

- пластикалық қоқысты жұтып қойған немесе оған оралған теңіз жануарларының 250-ден астам түрі белгілі;

- итбалықтар мен теңіз арыстандарының кейбір түрлерінің 7,9% - ы пластикалық батысқа түсетіні анықталды;

- БҰҰ-ның Қоршаған ортаны қорғау бағдарламасының (ЮНЕП) есебіне сәйкес, жыл сайын балық аулау торларында шамамен 130 000 кит шатастырылады.

2. Теңіз жануарларының пластикті жұтуы:

- Пластмассадан жасалған заттарды жұтқан теңіз құстарының 100-ден астам түрі белгілі;

- пластмассаны жұтқан теңіз сүтқоректілерінің 31 түрі анықталды.

3. Инвазиялық түрлердің таралуы:

- Дүниежүзілік мұхиттағы қоқыстарының, атап айтқанда пластикалық қалдықтардың көбеюі бұрын олардың болуы байқалмаған аймақтарға бөтен қалдықтардың түрлері пайда болу қарқындылығы өсуіне әкелді;

- қоршаған ортаның жасанды қоқыспен ластануы нәтижесінде бөтен қалдықтардың түрлері таралу мүмкіндігі едәуір артты;

- адамның іс-әрекетінен туындаған "биотикалық араласу" мәселесі кеңінен таралуда;

- пластикалық қатты қоқыстарда көптеген организмдердің дамуы үшін ыңғайлы балама орта жасалады [4].

Алайда, ПЭТФ қалдықтарының құрамына пластикалық сусын бөтелкелері негізгі үлес қосады [5].

Полиэтиленерефталат қалдықтарын жинауды ұйымдастыру және қайта өңдеуге дайындау қайталама ПЭТФ нарығын қалыптастырудың маңызды экономикалық факторларының бірі болып табылады. Лас және аралас қатты қалдықтарды екінші реттік шикізат ретінде пайдалануға және шикізат құнының шығындарынан асып түсуі мүмкін. Полиэтиленерефталат қатты қалдықтарын теру және екінші реттік өңдеу шығынның өсуі, теру және сорттау процессінде қол еңбегінің жоғары бөлігі, көп жағдайда импорттық, яғни бұл қымбат құрал жабдықты пайдалану, энергия ресурстарына жұмсалатын шығындары соңғы жылдары өсуі, салық салудың деңгейі жоғары болуы ықпал етеді [6].

Заманауи технологиялар қайталама ПЭТФ жинау шығындарын ПЭТФ өңдеудің аралық өнімінің өзіндік құнының 50% — на дейін төмендетуге мүмкіндік береді ("флексстер" деп аталатындар-әртүрлі тазалық дәрежесіндегі 5-10 мм үлшектер) [7].

Қайталама полиэтиленерефталатты өңдеудің бірнеше негізгі бағыттарға бөлінеді [3, 5, 8-12, 13, 14-18], оларды негізгі үш түрге топқа бөлуге болады: механикалық әдіс, химиялық әдіс және термиялық әдіс.

ПЭТФ кәдеге жарату және қайта өңдеу нұсқаларын толығырақ қарастыра отырып, келесі әдістерді бөліп көрсетуге болады:

Жерге көму. Перспективасыз нұсқа болып табылады, өйткені құнды полимерлі шикізат көміліп, кең аумақтар ауылшаруашылық қажеттіліктеріне жарамсыз болып қалады.

Жану. Бұл әдіс, мысалы, АҚШ-та белсенді қолданылады, ал өндірілген энергия халықтың қажеттіліктері үшін пайдаланылады [8, 3]. Бұл әдіс экологиялық тұрғыдан қауіпті. Сонымен қатар, жану процесі экономикалық тұрғыдан тиімді емес [9, 3].

Радиодеструкция. Бұл әдіс нейтрондар, гамма-сәулелену, бета бөлшектері арқылы полимер макромолекулаларының химиялық байланыстарын бұзуын қамтиды, бұл фото

және термо тотығу деструкциясы процестеріне және биоциклді процестерге қатысуы мүмкін шағын молекулалы өнімдердің пайда болуына ықпал етеді. Ресейде бұл әдіс шын мәнінде пайдаланылмайды [13, 3].

Термиялық ыдырау. Термиялық ыдырау-бұл екінші реттік полимерлі шикізатты пайдалану тәсілі, онда ол төмен молекулалы қосылыстарға ыдырау процесі жүреді. полиэтилентерефталаттан пластиктерді екінші реттік өңдеу процесінде мономерлер, яғни диметилтерефталат және этиленгликоль АҚШ-та алынады, тағыда ол ПЭТФ алу үшін қайтадан қолданылады [8, 18, 3].

Химиялық қайта өңдеу ПЭТФ-сольволиз. Сольволиз процесінде полиэтилентерефталат химиялық заттармен әрекеттескенде деполимерленеді, мысалы, метанол (диметилтерефталат мономерін алу үшін метанолиз); этиленгликоль (бисгидроэтилтерефталат мономерін шығаратын гликолиз); қышқылдар (терефтал қышқылын алу үшін гидролиз әдісі) немесе сілтілер (сабындану) [19, 3]. Сольволиз тәсілі көп энергияны, жоғары технологиялық жабдықты қажет етеді, сол үшін өте қымбат тәсіл болып келеді. Сондықтан, бұл әдіс сапасы төмен шикізатты қолдануға мүмкіндік береді, өйткені химиялық процестер қосымша тазартуды қажет етеді. Бұл бағыт, мысалы, ПЭТФ қайта синтезделетін терефтал қышқылы мен этиленгликольге дейін бейтарап гидролиз арқылы ПЭТФ қалдықтарын деполимерлеу процесін жүргізуді көздейді. Бұл үздіксіз процесс. Қатты қалдықтарын қайта өңдеудің ең кең таралған, үнемді және қоршаған ортаға қауіпсіз әдісі [20, 3].

Түйіршіктеу. ПЭТФ қалдықтарын өңдеу үшін ұсатқыштар, диірмендер, грануляторлар қолданылады. Құрал жабдыкпен және температура ықпалынан қалдықтар шайырға айналады. Түйіршіктеліп болған соң, балқытып калибрлейтін тесіктерінен басылып, түйіршіктерге кесіледі, сосын салқындатылады [21, 3]. Бұл процесс түйіршіктердің сапасын жақсартатын әртүрлі тұрақтандырғыштарды, модификаторларды, бояғыштарды және басқа қоспаларды қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Екіншілік полиэтилентерефталатты басқа полимердің физика-механикалық немесе электромеханикалық өнімділігін жақсарту үшін қосымша ретінде пайдалануға болады [20, 3].

Агломерация. Пленка қалдықтарын жуғаннан кейін қайта өңдеу жабдығына тиеудің біркелкілігі агломерациямен қамтамасыз етіледі. Агломерация кезінде пленкадан еркін пішінді түйіршіктер (іргелі дөңдер) алынады, олардың тығыздығы өте жоғары және жақсы сусымалы болып келеді [22, 3].

Агломерация энергияны аз қажет етеді, түйіршіктеуге қарағанда өнімдірек, сондықтан материалды одан әрі өңдеуге дайындау шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, агломерация материалдың молекулалық салмағын өзгертпестен жүреді, ал агломерация процесінде полимерге бояғыштар, тұрақтандырғыштар, толтырғыштар енгізуге болады [22, 3]. Диск агломераторлары ең тиімді болып табылады, өйткені ПЭТФ қалдықтары 5-10 мм үлпек мөлшеріне дейін ұсақталған кезде, агломерация аймағына үздіксіз беріледі [20, 3].

Экструзия. Бір және қос бұрандалы экструдерлерді қолдана отырып, полиэтилентерефталаттың ұсақталған қалдықтарын өңдеудің кең таралған әдісі.

Термопластиканы қайта өңдеуге арналған, ПЭТФ қысым арқылы құю машиналарының барлық түрлерінде қайта өңделеді [3, 20, 23].

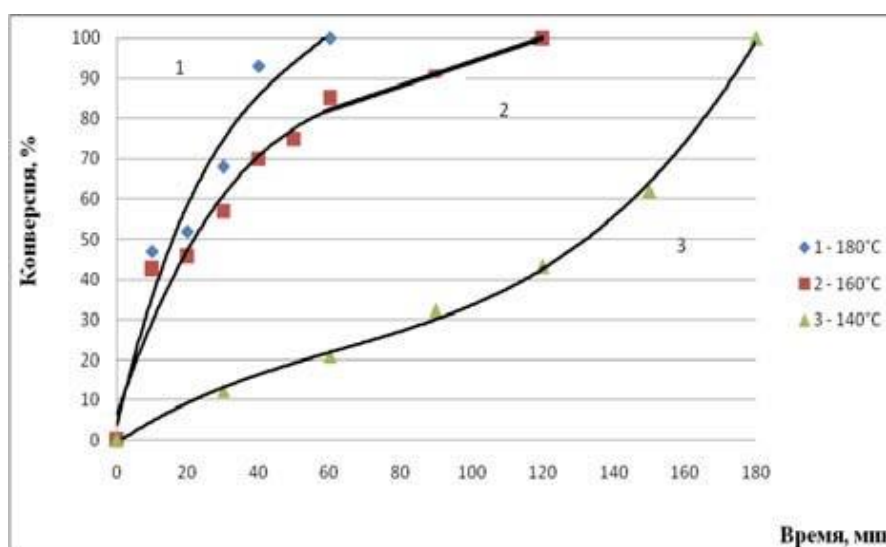
Қайта өңдеу «бөтелкеден бөтелкеге дейін». Осы әдіс азық қаптамасы мен сусын бөтелкелерін өндіру үшін қайта пайдалануға болатын өнімді алудың барлық әдістерін біріктіреді. Еуропа елдерінде "бөтелкеден бөтелкеге дейін" қайта өңдеу салыстырмалы түрде жақында игерілгеніне қарамастан (ЕО заңнамасына сәйкес қайталама шикізаттан жасалған қаптама азық-түлікпен байланысқа түсуге рұқсат етілмеді), 2004 жылы қазірдің кезінде пайдаланылған ПЭТФ бөтелкелерді қайта өңдеу жоғарлады, яғни оны пайдаланудың 20% өсуін берді [24]. АҚШ-та өңдеудің бұл түрі көптеген жылдар бойы дамып келеді және Еуропаға қарағанда одан да дамыған [20, 23].

«Бөтелкеден бөтелкеге дейін» принципі бойынша қайта өңдеу кезінде «көп қабатты технология» деп аталуы мүмкін, мұнда қайталама полиэтилентерефталат бастапқы полимердің екі қабатының арасына түседі. Қабатты бөтелкелерде 50% - ға дейін қайталама ПЭТФ болуы мүмкін, ал жеке контейнерлерде көп мөлшерде қайталама материал болуы мүмкін. Бұл технология бүгінде Швейцария, Швеция және АҚШ сияқты көптеген елдерде қолданылады [23].

Қайталама полиэтилентерефталатты өңдеу әдістері кеңейтіліп, жетілдірілуде. Өртүрлі нанотолтырғыштарды (органомодификацияланған алюмосиликаттар, нанотүтікшелер, фуллерендер және т.б.) пайдалана отырып, оның негізінде нанокөмірдік материалдарды жасау есебінен ПЭТФ қайта өңдеу бағыттары немесе төмен балқитын сополиэфирлерді алу мақсатында қайталама ПЭТФ ди- және триэтиленгликольді қайта этерификациялау әдісі қызықты болып табылады [3, 25, 26].

Екінші реттік полиэтилентерефталатты екінші реттік өңдеу процесінде ПЭТФ қалдықтарын тазартуға және жууға көп көңіл бөлінеді, өйткені бұл олардан алынатын өнімдердің сапасын едәуір арттыруға мүмкіндік береді. Сондықтан бұл процестердің технологиялары үнемі жетілдіріліп отырады. Тазалаудың ең қарапайым және үнемді әдісі- ПЭТФ қалдықтарын үздіксіз немесе мерзімді аппараттардағы су және су емес ортада жуу. Әдетте, ПЭТФ қалдықтарын тазарту екі-үш сатыда жүзеге асырылады, содан кейін тазартылған материал ұнтақталып, 0,5% қалдық ылғалдылыққа дейін кептіріледі [14]. Осылайша, пайдаланылған пластмасса бұйымдарын қайта пайдалануға болады.

Зерттеу материалдары мен әдістемесі. Синтез термометрмен, тоңазытқышпен және механикалық араластырғышпен жабдықталған үш мойынды колбада 140÷180°С температура аралығында этиленгликоль мен ПЭТФ-тің 10:1 массалық қатынасында, мырыш ацетаты катализаторының қатысуымен жүзеге асырылады, ол [27] көрсеткендей, ПЭТФ деструкциясының ең тиімді катализаторы болып табылады. ПЭТФ ыдырау дәрежесі (немесе конверсия) гравиметриялық түрде анықталды. Ол үшін белгілі бір уақыт аралығында сынамалар алынып, оларды 0,0002 г дәлдікпен өлшеп, конверсияны есептеді. Реакция ПЭТФ толық ыдырағанға дейін жүргізілді, содан кейін алынған деструктураға 1:100 қатынасында тазартылған су қосылды. Бис-2-гидроксиэтилтерефталатты толық тұндыру үшін колбаның ішіндегісі кем дегенде 24 сағат ұсталды. Алынған тұнба Бухнер шұңқырындағы вакуум астында сүзіліп, содан кейін бөлме температурасында кептірілді тұрақты масса.



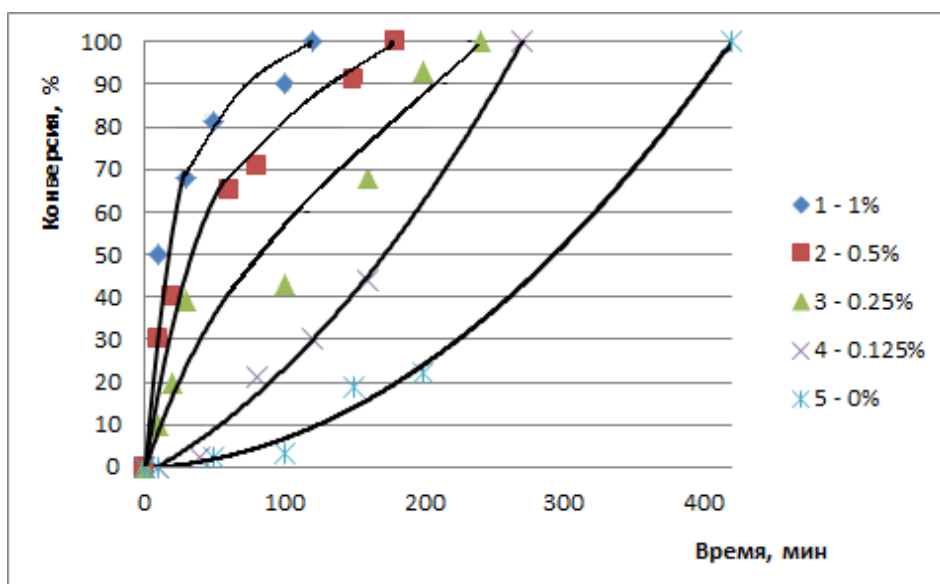
1-сурет – Мырыш ацетатының қатысында ПЭТФ конверсиясының өзгеруі (1% мас.) температура кезінде уақыт бойынша деструкциялануы, °С: 1 – 180; 2 – 160; 3 – 140

Алынған өнім ZnSe кристалымен бұзылған толық Ішкі шағылысу префиксі бар "инфрақызыл Фурье-спектрометр" маркалы инфрақызыл Фурье-спектрометрде ИҚ-спектроскопия әдісімен талданды. Деструкция өнімдерінің гидроксил саны әдістеме бойынша анықталды [28].

Қолданылатын заттардың негізгі сипаттамалары: ПЭТФ (тығыздығы 1,38-1,40 г/см³); этиленгликоль (тығыздығы 1,11 г/см³, температура қайнау 197,3°C); мырыш ацетаты (тығыздығы 1,735 г/см³).

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Мырыш ацетатының қатысуымен ПЭТФ жойылуын зерттеу (1% мас.) 140-180°C температуралық интервалда деструкция температурасының жоғарылауымен ПЭТФ конверсиясының табиғи өсуі байқалды (1-сурет). Мәселен, мысалы, 140°C температурада ПЭТФ-тің толық жойылуы 160°C температурадан 2 есе және 180°C температурадан 3 есе ұзағырақ.

