

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF CHEMISTRY**

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

**№3
2025**

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



ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

3 (464)

July – September 2025

PUBLISHED SINCE JANUARY

1947 PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, President of NAS RK RPA, general director of JSC "D.V. Sokolsky Institute of fuel, catalysis and electrochemistry (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the International Scientific and Production Holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

AGABEKOV Vladimir Enokovich (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the Institute of Experimental Botany of the Czech Academy of Sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, University of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

ROSS Samir, Ph.D, professor, school of Pharmacy, National Center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D, pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, academician of NAS RK, Ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine, faculty of Oriental medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director of the Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry (Karaganda, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the Academy of Sciences of Tajikistan, V.I. Nikitin Institute of Chemistry AS RT (Tajikistan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (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 № **KZ23VPY00121156**, issued 05.06.2025

Thematic scope: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 4 times a year.

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© «Central Asian Academic Research Center» LLP, 2025

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрыңұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, РБҚ ҚР ҰҒА президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы Отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

РОСС Самир, PhD, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Реддинг университетінің профессоры (Реддинг, Англия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Кыргызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Кыргызстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, АҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 05.06.2025 ж. берілген № KZ23VPY00121156 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС, 2025

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент РОО Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

СТРНАД Мiroслав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

РОСС Самир, PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

ТЕЛЫТАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

ФАРУК Ахсана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

«ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF CHEMISTRY».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ23VPY00121156, выданное 05.06.2025 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2025

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

CONTENTS

A.D. Alakhunova, L.E. Agibayeva, R.A. Mangazbayeva Obtaining of methylcellulose-based hydrogels using radiation treatment method.....	11
A.P. Auyeshov, K.T. Arynov, Ch.Z. Yeskibayeva Resource and economic efficiency of serpentinite waste utilization for the production of inorganic magnesium compounds.....	29
S. Duzelbayeva, B. Imangaliyeva, A. Aldiyarova, N. Sovet, B. Bakhtiyarov Production of biopolymer from starch as an alternative to artificial polymer and study of its biodegradable properties.....	41
G.D. Jetpisbayeva, B.K. Massalimova, V.A. Sadykov, A. Darmenbayeva, G.B. Aubakirova The influence of production methods on the selectivity and stability of Co-containing catalysts for Fischer-Tropsch synthesis.....	64
B.K. Kenzhaliyev, A.K. Koizhanova, T.Yu. Surkova, Z.D. Dosymbayeva, D.M. Yessimova Investigation of the modes and parameters of gold leaching from man-made raw materials.....	75
M.K. Kurmanaliev, Zh.E. Shaikhova, L.M. Kalimoldina, S.O. Abilkasova Synthesis and sorption properties of new selective sorbents based on crown ethers...	92
E. Kairatuly, E.K. Assembayeva, A.Zh Bozhbanov, D.E. Nurmukhanbetova, E.Zh. Gabdullina Evaluation of physicochemical indicators of combined fermented milk products....	102
A.B. Kuandykova, B.Zh. Dzhiembraev, N.I. Akylbekov, A.B. Dobrynin Molecular and crystal structures of 4-dimethoxyphosphoryltetrahydropyran (thiopyran)-4-ol.....	115
R.M. Kudaibergenova, S.A. Orynbayev, E.A. Baibazarova, K.B. Bulekbayeva, G.A. Seitbekova Technological pathways for sustainable wastewater treatment.....	127
G.M. Madybekova, A.B. Issayeva, B.Zh. Mutaliyeva, S.S. Bitursyn Physicochemical properties of microcapsules based on natural polymers containing probiotic microorganisms.....	140
M.M. Mataev, Z.B. Sarsenbayeva, M.A. Nurbekova, M.R. Abdraimova, K.Zh. Seitbekova Synthesis and morphological analysis of $\text{Fe}_{0.84}\text{Mn}_{1.12}\text{O}_3\text{-In}_{0.12}\text{Fe}_{1.88}\text{O}_3$ composite.....	155

