

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2024 • 3



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

Б А С Р Е Д А К Т О Р :

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 11

Р Е Д А К Ц И Я Л Ы Қ А Л Қ А :

РАМАЗАНОВ Тілекқабил Сәбитұлы, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 26

РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы, (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корей биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 12

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны онтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Акушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі, (Чебоксары, Ресей), Н = 23

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжінің профессоры, (Карачи, Пәкістан), Н = 21

ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЫМ Анна, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМҰҚАНОВ Дастан Асылбекұлы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, "Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС мал шаруашылығы және ветеринарлық медицина департаментінің бас ғылыми қызметкері (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 1

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), Н = 42

КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәліұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 7

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

QUEVEDO Nemando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), Н = 5

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 5

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 12

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Меніңктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № КЗ93 ВРҰ00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), Н = 11

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 26

РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич, (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендерович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан), Н = 12

АБНЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), Н = 14

ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан), Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия), Н = 23

ФАРУК Асана Дар, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

ЦЕПЕТКИН Игорь Александрович, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (США), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЫМ Анна, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМУКАНОВ Дастанбек Асылбекович, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН РК, главный научный сотрудник Департамента животноводства и ветеринарии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), Н = 42

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 7

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 10

QUEVEDO Hemando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), Н = 5

ТАКИБАЕВ Нургали Жабгаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 5

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстано-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 12

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы). Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28; ком. 219; тел. 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

EDITOR IN CHIEF:

BENBERIN Valery Vasilievich, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), H = 11

EDITORIAL BOARD:

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 26

RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich, (Deputy Editor-in-Chief), Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 23

SANG-SOO Kwak, PhD in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), H = 34

BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 12

ABIYEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia), H = 14

LOKSHIN Vyacheslav Notanovich, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan), H = 8

SEMENOV Vladimir Grigorievich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia), H = 23

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), H = 21

TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA), H = 27

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), H = 26

MALM Anna, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland), H = 22

BAIMUKANOV Dastanbek Asylbekovich, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS RK, Chief Researcher of the department of animal husbandry and veterinary medicine, Research and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine Limited Liability Company (Nur-Sultan, Kazakhstan), H=1

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), H = 42

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 7

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), H = 28

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 7

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), H = 5

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 5

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 12

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year. Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 3. Number 351 (2024), 108–121

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.301>

УДК 542.973:546.9:547.3

**Zh. Kairbekov, T.Z. Akhmetov, M.Z. Esenalieva, I.M. Dzheldybaeva,
S.M. Suimbayeva*, M.Zh. Zhomart**

SELECTIVE HYDROGENATION OF ISOPRENE, PIPERYLENE AND THEIR MIXTURES ON SKELETAL NICKEL CATALYSTS

NPJSC Al-Farabi Kazakh National University,

RSI of New Chemical Technologies and Materials, Almaty, Kazakhstan.

*E-mail: saltanat_suimbayeva@mail.ru

Kairbekov Zh. – Professor, Doctor of Chemical Sciences, NPJSC Al-Farabi Kazakh National University, RSI of New Chemical Technologies and Materials, 050010, Almaty, Kazakhstan, E-mail: zh_kairbekov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0255-2330>;

Akhmetov T.Z. – Professor, Doctor of Chemical Sciences, NPJSC Al-Farabi Kazakh National University, RSI of New Chemical Technologies and Materials, 050010, Almaty, Kazakhstan, E-mail: takhmetov1947@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9096-8813>;

Esenalieva M.Z. – Associate Professor, Candidate of Chemical Sciences, NPJSC Al-Farabi Kazakh National University, RSI of New Chemical Technologies and Materials, 050010, Almaty, Kazakhstan, E-mail: manshuk_esenalieva@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0817-2048>;

Dzheldybaeva I.M. – PhD, Leading Researcher, NPJSC Al-Farabi Kazakh National University, RSI of New Chemical Technologies and Materials, 050010, Almaty, Kazakhstan, E-mail: indiko_87@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-1524-4046>;

Suimbayeva S.M. – PhD, Leading Researcher, NPJSC Al-Farabi Kazakh National University, RSI of New Chemical Technologies and Materials, 050010, Almaty, Kazakhstan, E-mail: saltanat_suimbayeva@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-3990-4974>;

Zhomart M.Zh. – Master student, NPJSC Al-Farabi Kazakh National University, RSI of New Chemical Technologies and Materials, 050010, Almaty, Kazakhstan, E-mail: madina09112002@mail.ru <https://orcid.org/0009-0008-6389-8555>.

Abstract: Results of the hydrogenation process of isoprene and piperylene mixtures, as well as their mixtures on multicomponent skeletal nickel catalysts are reported in this article. Hydrogenation of piperylene and isoprene proceeds at a higher rate ($W=215-220 \text{ cm}^3/\text{min} \cdot \text{g Ni}$) on Ni-Mo-Cu alloy catalyst than on skeletal nickel ($W=112-115 \text{ cm}^3/\text{min} \cdot \text{g Ni}$). The results of chromatographic analysis indicate that the hydrogenation of piperylene proceeds with high selectivity. The selectivity coefficient K_s is 0.95 and 0.98 on skeletal nickel and Ni-Mo-Cu catalyst, respectively. At hydrogenation of the piperylene-isoprene mixture the piperylene conversion rate ($P > J$) is prevailed. At piperylene conversion degree $P=50 \%$ the isoprene J conversion is 35-37 % on Renea Nickel. 34 % on Ni-Mo-Cu catalyst. The selectivity degree of hydrogenation of this mixture is $S_{p-i} = 0.34-0.36$ on

Renea Nickel, $S_{p-i} = 0.40$ on Ni-Mo-Cu. It was found that during hydrogenation of piperylene and isoprene mixtures on Ni-Al-Mo-Cu (42-50-3-5 %) catalysts the mono- and disubstituted acetylenes are saturated with a high degree of conversion compared with isoprene.

Keywords: selective hydrogenation, isoprene, piperylene, skeletal nickel catalysts

**Ж. Каирбеков, Т.З.Ахметов, М.З. Есеналиева, И.М. Джелдыбаева,
С. М. Суймбаева*, М.Ж. Жомарт, 2024.**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Жаңа химиялық технология мен материалдарды ҒЗИ, Алматы, Қазақстан.