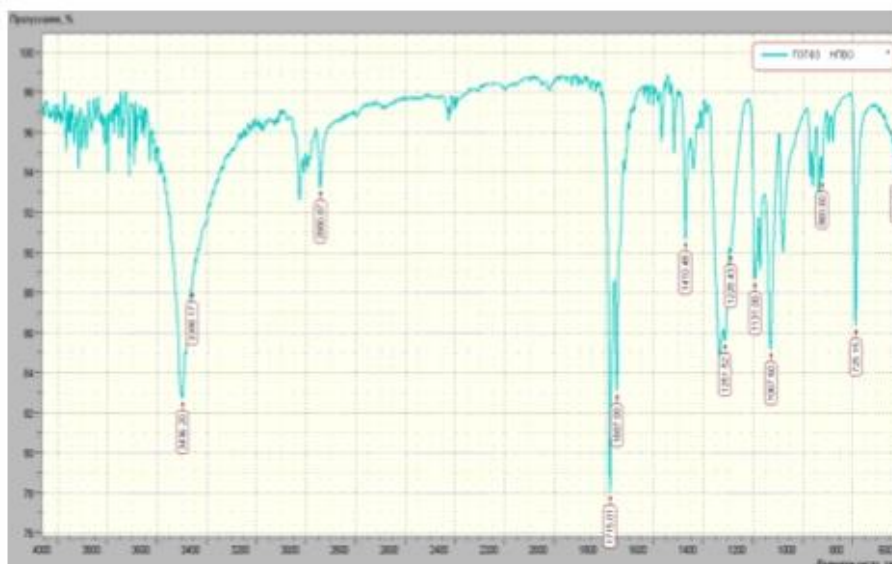
2-суретте мырыш ацетаты (1; 0,5; 0,25; 0,125% мас) қатысуымен ПЭТФ деструкциясын зерттеу қисықтары көрсетілген, сондай-ақ 160°C температурада катализатор болмаған кезде, нәтижесінде катализатор концентрациясының жоғарылауымен деструкция процесінің уақытының азаюы байқалды. 140 және 180°C температурада ұқсас тәуелділіктер байқалады.



2-сурет – Катализатор концентрациясынан ПЭТФ конверсиясының өзгеруі (160°C температурада), %: 1 – 1; 2 – 0,5; 3 – 0,25; 4 – 0,125; 5 – 0%

Алынған өнім ИҚ спектроскопиясы әдісімен зерттелді (3-сурет); негізгі функционалдық топтар (кесте) анықталды. Деструктаттың ИҚ спектрі бис-2-гидроксиэтилтерефталаттың ИҚ спектрімен толығымен дерлік сәйкес келеді [29]. Талқылаудың қарапайымдылығы үшін алынған деструктивті ИҚ спектрі бірнеше болып бөлінді ең маңызды жиілік аймақтары, әртүрлі пішіндер мен қарқындылықтар көрінеді.

ИҚ спектроскопия (ν , см⁻¹) спектрінен көріп тұрғанымыздай ОН тобы 3600–3500 см⁻¹ жиілік аймағы формасы бойынша қарқынды тербелістермен сипатталады, $\nu(\text{OH})$ $\nu_{\text{эксп.}}=3436$ см⁻¹. 3000–2800 см⁻¹ аймағында метилген тобының орташа қарқындылығының жиіліктері жатыр- $\nu(\text{CH}_2)$ $\nu_{\text{эксп.}}=2880$ см⁻¹. 1800–1700 см⁻¹ аймағында карбонил тобының валенттік тербелістері орналасқан $\nu(\text{C}=\text{O})$ [30], $\nu_{\text{эксп.}}=1715$). 1470–1400 см⁻¹ аумағы тербелістермен сипатталады. $\nu(\text{CH})$ $\nu_{\text{эксп.}}=1410$ см⁻¹. Талданатын заттың ИҚ-спектрінде $\nu(\text{C}-\text{O}-\text{C})$ $\nu_{\text{эксп.}}=1228$ см⁻¹ валенттік тербелістеріне тән қарқынды жолақтар болады, онда С атомдарының бірі хош иісті топпен байланысады. Аймақ 1150-1060 см⁻¹ тербелістерін сипаттайды $\nu(\text{C}-\text{O}-\text{C})$ алифатты $\nu_{\text{эксп.}}=1067$ және 1131 см⁻¹. 740-720 см⁻¹ аумағы маятник тербелістерімен сипатталады νCH_2 $\nu_{\text{эксп.}}=725$ см⁻¹. 700-550 см⁻¹ аймақтары [31] тербелістерімен сипатталады $\nu(\text{CH}_2)$ $\nu_{\text{эксп.}}=660$ және νCH_2 $\nu_{\text{эксп.}}=561$ см⁻¹. Алынған деполимеризаттың гидроксил саны $\text{ГС}_{\text{эксп.}}=436$ мг КОН/г іс жүзінде бис-(2- гидроксиэтил)-терефталат ($\text{ГС}_{\text{теор.}}=442$ мг КОН/г) гидроксил санына сәйкес келеді.



3-сурет – Бис-2-Гидроксиэтилтерефталат спектрі

Қорытынды. Осылайша, ПЭТФ қалдықтарын жою арқылы бис-2-гидроксиэтил терефталаты, мысалы, медициналық мақсаттағы биодegradацияланатын полимер – поли (бис-2 - гидроксиэтил терефталат-этилоксифосфат) немесе полиуретандарды синтездеу үшін алынады.

Әдебиеттер:

- [1] <https://www.plastics.ru>, 08/08/2006
- [2] **Ткачик, И.Б.** Пластиковая упаковка и ее воздействие на окружающую среду и человека // Сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов. В 2 частях. Министерство образования Республики Беларусь. Брестский государственный технический университет / Редкол. Шалобыта Н.Н. и др. Брест: БрГТУ, - 2019. Часть 1. – С. 56-60.
- [3] **Беданок, А.Ю.,** Бештоев, Б.З., Микитаев, М.А., Микитаев, А.К., Сазонов, В.В. Полиэтилентерефталат: новые направления рециклинга // Пластические массы, – 2009. – №6. – С. 18-21.
- [4] Стоп пластик! [Электронный ресурс].Режим доступа: <https://www.anywater.ru/-pubs/stop-plastic/>. Дата доступа: 12.03.2019.
- [5] Патент США. № 4251652. 1981. РЖ. «Химия», 1981. 19С730
- [6] Деловой журнал упаковочной индустрии, <https://www.pakkograft.ru>
- [7] [Электронный ресурс].Режим доступа:[Rusnauka.com/PRNIT_2006/Chimia/17152.doc.htm](https://rusnauka.com/PRNIT_2006/Chimia/17152.doc.htm)
- [8] **Лучинский, Г.П.** Химия титана // М.: «Химия», – 1971. – С. 471.
- [9] Технология катализаторов. Под ред. Мухленова И.П., // Л.:«Химия». 1989.
- [10] **Stan, V.** е.а. IUPAC MACRO 33. Bucharest, – 1983. – Р. 512-515.
- [11] **Хрусталева, Е.А.,** Кочнева, М.А., Фридман, Л.И. и др. Пластические массы, – 1984. – № 10. – С. 6-8.
- [12] **Серенков, В.И.,** Файдель, Г.И. А.С. СССР. № 681859. Оpub. вБИ, – 1982. – №24.
- [13] **Симагина, В.И.,** Комова, О.В. Химия и рынок. – № 2-3. (21-22), – 2002.
- [14] Патент США. № 4433135, 1984.
- [15] Патент США № 5688808. МПК С 08 G63/02, 1997
- [16] ЗАЯВКА ЕВП № 678552. МКИ С 08 K5/42, 1994
- [17] **Айзенштейн, Э.М.** Мировой рынок полиэфирных волокон и нитей. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.textileclub.ru/analytics.html>
- [18] Все о полиэтилентерефталате. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.retal.ru>
- [19] Производство упаковки из ПЭТ. Брукс, Д., Джайлз, Дж. (ред). /Пер.с англ Под ред. Сабса О.Ю. СПб. Профессия., – 2006. – С. 368.

- [20] **Масленников, А.** Вторая жизнь. Деловой журнал упаковочной индустрии. – №8., – 2004. Режим доступа: <https://www.pakkograff.ru>
- [21] Рынок вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТФ). <https://www.recyclers.ru>
- [22] Режим доступа: <https://www.nestor.minsk.by/sn/2006/21/sn62114.html>
- [23] Режим доступа: <https://www.petupack.ru>
- [24] Режим доступа: <https://www.tarleplast.uz>
- [25] **Аид, А.И.**, Беданок, А.Ю., Леднев, О.Б. Способы рециклинга полиэтилентерефталата // Малый полимерный конгресс. Москва, – 2015. – С. 57.
- [26] **Mikitaev, A.K.**, Bedanokov, A.Y., Lednev, O.B., Mikitaev, M.A. Polymer/silicate nanocomposites based on organomodified clays/Polymers, Polymer Blends, Polymer Composites and Filled Polymers. Synthesis, Properties, Application // Nova Science Publishers. New York., – 2006.
- [27] Fachine, G.J., Soutomaior R.M. Department of Fundamental Chemistry // Federal University of Pernambuco. Brazil, – 2002. – P. 4979-4983.
- [28] **Торопцева, А.М.**, Белгородская, К.В., Бондаренко, В.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений // Л.: «Химия», – 1972. – С. 127.
- [29] Dayang Ratnasari Abu Bakara, Ishak Ahmada, Anita Ramlib // Malaysian Journal of Chemistry, – 2006. – V. 8. № 1. (022-026). – P. 22-26.
- [30] **Тарасаевич, Б.Н.** ИК-спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М.: МГУ им. Ломоносова, – 2012. – С. 13-20.
- [31] **Казыцина, Л.А.**, Куплетская Н.Б. Применение УФ, ИК и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М.: Высшая школа, – 1995. – С. 203-207.

References:

- [1] <https://www.plastics.ru>, 08/08/2006
- [2] **Tkachik, I.B.** Plastikovaja upakovka i ee vozdejstvie na okruzhajushhuju sredu i cheloveka // Sbornik konkursnyh nauchnyh rabot studentov i magistrantov. V 2 chastjah. Ministerstvo obrazovanija Respubliki Belarus'. Brestskij gosudarstvennyj tehničeskij universitet. Redkol. Shalobyta N.N. i dr. Brest: BrGTU., - 2019. Chast' 1. – S. 56-60. [in russian]
- [3] **Bedanokov, A.Ju.**, Beshtoev, B.Z., Mikitaev, M.A., Mikitaev, A.K., Sazonov, V.V. Polijetilentereftalat: novye napravlenija reciklinga // Plasticheskie massy., – 2009. – №6. – S. 18-21. [in russian]
- [4] Стоп пластик! [Jelektronnyj resurs]. <https://www.anywater.ru/-pubs/stop-plastic/>. Data dostupa: 12.03.2019.
- [5] Patent SShA. № 4251652. 1981. RZh. «Химия», 1981. 19S730
- [6] Delovoj zhurnal upakovочноj industrii, <https://www.pakkograff.ru>
- [5] Patent SShA. № 4251652. 1981. RZh. «Химия», 1981. 19S730
- [6] Delovoj zhurnal upakovочноj industrii, <https://www.pakkograff.ru>
- [7] Rusnauka.com/PRNIT_2006/Chimia/17152.doc.htm
- [8] **Luchinskij, G.P.** Himija titana // М.: «Химия», – 1971. – С. 471. [in russian]
- [9] Tehnologija katalizatorov // Л.:«Химия». Pod red. Muhlenova I.P., – 1989.
- [10] **Stan, V.** e.a. IUPAC MACRO 33. Bucharest., – 1983. – P. 512-515.
- [11] **Hrustaleva, E.A.**, Kochneva, M.A., Fridman, L.I. i dr. Plasticheskie massy., – 1984. – № 10. – S. 6-8.
- [12] **Serenkov, V.I.**, Fajdel' G.I. A.S. SSSR. № 681859. Opub. vBI., – 1982. – №24.
- [13] **Simagina, V.I.**, Komova O.V. Himija i ryнок. – № 2-3. (21-22), – 2002.
- [14] Patent SShA. № 4433135., 1984.
- [15] Patent SShA № 5688808. MPK S 08 G63/02., 1997
- [16] ZAJaVKA EVP № 678552. MKI S 08 K5/42., 1994
- [17] **Ajzenshtejn, Je.M.** Mirovoj ryнок polijefirnyh volokon i nitej. [Jelektronnyj resurs] <https://www.textileclub.ru/analytics.html>
- [18] Vse o polijetilentereftalate. [Jelektronnyj resurs] <https://www.retal.ru>
- [19] Proizvodstvo upakovki iz PJeT. Bruks D., Dzhajlz Dzh. (red). Per.s angl. Pod red. Sabsaja O.Ju. SPb. Professija., – 2006. – S. 368.
- [20] **Maslennikov, A.** Vtoraja zhizn'. Delovoj zhurnal upakovочноj industrii. – №8., – 2004. <https://www.pakkograff.ru>

- [21] Rynok vtorignogo polijetilentereftalata (PJeTF). <https://www.recyclers.ru>
- [22]URL: <https://www.nestor.minsk.by/sn/2006/21/sn62114.html>
- [23]URL: <https://www.petupack.ru>
- [24]URL: <https://www.tarleplast.uz>
- [25] **Aid, A.I.A.**, Bedanokov A.Ju., Lednev O.B. Sposoby reciklinga polijetilentereftalata // Malyj polimernyj kongress. Moskva, – 2015. – S. 57.
- [26] **Mikitaev, A.K.**, Bedanokov A.Y., Lednev O.B., Mikitaev M.A. Polymer/silicate nanocomposites based on organomodified clays/Polymers, Polymer Blends, Polymer Composites and Filled Polymers. Synthesis, Properties, Application // Nova Science Publishers. New York, – 2006.
- [27] **Fechine, G.J.**, Soutomaior R.M. Department of Fundamental Chemistry // Federal University of Pernambuco. Brazil, – 2002. – P. 4979-4983.
- [28] **Toropceva, A.M.**, Belogorodskaja K.V., Bondarenko V.M. Laboratornyj praktikum po himii i tehnologii vysokomolukuljarnyh soedinenij // L.: «Himija», – 1972. – S. 127. [in russian]
- [29] Dayang Ratnasari Abu Bakara, Ishak Ahmada, Anita Ramlib // Malaysian Journal of Chemistry, – 2006. – V. 8. № 1. (022-026). – P. 22-26.
- [30] **Tarasaevich, B.N.**, ИК-спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М.: МГУ им. Ломоносова., – 2012. – S. 13-20. [in russian]
- [31] **Kazycina, L.A.**, Kupletskaja N.B. Primenenie UF, ИК i JaMR-спектrometrii v organicheskoj himii. М.: Vysshaja shkola, – 1995. – S. 203-207. [in russian]

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В БИС-2-ГИДРОКСИЭТИЛТЕРЕФТАЛАТ ПУТЕМ ДЕСТРУКЦИИ

Сатбаева Н.С.¹, магистр технических наук
Богачева Т.М.¹, инженер, tatkanight@mail.ru
Ершов Б.Н.², магистр естественных наук
Ниязбек А.Ә.³, магистр педагогических наук
Дауренкызы С.⁴, учитель химии

¹*Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань
Российская Федерация*

²*Средняя школа №172 имени Налкожа Ергешбаева, г. Кызылорда, Республика Казахстан*

³*Школа имени Абая со специализированными классами для одаренных детей с обучением на трех языках, г. Кызылорда, Республика Казахстан*

⁴*Школа-гимназия №9 имени Наги Ильясова, г. Кызылорда., Республика Казахстан*

Аннотация. Полиэтилентерефталат – один из самых востребованных полимеров. Его замечательные потребительские свойства, в частности высокая устойчивость к воздействию внешних факторов, объясняют растущий спрос. Однако эта же устойчивость приводит к определенным проблемам, связанным с необходимостью утилизации использованных изделий из полиэтилентерефталата. Основная цель исследовательской работы основана на химической обработке отходов. Деструкция полиэтилентерефталата проводилась в присутствии этиленгликоля. В результате получилось белое кристаллическое вещество бис-2-гидроксиэтил терефталат. Химическая реакция проводилась при высоких температурах. Ацетат цинка использовался в качестве катализатора для ускорения процесса и увеличения выхода продукта. Степень разложения полиэтилентерефталата определяли массовым методом. После полного протекания реакции в колбу добавляли дистиллированную воду и опускали в осадок. Осадок фильтровали в воронке Бюхнера и просушивали вакуумом до постоянной массы. Исследование деструкции полиэтилен терефталата в присутствии ацетата цинка (1% мас.) в температурном интервале 140-180°C показали, что с повышением температуры деструкции происходит закономерное увеличение конверсии аолиэтилентерефталата. Полная деструкция полиэтилентерефталата при 140°C протекает в 2 раза дольше, чем при 160°C и в 3 раза дольше, чем при 180°C. Полученный продукт анализирован методом ИК-спектроскопии на инфракрасном Фурье-спектрометре марки «ИнфраЛЮМ ФТ-08» с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения с кристаллом ZnSe.

Ключевые слова: Полиэтилентерефталат, полимер, твердые отходы, деструкция, этиленгликоль, ИК Фурье спектрометр, ацетат цинка, гравитметрический метод.