Z. Muldakhmetov, S. Fazylov, O. Nurkenov, Zh. Akhmetkarimova, O. Seilkhanov Synthesis and properties of new naphthyl-containing thiosemicarbazides and thioureas.....	166
U. Nazarbek, P. Abdurazova, G. Kambarova, Y. Raiymbekov Machine learning-based prediction of temperature-driven solubility changes in aqueous salt solutions.....	184
R.S. Orazbekova, S.A. Tungatarova, A.E. Tolembek, A.O. Aidarova, M.K. Yerkibaeva Catalytic processing of renewable raw materials into hydrogen-containing fuel mixtures.....	194
S.K. Rakhimova, R.I. Jalmakhanbetova, G.K. Mukusheva, A.A. Asylbekova, Zh. Zh. Zhumagaliyeva Spectroscopic analysis of methanol extract of <i>Ziziphora bungeana</i> Juz. and study of its antibacterial activity.....	207
R.K. Rakhmetullaeva, B. Khavilkhairat, N.B. Sarova, G.O. Rvaidarova, A.N. Nurlybayeva Copolymers based on acrylic acid for water purification from heavy metal ions.....	219
A.N. Sabitova, Zh.S. Kassymova, R.E. Mukiyanova, B.B. Bayahmetova, N.N. Nurgaliyev Investigation of the effectiveness of metallurgical slags in fertilizer production.....	233
E.T. Talgatov, D.A. Bibatyrova, A.A. Naizabaev, S.A. Kuttybayeva, A.Z. Abilmagzhanov Selective hydrogenation of phenylacetylene over polymer-modified Pd catalysts immobilized on inorganic supports.....	243
S. Tyanakh, T.O. Khamitova, A.P. Nauanova, D.M. Kereevna, A.S. Darmenbayeva Study of the properties of humic acids synthesized from brown coal of the Kuznetsk and the Kumuskuduk deposits.....	255
A.A. Turgunbaeva, G.N. Gemejiyeva, N.A. Sultanova Investigation of the chemical composition of the chloroform extract of <i>Rheum Tataricum</i> L. f. By gas-chromatography.....	275

МАЗМҰНЫ

Ә.Д. Алахунова, Л.Ә. Агибаева, Р.А. Мангазбаева Метилцеллюлоза негізінде гидрогельдерді радиациялық өңдеу әдісімен алу.....	11
А.П. Ауешов, К.Т. Арынов, Ч.З. Ескибаева Магнийдің бейорганикалық қосылыстарын алу мақсатында серпентинитті қайта өңдеудің ресурстық және экономикалық тиімділігі.....	29
С. Дузелбаева, Б. Иманғалиева, А. Алдиярова, Н. Совет, Б. Бақтияров Жасанды полимерге балама ретінде крахмалдан биополимер алу және оның биоыдырау қасиеттерін зерттеу.....	41
Г.Д. Джетписбаева, Б.К. Масалимова, В.А. Садыков, А. Дарменбаева, Г.Б. Аубакирова Фишер-Тропш синтезінің Со-құрамды катализаторларының талғамдылығы мен тұрақтылығына дайындау әдістерінің әсері.....	64
Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, Т.Ю. Суркова, З.Д. Досымбаева, Д.М. Есимова Техногендік шикізаттан алтынды сілтілеудің режимдері мен параметрлерін зерттеу.....	75
М.Қ. Құрманалиев, Ж.Е. Шаихова, Л.М. Калимолдина, С.О. Әбілқасова Краун-эфирлер негізіндегі жаңа талғамды сорбенттердің синтезі мен сорбциялық қасиеттері.....	92
Е. Қайратұлы, Э. К. Асембаева, А.Ж. Божбанов, Д.Е. Нурмуханбетова, Е.Ж. Габдуллина Құрамдастырылған сүтқышқылды өнімдердің физика-химиялық көрсеткіштерін бағалау.....	102
А.Б. Қуандықова, Б.Ж. Джиембаев, Н.И. Акылбеков, А.Б. Добрынин 4-Диметоксифосфорилтетрагидропиран(тиопиран)-4-олдардың молекулалық және кристалдық құрылымдары.....	115
Р.М. Құдайбергенова, С.А. Орынбаев, Е.А. Байбазарова, Қ.Б. Бөлекбаева, Г.А. Сейтбекова Ағынды суларды тұрақты тазартудың технологиялық жолдары.....	127
Г.М. Мадыбекова, А.Б. Исаева, Б.Ж. Муталиева, С.С. Битурсын Табиғи полимерлер негізіндегі, пробиотикалық микроорганизмдер қамтылған микрокапсулалардың физика-химиялық қасиеттері.....	140