*E-mail: saltanat_suimbayeva@mail.ru

ИЗОПРЕНДІ, ПИПЕРИЛЕНДІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОСПАЛАРЫН ҚАҢҚАЛЫ НИКЕЛЬ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ТАЛҒАМПАЗДЫ ГИДРЛЕУ

Каирбеков Ж. – Профессор, химия ғылымдарының докторы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Жаңа химиялық технология мен материалдарды ҒЗИ, 050010, Алматы, Қазақстан E-mail: zh_kairbekov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0255-2330>;

Ахметов Т.З. – Профессор, химия ғылымдарының докторы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Жаңа химиялық технология мен материалдарды ҒЗИ, 050010, Алматы, Қазақстан E-mail: takhmetov1947@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9096-8813>;

Есеналиева М.З. – Доцент, химия ғылымдарының кандидаты, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Жаңа химиялық технология мен материалдарды ҒЗИ, 050010, Алматы, Қазақстан, E-mail: manshuk_esenalieva@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0817-2048>;

Джелдыбаева И.М. – PhD, жетекші ғылыми қызметкер, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Жаңа химиялық технология мен материалдарды ҒЗИ, 050010, Алматы, Қазақстан, E-mail: indiko_87@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-1524-4046>;

Суймбаева С.М. – PhD, жетекші ғылыми қызметкер, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Жаңа химиялық технология мен материалдарды ҒЗИ, 050010, Алматы, Қазақстан, E-mail: saltanat_suimbayeva@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-3990-4974>;

Жомарт М.Ж. – магистрант, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Жаңа химиялық технология мен материалдарды ҒЗИ, 050010, Алматы, Қазақстан, E-mail: madina09112002@mail.ru <https://orcid.org/0009-0008-6389-8555>

Аннотация. Бұл мақалада көп компонентті қаңқалы никель катализаторлар қатысында изопрен, пиперилен және олардың қоспаларын гидрлеу процесінің нәтижелері келтірілген. Қаңқалы никелмен салыстырғанда ($W=112-115$ см³/мин·г Ni) Ni-Al-Mo-Cu қорытпасының катализатор қатысында пиперилен мен изопрендi гидрлеу жоғарыжылдамдықпен жүреді ($W=215-220$ см³/мин·г Ni). Хроматографиялық талдау нәтижелері пипериленнің гидрленуі жоғары селективтілікпен жүретінін көрсетеді. Сәйкесінше, K_s селективтілік коэффициенті қаңқалы никел мен Ni-Mo-Cu катализаторында 0,95 және 0,98 құрайды. Пиперилен-изопрен қоспасын гидрлеу кезінде пипериленнің конверсия жылдамдығы басым болады ($P > J$). Пипериленнің конверсиялану

дәрежесінде $P=50\%$ изопреннің конверсиясы Реней никелінде $35-37\%$ құрайды, ал Ni-Mo-Cu катализаторында 34% . Бұл қоспаның гидрленуінің селективтілік дәрежесі Реней никелінде $S_{\text{п-н}} = 0,34-0,36$, ал Ni-Mo-Cu катализаторында $S_{\text{п-н}} = 0,40$. Пиперилен – изопрен қоспаларын Ni-Al-Mo-Cu ($42-50-3-5\%$) катализаторлар қатысында гидрлеу кезінде моно-және алмастырылмаған ацетилендер изопренмен салыстырғанда үлкен трансформация дәрежесімен қанықтырылатыны анықталды.

Түйін сөздер: талғампазды гидрлеу, изопрен, пиперилен, қаңқалы никель катализаторлары

Ж. Каирбеков, Т.З. Ахметов, М.З. Есеналиева, И. М. Джелдыбаева, С.М. Суймбаева*, М.Ж. Жомарт

НАО Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
НИИ Новых химических технологий и материалов, Алматы, Казахстан
*E-mail: saltanat_suimbayeva@mail.ru

СЕЛЕКТИВНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ ИЗОПРЕНА, ПИПЕРИЛЕНА И ИХ СМЕСЕЙ НА СКЕЛЕТНЫХ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Каирбеков Ж. – Профессор, доктор химических наук, НАО Казахский национальный университет имени аль-Фараби, НИИ Новых химических технологий и материалов, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: zh_kairbekov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0255-2330>;

Ахметов Т.З. – Профессор, доктор химических наук, НАО Казахский национальный университет имени аль-Фараби, НИИ Новых химических технологий и материалов, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: takhmetov1947@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9096-8813>;

Есеналиева М.З. – Доцент, кандидат химических наук, НАО Казахский национальный университет имени аль-Фараби, НИИ Новых химических технологий и материалов, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: manshuk_esenalieva@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0817-2048>

Джелдыбаева И.М. – PhD, ведущий научный сотрудник, НАО Казахский национальный университет имени аль-Фараби, НИИ Новых химических технологий и материалов, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: indiko_87@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1524-4046>;

Суймбаева С.М. – PhD, ведущий научный сотрудник, НАО Казахский национальный университет имени аль-Фараби, НИИ Новых химических технологий и материалов, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: saltanat_suimbayeva@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-3990-4974>;

Жомарт М.Ж. – магистрант, НАО Казахский национальный университет имени аль-Фараби, НИИ Новых химических технологий и материалов, 050010, Алматы, Казахстан, E-mail: madina09112002@mail.ru <https://orcid.org/0009-0008-6389-8555>

Аннотация: В настоящей статье приведены результаты процесса гидрирования смесей изопрена, пиперилена и их смесей на многокомпонентных скелетных никелевых катализаторах. На катализаторе из сплава Ni-Al-Mo-Cu гидрирование пиперилена и изопрена идет с большой скоростью ($W=215-220 \text{ см}^3/\text{мин} \cdot \text{г Ni}$), в отличие от скелетного никеля ($W=112-115$

см³/мин·г Ni). Результаты хроматографического анализа свидетельствуют, что гидрирование пиперилена протекает с высокой селективностью. Коэффициент селективности K_s составляет 0,95 и 0,98 на скелетном никеле и Ni-Mo-Cu катализаторе, соответственно. При гидрировании смеси пиперилена-изопрена преобладает скорость превращения пиперилена ($P > J$). При степени превращения пиперилена $P=50\%$ конверсия изопрена J составляет 35-37% на Ni-Al. 34% - на Ni-Mo-Cu катализаторе. Степень селективности гидрирования этой смеси $S_{п-и} = 0,34-0,36$ на Ni-Al, $S_{п-и} = 0,40$ на Ni-Al-Mo-Cu. Установлено, что при гидрировании смесей пиперилена – изопрена на Ni-Al-Mo-Cu (42-50-3-5%) катализаторах моно- и дизамещенные ацетилены насыщаются с большей степенью превращения по сравнению с изопреном.