RECYCLING OF POLYETHYLENE TEREPHTHALATE WASTE INTO BIS-2-HYDROXYETHYL TEREPHTHALATE BY DESTRUCTION

Satbayeva N.S.¹, master of technical sciences
Bogacheva T.M.¹, engineer, tatkanight@mail.ru
Yerishov B. N.², master of natural sciences
Niyazbek A. A.³, master of pedagogical sciences
Daurenkyzy C.⁴, teacher

¹*Kazan National Research Technological University, Kazan city, Russian Federation*

²*Nalkozha Ergeshbayev Secondary School № 172
Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan*

³*Abai School with specialized classes for gifted children with instruction in three languages
Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan*

⁴*Nagi Ilyasov Gymnasium № 9, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan*

Annotation. Polyethylene terephthalate is one of the most popular polymers. Its remarkable consumer properties, in particular its high resistance to external factors, explain the growing demand. However, the same resistance leads to certain problems associated with the need to dispose of both used polyethylene terephthalate products. The main purpose of the research work is based on the chemical treatment of waste. The destruction of polyethylene terephthalate was carried out in the presence of ethylene glycol. The result was a white crystalline substance bis-2-hydroxyethyl terephthalate. The chemical reaction was carried out at high temperatures. Zinc acetate was used as a catalyst to speed up the process and increase the yield of the product. The degree of decomposition of polyethylene terephthalate was determined by the mass method. After the reaction was complete, distilled water was added to the flask and lowered into the precipitate. The sediment was filtered in a Buchner funnel and vacuum dried to a constant mass. The physicochemical properties of the resulting product were investigated by IR spectroscopy. A study of the destruction of polyethylene terephthalate in the presence of zinc acetate (1% by weight) in the temperature range 140-180°C showed that with an increase in the destruction temperature, a natural increase in the conversion of aol-ethylene terephthalate occurs. The complete destruction of polyethylene terephthalate at 140°C takes 2 times longer than at 160°C and 3 times longer than at 180°C. The resulting product was analyzed by IR spectroscopy on an infrared Fourier spectrometer of the brand "InfraLUM FT-08" with the prefix of disturbed total internal reflection with a ZnSe crystal.

Keywords: Polyethylene terephthalate, polymer, solid waste, destruction, ethylene glycol, IR Fourier spectrometer, zinc acetate, gravitmetric method.

НОВЫЙ КАТАЛИЗАТОР КРЕКИНГА ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОЙ ГЛИНЫ И ОТХОДОВ ФЕРРОСПЛАВОВ

Ташмухамбетова Ж.Х., кандидат химических наук, доцент
zheneta@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6097-3117>

Аубакиров Е.А., доктор химических наук, доцент
miral.64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5405-4125>

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация. В работе были проведены разработка и исследование нового эффективного катализатора на основе отходов ферросплавного завода и активированной природной глины месторождения Нарынкол в процессе крекинга вакуумного газойля и изучение его влияния на процесс. В качестве сырья использовали вакуумный газойль месторождения Кумколь с Ткип. 350-500 °С. Был получен катализатор на основе природной глины (бентонит, Нарынкол) и отхода ферросплавного производства (Аксуский завод) – ОФП/глина с соотношением 10:90 масс.%. Изучено влияние температуры, скорости подачи сырья на выход и состав продуктов крекинга. Проведен анализ газа и бензинового дистиллята. Определены октановые числа бензина исследовательским (ОЧИ) и моторным (ОЧМ) методами, которые составили – ОЧИ=89,7 и ОЧМ=81,7. Рассчитан материальный баланс процесса крекинга.

Для идентификации продуктов каталитического крекинга использовали, как химические (анализ газа, сульфирование, атмосферная перегонка), так и физико-химические (хроматомасс-спектрометрия, сканирующая электронная микроскопия и др.) методы исследования.

Показана возможность вовлечения вторичных ресурсов на примере полиметаллических отходов ферросплавного производства и природной бентонитовой глины в процесс получения новых композитных катализаторов для углубленной переработки вакуумного газойля каталитическим крекингом.

Ключевые слова: катализатор, крекинг, глина, отходы ферросплавов, газойль

Введение. Ежегодное производство катализаторов для процесса крекинга в мире по усредненной статистике составляет около 400 тыс. т. Наиболее значимыми заводами – производителями промышленных катализаторов крекинга на сегодня считаются компании «Грейс Девисон» (США, Германия – 43%), «Энгельгард» (США, Нидерланды – 27%), «Акзо Нобель» (США, Нидерланды, Бразилия – 26%) и ряд других [1-4]. Несмотря на такой широкий ассортимент катализаторов, современное нефтеперерабатывающее производство нуждается в повышении эффективности их действия, что обусловлено как разнообразием сырья, так и поиском дополнительных источников, основанных на привлечении вторичных материальных ресурсов в производство основных углеродсодержащих продуктов. Однако разработанные катализаторы крекинга нефтепродуктов, не всегда соответствуют требованиям по качеству получаемых с их участием продуктов, о чем свидетельствуют установленные Европейские стандарты качества для моторных и дизельных топлив [5-9].

В этой связи становится актуальным поиск новых каталитических систем для процесса крекинга на основе доступного и дешевого природного сырья, как природные цеолиты и глины, полиметаллические отходы ферросплавных производств, диатомиты и др. материалы.

Новые катализаторы в перспективе могут обеспечить такие преимущества крекинга, как высокая активность и стабильность, увеличение выхода целевых продуктов, высокий выход олефинов состава C₃-C₄, минимальный выход сухого газа C₁-C₂, минимальный выход кокса и других продуктов, а использование в качестве катализатора отходов – решит еще и вопросы защиты окружающей среды от их вредного воздействия [10-12].

Все это привлекает интерес поскольку основным преимуществом процесса каталитического крекинга является его большая гибкость, т.е. возможность перерабатывать

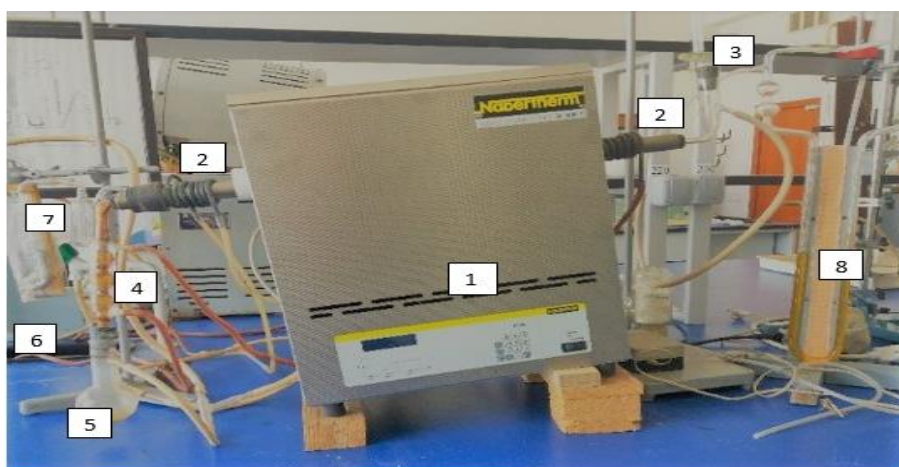
различные нефтяные фракции с получением высокооктанового бензина и газа, богатого пропиленом, изобутаном и бутенами; сравнительная легкость его совмещения с другими процессами, например, с алкилированием, гидрокрекингом, гидроочисткой, адсорбционной очисткой, деасфальтизацией и другими вторичными процессами переработки нефти и нефтяного сырья [13].

Методы исследования и материалы. Катализатор получали последовательным измельчением, просеиванием и активацией природного бентонита месторождения Нарынкол 20% раствором H_2SO_4 при перемешивании в фарфоровой чашке на кипящей водяной бане в течение 6 ч. Отмывка от SO_4^{2-} ионов проводилась декантацией катализатора водой (до исчезновения белого осадка $BaSO_4 \downarrow$ при добавлении раствора $BaCl_2$). Затем катализатор подвергли фильтрованию и осушке до постоянного веса сначала при комнатной температуре и затем при $100\text{ }^\circ\text{C}$.

Далее смешивали ОФП и глину в соотношении –10:90 и формовали гранулы катализатора.

Активацию катализатора проводили в токе воздуха в реакторе с нагревом. Получали катализатор с активным протонным центром $H^+[AlSiO_4]^-$.

Эксперимент проводили на установке с термостатированной электропечью и автоматизированной системой нагрева (1) (Рисунок 1). В электропечь помещали реактор из нержавеющей углеродистой стали (2). В центре реактора на стальной решетке закрепляли слой стекловаты, слой керамики и затем слой гранулированного катализатора (132 см^3). Сырье подавали при помощи бюретки (3). Жидкие продукты конденсировались при помощи обратного холодильника (4) в приемнике (5). Газ собирали в газометр (6). Давление газов в процессе крекинга фиксировали при помощи ртутного манометра (7). Остаточный газ из установки вытесняли углекислым газом с помощью реометра (8) со скоростью 300 мл/мин (до начала и после окончания опыта).



1- электропечь; 2- реактор; 3- бюретка; 4- обратный холодильник;
5- приемник; 6- газометр; 7- ртутный манометр; 8- реометр

Рисунок 1 – Установка крекинга со стационарным слоем катализатора, работающая при атмосферном давлении в интервале температур $400\text{-}500\text{ }^\circ\text{C}$

Ток воздуха регулировали с помощью реометра (8), пропуская воздух со скоростью 500 мл/мин и медленно поднимая T от 100 до $500\text{ }^\circ\text{C}$ в течение $3,5\text{ ч}$.

Результаты. Ранее при помощи комплекса анализов состава и физико-химических свойств было установлено, что исследуемые образцы на основе полиметаллических отходов ферросплавов по своему элементному составу и поверхностной структуре представляют интерес в качестве доступных, относительно дешевых и активных катализаторов для переработки углеродсодержащих отходов [14,15].

Структура полиметаллического отхода, установленная методом сканирующей электронной микроскопии при 3000-кратном увеличении (а), представлена аморфными округлыми частицами, которые отчетливо просматриваются при 30000-кратном увеличении (б) (Рисунок 2). Следует отметить, что структура образца ОФП достаточно рыхлая с большой удельной поверхностью, что должно способствовать более активному и возможно селективному превращению вакуумного газойля.

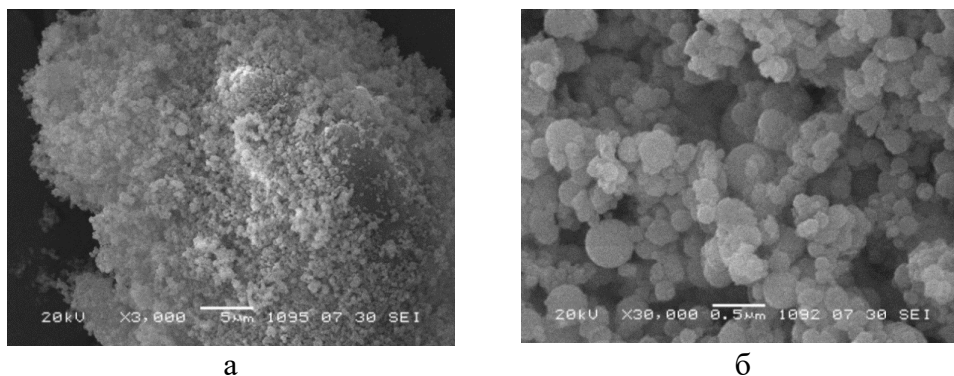


Рисунок 2 – Электронные фотографии образца ОФП при разном увеличении

Исследовано влияние основных параметров процесса температуры и скорости подачи сырья на выход продуктов крекинга вакуумного газойля (Таблица 1).

Скорость подачи сырья была изучена в интервале значений $v = 1.0 \pm 0.1$ мл/мин. Наиболее оптимальные значения по составу и выходу продуктов крекинга наблюдалось при скорости 1.1 мл/мин.

Таблица 1 – Влияние параметров процесса на выход продуктов крекинга

№ опыта	T, °C	v, мл/мин	m жидк.фр, Г	m бенз.фр,Г	Интервал выкипания бензиновой фракции, °C
1	500	1.1	18.26	6.19	79-170
2	450	1.1	30.14	6.48	73-180
3	400	1.1	28.65	5.42	75-169

Наибольший выход жидкого дистиллята и бензиновой фракции наблюдается при температуре 450 °C и скорости подачи газойля – 1,1 мл/мин. С повышением температуры до 500 °C при заданной скорости, по-видимому, идут процессы пиролитического расщепления углеводородов с образованием кокса на катализаторе и это несколько снижает выход бензина.

В результате анализа газа крекинга вакуумного газойля установлено незначительное газообразование. (Таблица 2).

Таблица 2 – Данные анализа газа каталитического крекинга вакуумного газойля

№	T, °C	v, мл/мин	Анализ газа			
			Масса, г	Ненасыщенные угв, об.%	CO ₂ , об.%	Насыщенные угв, об.%
1	500	1.1	0.255	8.34	53.34	38.32
2	450	1.1	0.223	5.00	66.67	28.33
3	400	1.1	0.234	4.80	68.91	26.29

Наблюдалась зависимость выхода газа от температуры (T) крекинга и скорости подачи газойля (v), чем выше T, тем выше выход газа и ненасыщенных углеводородов.

Как показал эксперимент при высокой $T=500^{\circ}\text{C}$ возрастает выход ароматических углеводородов, что можно объяснить более глубоким расщеплением асфальтеновых и смолистых веществ, обогащенных ароматическими кольцами, а при $T=450^{\circ}\text{C}$ возрастает выход олефиновых угв (Таблица 3).

Таблица 3 – Данные анализа бензиновых фракций каталитического крекинга вакуумного газойля

№	Т, °С	υ, мл/мин	Анализ бензиновой фр., масс.%	
			Ароматика	Ненасыщенные угв
1	500	1.1	16.70	13.4
2	450	1.1	11.67	16.7
3	400	1.1	10.15	12.8

Методом хроматомасс-спектрометрии установлен состав бензиновой фракции крекинга (н.к.73 – к.к.180 °С). (Таблица 4).

Установлено присутствие в бензине 26.232 масс.% ароматики против 11.670 масс.%, определенных методом сульфирования, что вероятно обусловлено присутствием более сложных конденсированных производных ароматического ряда.

Таблица 4 – Углеводородный состав бензиновой фракции крекинга (н.к.73 – к.к.180 °С) по результатам хроматомасс-спектрометрии

Парафины, масс.%	Изопарафины, масс.%	Ароматика, масс.%	Нафтены, масс.%	Олефины, масс.%	Оксигенаты, масс.%
30.413	27.144	26.232	10.353	5.842	0
Всего угв, масс. %	99.984				

Содержание олефинов составило 5.842 масс.% против 16.70 масс.%, что также может свидетельствовать о наличии ненасыщенных углеводородов с различной кратностью связей. Преобладают реакции изомеризации, циклизации и последующей ароматизации по сравнению с реакциями терморасщепления (крекинга).

Рассчитаны октановые числа бензина исследовательским (ОЧИ) и моторным (ОЧМ) методами, которые составили $\text{ОЧИ}=89,7$ и $\text{ОЧМ}=81,7$. (Таблица 5).

Таблица 5 – Октановые числа бензинового дистиллята по данным хроматомасс-спектрометрии

Группы углеводородов	Октановое число бензина (ОЧ)	
	Исследовательский метод	Моторный метод
парафины	26.500	24.935
изопарафины	24.340	21.562
ароматика	24.903	25.531
нафтены	9.046	6.004
олефины	4.947	3.655
оксигенаты	0.000	0.000
неидентифицированные углеводороды	0.008	0.014
Всего	89.744	81.701

На основании проведенного исследования был составлен материальный баланс процесса крекинга при $T=450\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{подачи сырья}} = 1,1\text{ мл/мин}$, с максимальным выходом бензина. (Таблица 6).

Таблица 6 – Материальный баланс процесса каталитического крекинга вакуумного газойля на установке со стационарным слоем катализатора ($V_{\text{кат.}} = 0.1\text{ дм}^3$, $V_{\text{CO}_2} = 1.5\text{ дм}^3$)

Приход		Расход	
Сырье	Масс.%	Продукты	Масс.%
Вакуумный газойль	100	Жидкий продукт: 0-180 $^{\circ}\text{C}$ бензиновая фракция	82.190 17.670
		> 180 $^{\circ}\text{C}$ тяжелый дистиллят	64.520
		Газ: CO ₂	0.608 0.166
		Ненасыщ. угв. Насыщ. угв. и воздух	0.011 0.366
		Кокс	6.140
		Смолистый остаток, потери и влага	11.062
Катализатор	(100)	Катализатор	(100)
CO ₂	(100)	CO ₂	(100)
Итого	100	Итого	100

Как следует из представленных в таблице 6 результатов процесс каталитического крекинга вакуумного газойля месторождения Кумколь с участием катализатора ОФП/глина состава 10:90 масс.% отличается при $T=450\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{подачи сырья}} = 1,1\text{ мл/мин}$ низким газоотделением 0.608 масс.% и достаточно высоким выходом жидкого дистиллята 82.190 масс.%, содержащего 17.670 масс.% бензина и согласно данным хроматомасс-спектрометрии состоящим из 27.144 масс.% изо-парафинов и 30.413 ароматики, а также 10.353 масс.% нафтеновых углеводородов.