М.М. Матаев, З.Б. Сарсенбаева, М.А. Нурбекова, М.Р. Абдраимова, К.Ж. Сейтбекова $\text{Fe}_{0.84}\text{Mn}_{1.12}\text{O}_3\text{-IN}_{0.12}\text{Fe}_{1.88}\text{O}_3$ композитінің синтезі және морфологиялық талдауы.....	155
З. Молдахметов, С. Фазылов, О. Нүркенов, Ж. Ахметкәрімова, О. Сейілханов Жаңа нафтилді тиосемикарбазидтер мен тиомочевиналардың синтезі мен қасиеттері.....	166
У. Назарбек, П. Абдуразова, Ғ. Қамбарова, Е. Райымбеков Сулы ерітінділердегі тұздардың ерігіштігінің температуралық өзгерістерін машиналық оқыту әдістерімен болжау.....	184
Р.С. Оразбекова, С.А. Тунгатарова, А.Е. Төлембек, А.О. Айдарова, М.Қ. Еркібаева Жаңартылатын шикізатты құрамында сутегі бар отын қоспаларына дейін каталитикалық өңдеу.....	194
С.Қ. Рахимова, Р.И. Джалмаханбетова, Г.К. Мукушева, А.А. Асылбекова, Ж.Ж. Жумағалиева <i>Ziziphora Bungeana</i> Juz. метанолды сығындысын спектроскопиялық талдау және оның бактерияға қарсы белсенділігін зерттеу.....	207
Р.Қ. Рахметұллаева, Б. Хавилхайрат, Н.Б. Сарова, Г.О. Рвайдарова, А.Н. Нурлыбаева Ауыр металл иондарынан су тазалауға арналған акрил қышқылы негізіндегі сополимерлер.....	219
А.Н. Сабитова, Ж.С. Касымова, Р.Е. Мукиянова, Б.Б. Баяхметова, Н.Н. Нургалиев Тыңайтқыштар өндірісіндегі металлургиялық шлактардың тиімділігін зерттеу.....	233
Э.Т. Талғатов, Д.А. Бибатырова, А.А. Найзабаев, Ш.Ә. Құттыбаева, А.З. Абильмагжанов Бейорганикалық тіректерде иммобилизацияланған полимермен модификацияланған PD катализаторлары бойынша фенилацетиленді селективті гидрогенизациялау.....	243
С. Тянах, Т.О. Хамитова, А.П. Науанова, Д.М. -Кереевна, А.С. Дарменбаева Кузнецк және Күмісқұдық қоңыр көмірінен синтезделіп алынатын гумин қышқылдарының қасиеттерін зерттеу.....	255
А.А. Тургунбаева, Н.Г. Гемеджиева, Н.А. Султанова <i>Rheum Tataricum</i> L. f. өсімдігінің хлороформ сығындысының химиялық құрамын газ хроматография әдісімен зерттеу.....	275

СОДЕРЖАНИЕ

A.D. Alakhunova, L.E. Agibayeva, R.A. Mangazbayeva Получение гидрогелей на основе метилцеллюлозы методом радиационной обработки.....	11
A.P. Auyeshov, K.T. Arynov, Ch.Z. Yeskibayeva Ресурсная и экономическая эффективность утилизации отходов серпентинита для производства неорганических соединений магния.....	29
S. Duzelbayeva, B. Imangaliyeva, A. Aldiyarova, N. Sovet, B. Bakhtiyarov Получение биополимера из крахмала как альтернатива искусственному полимеру и исследование его биоразлагаемых свойств.....	41
G.D. Jetpisbayeva, B.K. Massalimova, V.A. Sadykov, A. Darmenbayeva, G.B. Aubakirova Влияние методов получения на селективность и стабильность катализаторов, содержащих кобальт, для синтеза по Фишеру-Тропшу.....	64
B.K. Kenzhaliyev, A.K. Koizhanova, T.Yu. Surkova, Z.D. Dosymbayeva, D.M. Yessimova Исследование режимов и параметров выщелачивания золота из техногенного сырья.....	75
M.K. Kurmanaliev, Zh.E. Shaikhova, L.M. Kalimoldina, S.O. Abilkasova Синтез и сорбционные свойства новых селективных сорбентов на основе краун-эфиров.....	92
E. Kairatuly, E.K. Assembayeva, A.Zh. Bozhbanov, D.E. Nurmukhanbetova, E.Zh. Gabdullina Оценка физико-химических показателей комбинированных кисломолочных продуктов.....	102
A.B. Kuandykova, B.Zh. Dzhiembaev, N.I. Akylbekov, A.B. Dobrynin Молекулярные и кристаллические структуры 4-диметоксифосфорилтетрагидропиран(тиопиран)-4-ола.....	115
R.M. Kudaibergenova, S.A. Orynbayev, E.A. Baibazarova, K.B. Bulekbayeva, G.A. Seitbekova Технологические пути устойчивой очистки сточных вод.....	127
G.M. Madybekova, A.B. Issayeva, B.Zh. Mutaliyeva, S.S. Bitursyn Физико-химические свойства микрокапсул на основе природных полимеров, содержащих пробиотические микроорганизмы.....	140