Ключевые слова: селективное гидрирование, изопрен, пиперилена, скелетные никелевые катализаторы.

Introduction

Hydrogenation of unsaturated hydrocarbons is an industrially important process underlying the production of fuels that meet modern requirements for their quality, polymers, synthetic rubbers. Modernization of existing, development of new effective, environmentally friendly (Shafigulin et al., 2017; Mikhailova et al, 2014), economically more profitable technologies is a priority direction of modern science and economics (Khorkova et al, 2010; Konkova et al, 2013). An important point here is the development of inexpensive catalysts based on new materials that provide an acceptable value of catalytic activity comparable to that shown by the catalysts currently used in industry (Lakshmi et al, 2016).

The most applicable for this purpose are nickel-based hydrogenation catalysts, which have high activity and relatively low cost compared to catalysts based on noble metals (Kasyanova et al, 2016; Putilin et al, 2015; Statsenko et al, 2016; Kairbekov et al, 2023).

In industry, nickel catalysts are mainly used for hydrogenation processes. This is due to the high activity and selectivity, ease of preparation and regeneration, stability of operation in a long cycle, resistance to poisoning by catalytic poisons (Karakhanov et al, 2014; Boymans, 2015). It has been shown that the modification of skeletal nickel by various metals makes it possible to regulate the properties of the catalyst in a wide range (Jeldybaeva et al, 2022; Jeldybayeva et al, 2021).

Thus, the search for new cheap, highly active and selective catalysts for hydrogenation of individual unsaturated hydrocarbons and their technical mixtures is a task of great practical importance.

In this paper, studies were carried out on the selective hydrogenation of isoprene, piperylene and their mixtures on skeletal nickel catalysts made of Ni-Al and Ni-Al-Mo-Cu alloys.

Materials and methods

Raw materials, catalysts, experimental methods

Table 1 shows the physicochemical characteristics of piperylene and isoprene.

Table 1: Main physicochemical characteristics of piperylene and isoprene

Connection	The structural formula	Molecular weight	Boiling point, °C	Density, d_4^{20}	Refractive index, n_D^{20}	Solubility in:		
						water	ethanol	hexane
Isoprene (2-methyl-1,3-butadiene)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	68.12	34.07	0.6806	1.4194	not soluble	∞	∞
Piperylene (1,3-pentadiene)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH}- \\ \text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	68.12	44.07 (c) 42.03 (t)	0.6910 0.6760	1.3883	not soluble	∞	∞

Preparation of catalysts. The weighed amount (0.4-0.8 g) of the ground, powdered Ni-Al-alloy from the fractions of 0.06-0.20 mm was treated with a 20 % KOH solution at a temperature of 96 °C in a boiling water bath for 2 hours. The obtained products were washed from the alkali by decantation with distilled water 4-5 times, until a negative reaction to OH-ions in washing water was obtained. The catalyst was then washed with a solvent in which the hydrogenation process was carried out (Jeldybayeva et al, 2021).

Methodology of the study. Hydrogenation was carried out in a thermostatically controlled catalytic “chamber” at atmospheric pressure and a temperature of 20 °C. Simultaneously, the reaction rates (the amount of absorbed hydrogen per unit time, cm³/min) and the catalyst potential (mV) relative to the calomel reference electrode were recorded according to the methodology (Kairbekov et al, 2021). Before the reaction, the catalyst was treated with hydrogen in a solvent ($V = 25 \text{ cm}^3$) until a reversible hydrogen potential was established. Hydrogenation was carried out in the kinetic mode (700-800 pumps/min).

The selectivity index (α) was determined graphically using equation (1). The selectivity index is determined by both kinetic and thermodynamic factors, together reflecting the presence of energy and structural correspondence:

$$\alpha = \frac{K_2 \times B_2}{K_1 \times B_1} \quad (1)$$

where K_1 , K_2 are the hydrogenation rate constants of the 1st and 2nd substances; B_1 , B_2 are the adsorption coefficients of the hydrogenated substances on the hydrocarbon surface.

The degree of selectivity (S) of hydrogenation of the mixture of substances was calculated by formula (2):

$$S = 1 - \alpha \quad (2)$$

The ratio of adsorption coefficients B_2/B_1 was determined using equation (3):

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{K_2 B_2 C_2}{K_1 B_1 C_1} \quad (3)$$

where K_p , K_2 are the rate constants of the hydrogenation reaction of 1.2 substances, B_p , B_2 are the adsorption coefficients of the components of the mixture, C_p , C_2 are the concentrations of the components in the initial mixture.

The selectivity coefficient, migration coefficient and hydrogenation isomerization coefficient of isoprene and piperylene were determined by the following formulas (4-6).

$$K_s = \frac{\text{alkene output, \%}}{\text{output (alkene+alkane) \%}} \quad (4)$$

$$K_{migr} = \frac{\text{output (cis-alkene-2+trans-alkene-2)}}{\text{output (alkene-1+cis-alkene-2+trans-alkene-2)}} \quad (5)$$

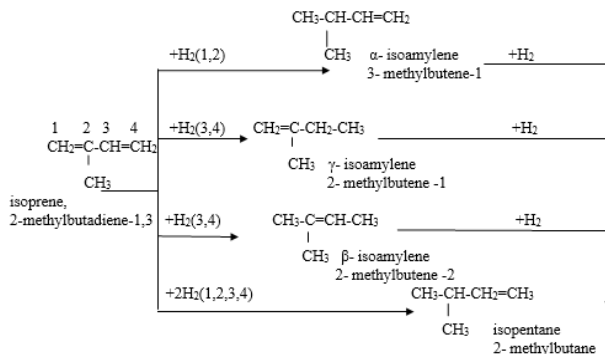
$$K_{ism} = \frac{\text{output trans-alkene-2, \%}}{\text{output (cis-alkene-2+trans-alkene-2), \%}} \quad (6)$$

Chromatographic analysis was performed on a Chromos GC-1000 chromatograph ("Chromos", Russia) with a flame ionization detector in isothermal mode using a BP21 capillary column (FFAP) with a polar phase (PEG modified with nitroterephthalate) 50 m long and 0.32 mm inner diameter. The column was maintained at a temperature of 90 °C, the temperature in the evaporation chamber was 200 °C, the carrier gas was helium, the volume of the injected sample was 0.2 µl. During the experiment, 2-3 samples of the liquid reaction mixture were taken for analysis (Jeldybayeva et al, 2021).