Это свидетельствует в пользу эффективного действия полиметаллической добавки на основе ОФП, которая, по видимому, благодаря содержанию алюмосиликатов и оксидов металлов с переменной валентностью, способствует более избирательному превращению углеводородов в процессе каталитического крекинга.

Роль бентонитовой глины заключается, в основном, в формировании аморфной подложки-носителя активной фазы, а также дополнительных центров активации для крекинга, благодаря содержанию активных металлов.

Закключение. Таким образом, впервые получен катализатор на основе отхода ферросплавного производства и бентонитовой глины (ОФП/глина состава 10:90 масс.%) для крекинга вакуумного газойля. Исследовано влияние T , скорости подачи сырья на выход и состав жидких продуктов и газа. Рассчитан материальный баланс процесса и установлены оптимальные параметры проведения процесса – $T=450\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{подачи сырья}} = 1,1\text{ мл/мин}$, где выход бензина составил 6,48 масс.%. Установлен углеводородный состав бензина крекинга. Показано преобладание реакций изомеризации, циклизации и ароматизации по сравнению с реакциями термического расщепления углеводородов.

Показана возможность вовлечения вторичных ресурсов и природных материалов в процесс получения новых композитных катализаторов для углубленной переработки вакуумного газойля каталитическим крекингом в бензины.

Литература:

- [1] **Сибаров, Д.А.** Катализ, каталитические процессы и реакторы: учебное пособие / Д. А. Сибаров, Д. А. Смирнова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 200 с.
- [2] **Хаджиев, С.Н.,** Суворов Ю.П., Зиновьев В.Р., Гайрбекова С.М., Светозарова О.И., Матаева Б.В. Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах. - М., Химия, 1982. – 280 с.
- [3] **Смидович, Е.В.** Технология переработки нефти и газа. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов. Ч. 2. – М., Химия, 1980. – 328 с.
- [4] **Капустин, В.М.,** Кулес С.Г., Бертолусини Р. Г. Нефтеперерабатывающая промышленность США и бывшего СССР. – М., Химия, 1995. – 304 с.
- [5] **Капустин, В.М.,** Рудин М. Г. Химия и технология переработки нефти. - М.: Химия, К20 2013. – 496 с.
- [6] **Капустин, В. М.,** Тонконогов Б. П., [Фукс И. Г. Технология переработки нефти: Учеб. пособие. Часть третья – М.: Химия, 2014. – 328 с.
- [7] **Капустин, В. М.,** Гуреев, А. А. Технология переработки нефти. Часть вторая. Физико-химические процессы – М.: Химия, 2015. – 400 с.
- [8] **Капустин, В.М.** Технология переработки нефти. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под ред. О. Ф. Глаголевой / В. М. Капустин – М.: КолосС, 2012. – 456 с.
- [9] **Ахметов, С.А.** Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива: учебное пособие. / С. А. Ахметов. - СПб.:Недра, 2007. – 312 с.
- [10] **Пивоварова, Н.А.** Гетерогенный катализ в нефтегазопереработке : учебное пособие / Н. А. Пивоварова, Л. Б. Кириллова, А. Ю. Морозов; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Н. А. Пивоваровой. - Астрахань, Астрахан. гос. техн. ун-т.:Изд-во АГТУ, 2015. – 196 с.
- [11] **Ishaq, M.** Adsorptive desulfurization of model oil using untreated, acid activated and magnetite nanoparticle loaded bentonite as adsorbent / M. Ishaq [et al.] // Journal of Saudi Chemical Society. – 2017. V. 21. - № 2. – P. 143-151.
- [12] **Sikarwar, P.** An overview of conventional and alternative technologies for the production of ultra-low-sulfur fuels / P. Sikarwar, V. Gosu, V. Subbaramaiah // Reviews in Chemical Engineering. - 2019. – V. 35. - № 6. – P. 669-705.
- [13] **Ross, J. R. H.** Heterogeneous Catalysis/ J. R. H. Ross - Elsevier, 2012. – P. 1-15.
- [14] **Шоманова, Ж.К.,** Ташмухамбетова Ж.Х., Сафаров Р.З., Носенко Ю.Г., Калиакпаров А.Г., Шоманов А.С. Элементный анализ отходов производства Аксусского завода ферросплавов // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. – 2013. – №1(397). – С. 35-41.
- [15] **Шоманова, Ж.К.,** Ташмухамбетова Ж.Х., Сафаров Р.З., Носенко Ю.Г., Калиакпаров А.Г., Шоманов А.С. Составление электронных карт распределения элементов в золошламонакопителе Аксусского завода ферросплавов // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. – 2013. – №1(397). – С. 27-34.

References:

- [1] **Sibarov, D.A.** Kataliz, kataliticheskie processy i reaktory: uchebnoe posobie / D. A. Sibarov, D. A. Smirnova. – 2-e izd., ster. – Sankt-Peterburg: Lan', 2018. – 200 s. [in russian]
- [2] **Hadzhiev, S.N.,** Suvorov YU.P., Zinov'ev V.R., Gajrbekova S.M., Svetozarova O.I., Mataeva B.V. Kreking neftyanyh frakcij na ceolitsoderzhashchih katalizatorah. – M., Himiya, 1982. —280 s. [in russian]
- [3] **Smidovich, E.V.** Tekhnologiya pererabotki nefiti i gaza. Kreking neftyanogo syr'ya i pererabotka uglevodorodnyh gazov. CH. 2. – M., Himiya, 1980. – 328 s. [in russian]
- [4] **Kapustin, V.M.,** Kukes S.G., Bertolusini R. G. Nefte pererabatyvayushchaya promyshlennost' SSHA i byvshogo SSSR. – M., Himiya, 1995. – 304 s.
- [5] **Kapustin, V.M.,** Rudin M. G. Himiya i tekhnologiya pererabotki nefiti. - M.: Himiya, K20 2013.— 496 s. [in russian]
- [6] **Kapustin, V.M.,** Tonkonogov B. P., [Fuks I. G. Tekhnologiya pererabotki nefiti: Ucheb. posobie. CHast' tret'ya — M.: Himiya, 2014. – 328 s. [in russian]
- [7] **Kapustin, V.M.,** Gureev, A. A. Tekhnologiya pererabotki nefiti. CHast' vtoraya. Fiziko-himicheskie processy— M.: Himiya, 2015. – 400 s. [in russian]

- [8] **Kapustin, V.M.** Tekhnologiya pererabotki nefi. CHast' pervaya. Pervichnaya pererabotka nefi. Pod red. O. F. Glagolevoj / V. M. Kapustin -M.: KolosS, 2012. – 456 s. [in russian]
- [9] **Ahmetov, S.A.** Lekcii po tekhnologii glubokoj pererabotki nefi v motornye topliva: uchebnoe posobie. / S. A. Ahmetov. - SPb.: Nedra, 2007. – 312 s. [in russian]
- [10] **Pivovarova, N.A.** Geterogennyj kataliz v neftegazopererabotke : uchebnoe posobie / N. A. Pivovarova, L. B. Kirillova, A. YU. Morozov; pod obshch. red. d-ra tekhn. nauk, prof. N. A. Pivovarovoj. - Astrahan', Astrahan. gos. tekhn. un-t.: Izd-vo AGTU, 2015. - 196 s. [in russian]
- [11] **Ishaq, M.** Adsorptive desulfurization of model oil using untreated, acid activated and magnetite nanoparticle loaded bentonite as adsorbent / M. Ishaq [et al.] // Journal of Saudi Chemical Society. - 2017. – V. 21. - №2. – P. 143-151. [in russian]
- [12] **Sikarwar, P.** An overview of conventional and alternative technologies for the production of ultra-low-sulfur fuels / P. Sikarwar, V. Gosu, V. Subbaramaiah // Reviews in Chemical Engineering. - 2019. – V. 35. - № 6. – P. 669-705. [in russian]
- [13] **Ross, J.R.** H. Heterogeneous Catalysis/ J. R. H. Ross - Elsevier, 2012. -P. 1-15.
- [14] **SHomanova, ZH.K.**, Tashmuhambetova ZH.H., Safarov R.Z., Nosenko YU.G., Kaliakparov A.G., SHomanov A.S. Elementnyj analiz othodov proizvodstva Aksusskogo zavoda ferrosplavov // Izvestiya NAN RK. Seriya himii i tekhnologii. – 2013. – №1(397). – S. 35-41. [in russian]
- [15] **SHomanova, ZH.K.**, Tashmuhambetova ZH.H., Safarov R.Z., Nosenko YU.G., Kaliakparov A.G., SHomanov A.S. Sostavlenie elektronnyh kart raspredeleniya elementov v zoloshlamonakopitele Aksusskogo zavoda ferrosplavov // Izvestiya NAN RK. Seriya himii i tekhnologii. – 2013. – №1(397). – S. 27-34. [in russian]

ТАБИҒИ БАЛШЫҚ ПЕН ФЕРРОҚОРЫТПА ҚАЛДЫҚТАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ВАКУУМДЫҚ ГАЗОЙЛДЫ КРЕКИНГТІҢ ЖАҢА КАТАЛИЗАТОРЫ

Ташмухамбетова Ж.Х., химия ғылымдарының кандидаты, доцент
Әубәкіров Е.А., химия ғылымдарының докторы, доцент

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

Андатпа. Жұмыста вакуумдық газойлды крекинг процесінде ферроқорытпа зауытының қалдықтары мен Нарынқол кен орнының белсендірілген табиғи сазына негізделген жаңа тиімді катализаторды әзірлеу және зерттеу және оның процеске әсерін зерттеу жүргізілді. Шикізат ретінде Құмкөл кен орнының қайнау $T=350-500$ °С тең вакуумдық газойль пайдаланылды. Табиғи саз (бентонит, Нарынқол) және ферроқорытпа өндірісінің қалдықтары (Ақсу зауыты) негізінде катализатор алынды - ФӨК/саз 10:90 масс.%. Температураның, шикізатты беру жылдамдығының крекинг өнімдерінің шығымы мен құрамына әсері зерттелді. Газ және бензин дистиллятына талдау жүргізілді. Бензиннің октандық сандары зерттеу (ЗОС) және қозғалтқыш (ҚОС) әдістерімен анықталды, ол ЗОС = 89,7 және ҚОС = 81,7 құрады. Крекинг процесінің материалдық балансы есептелінді. Каталитикалық крекинг өнімдерін анықтау үшін химиялық (газ анализі, сульфирлеу, атмосфералық айдау) және физика-химиялық (хромато-масса-спектрометрия, сканерлеуші электронды микроскопия және т.б.) зерттеу әдістері қолданылды. Ферроқорытпа өндірісінің полиметалл қалдықтары мен табиғи бентонит саз мысалында екінші реттік ресурстарды каталитикалық крекинг арқылы вакуумды газойльді тереңдетіп өңдеу үшін жаңа композиттік катализаторлар алу процесіне тарту мүмкіндігі көрсетілген.

Тірек сөздер: катализатор, крекинг, саз, ферроқорытпа қалдықтары, газойль

A NEW CRACKING CATALYST FOR VACUUM GAS OIL BASED ON NATURAL CLAY AND WASTE FERROALLOYS

Tashmukhambetova J.Kh., candidate of chemical sciences, associate professor
Aubakirov E.A., doctor of chemical sciences, associate professor

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty city, Republic of Kazakhstan

Annotation. The work was carried out to develop and study a new effective catalyst based on the waste of a ferroalloy plant and activated natural clay from the Narynkol deposit in the process of cracking

vacuum gas oil and study its effect on the process. Vacuum gas oil from the Kumkol field with Tboiling =350-500 °C was used as a raw material. A catalyst was obtained based on natural clay (bentonite, Narynkol) and ferroalloy production waste (Aksu plant) - FPW/clay with a ratio of 10:90 wt.%. The effect of temperature, feed rate on the yield and composition of cracking products has been studied. The analysis of gas and gasoline distillate was carried out. The octane numbers of gasoline were determined by research (ONR) and motor (ONM) methods, which amounted to ONR = 89.7 and ONM = 81.7. The material balance of the cracking process has been calculated.

To identify the products of catalytic cracking, both chemical (gas analysis, sulfonation, atmospheric distillation) and physicochemical (chromato-mass spectrometry, scanning electron microscopy, etc.) research methods were used. The possibility of involving secondary resources on the example of polymetallic wastes of ferroalloy production and natural bentonite clay in the process of obtaining new composite catalysts for advanced processing of vacuum gas oil by catalytic cracking is shown.

Keywords: catalyst, cracking, clay, ferroalloy waste, gas oil

ҮШКОМПОНЕНТТІ СаО - R₂O₃(R- La, Nd) – Вi₂O₃ ЖҮЙЕСІНІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

М.М.Матаев, химия ғылымдарының докторы, профессор
mataev_06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9057-5443>

М.А.Нурбекова, химия ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы
marzhan85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7258-3338>

З.Б.Сарсенбаева, педагогика ғылымдарының магистрі, оқытушы
sarsenbayeva.zamira@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-7434-0441>

Э.С.Бейсенбай, 2-курс магистранты
beysenbaevae@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-9786-5739>

Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

Аңдатпа. Висмуттың оттекті қосылыстары алғаш рет гомологтық қатарлар тізбектеріне орналастырылды. Осы құрылған гомологтық қатарлардың негізінде висмутитиондары инкременттерінің мәндері бірінші рет есептеліп, висмутит иондары инкременттерінің мәндерін пайдалана отырып, ионды инкрементті әдіс бойынша висмутиттердің стандартты жағдайдағы термодинамикалық көрсеткіштері есептелінді. СаО–La₂O₃–Вi₂O₃ жүйесінің триангуляциясын қарастырылған. СаО–La₂O₃–Вi₂O₃ жүйесінің триангуляциясы кезінде түзілген екіншілік симплекстердің төбелерінде жүйедегі екі және үшкомпонентті қосылыстар орналасады. Триангуляция бойынша түзілген LaCaBiO₄ қосылысы мен La₂O₃ арасында және LaCaBiO₄ мен Са₇Вi₆О₁₆ арасында эвтектика нүктесі пайда болады. La₂O₃ – СаО – Вi₂O₃ жүйесіндегі пайда болған барлық қосылыстардың стандартты түзілу энтальпиялары ионды инкрементті әдіс бойынша аддитивті принциппен анықталды. Реакцияның түзілу жылуының оң таңбасы тепе-теңдіктің солға қарай ығысатынын көрсетеді, онда LaCaBiO₄ (№15) - LaBiO₃ (№13) диагоналы тұрақты, яғни диагоналдардың қиылысу нүктесінде ешқандай үшкомпонентті қосылыс түзілмейді. Реакцияның түзілу жылуының мәні ионды инкрементті әдісімен есептелінген Δ_fH⁰₂₉₈ функцияларының көрсеткіштері негізінде анықталды. Сонымен, СаО –La₂O₃ –Вi₂O₃ жүйесінің триангуляция процесі кезінде түзілген тұрақты үшбұрыш диагоналдары үшкомпонентті жүйені бір-бірімен химиялық әрекеттесуге түспейтін жәй үшбұрыштарға бөледі. СаО – La₂O₃ –Вi₂O₃ жүйесіндегі әдебиеттер арқылы табылған барлық қосылыстардың құрамын оксидтерге бөліп, олардың үлестері анықталды.

Алынған нәтижелерді анықтамаларда белгілі деректермен салыстырғанда термодинамикалық көрсеткіштері мәндерінің проценттік қателіктері 1-5%-тен аспайды.

Тірек сөздер: висмутит, термодинамикалық көрсеткіш, инкрементті әдіс, үшкомпонентті жүйе.

Кіріспе. Электронды техниканың өрлеуі және олардың өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығының әртүрлі салаларына көптеп ене бастауы, келешекте бағалы, қызықты электрофизикалық қасиеттер көрсететін бейорганикалық кристалл материалдарды синтездеуге байланысты термодинамикалық қасиеттерін терең зерттеуді кезектегі басты мәселе етіп қояды. Басты қызығушылықты құрылыстары висмут – оттегі, металл – оттегі, халькогендерді, галогендерді кезектестіру жолымен тұрғызылған қосылыстар тобы туғызады. Мұндай қосылыстардың кристалл құрылыстарында симметрия центрінің болмауы, оларда бағалы электрофизикалық қасиеттердің пайда болуы үшін, басты жағдай болып табылады. Pb²⁺, Вi³⁺ сияқты және басқа да полюссіз электрон жұптарына ие болатын, жоғары полюсті иондар кристалл торларының локальді ассиметриясын туғызып, соңында кристалл торында инверсия центрінің толық жойылуына әкеледі [1].