M.M. Mataev, Z.B. Sarsenbayeva, M.A. Nurbekova, M.R. Abdraimova, K.Zh. Seitbekova Синтез и морфологический анализ композита Fe _{0.84} Mn _{1.12} O ₃ -In _{0.12} Fe _{1.88} O ₃	155
Z. Muldakhmetov, S. Fazylov, O. Nurkenov, Zh. Akhmetkarimova, O. Seilkhanov Синтез и свойства новых нафтилилсодержащих тиосемикарбазидов и тиомочевин.....	166
U. Nazarbek, P. Abdurazova, G. Kambarova, Y. Raiymbekov Прогнозирование изменений растворимости солей в воде в зависимости от температуры с использованием машинного обучения.....	184
R.S. Orazbekova, S.A. Tungatarova, A.E. Tolembek, A.O. Aidarova, M.K. Yerkibaeva Каталитическая переработка возобновляемого сырья в водородсодержащие топливные смеси.....	194
S.K. Rakhimova, R.I. Jalmakhanbetova, G.K. Mukusheva, A.A. Asylbekova, Zh. Zh. Zhumagaliyeva Спектроскопический анализ метанольного экстракта <i>Ziziphora bungeana</i> Juz. и исследование его антибактериальной активности.....	207
R.K. Rakhmetullaeva, B. Khavilkhairat, N.B. Sarova, G.O. Rvaidarova, A.N. Nurlybayeva Кополимеры на основе акриловой кислоты для очистки воды от ионов тяжёлых металлов.....	219
A.N. Sabitova, Zh.S. Kassymova, R.E. Mukiyanova, B.B. Bayahmetova, N.N. Nurgaliev Исследование эффективности металлургических шлаков при производстве удобрений.....	233
E.T. Talgatov, D.A. Bibatyrova, A.A. Naizabaev, S.A. Kuttybayeva, A.Z. Abilmagzhanov Селективное гидрирование фенилэтина на модифицированных полимерами PD-катализаторах, иммобилизованных на неорганических носителях.....	243
S. Tyanakh, T.O. Khamitova, A.P. Nauanova, D.M. Kereevna, A.S. Darmenbayeva Исследование свойств гуминовых кислот, синтезированных из бурого угля Кузнецкого и Кумускудукского месторождений.....	255
A.A. Turgunbaeva, G.N. Gemejiyeva, N.A. Sultanova Исследование химического состава хлороформного экстракта <i>Rheum</i> <i>Tataricum</i> L. f. методом газовой хроматографии.....	275

© G.D. Jetpisbayeva^{1*}, B.K. Massalimova², V.A. Sadykov³, A. Darmenbayeva¹,
G.B. Aubakirova², 2025.

¹Taraz University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan;

²North Kazakhstan University named after M. Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan;

³Institute of Catalysis named after. G.K. Boreskov, Novosibirsk, Russian Federation.