Results and discussion

Isoprene hydrogenation

To clarify in detail, the mechanism of hydrogenation of mixtures of hydrocarbons, the hydrogenation of individual components was previously studied. The connection of hydrogen to the conjugated system of isoprene bonds on the studied catalysts goes in all possible directions (scheme 1):



Scheme-1

The rate of hydrogenation of isoprene to the absorption of about half of the calculated amount of hydrogen remains constant. At the moment of attachment of one mole of hydrogen, a sharp fracture is observed ("critical point of the conjugated system"), and then the intermediate isoamylenes are saturated at a significantly slower rate (1.5-2 orders of magnitude) than the diene bond (Fig. 1).

Modification of the skeletal nickel Mo-Cu leads to a decrease in the adsorption capacity of the catalyst for isoprene ($\Delta E=190$ mV) and an increase in selectivity from 0.96 to 0.98 (Table 2).

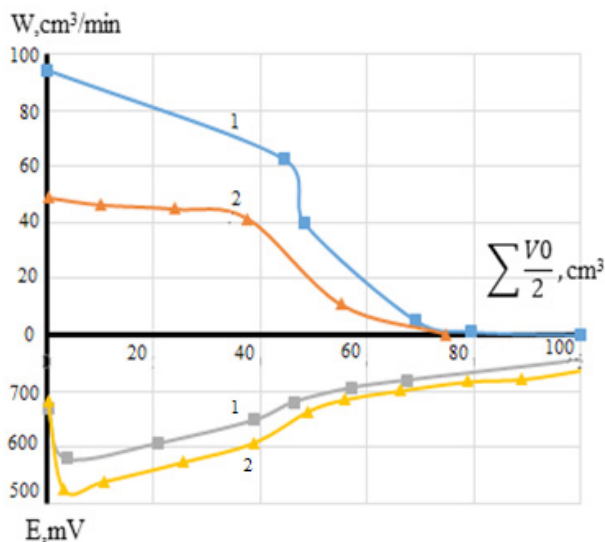


Figure 1: Kinetic and potentiometric curves of isoprene hydrogenation ($A_{h_2}=100$ cm³H₂)
 In ethanol on skeletal nickel catalysts made of alloys:
 1-Ni-al (50-50 %), 2-Ni-Al-Mo-Cu (45-50-5) (m=0.8 g)

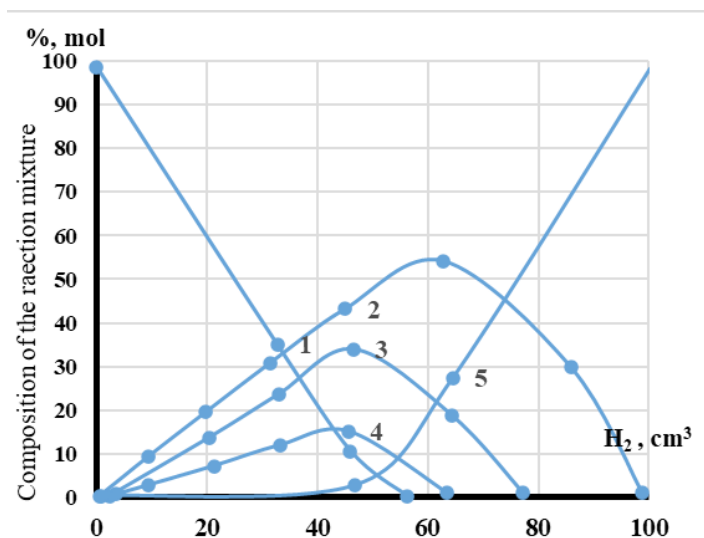

 1-isoprene, 2- β -isoamylene, 3- γ -isoamylene, 4- α -isoamylene, 5-isopentane.

Figure 2: Composition diagrams of isoprene hydrogenation catalyst on Ni-Al-Mo-Cu skeletal catalyst

According to the chromatographic analysis of the catalyst composition during the isoprene hydrogenation reaction (Table 2, Fig. 2), it follows that at the first stage - before the absorption of approximately 1 mole of hydrogen - isoamylene is predominantly formed on the studied catalysts (Selectivity factor of isoprene = 0.96-0.98), and isopentane is formed only in insignificant amounts (1-2 %). The formation of alkanes in the first step of the reaction can be explained on the basis of a multi-step mechanism of hydrogenation of alkadienes, including the formation of semi-hydrogenated forms of the compound, which may not be desorbed (Kairbekov et al, 2023).

 Table 2: Hydrogenation of isoprene, piperylene and their mixtures on skeletal nickel catalysts ($m_{\text{ally}}=0.8$ g, $T_{\text{temp}}=20$ °C, $P_{\text{H}_2}=0.1$ MPa, $V_{\text{slutin}}=30$ ml)

Hydrocarbons	Alloy composition	$W_{\text{C}=\text{C}=\text{C}}$ $\text{cm}^3 / \text{min} \cdot \text{g Ni}$	ΔE beg., mV		K_S	$K_{\text{migr.-C}=\text{C}}$	$K_{\text{ismer.}}$			
			J							
Piperylene - Isoprene		W	ΔE beg., mV	P=50 %	P=100 %	α	B_p / B_i	S	K_S piperylene	K_S isoprene
				Isoprene	Ni-Al					
	Ni-Al-Mo-Cu	220	190	0.98	0.59	0.73				
Piperylene	Ni-Al	112	270	0.95	0.61	0.74				
	Ni-Al-Mo-Cu	215	210	0.98	0.58	0.72				

1:1	Ni-Al	117	260	35	90	0.64	1.6	0.36	0.98	0.98
1:3	Ni-Al	120	240	37	93	0.66	4.5	0.34	0.98	0.98
1:1	Ni-Al-Mo-Cu	218	220	34	87	0.60	1.7	0.40	0.99	0.99