Висмутит, феррит, манганит, хромит, кобальтиттердің оттекті қосылыстарын бейорганикалық полимерлі қосылыстарға жатқызуға болады, осыған байланысты оларды гомологтық қатарларға тізбектеп, тізбектердегі көпбұрышты полиэдрлердің бір-бірімен жалғасымы көрсетілді. Бейорганикалық қосылыстардың термодинамикалық аспектілері толығымен зерттелмеген, анықтамаларда тек висмут, марганец, темірдің екі компонентті

қосылыстарының мәліметтері сирек кездеседі және кейбір нәтижелердің дәлдігі күмән туғызады, қосылысқа сараптама қажет етеді. Осыған байланысты күрделі бейорганикалық қосылыстардың термодинамикалық функцияларын есептеу әдістерімен анықтау ғылыми және практикалық қызығушылық туғызады. Заттардың белгісіз термохимиялық қасиеттерін есептеу арқылы бағалаудың бірнеше тиімді жақтарын атауға болады.

Олар: а) Есептелген термодинамикалық функция тәжірибелік мәндермен салыстырмалылығы және дәлдігінің дұрыстығы;

ә) Уақыт бойынша тиімділігі және ұтымдылығы.

Бейорганикалық қосылыстардың термодинамикалық қасиеттерін анықтаудың бірнеше дәлелденген әдістері [5,7] келтірілген бірақ неорганикалық қосылыстардың мәліметтерінің тапшылығы белгілі есептеу әдістерінің қолданылуы қиыншылықтар туғызады. Соны шешу үшін жұмыста иондық инкременттер әдісі қолданылған. Бұл әдіс аддитивтік принципке негізделіп, термодинамикалық қасиеттері құрастырушы компоненттердің (иондардың) термодинамикалық тұрақтылардың (инкременттер) қосындысы болып есептеледі

Зерттеу материалдары мен әдістемесі. Ионды инкремент әдісі. Аноорганикалық заттардың термодинамикалық көрсеткіштерін тәжірибе жүзінде анықтау үшін қымбат, күрделі құрал-жабдықтар қажет және көптеген қиын тәжірибелер жүргізу керек. Тәжірибе жүзінде заттардың тұрақсыздығына, агрессивтілігіне, бағалы заттардың қажеттігі сияқты тағы басқа да қиыншылықтар кездеседі.

Сондықтан, аноорганикалық заттардың термодинамикалық көрсеткіштерін анықтауда көптеген есептеу әдістерін қолдану қолайлы. Есептеу әдістерінің тәжірибелік әдістерден қателігі өте аз. Қазіргі кезде термохимиялық және термодинамикалық тұрақтыларды есептеу үшін әртүрлі әдістер берілген [6]. Бірақ көпшілік әдістері өзгеше, яғни біреулері тек жеке термодинамикалық функцияларды есептеу үшін берілген, екіншілері кең таралған облыстарда қолданыла алмайды, ал кейбіреулері қосымша мәліметтерді қажет етеді. Белгілі әдістерді қолданып аноорганикалық заттардың термодинамикалық көрсеткіштерін есептеу кезінде әртүрлі кедергілер кездеседі.

Кристалдық тұздың стандартты түзілу энтальпиясы келесі формуламен сипатталады:

$$\Delta_f H_{298}^0 Me_m (X_\alpha O_\beta)_n = m \cdot \Delta H_{298}^0 Me_{(epm, H_2O, cm.ж.)}^{n+} \cdot K + n \cdot \Delta H_{298}^i (X_\alpha O_\beta)^{m-} \quad (1.1)$$

мұндағы: Me - металл; X - тұз түзуші элемент; O - оттегі; m, n - катион және анион заряды; α, β – тұз түзуші элемент пен оттегі саны; $H_{298}^i (X_\alpha O_\beta)^{m-}$ - анионның энтальпиялық инкременті; $H_{298}^0 Me_{(epm, H_2O, cm.ж.)}^{n+}$ – сулы ортадағы металл ионының стандартты түзілу энтальпиясы; K – пропорционалдық коэффициент.

Ионды инкременттер әдісі бойынша тұздардың стандартты Гиббс энергиясы, энтропия және жылу сыйымдылықтары келесі формулалармен есептеледі:

$$\Delta_f G_{298}^0 Me_m (X_\alpha O_\beta)_n = m \Delta G_{298}^0 Me_{(epm, H_2O, cm.ж.)}^{n+} \cdot K + n \cdot \Delta G_{298}^i (X_\alpha O_\beta)^{m-} \quad (1.2)$$

$$S_{298}^0 Me_m (X_\alpha O_\beta)_n = m \cdot S_{298}^0 Me_{(epm, H_2O, cm.ж.)}^{n+} \cdot K + n \cdot S_{298}^i (X_\alpha O_\beta)^{m-} \quad (1.3)$$

$$C_{P, 298}^0 Me_m (X_\alpha O_\beta)_n = m \cdot S_{298}^0 Me_{(epm, H_2O, cm.ж.)}^{n+} \cdot K \cdot N + n \cdot C_{P, 298}^i (X_\alpha O_\beta)^{m-} \quad (1.4)$$

Сілтілік металдар иондары үшін ΔH_{298}^0 , ΔG_{298}^0 , S_{298}^0 мәндері Глушко В.П. анықтамаларынан алынды [2,3,4].

Үшкомпонентті СаО - La₂O₃ – Bi₂O₃ жүйесінің триангуляциясы

СаО–La₂O₃–Bi₂O₃ жүйесінің триангуляциясын қарастырамыз. Әдебиеттік шолу жүйеде 15 қосылыстың түзілетіндігін көрсетеді.

Сингулярлы триангуляция берілген жүйедегі екі және үшкомпонентті қосылыстардың құрамын анықтайтын еселі қатынастар заңымен тығыз байланысты: ол оның физика-химиялық кескінін береді. Тәжірибе жүзіндегі зерттеулерден жинақталған материалдар, үшкомпонентті жүйелердегі квазибинарлы қиылысушылардың саны мен орналасуы өздігінен жүргізілмейтінін көрсетті. Осының негізінде Н.С.Курнаков өзінің төмендегідей ережелерін ұсынды [8].

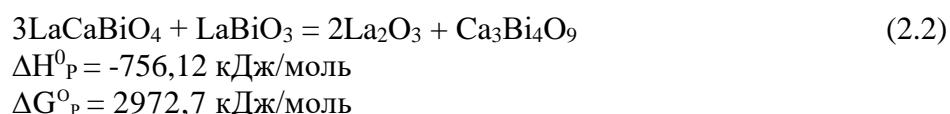
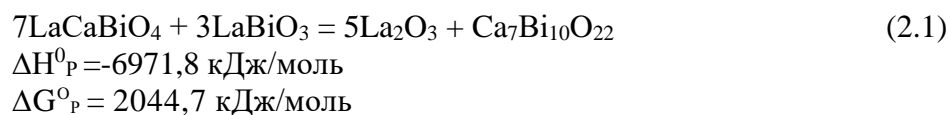
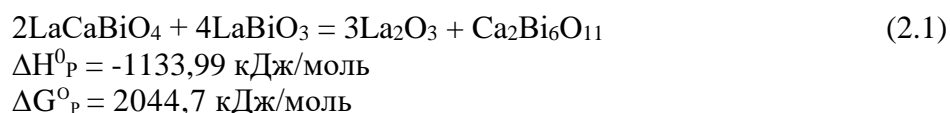
Екі және үшкомпонентті қосылыстар екіншілік үшбұрыштардың төбелеріне орналасады. Сондықтан сингулярлы қиышылардың бір-бірімен және бастапқы (біріншілік) үшбұрыштың қабырғаларымен қиылысу нүктелеріне, белгілі бір қосылыстың тұрақты формасы сәйкес болу керек. Тұрақты, қиышы диагональдардың қиылысу нүктесі, үшкомпонентті қосылыстың құрамын көрсетеді. Егер қиышы диагональдардың, қиылысу нүктесінде ешқандай үшкомпонентті қосылыс түзілмесе, онда қиышы диагональдардың біреуі тұрақсыз болады.

Әрбір екіншілік үшбұрыш, центрі эвтектикалық нүктеде болатын үш сәулелі фазалық жұлдызымен сипатталады.

Күрделі үшкомпонентті диаграмманың триангуляциясын жүргізетін – сингулярлы қиышылар жүйенің екі және үшкомпонентті қосылыстарының барлық полюстарынан басталады.

CaO–La₂O₃–Bi₂O₃ жүйесінің триангуляциясы кезінде түзілген екіншілік симплекстердің төбелерінде жүйедегі екі және үшкомпонентті қосылыстар орналасады. Яғни, 2–15–13 үшбұрышының төбелері La₂O₃, LaCaBiO₄, LaBiO₃ қосылыстарынан тұрады. Сол сияқты 2–15–12; 12–15–11; 11–15–1 және т.б. симплекстердің төбелері осы жүйенің екі және үшкомпонентті қосылыстарынан тұрады.

Н.С.Курнаковтың бірінші ережесі бойынша жүйедегі квазибинарлы қиышыларды немесе квазибинарлы қиышылар нүктесінде түзілетін үшкомпонентті қосылыстың құрамын анықауға болады. Мысалы, La₂O₃–CaO–Bi₂O₃ жүйесінде 15–13 қиышысын альтернативті 2 – 4, 2 – 7, 2 – 8 диагональдары қияды:



Реакцияның түзілу жылуының оң таңбасы тепе-теңдіктің солға қарай ығысатынын көрсетеді, онда LaCaBiO₄ (№15) - LaBiO₃ (№13) диагоналы тұрақты, яғни диагональдардың қиылысу нүктесінде ешқандай үшкомпонентті қосылыс түзілмейді.

Реакцияның түзілу жылуының мәні ионды инкрементті әдісімен есептелінген $\Delta_f H^0_{298}$ функцияларының көрсеткіштері негізінде анықталды.

CaO – La₂O₃ – Bi₂O₃ жүйесінде Ca₇Bi₆O₁₆ (№10) және La₂O₃ (№2) тұрақты диагоналының бойында LaCaBiO₄ (№15) қосылысы орналасқан.

Екінші ережесі бойынша Ca₇Bi₆O₁₆ және La₂O₃ бір-бірімен әрекеттесіп LaCaBiO₄ висмутитін түзеді. Триангуляция бойынша түзілген LaCaBiO₄ қосылысы мен La₂O₃ арасында және LaCaBiO₄ мен Ca₇Bi₆O₁₆ арасында эвтектика нүктесі пайда болады.

La₂O₃ – CaO – Bi₂O₃ жүйесіндегі пайда болған барлық қосылыстардың стандартты түзілу энтальпиялары ионды инкрементті әдіс бойынша аддитивті принциппен анықталды.

Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау.

1-кесте – CaO–La₂O₃–Bi₂O₃ жүйесіндегі қосылыстардың стандартты түзілу жылулары

Реттік нөмірі, №	Қосылыс формуласы	-ΔH ⁰ ₂₉₈ , кДж/моль	-ΔG ⁰ _p кДж/моль	-ΔG ⁰ _{298,115} кДж/моль орт.е ⁻
1	CaO	635	615	21,5
2	La ₂ O ₃	1799	1707,3	12,3
3	Bi ₂ O ₃	578	498,18	9,71
4	Ca ₂ Bi ₆ O ₁₁	3355	3336,6	5,33
5	Ca ₅ Bi ₁₄ O ₂₆	8099	8096,2	5,51
6	CaBi ₂ O ₄	1388	1423,2	6,53
7	Ca ₇ Bi ₁₀ O ₂₂	8566	8752,9	7,63
8	Ca ₃ Bi ₄ O ₉	3588	3664,9	7,89
9	Ca ₂ Bi ₂ O ₅	2200	2241,8	9,12
10	Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	7410	7543,4	9,84
11	Ca ₃ La ₄ O ₉	5504	5260,1	14,6
12	CaLa ₂ O ₄	2434	2322,4	14,2
13	LaBiO ₃	1377	1102,6	6,72
14	LaBi ₃ O ₆	1955	2394,7	6,76
15	LaCaBiO ₄	2188	1001,4	5,22

Үшінші ереже бойынша түзілген квазибинарлы диагоналдар негізінде күрделі үшкомпонентті жүйені ФББ бөлу керек.

Сонымен, CaO –La₂O₃ –Bi₂O₃ жүйесінің триангуляция процесі кезінде түзілген тұрақты үшбұрыш диагоналдары үшкомпонентті жүйені бір-бірімен химиялық әрекеттесуге түспейтін жәй үшбұрыштарға бөледі.

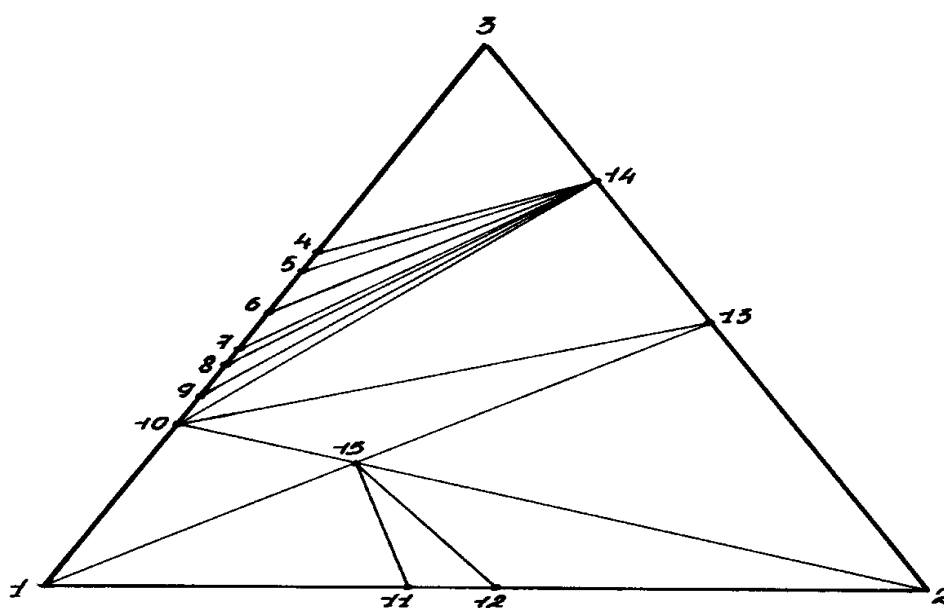
CaO – La₂O₃ –Bi₂O₃ жүйесінің триангуляциясы кезінде мынадай жай үшбұрыштар түзіледі:

CaO	-	LaCaBiO ₄	-	Ca ₃ La ₄ O ₉	(1 – 15 - 11),
CaO	-	LaCaBiO ₄	-	Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	(1 – 15 - 10),
Ca ₃ La ₄ O ₉	-	LaCaBiO ₄	-	CaLa ₂ O ₄	(11 – 15 – 12),
CaLa ₂ O ₄	-	LaCaBiO ₄	-	La ₂ O ₃	(12 – 15 – 2),
LaBiO ₃	-	LaCaBiO ₄	-	Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	(13 – 15 – 10),
LaBiO ₃	-	LaCaBiO ₄	-	La ₂ O ₃	(13 – 15 – 2),
LaBiO ₃	-	Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	-	LaBi ₃ O ₆	(13 – 10 – 14),
LaBi ₃ O ₆	-	Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	-	Ca ₂ Bi ₂ O ₅	(14 – 10 – 9),
Ca ₂ Bi ₂ O ₅	-	LaBi ₃ O ₆	-	Ca ₃ Bi ₄ O ₉	(9 – 14 – 8),
Ca ₃ Bi ₄ O ₉	-	LaBi ₃ O ₆	-	Ca ₇ Bi ₁₀ O ₂₂	(8 – 14 – 7),
Ca ₇ Bi ₁₀ O ₂₂	-	LaBi ₃ O ₆	-	CaBi ₂ O ₄	(7 – 14 – 6),
CaBi ₂ O ₄	-	LaBi ₃ O ₆	-	Ca ₅ Bi ₁₄ O ₂₆	(6 – 14 – 5),
Ca ₅ Bi ₁₄ O ₂₆	-	LaBi ₃ O ₆	-	Ca ₂ Bi ₆ O ₁₁	(5 – 14 – 4),
Ca ₂ Bi ₆ O ₁₁	-	LaBi ₃ O ₆	-	Bi ₂ O ₃	(4 – 14 – 3).

CaO–La₂O₃–Bi₂O₃ жүйесіндегі әдебиеттер арқылы табылған барлық қосылыстардың (барлығы 15) құрамын оксидтерге бөліп, олардың үлестері анықталды.