E-mail: gulim_86@mail.ru

THE INFLUENCE OF PRODUCTION METHODS ON THE SELECTIVITY AND STABILITY OF Co-CONTAINING CATALYSTS FOR FISCHER-TROPSCH SYNTHESIS

Jetpisbayeva G.D. — Senior Lecturer at the Department of Chemistry and Chemical Technology of Taraz University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan,

E-mail: gulim_86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9417-3775>;

Massalimova B.K. — Professor at the Department of Chemistry and Chemical Technology, M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan,

E-mail: massalimova15@mail.ru, bkmasalimova@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0135-9712>;

Sadykov V.A. — Professor of Institute of Catalysis named after. G.K. Boreskov, Novosibirsk, Russian Federation,

E-mail: sadykov@catalysis.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2404-0325>;

Darmenbayeva A. — PhD in Chemistry, Associate Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology of Taraz University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan,

E-mail: maral88.ad@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2974-0398>;

Aubakirova G.B. — Candidate of Chemical Sciences, Honorary Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technologies, M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan,

E-mail: gbaubakirova@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6612-663X>.

Abstract. Currently, a significant part of the world's primary energy demand is met by fossil fuels, which creates serious environmental problems and leads to the depletion of oil reserves. As a result, there is a growing interest in the development of clean fuel production from renewable sources. Fischer-Tropsch synthesis (FTS) is the main stage of synthetic fuel production based on synthesis gas, which is obtained from coal, biomass or natural gas. The process occurs in various types of reactors with the participation of heterogeneous catalysts. Cobalt and iron are often used to prepare Fischer-Tropsch synthesis catalysts. Cobalt catalysts exhibit high activity, stability and low reactivity with respect to side reactions. Ruthenium catalysts are known for their high stability and low deactivation rate, but their application is limited by their high cost and the need for high pressure in the reactor. Therefore, one of the issues of interest

to researchers is the creation and study of catalyst models based on the production of alcohols from synthesis gas. The paper considers the influence of the support type on the selectivity and stability of the Co-based catalyst model based on the Fischer-Tropsch synthesis towards alcohols. The catalyst samples were synthesized in the presence of hard and soft templates. The samples synthesized in the presence of the soft template of ethylene glycol with different La and Co ratios were conventionally designated as LCO-1, LCO-2, and the third sample obtained in the presence of the hard template of silica gel KIT-6 was designated as LCO/KIT-6. Their properties were analyzed using X-ray diffraction, BET and transmission electron microscopy, and their selectivity towards alcohols and reaction stability were studied. The results of the studies showed that the selectivity of formation and stability of the synthesized catalyst samples depend not only on the synthesis method but also on the template samples.

Key words: catalyst, hard template, soft template, selectivity, KIT-6

© Г.Д. Джетписбаева^{1*}, Б.К. Масалимова², В.А. Садыков³, А. Дарменбаева¹,
Г.Б. Аубакирова², 2025.

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Тараз, Қазақстан;

²М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті,
Петропавл, Қазақстан;

³ Г.К. Боресков атындағы катализ институты, Новосибирск, Ресей Федерациясы.
E-mail: gulim_86@mail.ru

ФИШЕР-ТРОПШ СИНТЕЗІНІҢ Со-ҚҰРАМДЫ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫҢ ТАЛҒАМДЫЛЫҒЫ МЕН ТҰРАҚТЫЛЫҒЫНА ДАЙЫНДАУ ӘДІСТЕРІНІҢ ӘСЕРІ

Джетписбаева Г.Д. — М.Х. Дулати атындағы Тараз университетінің «Химия және химиялық технология» кафедрасының аға оқытушысы, Тараз, Қазақстан,
E-mail: gulim_86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9417-3775>;

Масалимова Б.К. — М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университетінің «Химия және химиялық технология» кафедрасының профессоры, Петропавл, Қазақстан,
E-mail: massalimova15@mail.ru, bkmassalimova@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0135-9712>;

Садыков В.А. — Г.К. Боресков атындағы Катализ институтының профессоры, Новосибирск, Ресей,
E-mail: sadykov@catalysis.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2404-0325>;

Дарменбаева А. — химия мамандығы бойынша PhD, М.Х. Дулати атындағы Тараз университетінің «Химия және химиялық технология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Тараз, Қазақстан,
E-mail: maral88.ad@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2974-0398>;

Аубакирова Г.Б. — химия ғылымдарының кандидаты, М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті «Химия және химиялық технология» кафедрасының құрметті профессоры, Петропавл, Қазақстан,
E-mail: gbaubakirova@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6612-663X>.