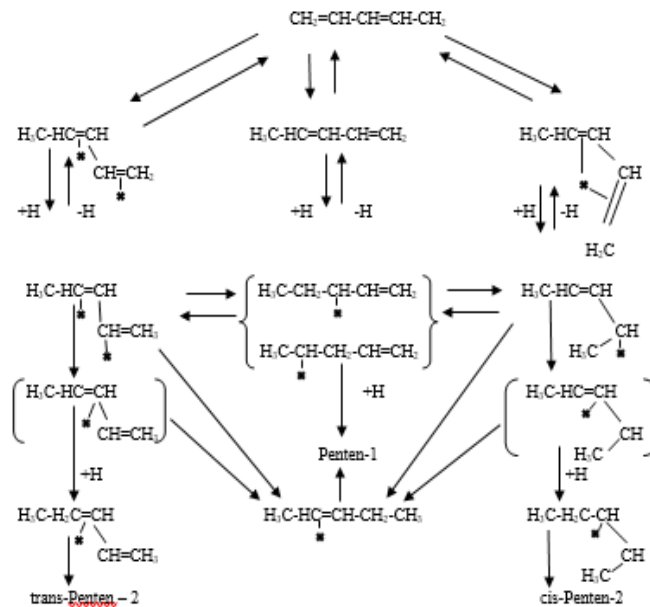
P, J – degree of conversion of piperylene, isoprene (relative %) at absorption of 50 cm³ of H₂

Hydrogenation of piperylene

For hydrogenation reactions, piperylene with a ratio of trans/cis-stereoisomers equal to 2 was used (Table 2, Fig. 3.4). Fracture on the kinetic curve of hydrogenation of piperylene (A_{H₂} = 100 cm³) corresponds to the addition of 1 mole of hydrogen to piperylene (Fig. 3). The absorption of 2 moles of hydrogen proceeds at a significantly lower rate (by 1-2 orders of magnitude).

On a Ni-Al-Mo-Cu alloy catalyst, piperylene is hydrogenated at a higher rate (W = 215 cm³/min · g Ni) than on skeletal nickel (W = 112 cm³/min · g Ni). The results of chromatographic analysis indicate that the hydrogenation of piperylene proceeds with high selectivity. The Selectivity factor is 0.95 and 0.98 on skeletal nickel and Ni-Mo-Cu catalyst, respectively (Kairbekov et al, 2023).

When piperylene is hydrogenated on skeletal nickel catalysts (Table 2, Fig. 4), pentene-1, cis- and trans-pentenes-2 are formed, and in insignificant amounts - pentane (Selectivity factor = 0.95 on Nial, Selectivity factor = 0.98 on Ni-Al-Mo-Cu). The formation of pentene isomers is shown in Scheme 2 below.



The ratio of the rates of formation of pentene-1; trans-pentene-2; cis-pentene-2 is approximately constant and is 2:2:1 (Fig. 4). After piperylene disappears from the reaction mixture, pentene-1 is hydrogenated at a higher rate. At the same time, the content of trans-pentene-2 and cis-pentene-2 increases (mainly the trans isomer), which indicates the isomerization of pentene-1.

When hydrogenating alkadienes (piperylene, isoprene), high selectivity (Selectivity factor of isoprene), constancy of the ratios of the amounts formed by C_5 -alkenes, as well as their lack of isomerization at the first stage are associated with adsorption displacement of alkenes by alkadienes on the surface of catalysts.

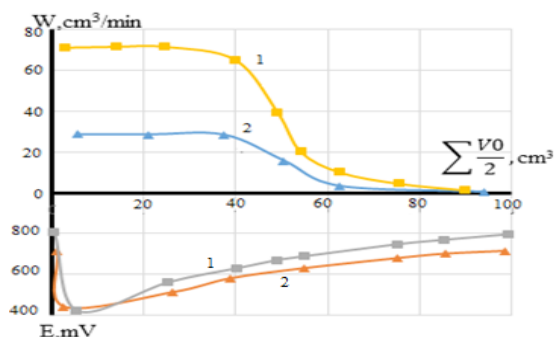
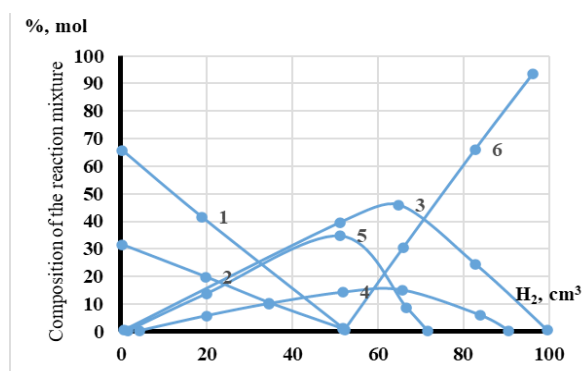


Figure 3: Kinetic and potentiometric hydrogenation curves of piperylene ($A_{H_2} = 100 \text{ cm}^3$) in ethanol on skeletal nickel alloy catalysts:
1 - Ni-Al-Mo-Cu (42-50-3-5%), 2 - Ni-al (50-50%) ($m = 0.8 \text{ g}$)



1 - trans-piperylene, 2 - cis-piperylene, 3 - trans-pentene-2, 4 - cis-pentene-2, 5 - pentene-1, 6 - pentane.

Figure 4: Diagram of the composition of the hydrogenation catalyst of piperylene on a skeletal catalyst from the Ni-Al-Mo-Cu alloy (42-50-3-5 %)

Hydrogenation of mixtures of piperylene with isoprene

To assess the possibility of joint removal of piperylene impurities from isoprene, along with monosubstituted acetylenes, by selective catalytic hydrogenation, the hydrogenation processes of the following mixtures were studied: piperylene-isoprene (100:100 cm³ H₂), on catalysts made of Ni-al (50-50 %), Ni-Al-Mo-Cu (42-50-3-5 %) alloys in ethanol at a temperature of 20 °C (Table 2, Fig. 5).

The results of the hydrogenation curves (Fig. 5) and chromatographic studies (Fig. 6) of the mixture of piperylene-isoprene on skeletal nickel catalysts from Ni-al and Ni-Al-Mo-Cu alloys in ethanol showed that the hydrogenation+ rate of the mixture before absorbing about half of the calculated amount of hydrogen remains constant, and then the fracture and saturation of the formed piperylenes and isoamylenes is observed at a much lower rate.

When hydrogenating the piperylene-isoprene mixture on skeletal nickel catalysts, the conversion rate of piperylene (P > J) predominates. At the degree of conversion of piperylene P=50 %, the conversion of isoprene J is 35-37 % on Raney nickel, 34 % on Ni-Mo-Cu catalyst. The degree of hydrogenation selectivity of this mixture is = 0.34-0.36 on Raney nickel, and 0.40 on Ni-Mo-Cu.