2-кесте – CaO–La₂O₃–Bi₂O₃ жүйесіндегі қосылыстардағы оксидтер үлесі

Реттік нөмірі №	Қосылыстар	Оксидтер қатынасы	Оксидтер үлесі, (%)
1	CaO		100
2	La ₂ O ₃		100
3	Bi ₂ O ₃		100
4	Ca ₂ Bi ₆ O ₁₁	2CaO : 3Bi ₂ O ₃	40:60
5	Ca ₅ Bi ₁₄ O ₂₆	5CaO : 7Bi ₂ O ₃	41,7:58,3
6	CaBi ₂ O ₄	CaO : Bi ₂ O ₃	50:50
7	Ca ₇ Bi ₁₀ O ₂₂	7CaO : 5Bi ₂ O ₃	58,3:41,7
8	Ca ₃ Bi ₄ O ₉	3CaO : 2Bi ₂ O ₃	60:40
9	Ca ₂ Bi ₂ O ₅	2CaO : Bi ₂ O ₃	66,7:33,3
10	Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	7CaO : 3Bi ₂ O ₃	70:30
11	Ca ₃ La ₄ O ₉	3CaO : 2La ₂ O ₃	60:40
12	CaLa ₂ O ₄	CaO : La ₂ O ₃	50:50
13	LaBiO ₃	La ₂ O ₃ : Bi ₂ O ₃	50:50
14	LaBi ₃ O ₆	La ₂ O ₃ : 3Bi ₂ O ₃	25:75
15	LaCaBiO ₄	La ₂ O ₃ : 2CaO : Bi ₂ O ₃	25:50:25



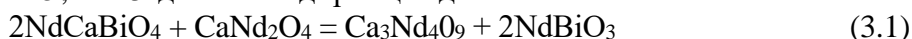
1-сурет – CaO–La₂O₃–Bi₂O₃ жүйесінің триангуляциясы

Үшкомпонентті СаО – Nd₂O₃ – Bi₂O₃ жүйесінің триангуляциясы. СаО - Nd₂O₃ - Bi₂O₃ жүйесінің триангуляциясын қарастырған кезде әдебиеттік шолу жүргізу арқылы жүйеде 16 қосылыстың түзілетінін көрсетті.

СаО - Nd₂O₃ -Bi₂O₃ жүйесінің триангуляциясы кезінде түзілетін екіншілік симплекстердің төбелерінде осы жүйедегі екі және үш компонентті қосылыстар орналасады. Мысалы, 1-16-10 үшбұрышының төбелерінде СаО, NdCaBiO₄және Са₇В₁₆О₁₆ қосылыстары орналасқан.

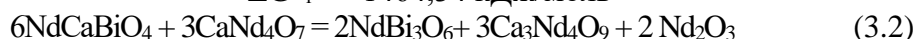
Жүйедегі квазибинарлы қиюшылар нүктесінде түзілген үшкомпонентті қосылыстардың құрамдары анықталды.

СаО - Nd₂O₃ -Bi₂O₃ жүйесіндегі 16-13 қиюшысын альтернативті 11-14, 11-15, 11-3, 12-14, 12-15, 12-3 диагоналдары қияды:



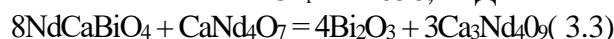
$$H_p^\circ = -351,17 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta G_p^\circ = -1464,34 \text{ кДж/моль}$$



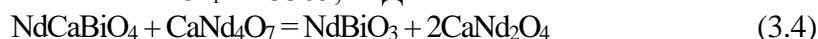
$$H_p^\circ = -1783,69 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta G_p^\circ = -1656,1 \text{ кДж/моль}$$



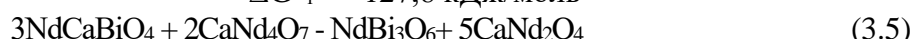
$$H_p^\circ = -2863,49 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta G_p^\circ = -3365,2 \text{ кДж/моль}$$



$$H_p^\circ = -175,59 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta G_p^\circ = -127,8 \text{ кДж/моль}$$



$$H_p^\circ = -891,74 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta G_p^\circ = -804,9 \text{ кДж/моль}$$



$$H_p^\circ = -715,88 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta G_p^\circ = -801,3 \text{ кДж/моль}$$

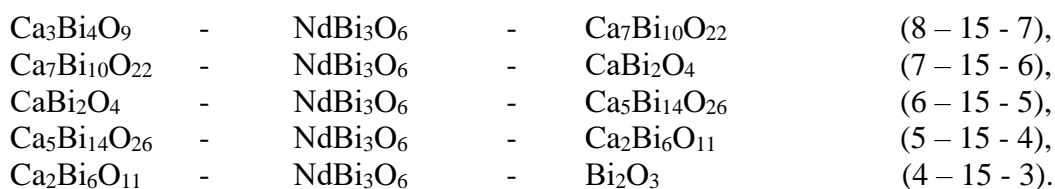
Реакцияның $\Delta G_p^\circ = -1656,1$ кДж/моль мәні тепе-теңдіктің солға қарай ығысатынын көрсетеді, сондықтан NdCaBiO₄ (№16) - CaNd₄O₇ (№13) диагоналы тұрақты болады.

Реакцияның түзілу жылуының мәні ионды инкремент әдісімен есептелінген $A_f H^\circ(298,15)$ функциясының көрсеткіштері негізінде анықталды. Жүйедегі барлық қосылыстардың құрамындағы оксидтер үлесі анықталды.

СаО -Nd₂O₃ -Bi₂O₃ жүйесінде СаО (№1) - NdBiO₃ (№14) тұрақты диагоналының бойында NdCaBiO₄ (№16) қосылысы орналасқан үшінші ереже бойынша СаО және NdBiO₃ қосылыстары бір-бірімен әрекеттесіп, NdCaBiO₄ висмуттің түзеді. Триангуляция бойынша түзілген бұл қосылыстардың арасында эвтектикалық нүктелер пайда болады.

Сонымен, СаО – Nd₂O₃ – Bi₂O₃ жүйесінің триангуляция процесі кезінде түзілген тұрақты үшбұрыш диагоналдары үшкомпонентті жүйені бір-бірімен химиялық әрекеттесуге түспейтін төмендегідей жәй үшбұрыштарға бөледі:

СаО	-	NdCaBiO ₄	-	Ca ₃ Nd ₄ O ₉	(1 – 16 – 11),
Ca ₃ Nd ₄ O ₉	-	NdCaBiO ₄	-	CaNd ₂ O ₄	(11 – 16 – 12),
CaNd ₂ O ₄	-	NdCaBiO ₄	-	CaNd ₄ O ₇	(12 – 16 - 13),
CaNd ₄ O ₇	-	NdCaBiO ₄	-	Nd ₂ O ₃	(13 – 16 - 2),
Nd ₂ O ₃	-	NdCaBiO ₄	-	NdBiO ₃	(2 – 16 - 14),
NdBiO ₃	-	NdCaBiO ₄	-	Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	(14 – 16 - 10),
Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	-	NdCaBiO ₄	-	СаО	(10 – 16 - 1),
NdBiO ₃	-	Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	-	NdBi ₃ O ₆	(14 – 10 - 15),
Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	-	NdBi ₃ O ₆	-	Ca ₂ Bi ₂ O ₅	(10 – 15 - 9),
Ca ₂ Bi ₂ O ₅	-	NdBi ₃ O ₆	-	Ca ₃ Bi ₄ O ₉	(9 – 15 - 8),



Nd_2O_3 - CaO – Bi_2O_3 жүйесіндегі пайда болған барлық қосылыстардың стандартты түзілу энтальпиялары ионды инкрементті әдіс бойынша аддитивті принциппен анықталды.

3-кесте – CaO - Nd_2O_3 - Bi_2O_3 жүйесіндегі қосылыстардың стандартты түзілу жылулары

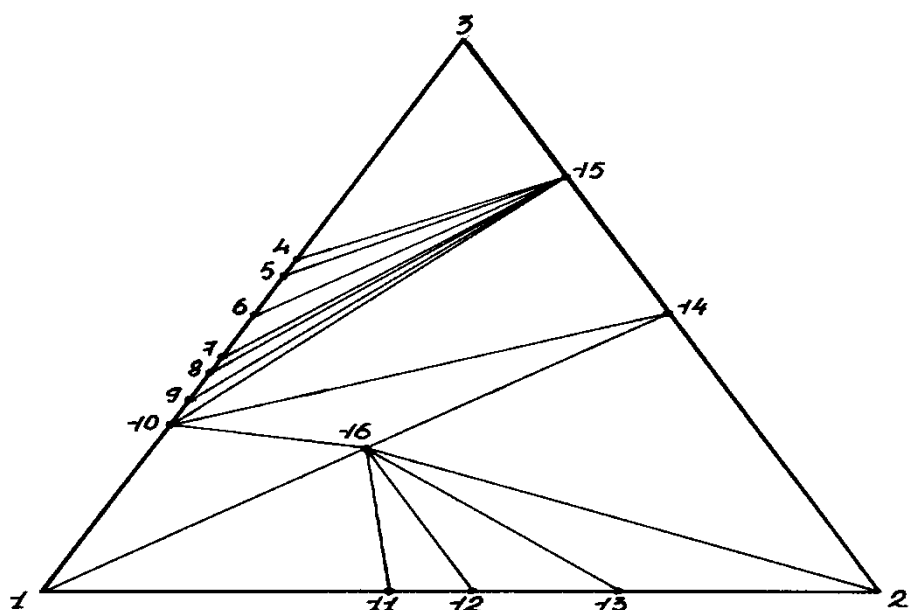
Реттік нөмірі №	Қосылыс формуласы	$-\Delta H_{298}^{\circ}$, кДж/моль	$-\Delta G_{\text{p}}^{\circ}$ кДж/моль	$-\Delta G_{298,115}^{\circ}$ кДж/моль орт.е ⁻
1	CaO	635	615,15	21,55
2	Nd_2O_3	1784	1823,3	12,6
3	Bi_2O_3	578	498,2	2,58
4	$\text{Ca}_2\text{Bi}_6\text{O}_{11}$	3355	3336,6	5,33
5	$\text{Ca}_5\text{Bi}_{14}\text{O}_{26}$	8099	8096,2	5,51
6	CaBi_2O_4	1388	1423,2	6,53
7	$\text{Ca}_7\text{Bi}_{10}\text{O}_{22}$	8566	8752,9	7,63
8	$\text{Ca}_3\text{Bi}_4\text{O}_9$	3588	3664,9	7,89
9	$\text{Ca}_2\text{Bi}_2\text{O}_5$	2200	2241,8	9,12
10	$\text{Ca}_7\text{Bi}_6\text{O}_{16}$	7410	7543,4	9,84
11	$\text{Ca}_3\text{Nd}_4\text{O}_9$	5474	5578,0	14,99
12	CaNd_2O_4	2419	2467,9	14,34
13	CaNd_4O_7	4203	4240	13,41
14	NdBiO_3	1363	1404,72	8,41
15	NdBi_3O_6	1941	2024,4	5,67
16	NdCaBiO_4	2174	2227,6	11,42

Осы стандартты түзілу энтальпиялары анықталған қосылыстардың құрамдарындағы оксидтердің қатынастары және олардың пайыздық үлестері анықталды.

4-кесте – CaO–Nd₂O₃–Bi₂O₃ жүйесіндегі қосылыстардағы оксидтер үлесі

Реттік нөмірі, №	Қосылыстар	Оксидтер қатынасы	Оксидтер үлесі, (%)
1	2	3	4
1	CaO		100
2	Nd ₂ O ₃		100
3	Bi ₂ O ₃		100
4	Ca ₂ Bi ₆ O ₁₁	2CaO: 3Bi ₂ O ₃	40:60
5	Ca ₅ Bi ₁₄ O ₂₆	5CaO: 7Bi ₂ O ₃	41,7:58,3
6	CaBi ₂ O ₄	CaO: Bi ₂ O ₃	50:50
7	Ca ₇ Bi ₁₀ O ₂₂	7CaO: 5Bi ₂ O ₃	58,3:41,7
8	Ca ₃ Bi ₄ O ₉	3CaO: 2Bi ₂ O ₃	60:40
9	Ca ₂ Bi ₂ O ₅	2CaO: Bi ₂ O ₃	66,7:33,3
10	Ca ₇ Bi ₆ O ₁₆	7CaO: 3Bi ₂ O ₃	70:30
11	Ca ₃ Nd ₄ O ₉	3CaO: 2Nd ₂ O ₃	60:40
12	CaNd ₂ O ₄	CaO: Nd ₂ O ₃	50:50
13	CaNd ₄ O ₇	CaO : 2Nd ₂ O ₃	33,3:66,7
14	NdBiO ₃	Nd ₂ O ₃ :Bi ₂ O ₃	50:50
15	NdBi ₃ O ₆	Nd ₂ O ₃ :3Bi ₂ O ₃	25:75
16	NdCaBiO ₄	Nd ₂ O ₃ :2CaO:Bi ₂ O ₃	25:50:25

Қорытынды. Әдебиеттік шолу арқылы CaO - La₂O₃ - Bi₂O₃ жүйесінде 15 қосылыс және CaO - Nd₂O₃ - Bi₂O₃ жүйесінде 16 қосылыс түзілетіндігі анықталды, оның ішінде үшкомпонентті жүйеде тек қана LaCaBiO₄, NdCaBiO₄ қосылыстарының түзілетіні көрсетілді. Көпкомпонентті жүйелерді фазалық бірлік блоктарға бөлу арқылы үшкомпонентті CaO–La₂O₃–Bi₂O₃ және CaO–Nd₂O₃–Bi₂O₃ жүйелерінің триангуляциялары жүргізілді.



2-сурет – $\text{CaO-Nd}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$ жүйесінің триангуляциясы

Әдебиеттер:

[1] **Miller Achim.** Bringing inorganic chemistry to life //Chem. Commun. – 2003. - №7. –P. 803 - 806.

[2] Термические константы веществ /Под ред. В.П. Глушко. – М.:ВИНИТИ, – 1979. – Вып. IX.– 409с.

[3] Термические константы веществ /Под ред. В.П. Глушко. – М.: ВИНИТИ, – 1974. – Вып. VII, Ч.1. – 328 с.

[4] Термические константы веществ /Под ред. В.П.Глушко. – М.: ВИНИТИ, – 1972. – Вып. VI, Ч.1. - 516 с.

[5] **Касенов Б.К.,** Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И. и др. Двойные и тройные манганиты, ферриты и хромиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – М.: Научный мир, 2017. – 416 с.

[6] **Kasenov B.K.,** Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Kuanyshebekov E.E., Mukhtar A.A., Kakenov K.S. Thermodynamic and Electrophysical Investigation of New Nanostructured Lanthanum and Sodium Copper-Zinc Manganite $\text{LaNa}_2\text{CuZnMnO}_6$ // High Temperature, – 2022. Vol. 60, No. 1. P. 45-49.

[7] **Матаев М.М.,** Нукетаева Д.Ж., Жуманова Н.А., Мырзахметова Н.О., Бутин Б.М., М.Абдраймова. Теплоемкость и термодинамические функции висмутитов неодима и самария//Изв.ВУЗов. Химия и химическая технология, – 2013. – т.56. - №12. стр.33 – 35.

[8] **Матаев М.М.,** Абдраймова М.Р., Турсинова Ж.И., Кездикбаева А.Т. Күрделі ферриттер, манганиттер, висмутиттердің синтезі және физика-химиялық қасиеттері. Монография: Алматы: Қазақ мемқызПУ, 2017, - 320б.

References:

[1] **Miller Achim.** Bringing inorganic chemistry to life //Chem. Commun, – 2003. - №7. –P. 803 – 806.

[2] Termicheskie konstanty veshstv /Pod red. V.P. Glushko. – М.:VINITI, – 1979. – Vyp. IX.– 409с. [in Russian]

[3] Termicheskie konstanty veshstv /Pod red. V.P. Glushko. – М.: VINITI, – 1974. – Vyp. VII, Ch.I. – 328 с. [in Russian]

[4] Termicheskie konstanty veshstv /Pod red. V.P.Glushko. – М.: VINITI, – 1972. – Vyp. VI, Ch.I. – 516 с. [in Russian]

[5] **Kasenov B.K.,** Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I. i dr. Dvojnye i trojnye manganity, ferrity i hromity shelochnyh, shelochnozemelnyh i redkozemelnyh metallov. – М.: Nauchnyj mir, 2017. – 416 s.