Аннотация. Қазіргі уақытта дүниежүзінің біріншілік энергияға деген сұранысының едәуір бөлігі күрделі экологиялық проблемаларды тудыратын және мұнай қорының сарқылуына әкелетін қазбалы отындар есебінен

қанағаттандырылып отыр. Нәтижесінде жаңартылатын көздерден таза отын өндірісін дамытуға қызығушылық артуда. Фишер-Тропш синтезі (ФТС) көмірден, биомассадан немесе табиғи газдан алынатын синтездік газ негізінде синтетикалық отын алудың негізгі кезеңі болып табылады. Процесс әртүрлі типтегі реакторларда гетерогенді катализаторлардың қатысуымен жүреді. Фишер-Тропш синтезі катализаторларын дайындау үшін көбінесе кобальт пен темір қолданылады. Кобальт катализаторлары жоғары белсенділік, тұрақтылық көрсетеді, жанама реакцияларға қатысты белсенділігі төмен. Рутений катализаторлары өзінің жоғары тұрақтылығымен және төмен дезактивация жылдамдығымен белгілі, бірақ оны пайдалану жоғары құнымен және реактордың жоғары қысымының қажеттілігімен шектеледі. Сол себепті зерттеушілердің қызығушылығын тудырып отырған мәселелердің бірі синтез газдан спирттерді алуға негізделген катализатор үлгілерін құру және қасиеттерін зерттеу. Жұмыста Фишер-Тропш синтезіне негізделген Со-құрамды катализатор үлгісінің спирттерге талғамдылығы мен тұрақтылығына тасымалдағыш типінің әсері қарастырылған. Катализатор үлгілері қатты және жұмсақ темплаттар қатысында синтезделген. Жұмсақ темплат этиленгликольдің қатысында La мен Со әр түрлі ара қатынасында синтезделіп алынған үлгілер шартты түрде LCO-1, LCO-2 және қатты темплат кремний оксидті KIT-6 қатысында алынған үшінші үлгі LCO/KIT-6 деп белгіленді. Олардың қасиеттері РФТ, БЭТ, ПЭМ әдістері арқылы талданып, олардың спирттерге талғамдылығы мен реакциялық тұрақтылығы зерттелген. Зерттеу жұмысының нәтижелері, синтезделіп алынған катализатор үлгілерінің өнімдерге талғамдылығы мен тұрақтылығына оларды синтездеу жолымен қатар, темплат үлгілеріне де байланысты екендігін көрсетті.

Түйін сөздер: катализатор, қатты темплат, жұмсақ темплат, талғамдылық, KIT-6

© Г.Д. Джетписбаева^{1*}, Б.К. Масалимова², В.А. Садыков³, А. Дарменбаева¹,
Г.Б. Аубакирова², 2025.

¹Таразский университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан;

²Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева,
Петропавловск, Казахстан;

³Институт катализа им. Г.К. Борескова, Новосибирск, Россия.
E-mail: gulim_86@mail.ru

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НА СЕЛЕКТИВНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ Со-СОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ СИНТЕЗА ФИШЕРА-ТРОПША

Джетписбаева Г.Д. — старший преподаватель кафедры химии и химической технологии Таразского университета имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан,
E-mail: gulim_86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9417-3775>;

Масалимова Б.К. — профессор кафедры «Химии и химической технологии» Северо-Казахстанского университета имени М. Козыбаева, Петропавл, Казахстан,
E-mail: massalimova15@mail.ru, bkmasalimova@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0135-9712>;

Садыков В.А. — профессор Института катализа им. Г.К. Борескова, Новосибирск, Российская Федерация,

E-mail: sadykov@catalysis.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2404-0325>;

Дарменбаева А. — PhD по химии, ассоциированный профессор кафедры химии и химической технологии Таразского университета имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан,

E-mail: maral88.ad@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2974-0398>;

Аубакирова Г.Б. — кандидат химических наук, почетный профессор кафедры химии и химических технологий Северо-Казахстанского университета имени М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан,

E-mail: gbaubakirova@ku.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6612-663X>.