The saturation of the piperylene-isoprene mixture is characterized by the preferential addition of hydrogen to the piperylene. Piperylene is saturated more intensively than isoprene. The degree of conversion of hydrocarbons at the time of absorption of 50 cm³ of H₂ on a Ni-Mo-Cu catalyst is 36 and 22 % for piperylene and isoprene, respectively.

The alkadien mixtures used are hydrogenated at a higher rate on a Ni-Mo-Cu catalyst (W = 218 cm³/min·g Ni) than on Raney nickel (W = 117-120 cm³/min·g Ni). The addition of the Mo-Cu composition reduces the adsorption of alkadienes on the catalyst surface ($\Delta E = 240-260$ mV on Raney Δ nickel, $\Delta E = 220$ mV on Ni-Al-Mo-Cu).

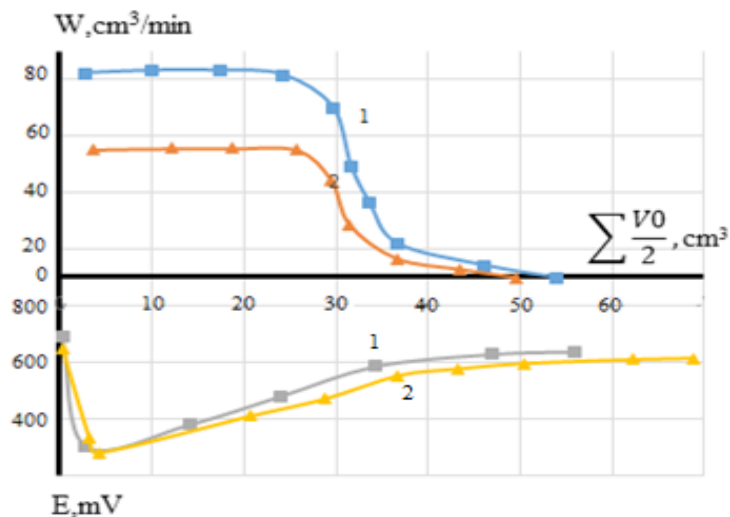
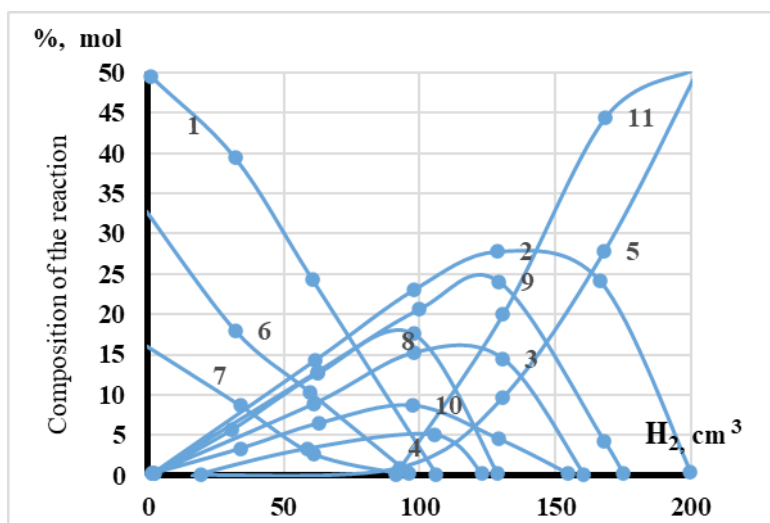


Figure 5: Kinetic and potentiometric hydrogenation curves
 1.3 – mixtures of isoprene – piperylene (100:100 $\text{cm}^3 \text{H}_2$) in ethanol on skeletal nickel catalysts
 from alloys:
 1 – Ni-Al-Mo-Cu (42-50-3-5 %), 2 – Ni-al (50-50 %) ($m = 0.8 \text{ g}$)



1-isoprene, 2- β -isoamylene, 3- γ -isoamylene, 4- α -isoamylene, 5-isopentane,
 6 – trans-piperylene, 7 – cis-piperylene, 8 – pentane-1, 9 – trans-pentene-2,
 10 – cis-pentene-2, 11 – pentane.

Figure 6: Diagrams of the composition of the hydrogenation catalyst of piperylene and isoprene
 on a skeletal
 catalyst from the Ni-Al-Mo-Cu alloy (42-50-3-5 %)

The introduction of small Mo additives to the Ni-al alloy in combination with Cu, slightly reducing the strong promotional effect of Cu, contributes to the formation of a selective and stable catalyst. A favorable combination of Mo and Cu is associated, apparently, with the presence of the following factors: the introduction of Mo promotes the strengthening of the Me-H bond due to the formation of Mo oxides, while Cu additives lead to an increase in the adsorption capacity of the -C=C- bond of alkanes. Modification of Mo complicates the phase composition of the catalyst both due to partial oxidation of Ni and the formation of significant amounts of Al_2O_3 . When Mo and Cu are co-administered, the stabilizing effect of the formed metal oxides is enhanced, which prevents the catalyst from recrystallization and reduces activity.

Conclusion

On a Ni-Al-Mo-Cu alloy catalyst, piperylene and isoprene are hydrogenated at a higher rate ($W = 215-220 \text{ cm}^3/\text{min} \cdot \text{g Ni}$) than on skeletal nickel ($W = 112-115 \text{ cm}^3/\text{min} \cdot \text{g Ni}$).

According to the chromatographic analysis of the catalyst composition during the hydrogenation reaction of isoprene, it follows that in the first stage - before the absorption of approximately 1 mole of hydrogen - isoamylene is predominantly formed on the studied catalysts (Selectivity factor of isoprene = 0.96-0.98), and isopentane are formed only in insignificant amounts (1-2 %).

Hydrogenation of piperylene also proceeds with high selectivity. The selectivity factor is 0.95 and 0.98 on skeletal nickel and Ni-Mo-Cu catalyst, respectively.

The hydrogenation of the piperylene-isoprene mixture is dominated by the conversion rate of piperylene ($P > J$). At the degree of conversion of piperylene $P=50\%$, the conversion of isoprene J is 35-37 % on Raney nickel, 34 % on Ni-Mo-Cu catalyst. The degree of hydrogenation selectivity of this mixture is 0.34-0.36 on Raney nickel, and 0.40 on Ni-Al-Mo-Cu.