[6] **Kasenov B.K.**, Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Kuanyshebekov E.E., Mukhtar A.A., Kakenov K.S. Thermodynamic and Electrophysical Investigation of New Nanostructured Lanthanum and Sodium Copper–Zinc Manganite $\text{LaNa}_2\text{CuZnMnO}_6$ // High Temperature, 2022. Vol. 60, No. 1. R. 45-49. [in Russian]

[7] **Mataev M.M.**, Nuketaeva D.Zh., Zhumanova N.A., Myrzahmetova N.O., Butin B.M., Abdrajmova M. Teploemkost i termodinamicheskie funktsii vismutitov neodima i samariya // Izv. VUZov. Himiya i himicheskaya tekhnologiya, – 2013. – t.56. - №12. – str.33-35. [in Russian]

[8] **Mataev M.M.**, Abdrajmova M.R., Tursinova Zh.I., Kezdikbaeva A.T. Kurdeli ferritler, manganitler, vismutitlerin sintezi jane fizika-himiyalyq qasietleri. Monografiya: Almaty: QazaqmemQyzPU, 2017, - 320 b. [in Kazakh]

THERMODYNAMIC PROPERTIES OF THE TRICOMPONENT CAO - R₂OZ(R - LA, ND) – VI₂OZ SYSTEM

Mataev M.M., Doctor of Chemical Sciences, Professor
Nurbekova M.A., Candidate of Chemical Sciences, senior lecturer
Sarsenbayeva Z.B., - Master of Pedagogical Sciences, teacher
Beisenbai E.S., – 2nd year Master's student

*Kazakh National Women's Pedagogical University
Almaty city, Republic of Kazakhstan*

Annotation. Oxygen compounds of bismuth were first placed in chains of a homological series. On the basis of these homological series, the values of increments of bismuth ions were calculated for the first time, and using the values of increments of bismuth ions, the thermodynamic parameters of bismuthites were calculated under standard conditions using the ion increment method. The triangulation of the $\text{CaO}-\text{La}_2\text{O}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3$ system is considered. Two- and three-component compounds in the system are located at the vertices of secondary simplices formed during triangulation of the $\text{CaO}-\text{La}_2\text{O}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3$ system. There is a eutectic point between the LaCaBiO_4 and La_2O_3 junction formed during triangulation, as well as between LaCaBiO_4 and $\text{Ca}_7\text{Bi}_6\text{O}_{16}$. The standard enthalpy of formation of all compounds formed in the $\text{La}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{Bi}_2\text{O}_3$ system was determined by the additive principle using the ion-incremental method. The positive sign of the heat of reaction formation indicates that the equilibrium is shifted to the left, where the diagonal LaCaBiO_4 (№15) - LaBiO_3 (№13) is stable, i.e. a three-component compound is not formed when the diagonals intersect. The value of the heat of reaction formation was determined based on the indicators of the functions $\Delta_f H_{298}^0$ calculated by the method of ion increments. Thus, the constant diagonals of the triangle formed during the triangulation of the $\text{CaO}-\text{La}_2\text{O}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3$ system divide the three-component system into simple triangles that do not enter into chemical interaction with each other. The composition of all compounds found in the literature in the $\text{CaO}-\text{La}_2\text{O}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3$ system is divided into oxides and their ratio is determined.

The percentage errors of the values of thermodynamic parameters in comparison with the known data in the definitions of the results obtained do not exceed 1-5%.

Keywords: bismuthite, thermodynamic index, incremental method, three-component system.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ CAO - R₂OZ(R - LA, ND) – VI₂OZ

Матаев М.М., – доктор химических наук, профессор
Нурбекова М.А., – кандидат химических наук, старший преподаватель
Сарсенбаева З.Б., – магистр педагогических наук, преподаватель
Бейсенбай Э.С., – магистрант 2-го курса

*Казахского национального женского педагогического университета
г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация. Кислородные соединения висмута впервые были помещены в цепи гомологического ряда. На основе этих гомологических рядов впервые были рассчитаны значения инкрементов ионов висмута, а с использованием значений инкрементов ионов висмута рассчитаны термодинамические показатели висмутитов в стандартных условиях по ионному инкременту метод.

Рассмотрена триангуляция системы $\text{CaO-La}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$. Двух- и трехкомпонентные соединения в системе располагаются на вершинах вторичных симплексов, образующихся при триангуляции системы $\text{CaO-La}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$. Возникает эвтектическая точка между соединением LaCaBiO_4 и La_2O_3 , образующимся при триангуляции, а также между LaCaBiO_4 и $\text{Ca}_7\text{Bi}_6\text{O}_{16}$. Стандартные энтальпии образования всех соединений, образующихся в системе $\text{La}_2\text{O}_3\text{-CaO-Bi}_2\text{O}_3$, определяли по аддитивному принципу по ионно-инкрементному методу. Положительный знак теплоты образования реакции указывает на то, что равновесие смещено влево, где устойчива диагональ LaCaBiO_4 (№15) - LaBiO_3 (№13), т. е. трехкомпонентное соединение не образуется при пересечении диагоналей. Величину теплоты образования реакции определяли на основании показателей функций $\Delta_f H^0_{298}$, рассчитанных методом ионных инкрементов. Таким образом, постоянные диагонали треугольника, образующиеся в процессе триангуляции системы $\text{CaO-La}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$, делят трехкомпонентную систему на простые треугольники, не вступающие друг с другом в химическое взаимодействие. Состав всех найденных в литературе соединений в системе $\text{CaO-La}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$ разделен на оксиды и определено их соотношение.

Процентные погрешности значений термодинамических показателей по сравнению с известными данными в определениях полученных результатов не превышают 1-5 %.

Ключевые слова: висмутит, термодинамический показатель, инкрементальный метод, трехкомпонентная система.

Қолжазбаларды рәсімдеу жөнінде авторларға арналған нұсқаулық

«**Chemistry and Chemical Technology journal**» журналында мақала жариялау үшін дайын ғылыми жұмысты автор(лар) vestnik.korkyt.kz сайтындағы Онлайн мақала жіберу жүйесі арқылы, арнайы нұсқаулықты пайдаланып жіберуге болады. Мақала Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында Times New Roman шрифтіңде жазылуы қажет (Осы талапта жазылмаған мақала автоматты түрде қабылданбайды). Жарияланым тілдері – қазақша, орысша, ағылшынша.

Журналда жариялау үшін жұмыс мәтінін ұсына отырып, автор өзі туралы барлық мәліметтердің дұрыстығына, мақалада плагиат пен әдебиеттерді заңсыз алып пайдаланудың басқа түрлері жоқтығына, пайдаланылған барлық мәтін, кестелер, сызбалар, суреттердің тиісті түрде рәсімделуіне кепілдік береді.

Мақаладағы материал бұрын басқа басылымдарда жарияланбаған, оригиналды болуы және бұл басылымнан басқа басылымдарға параллельді түрде берілмеуі тиіс. Егер мақала бұрын басқа тілде жарияланған материалдың аудармасы болып табылса жариялануға қабылданбайды. Мақаладағы зерттеу нәтижелері ойдан құрастырылмай, нақты зерттеулердің нәтижесі болуы керек, зерттеу нәтижелері логикалық үйлесімді болуы қажет. Мақаладағы авторлар зерттеуге өзінің үлесі болуы тиіс және өзінің зерттеу үлесіне қарай реттілікпен орналасуы қажет. Мақаладағы дәйексөз тізімінде тек рецензияланған әдебиет көздері, мақала құрылымына сәйкес DOI индексін иемдеген ақпарат көздері болуы тиіс.

Мақаланы ұсыну кезінде ғылыми зерттеулердің тұтастығын қамтамасыз ету мақсатында авторлар ғылыми мақалаларға қойылатын қабылданған халықаралық стандарттарды ұстануы тиіс.

Мақала құрылымы мен безендірілуі:

1. Мақала көлемі 6-12 бет аралығында болуы тиіс. (әдебиеттер тізімі мен аннотацияларды қоспағанда 6 беттен кем болмау).

Мақаланы құру схемасы: беті – А4, кітаптық бағдар, туралау – ені бойынша. Сол жақ, үстіңгі және төменгі жақтарындағы ашық жиектері – 2,5 см, оң жағында – 2,0 см. Шрифт: тип – Times New Roman, өлшемі (кегель) - 12

- МРНТИ индексі – бірінші жолы, жоғарыдан, сол жақта (<http://grnti.ru>).

- DOI индексі (журнал редакциясында беріледі);

- Мақала атауы – ортасына қалың қаріппен (12 шрифт).

- Автордың (лардың) аты-жөндерінің бірінші қарпі мен тегі – ортаға, қалың қаріппен 11-шрифтпен, авторлар саны - 5-тен артық болмауы тиіс;

- Ұйым, қала, елдің толық атауы (егер авторлар түрлі ұйымдарда жұмыс істесе авторлардың тегінің жанына бірдей таңба және тиісті ұйымды қою қажет, авторлардың электронды поштасы, орсид номері түсуі қажет) – ортаға, курсив.

- **Андатпа** түп нұсқа тілінде (150-300 сөз; мақала құрылымын сақтай отырып), өлшемі (кегель) – 11

- **Тірек сөздер** – қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде (3-5 сөз/сөз тіркестері), өлшемі - (кегель) 11.

- **Негізгі мәтін** (12 шрифт, аралық интервал - 1, «азат жол» - 1,25 см) құрылымы:

3) **кіріспе:** тақырыптың таңдалуын негіздеу, тақырыптың немесе мәселенің өзектілігі, объектіні, тақырыпты, мақсаттарды, міндеттерді, әдістерді, тәсілдерді, гипотезалар мен жұмыстың маңыздылығын анықтау.

4) **зерттеу материалдары мен әдістері:** материалдар мен жұмыс барысы сипаттамасынан, сондай-ақ пайдаланылған әдістердің толық сипаттамасынан тұруы тиіс. Бұл бөлімде мәселенің қалай зерттелгені сипатталады: бұрын жарияланған белгіленген рәсімдерді қайталамай-ақ егжей-тегжейлі ақпарат; материалдар мен әдістерді пайдалану кезінде жаңалықты міндетті түрде енгізе отырып, жабдықты (бағдарламалық жасақтаманы)

сәйкестендіру және материалдарды сипаттау қолданылады. Кестелер, суреттер жасалған сілтемеден кейін орналастырылуы керек.

Иллюстрациямен жазу өлшемі (кегель – 11) болуы керек. Суреттер анық, таза, сканерленбеген болуы керек. Мақалада мәтінде сілтемелер бар формулалар ғана нөмірленеді. Жалпыға мәлім аббревиатуралар мен қысқартуларды қоспағанда, барлық аббревиатуралар мен қысқартулар мәтінде бірінші рет қолданылған кезде ашып жазылуы тиіс. Мәтінде сілтемелер тік жақшада көрсетіледі. Сілтемелер мәтінде қатаң түрде нөмірленуі керек. Мәтіндегі әдебиетке бірінші сілтемеде [1], екіншісі - [2] және т. б. нөмірі болуы тиіс. Жарияланбаған жұмыстарға сілтеме жасауға жол берілмейді. Лицензияланбайтын басылымдарға сілтеме жасауға жол берілмейді.

5) **нәтижелер/талқылау:** зерттеу нәтижелерін талдау және талқылау келтіріледі.

6) **қорытынды/қорытындылар:** осы кезеңдегі жұмысты қорытындылау; автор айтқан ұсынылған тұжырымның ақиқатын растау. Қорытындылар белгілі бір ғылыми саладағы зерттеу нәтижелерін жалпылау үшін, ұсыныстарды немесе одан әрі жұмыс істеу мүмкіндіктерін сипаттай отырып қолданылуы керек. Жұмысты қаржылық қолдау туралы ақпарат бірінші бетте сілтеме түрінде көрсетіледі

7) **әдебиеттер тізімі** (өлшемі (кегель) – 11, пайдаланылған әдебиеттер саны -15тен кем болмауы тиіс). Әдебиеттер тізімінде кириллицада ұсынылған жұмыстар болған жағдайда әдебиеттер тізімін екі нұсқада ұсыну қажет: біріншісі – түпнұсқада, екіншісі – романизацияланған алфавитпен (транслитерация).

Романизацияланған әдебиеттер тізімі келесі түрде болуы керек: автор (лар) (транслитерация) (<http://www.translit.ru>) → (жақшадағы жыл) → транслитерациялан-ған нұсқадағы мақала атауы [мақала атауын ағылшын тіліне квадрат жақшамен аудару], орыс тіліндегі дереккөздің атауы (транслитерация немесе ағылшын атауы-бар болса), ағылшын тіліндегі белгілері бар. Мысалы:

[5] **Аппазов, Н.О.**, Абызбекова Г.М., Артамонов А.Ф., Жиёмбаев Б.Ж., Суирбаев Х.А., (2007). Гликолиды и глицериды изовалериановой кислоты //Химический журнал Казахстана, 2, 13–17 [in Russian]

[5] **Appazov, N.O.**, Abyzbekova G.M., Artamonov A.F., Dzhiembraev B.Zh., Suerbaev Kh.A., (2007). Glycolids and glycerids of isovaleric acid. Khimicheskiy zhurnal Kazakhstana, 2, 13–17 [in Russian]

ГОСТ бойынша Кохберг Л., Кузнецова Т. Стратегия-2020: Новые контуры российской инновационной политики //Foresight-Russia. - Т. 5, № 4. -С. 8-30.

Қазақ және орыс тілдеріндегі әдебиеттер тізімін рәсімдеу стилі ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» талабына сәйкес жүргізіледі.

8. Авторлар туралы мәліметтер: (автордың(лардың) аты-жөні, ұйымның толық атауы, қаласы, елі, байланыс деректері: телефоны, эл.пошта, орсид номері) 3 тілде.

9. Редакцияға келіп түскен мақаланың рәсімделуі талапқа сай болса, антиплагиат бағдарламасынан өткізіледі. Түпнұсқалылығы 80% - дан жоғары көрсеткіште болған мақала редакция құрамының қарауына жіберіледі. Ал 80% - дан төмен болған мақала автордың толықтыруына жіберіледі. Ал, екінші рет өткізілген жағдайда тиісті көрсеткіш болмаса жарияланымға қабылданбайды (Антиплагиаттан 1-ші рет өткізу құны – 1500 тг, сол мақаланы 2-ші рет өткізу – 1000 тг). Резеңценттердің оң пікірінен соң мақала журналға қабылданып, авторға төлем жасау жөнінде хабарлама жіберіледі. Автор төлемақының түбіртегін редакцияның электронды почтасына жіберуге міндетті chemistry_journal@korkyt.kz

Мақала құны: «Chemistry and Chemical Technology journal» журналында бір мақала жариялау құны – 5000 теңге.

Төлем үшін:

Университет мекен жайы: 120014, Қазақстан Республикасы, Қызылорда қ, Айтеке би,
29а.

«Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ, ҚР ҒЖБМ

Реквизиттері: "Қазақстан Халық банкі" АҚ.

СТН 331000037638

БСН 960540000620

ЖСК KZ 276017201000000125

БСК HSBKKZKX , КБе-16

ТТК-859

Руководство для авторов по оформлению рукописей

Готовая научная работа для публикации в журнале «**Chemistry and Chemical Technology journal**» может быть подана автором (авторами) через систему онлайн подачи статей на сайте vestnik.korkyt.kz, используя специальные инструкции. Статья должна быть написана в формате Word в Windows 10 шрифтом Times New Roman (статья, не написанная в соответствии с этим требованием, не будет принята автоматически). Язык публикаций казахский, русский, английский.

Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

Материал в статье должен быть оригинальным и не публиковаться ранее в других изданиях или распространяться параллельно с другими публикациями данного издания. Статья не будет принята к публикации, если она представляет собой перевод материала, ранее опубликованного на другом языке. Результаты исследования в статье не должны быть выдуманы из соображений, обратить внимание результатами реальных исследований, а результаты исследования следует быть логически согласованными. Авторам статьи должны выложить свой вклад в исследование и располагаться в последовательности в зависимости от доли своего исследования.

Перечень цитирования в статье должен содержать только рецензируемые источники литературы, информационные источники, которые присвоившие индекс DOI в соответствии со структурой статьи

В целях обеспечения достоверности научного исследования при подаче статьи автор придерживается принятых международных стандартов для научных статей.

Структура и оформление статьи:

1. Объем статьи в пределах от 6 до 12 страниц (без списка литературы и аннотации).

1. Схема построения статьи (страница – А 4, книжная ориентация, поля с левой, верхней и нижней сторон – 2,5 м, с парвой – 2,0 мм.. Шрифт: тип – Times New Roman, размер (кегель) - 12):

- индекс МРНТИ - первая строка сверху слева (<http://grnti.ru>).

- индекс DOI (предоставляется редакцией журнала);

- Название статьи – прописными буквами, выравнивание по центру полужирным шрифтом, размер (кегель) - 12.

- Инициалы и фамилию автора(ов) – выравнивание по центру полужирным шрифтом, размер (кегель) – 11, количество авторов - не более 5;

- Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковую цифру около фамилии автора и соответствующей организации, адрес электронной почты авторов, номер орсид) – выравнивание по центру, курсив, размер (кегель) - 11.

- **Аннотация** на языке оригинала (150-200 слов; сохраняя структуру статьи) размер (кегель) - 11.

- **Ключевые слова** (на казахском, русском, английском от 5 до 8 слов/словосочетаний) размер (кегель) - 11.