Acknowledgements This research has is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP19677222 “Development of new active and selective catalysts for hydrogenation process of diene and acetylene hydrocarbons and their mixtures”).

References

- Shafigulin R.V., Filimonov N.S., Filippova E.O., Shmelev A.A., Bulanova A.V. (2017) Journal of Applied Chemistry [Zhurnal prikladnoy khimii] 90(10):1332-1338 (in Russ)
Mikhailova I. V. et al. (2014) Immunology [Immonologia] 35(1):51-55 (in Russ)
Khorkova E.M., Rozantseva L.E., Frolov V.M. (2010) Petrochemistry [Neftekhimiya] 50(3):226-230 (in Russ)

Konkova T. V. et al. (2013) Supercritical Fluids: Theory and Practice [Sverkhkriticheskiye flyuidy: teoriya i praktika] 8(4):29-35 (in Russ)

Lakshmi Kantam M., Kishore R., Yadav J. et al. Chapter (2016) Hydrogenation for Fine Chemical Synthesis: Status and Future Perspectives, Catalytic Processes for Fine and Specialty Chemicals 427-462 DOI:10.1016/B978-0-12-801457-8.00010-0 (in Eng)

Kasyanova L.Z., Daminev R.R., Karimov O.H., Karimov E.H., Bakeev D.V., Cherezov M.Y. (2016) Bashkir Chemical Journal [Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal] 23(1):30-33 (in Russ)

Putilin F.N., Shatokhin A.N., Guliyev F.F., Aksenov I.A., Kardashev S.V., Maksimov A.L., Karakhanov E.A. (2015) Petrochemistry [Neftekhimiya] 5:396-402. DOI:10.7868/S0028242115030107 (in Russ)

Statsenko V.D., Melnikov D.P. (2016) Journal of Physical Chemistry [Zhurnal fizicheskoy khimii] 90(5):691-702 DOI:10.7868/S0044453716040300 (in Russ)

Kairbekov Zh., Jeldybayeva I.M., Kairbekov A.Zh., Suimbayeva S.M. (2023) Materials of the VII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 50th anniversary of the Faculty of Chemistry and the 100th anniversary of the first Dean, Professor R.G.Omarova [Materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 50-letiyu khimicheskogo fakul'teta i 100-letiyu pervogo dekana, professora R.G.Omarovoy] 132-135 (in Russ)

Karakhanov E.A., Maksimov A.L., Aksenov I.A., Kuznetsov V.S., Filippova T.Yu., Kardashev S.V., Volkov D.S. (2014) News of the Russian Academy of Sciences. Chemical series. [Izvestiya RAN. Seriya khimicheskaya] 8:1710-1716 (in Russ)

Boymans, E.H. (2015) Pd- and Pt nanoparticles as selective hydrogenation catalysts. Technische University of Eindhoven. Holland. 174 (in Eng)

Jeldybayeva I.M., Kairbekov Zh.K., Kishibayev K.O., Yermoldina E.T., Suimbayeva S.M. (2022) Catalytic activity and selectivity of Palladium and Nickel catalysts in hydrogenation reactions of nitro- and acetylene compounds, Chimica Techno Acta, 9(3):20229306. DOI:10.15826/chimtech.2022.9.3.06 (in Eng)

Kairbekov Zh.K., Suimbayeva S.M., Jeldybayeva I.M., Kairjanova K. (2021) Investigation of the catalytic and isomerization activity of multi-component skeletal nickel catalysts in the hydrogenation of hexene-1, News of the Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, Series chemistry and technology, 2(446):58-64. DOI:10.32014/2021.2518-1491.27 (in Eng)

CONTENTS

PHYSICAL

- B.Zh. Abdikarimov, A.Zh. Seitmuratov, Z.A. Ergalauova**
MATHEMATICAL MODELS OF RELAXATION TIMES OF
INHOMOGENEOUS LIQUIDS ALONG CRITICAL DIRECTIONS.....5
- E.A. Dmitriyeva, E.A. Bondar, I.A. Lebedev, K.K. Yelemessov,
A.E. Kemelbekova**
ANTI-REFLECTIVE COATINGS BASED ON TIN OXIDE.....16
- A.A. Zhadyranova, U. Ismail, Zh. Beisekeyeva, G. Bekova, U. Ualikhanova,**
STUDY OF THE FREEZING QUINTESENCE OF LATE-TIME SPACE
EXPANSION IN $F(R, L_m)$ GRAVITY.....26
- N. Ussipov, A. Akhmetali, M. Zaidyn, A. Akniyazova, A. Sakan,
G. Subebekova**
ENTROPY OF GRAVITATIONAL WAVES.....47

CHEMISTRY

- A.Z. Abilmagzhanov, N.S. Ivanov, I. E. Adelbayev, O.S. Kholkin**
DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR THE PURIFICATION
OF ALKANOLAMINE SOLUTIONS.....57
- A. Auyeshov, K. Arynov, A. Dikanbayeva, A. Tasboltayeva**
INTERACTION OF SERPENTINITE FROM THE ZHITIKARA DEPOSIT
WITH STOICHIOMETRIC AMOUNT OF SULFURIC ACID.....70
- A.S. Dauletbayev, K.A. Kadirbekov, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina,
Zh.S. Mukhatayeva**
PURIFICATION OF WASTE SOLUTIONS GENERATED DURING
URANIUM PRODUCTION WITH POLYMER FLOCCULANTS.....83
- L.D. Volkova, N.A. Zakarina, O.K. Kim, A.K. Akurpekova, A.V.
Gabdrakipov, T.V.Kharlamova**
INFLUENCE OF MODIFICATION OF KAOLINITES BY ALUMINUM
OXIDE ON THE CRACKING ACTIVITY OF PETROLEUM RESIDUE.....96
- Zh. Kairbekov, T.Z. Akhmetov, M.Z. Esenalieva, I.M. Dzheldybaeva,
S.M. Suimbayeva, M.Zh. Zhomart**
SELECTIVE HYDROGENATION OF ISOPRENE, PIPERYLENE AND THEIR
MIXTURES ON SKELETAL NICKEL CATALYSTS.....108

**A.K. Toktabayeva, R.K. Rakhmetullaeva, G.S. Irmukhamedova,
G.O. Rvaidarova, G.D. Issenova**

STUDY OF THE PHYSIC-CHEMICAL PROPERTIES OF
THERMOSENSITIVE COPOLYMERS BASED ON POLYETHYLENE
GLYCOL.....122

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

Б.Ж. Абдикаримов, А.Ж. Сейтмуратов, З.А. Ергалауова
БІРТЕКТІ ЕМЕС СҰЙЫҚТАРДЫҢ КРИТИКАЛЫҚ БАҒЫТТАР
БОЙЫНДАҒЫ РЕЛАКСАЦИЯ УАҚЫТЫ БОЙЫНША МАТЕМАТИКАЛЫҚ
МОДЕЛЬДЕРІ.....5

**Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь, И.А. Лебедев, К.К. Елемесов,
А.Е. Кемелбекова**
ҚАЛАЙЫ ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ ШАҒЫЛЫСТЫРУҒА ҚАРСЫ
ЖАБЫНДАР.....16

**А.А. Жадыранова, У. Исмаил, Ж.М. Бейсекеева, Г.Т. Бекова,
У.А. Уалиханова**
 $F(R, L_m)$ ГРАВИТАЦИЯДАҒЫ КЕШ ҒАРЫШТЫҚ КЕҢЕЮДІҢ
МҰЗДАТЫЛҒАН КВИНТЕССЕНЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....26

**Н. Усипов, А. Ахметәлі, М. Зайдын, А. Акниязова, А. Сақан,
Г. Сүбебекова**
ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ЭНТРОПИЯСЫ.....47

ХИМИЯ

А.З. Абильмагжанов, Н.С. Иванов, И.Е. Адельбаев, О.С. Холкин
АЛКАНОЛАМИН ЕРІТІНДІЛЕРДІ ТАЗАЛАУДЫҢ
АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ.....57

А. Ауешов, К. Арынов, А. Диканбаева, А. Тасболтаева
«ЖІТІҚАРА» КЕНОРНЫНЫҢ СЕРПЕНТИНИТІНІҢ КҮКІРТ
ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ СТЕХИОМЕТРИЯЛЫҚ МӨЛШЕРІМЕН
ӘРЕКЕТТЕСУІ.....70

**Ә.С. Дәулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилкасова,
Л.М. Калимолдина, Ж.С. Мұқатаева**
УРАН ӨНДІРУ БАРЫСЫНДА ТҮЗІЛЕТІН ҚАЙТАРЫМДЫ
ЕРІТІНДІЛЕРДІ ПОЛИМЕРЛІ ФЛОКУЛЯНТТАРМЕН ТАЗАЛАУ.....83

**Л.Д. Волкова, Н.А. Закарина, О.К. Ким, А.К. Акурпекова,
А.В. Габдракипов Т.В.Харламова**
КАОЛИНИТТЕРДІ АЛЮМИНИЙ ОКСИДІМЕН ТҮРЛЕНДІРУДІҢ
ҚАЛДЫҚ МҰНАЙ ҚОРЫМДАРЫНЫҢ КРЕКИНГТЕГІ
БЕЛСЕНДІЛІККЕ ӘСЕРІ.....96

**Ж. Каирбеков, Т.З.Ахметов, М.З. Есеналиева, И.М. Джелдыбаева,
С. М. Суймбаева, М.Ж. Жомарт**
ИЗОПРЕНДІ, ПИПЕРИЛЕНДІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОСПАЛАРЫН
ҚАҢҚАЛЫ НИКЕЛЬ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ТАЛҒАМПАЗДЫ
ГИДРЛЕУ.....108

**А.Қ. Тоқтабаева, Р.Қ. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова,
Г.О. Рвайдарова, Г.Д. Исенова**
ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ НЕГІЗІНДЕГІ СОПОЛИМЕРДІҢ
ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....122

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Б.Ж. Абдикаримов, А.Ж. Сейтмуратов, З.А. Ергалауова
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВРЕМЕН РЕЛАКСАЦИИ
НЕОДНОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ВДОЛЬ КРИТИЧЕСКИХ
НАПРАВЛЕНИЙ.....5

**Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь, И.А. Лебедев, К.К. Елемесов,
А.Е. Кемелбекова**
АНТИОТРАЖАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ОЛОВА.....16

**А.А. Жадыранова, У. Исмаил, Ж.М. Бейсекеева, Г.Т. Бекова, У.А.
Уалиханова**
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМОРОЖЕННОЙ КВИНТЭССЕНЦИИ ПОЗДНЕГО
КОСМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ В $F(R, L_m)$ ГРАВИТАЦИИ.....26

**Н. Усипов, А. Ахметәлі, М. Зайдын, А. Акниязова*, А. Сақан,
Г. Сүбебекова**
ЭНТРОПИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН.....47

ХИМИЯ

А.З. Абиьлмагжанов, Н.С. Иванов, И.Е. Адельбаев, О.С. Холкин
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ
РАСТВОРОВ АЛКАНОЛАМИНОВ.....57

А. Ауешов, К. Арынов, А. Диканбаева, А. Тасболтаева
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЕРПЕНТИНИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ
"ЖИТИКАРА" СО СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИМ КОЛИЧЕСТВОМ
СЕРНОЙ КИСЛОТЫ.....70

**А.С. Даулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина,
Ж.С.Мукатаева**
ОЧИСТКА ОБОРОТНЫХ РАСТВОРОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ УРАНА ПОЛИМЕРНЫМИ ФЛОКУЛЯНТАМИ.....83

**Л.Д. Волкова, Н.А. Закарина, О.К. Ким, А.К. Акурпекова,
А.В. Габдракипов, Т.В.Харламова**
ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ КАОЛИНИТОВ ОКСИДОМ
АЛЮМИНИЯ НА АКТИВНОСТЬ В КРЕКИНГЕ ОСТАТОЧНОГО
НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ.....96

**Ж. Каирбеков, Т.З. Ахметов, М.З. Есеналиева, И. М. Джелдыбаева,
С.М. Суймбаева*, М.Ж. Жомарт**
СЕЛЕКТИВНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ ИЗОПРЕНА, ПИПЕРИЛЕНА И ИХ
СМЕСЕЙ НА СКЕЛЕТНЫХ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....108

**А.К. Токтабаева, Р.К. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова, Г.О. Рвайдарова,
Г.Д. Исенова**
ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОПОЛИМЕРОВ
НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ.....122

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 12.12.2023.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.

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