- **Основной текст** (12 шрифт, межстрочный интервал - 1, отступ «красной строки» - 1,25 см)

- структура:

3) **Введение:** обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы, определение объекта, предмета, целей, задач, методов, подходов, гипотезы и значения работы.

4) **Материалы и методы исследования:** должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов. В этом разделе описывается,

как проблема была изучена: подробная информация без повторения ранее опубликованных установленных процедур; используется идентификация оборудования (программного обеспечения) и описание материалов, с обязательным внесением новизны при использовании материалов и методов. Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания.

С каждой иллюстрацией должна следовать надпись (размер (кегель) – 11). Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными. Названия рисунков и таблиц, полужирные 11 шрифтом. Показатели таблицы оформляются шрифтом 11. В статье нумеруются лишь те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Все аббревиатуры и сокращения, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом упоминании в тексте. В тексте ссылки отображаются в квадратных скобках.

Ссылки должны быть строго пронумерованы в тексте. Первая ссылка на литературу в тексте должна содержать номер [1], вторая - [2] и др. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Не желательны ссылки на нецензурируемые издания.

5) **результаты/обсуждение:** приводится анализ и обсуждение полученных результатов исследования.

б) **заключение/выводы:** обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором. Выводы должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы. Сведения о финансовой поддержке работы указываются на первой странице в виде сноски.

7) **список литературы** (размер (кегель) – 11, количество используемой литературы не менее 15). 1) в алфавитном порядке на языке статьи без нумерации; В случае наличия в списке литературы работ, представленных на кириллице, необходимо представить список литературы в двух вариантах: первый – в оригинале, второй – романизированным алфавитом (транслитерация).

Романизированный список литературы должен выглядеть в следующем виде: автор(-ы) (транслитерация) → (год в круглых скобках) → название статьи в транслитерированном варианте [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках], название русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название – если есть), выходные данные с обозначениями на английском языке. Например:

[5] **Аппазов, Н.О.**, Абызбекова Г.М., Артамонов А.Ф., Жиёмбаев Б.Ж., Суирбаев Х.А, (2007). Гликолиды и глицериды изовалериановой кислоты. Химический журнал Казахстана, 2, 13–17 [in Russian]

[5] **Appazov, N.O.**, Abyzbekova G.M., Artamonov A.F., Dzhiembraev B.Zh., Suerbaev Kh.A, (2007). Glycolids and glycerids of isovaleric acid. Khimicheskiy zhurnal Kazakhstana, 2, 13–17 [in Russian]

Согласно по ГОСТ-ту Кохберг Л., Кузнецова Т. Стратегия-2020: Новые контуры российской инновационной политики //Foresight-Russia. - Т. 5, № 4. -С. 8-30.Стиль оформления списка литературы на русском и казахском языке в соответствии с требованиями согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

8) сведения об авторах: (должны содержать ФИО автора (ов), полное наименование организации, город, страна, контактные данные: телефон, эл.почта, номер оргсид) на 3-х языках.

9. Статьи, поступившие в редакцию, в случае их соответствия требованиям, будут проведена в соответствии с процедурами антиплагиата. Статья, оригинальность которой превышает 80 %, направляется на рассмотрение в редакцию. А статья ниже 80% отправляется автору для дополнения(Стоимость первой проверки статьи на оригинальность в программе антиплагиат – 1500 тг, при повторной проверке той же статьи

– 1000 тг). После положительного отзыва рецензентов, статья принимается для публикации в журнал и автору направляется уведомление об оплате. Автор обязан отправить квитанцию об оплате на электронную почту редакции chemistry_journal@korkyt.kz

Стоимость статьи:

Стоимость публикаций одной статьи в журнале «Chemistry and Chemical Technology journal» составляет 5000 тенге

Реквизит для оплаты:

Адрес университета: 120014, Республика Казахстан, г.Кызылорда, ул.Айтеке би, 29а.

НАО «Кызылординский университет имени Коркыт Ата» МНВО

АО "Народный Банк Казахстана".

РНН 331000037638

БИН 960540000620

ИИК KZ 276017201000000125

БИК HSBKZZKX

КБе-16

ТТК-859

Manual for authors of manuscripts

Ready scientific work for publication in the journal "Chemistry and Chemical Technology journal" can be submitted by the author (authors) through the system of online submission of articles on the site vestnik.korkyt.kz, using special instructions. The article should be written in Word format in Windows 10 in Times New Roman font (an article not written in accordance with this requirement will not be accepted automatically). Language of publications Kazakh, Russian, English.

Presenting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the absence of plagiarism and other forms of wrongful borrowing in manuscripts, the proper design of all borrowings of the text, tables, schemes, illustrations.

The article should be presented experimental and documentary base, which served as the basis for the conducted research work, the possibility and importance of introducing the results of research into practical application, analysis of the current state of research, problems and specifics in comparison with earlier studies, the author(s) of the work should have scientific novelty and personal contribution to the development of the studied topic, the validity of conclusions, the relevance of the work.

The citation list in the article should contain only peer-reviewed literature sources, information sources that assign the DOI index according to the article structure.

The article pays special attention to the reliability of the information provided by the author (authors); correctness and accuracy of the definitions and conclusions used (introduced) by the author, compliance of the design of the article with standards or methodological recommendations, literacy, observance of style.

Structure and design of the article:

1. The size of the article ranges from 6 to 12 pages (without bibliography and annotations).
2. Description of the scheme of the article (page - A 4, book orientation, indents are calculated with respect to the left top and bottom sides page margins-2.5 m, with right - 2.0 m, Standard font : type - Times New Roman, size (font) - 12):

- the MRNTI index is the first line at the top left (<http://grnti.ru>).

- DOI index (provided by the editorial office);

- Title of article – with capital letters, alignment on the center in bold, size (font) 12.

Initials and last name of author(s) - alignment on the center in bold, size (font) – 11, the number of authors - no more than 5;

- The full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, it is necessary to put the same number near the name of the author and the relevant organization, e-mail address and orchid number of the authors,) - alignment on the center, italic, size (font) - 11.

- **Annotation** in the original language (150-200 words; retaining the structure of the article) size (font) - 11.

- **Keywords** (in Kazakh, Russian, English from 5 to 8 words/phrases) size (font) - 11.

- **Main text** (12 font, line spacing - 1, indentation of red line#- 1.25 cm) - Structure:

- 3) **Introduction:** rationale for the selection of the topic; relevance of the topic or problem; definition of the object, subject, objectives, tasks, methods, approaches, hypotheses and meanings of the work.

- 4) **Research materials and methods:** should consist of a description of the materials and the progress of work, as well as a full description of the methods used. This section describes how the problem was examined: detailed information without repeating previously published established procedures; uses hardware (software) identification and material description, with mandatory novelty in the use of materials and methods. Tables, figures must be placed after mention.

Each illustration should be followed by an inscription (size (font) - 11). The drawings should be clear, clean, unscanned. Titles of figures and tables, bold 11 font. The indicators of the table are in type 11. Only the formulas referred to in the text are numbered in the article. All abbreviations and brevis, with the exception of notorious ones, must be deciphered at the first mention in the text. In the article are numbered only those formulas that are referenced in the text. References in the text indicate in simple brackets the name of the first author, the year of publication and the number of pages, for example (Amanzholov, 2019: 52-53) or (Amanzholov, 2019:URL). If there are two or more authors listed as follows: (Amanzholov et al., 2019: 52-53). In the context there is no direct reference, then only the author and the year of the publication are listed (Amanzholov, 2019). References to unpublished works are not allowed. References to non-recensed publications are not desirable.

5) **Results/discussion:** analysis and discussion of the findings of the study.

6) **Conclusion/conclusions:** synthesis and summary of the work at this stage; confirmation of the truth of the allegation made by the author. The conclusions should be used to summarize the results of the research in a scientific field, describing proposals or possibilities for further work. Financial support for the work is indicated on the first page as a footnote.

7) **list of references** (size (point size) - 11, the number of used literature is at least 15). 1) in alphabetical order in the language of the article without numbering; If there are works presented in Cyrillic in the list of references, it is necessary to submit a list of references in two versions: the first - in the original, the second - in the romanized alphabet (transliteration).

The romanized bibliography should look like this: author(s) (transliteration) → (year in parentheses) → title of the article in transliteration [translation of the title of the article into English in square brackets], title of the Russian-language source (transliteration, or English name - if any), imprint with symbols in English. For example:

[5] **Аппазов, Н.О.,** Абызбекова Г.М., Артамонов А.Ф., Жиембаев Б.Ж., Суирбаев Х.А, (2007). Гликолиды и глицериды изовалериановой кислоты. Химический журнал Казахстана, 2, 13–17 [in Russian]

[5] **Appazov, N.O.,** Abyzbekova G.M., Artamonov A.F., Dzhiembaev B.Zh., Suerbaev Kh.A, (2007). Glycolids and glycerids of isovaleric acids. Khimicheskii zhurnal Kazakhstana, 2, 13–17 [in Russian]

According to GOST Kokhberg L., Kuznetsova T. Strategy-2020: New contours of the Russian innovation policy //Foresight-Russia. – T. 5, No. 4. – S . 8-30. The style of the list of references in Russian and Kazakh in accordance with the requirements in accordance with GOST 7.1-2003 “Bibliographic record. Bibliographic description. General requirements and rules for drafting.

8) information about the authors: (should contain the author(s) full name, title of organization, city, country, contact details: phone, e-mail, orchid number) in 3 languages.

9) Articles received by the editors, if they meet the requirements, will be carried out in accordance with anti-plagiarism procedures.

The article, the originality of which exceeds 80%, is sent for consideration to the editors. And the article below 80% is sent to the author for addition (The cost of the first check of the article for originality in the anti-plagiarism program is 1500 tenge, while re-checking the same article is 1000 tenge). After a positive feedback from the reviewers, the article is accepted for publication in the journal and the author is sent a notification of payment.

The author is obliged to send a payment receipt to the editorial office by e-mail chemistry_journal@korkyt.kz

Article cost: The cost of publishing one article in the journal "Chemistry and Chemical Technology journal" is 5000 tenge

Payment details: University address: 120014, Republic of Kazakhstan, Kyzylorda, Aiteke bi st., 29a.

Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan

«Korkyt Ata Kyzylorda University» NJSC

JSC Halyk Bank of Kazakhstan.

TIN 331000037638

BIN 960540000620

IIC KZ 276017201000000125

BIC HSBKKZKX, Beneficiary code -16, TTK-859

МАЗМҰНЫ

МАҚТА МАЙЫН СУТЕГІ ПЕРОКСИДИМЕН ЭПОКСИДТЕУ ҮРДІСІ Турманов Р.А., Еспанова И.Д., Ниязова Д.Ж., Молданазар А.А., Ниязбек А.Ә.	7
ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗА ҰНТАҚТАРЫН РЕЗЕҢКЕ ҚҰРАМЫНА ТОЛЫҚТЫР- ҒЫШ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУ Накып Ә.М., Дауылбек А.А., Накып А.М., Нақыпова С.М., Жарасова Ж.М.	14
ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ ҚАЛДЫҚТАРЫН ДЕСТРУКЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ БИС-2-ГИДРОКСИЭТИЛТЕРЕФТАЛАТҚА ӨҢДЕУ Сатбаева Н.С., Богачева Т.М., Ерішов Б.Н., Ниязбек А.Ә., Дауренқызы С.	21
ТАБИҒИ БАЛШЫҚ ПЕН ФЕРРОҚОРЫТПА ҚАЛДЫҚТАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ВАКУУМДЫҚ ГАЗОЙЛДЫ КРЕКИНГТІҢ ЖАҢА КАТАЛИЗАТОРЫ Ташмухамбетова Ж.Х., Әубәкіров Е.А.,	30
ҮШКОМПОНЕНТТІ $\text{CaO} - \text{R}_2\text{O}_3(\text{R} - \text{La}, \text{Nd}) - \text{V}_2\text{O}_5$ ЖҮЙЕСІНІҢ ТЕРМОДИНА- МИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ М.М.Матаев, М.А.Нурбекова, З.Б.Сарсенбаева, Э.С.Бейсенбай.	38

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕСС ЭПОКСИДИРОВАНИЯ ХЛОПКОВОГО МАСЛА ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА	7
Турманов Р.А., Еспанова И.Д., Ниязова Д.Ж., Молданазар А.А., Ниязбек А.Э.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ПОРОШКОВ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕЗИН	14
Накып А.М., Дауылбек А.А., Накып А.М., Накыпова С.М., Жарасова Ж.М.	
ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В БИС-2- ГИДРОКСИЭТИЛТЕРЕФТАЛАТ ПУТЕМ ДЕСТРУКЦИИ	21
Сатбаева Н.С., Богачева Т.М., Еришов Б.Н., Ниязбек А.Э., Дауренкызы С.	
НОВЫЙ КАТАЛИЗАТОР КРЕКИНГА ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОЙ ГЛИНЫ И ОТХОДОВ ФЕРРОСПЛАВОВ	30
Ташмухамбетова Ж.Х., Аубакиров Е.А.	
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ СаО - R2O3(R - La, Nd) – ВI2O3	38
Матаев М.М., Нурбекова М.А., Сарсенбаева З.Б., Бейсенбай Э.С.	

CONTENT

THE PROCESS OF EPOXIDATION OF COTTONSEED OIL WITH HYDROGEN PEROXIDE Turmanov R.A., Espanova I.D., Niyazova D.Zh., Moldanazar A.A, Niyazbek A.A.	7
USE OF LIGNOCELLULOSE POWDERS AS SWELLING FILLERS FOR RUBBERS Nakyp A.M., Dauylbek A.A., Nakyp A.M., Nakypova S.M., Zharasova Zh.M	14
RECYCLING OF POLYETHYLENE TEREPHTHALATE WASTE INTO BIS-2-HYDROXYETHYL TEREPHTHALATE BY DESTRUCTION Satbayeva N.S., Bogacheva T.M., Yerishov B. N., Niyazbek A. A., Daurenkyzy C.	21
A NEW CRACKING CATALYST FOR VACUUM GAS OIL BASED ON NATURAL CLAY AND WASTE FERROALLOYS Tashmukhambetova J.Kh., Aubakirov E.A.,	30
THERMODYNAMIC PROPERTIES OF THE TRICOMPONENT CAO - R2OZ(R - LA, ND) – VI2OZ SYSTEM Mataev M.M., Nurbekova M.A., Sarsenbayeva Z.B., Beisenbai E.S.	38

CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY JOURNAL

2023 жылдан бастап шығады
Издается с 2023 года
Published since 2023

Жылына төрт рет шығады
Издается четыре раза в год
Published four times a year

Редакция мекен-жайы: 120014, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29 «А», Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті Телефон: (7242) 27-60-27 Факс: 26-27-14 E-mail: chemistry_journal@korkyt.kz	Адрес редакции: 120014, город Кызылорда, ул. Айтеке би, 29 «А», Кызылординский университет им. Коркыт Ата Телефон: (7242) 27-60-27 Факс: 26-27-14 E-mail: chemistry_journal@korkyt.kz	Address of edition: 120014, Kyzylorda city, 29 «A» Aiteke bie str., Korkyt Ata Kyzylorda University Tel: (7242) 27-60-27 Fax: 26-27-14 E-mail: chemistry_journal@korkyt.kz
--	--	---

Құрылтайшысы: «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ
Учредитель: НАО «Кызылординский университет им. Коркыт Ата»
Founder: «Korkyt Ata Kyzylorda University» NJSC

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігі, Ақпарат комитеті
берген № KZ59VPY00066479 16-наурыз, 2023 ж.
бұқаралық ақпарат құралын есепке алу куәлігі

Техникалық редакторы: Абуова Н.А.
Компьютерде беттеген: Кулманова С.А.

Теруге 20.03.2023 ж. жіберілді. Басуға 23.03.2023 ж. қол қойылды.
Форматы 60 × 841/8. Көлемі 3,8 шартты баспа табақ. Индекс 76217.
Таралымы 50 дана. Тапсырыс 0146 Бағасы келісім бойынша.

Сдано в набор 20.03.2023 г. Подписано в печать 23.03.2023 г.
Формат 60 × 841/8. Объем 3,8 усл. печ. л. Индекс 76217.
Тираж 50 экз. Заказ 0146. Цена договорная.

Жарияланған мақала авторларының пікірі редакция көзқарасын білдірмейді. Мақала мазмұнына автор жауап береді. Қолжазбалар өңделеді және авторға қайтарылмайды. Журналда жарияланған материалдарды сілтемесіз көшіріп басуға болмайды.

Опубликованные статьи не отражают точку зрения редакции. Автор несет ответственность за содержание статьи. Рукописи редактируются и авторам не возвращаются. Материалы, опубликованные в журнале не могут воспроизведены без ссылки.

The published articles do not reflect the editorial opinion. The author is responsible for the content of the article. Manuscripts are edited and are not returned the authors. Materials published in the journal can not be published without reference.

Университет баспасы:
120014, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29А.