Аннотация. В настоящее время значительная часть мирового спроса на первичную энергию удовлетворяется за счет ископаемого топлива, что создает серьезные экологические проблемы и приводит к истощению запасов нефти. В результате растет интерес к развитию производства чистого топлива из возобновляемых источников. Синтез Фишера-Тропша (СФТ) является основным этапом производства синтетического топлива на основе синтез-газа, который получают из угля, биомассы или природного газа. Процесс происходит в реакторах различных типов с участием гетерогенных катализаторов. Кобальт и железо часто используются для приготовления катализаторов синтеза Фишера-Тропша. Кобальтовые катализаторы проявляют высокую активность, стабильность и низкую реакционную способность по отношению к побочным реакциям. Рутениевые катализаторы известны своей высокой стабильностью и низкой скоростью дезактивации, однако их применение ограничено их высокой стоимостью и необходимостью высокого давления в реакторе. Поэтому одним из вопросов, представляющих интерес для исследователей, является создание и исследование моделей катализаторов на основе получения спиртов из синтез-газа. В работе рассматривается влияние типа носителя на селективность и стабильность модели катализатора на основе Co, основанной на синтезе Фишера-Тропша, по отношению к спиртам. Образцы катализаторов синтезировались в присутствии твердых и мягких темплатов. Образцы, синтезированные в присутствии мягкого темплата этиленгликоля с различным соотношением La и Co, были условно обозначены как LCO-1, LCO-2, а третий образец, полученный в присутствии жесткого темплата силикагеля KIT-6, был обозначен как LCO/KIT-6. Их свойства были проанализированы с использованием методов рентгеновской дифракции, БЭТ и просвечивающей электронной микроскопии, а также изучены их селективность к спиртам и стабильность реакции. Результаты исследований показали, что селективность образования и стабильность синтезированных образцов катализаторов зависят не только от метода синтеза, но и от образцов-темплатов.

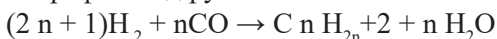
Ключевые слова: катализатор, жесткий темплат, мягкий темплат, селективность, KIT-6

Кіріспе. Мұнай қорының жаһандық сарқылуы маңызды мұнай-химия және отын өндіру үшін баламалы шикізатты іздеудің өзекті қажеттілігін тудырады (Yakovenko et. al., 2020; Martinelli M. et al., 2020). Синтетикалық көмірсутектерді

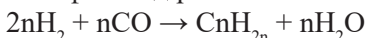
өндірудің ең кең таралған өнеркәсіптік әдісі Фишер-Тропш синтезі (ФТС) болып табылады. Фишер-Тропш синтезі – мұнай ресурстарынан алынатын синтез газды құнды химиялық заттарға немесе отынға айналдырудың перспективалы технологиясы (ten Have et.al., 2021). Синтез өнімдері күкірт пен ауыр металдың төмен мөлшерімен сипатталады және қазба мұнай туындыларынан айырмашылығы экологиялық таза (Semenzova et.al., 2020).

ФТС процесі көптеген күрделі реакцияларды қамтиды. Төменде ықтимал реакциялар берілген:

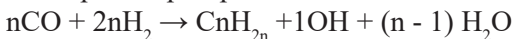
•Парафин өндіру:



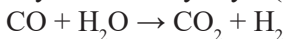
•Олефин өндірісі:



•Жоғары спирттердің синтезі:



•Су газының ауысуы (WGS) реакциясы:



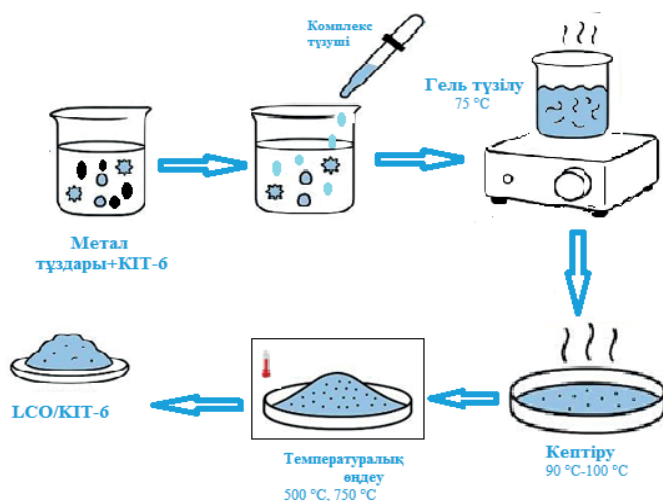
ФТС негізгі көмірсутек өнімдерін газ тәрізді көмірсутектер (C1 ~ C4), бензин (C5 ~ C11), дизельді дистилляттар (C12 ~ C20) (Yanping et.al., 2021, Kazuhiro et.al., 2024) және ауыр парафинді көмірсутектер (ауыр мұнай және балауыз) (> C20) деп бөлуге болады. Кәдімгі отын өндірісінен басқа, қосымша құнды қосылыстардың (мысалы, жеңіл олефиндер, ұзын тізбекті оксигенаттар және қатты балауыз) шығымдылығын арттыруға айтарлықтай күш салынды. Дегенмен, ФТС өнімдері әдетте Андерсон-Шульц-Флори (ASF) таралу теңдеуіне сәйкес келеді, бұл C5+ көмірсутектер мен төменгі олефиндер сияқты мақсатты өнімдердің нашар талғамдылығын білдіреді (Albuquerque et.al., 2019). Осылайша, зерттеушілер әртүрлі ФТС катализаторларының дамуы мен синтезіне көбірек көңіл бөлуде, олар: метанның және басқа жанама өнімдердің түзілуін тежей алады; мақсатты көмірсутектерді іріктеп синтездеу; каталитикалық түрлендіру тиімділігін арттыру; катализатордың дезактивациясын болдырмайды (Suo et al., 2022).

Металдық кобальт, рутений және темір Фишер-Тропш синтезінің негізгі катализаторлары болып табылады (Martinelli et al., 2020.; Mazurova et al., 2023). Кобальт негізіндегі катализаторлар су буының конверсиясы реакциясындағы белсенділігінің төмендігінің және жоғары каталитикалық белсенділіктің сонымен қатар тұрақтылықтың артықшылығына ие, ал кобальттың кристаллит өлшемі ФТС үшін каталитикалық белсенділікке және талғамдылыққа үлкен әсер етуі мүмкін (Qingpeng Cheng et. al., 2018; Wolf et.al., 2021).

Материалдар мен әдістер. Бұл жұмыста Фишер-Тропш синтезінде қолданылатын Со-құрамды катализатор үлгілерінің (LCO-1, LCO-2, LCO/KIT-6) өнімдерге талғамдылығы мен тұрақтылығына синтездеу әдістерінің әсері зерттелді. Катализатор үлгілері екі әдіспен синтезделді, соның ішінде шартты түрде LCO-1, LCO-2 деп белгіленген екі үлгісі жұмсақ темплат этиленгликольдің қатысында бірге тұндыру әдісімен синтезделді, ал үшінші үлгі LCO/KIT-6 қатты темплат мезокеуекті кремний оксидті KIT-6 темплатының қатысында

алынды. Перовскит құрылымды күрделі оксид - $\text{LaCoO}_3/\text{KIT-6}$ әрі қарай шартты түрде $\text{LCO}/\text{KIT-6}$ деп белгіленетін үлгі цитрат әдісімен дайындалды. $\text{LCO}/\text{KIT-6}$ катализаторын дайындау екі сатымен жүргізілді. Бірінші сатыда мезокеуекті кремний оксидті KIT-6 тасымалдағышы дайындалды. Әдебиеттер дерек көздері бойынша (Nair et.al., 2012) мезокеуекті кремний оксидті KIT-6 тасымалдағышы дамыған меншікті беттік ауданға ие. Оның қолданылуы, бір жағынан, LaCoO_3 -ты цитрат әдісімен алу кезінде түзілуші перовскиттің бетінің ауданын едәуір ұлғайтуға мүмкіндік береді. Екінші жағынан, лимон қышқылын қолдану және соның салдарынан синтез жағдайында қышқылдық орта түзілуі, үлгінің пайда болу жағдайына SiO_2 -нің химиялық қатысуын болдырмайды.

Мезопоралы кремний оксидті тасымалдағышын (KIT-6) синтездеу (Nair et.al., 2012) әдебиеттегі әдіске сәйкес жүзеге асырылды. Өлшенділерді есептеу үшін қосылыстар келесідей қатынаста алынды: Тетраэтоксисилан (TEOS) / Pluronic P123 (P123) / HCl / H_2O / Бутанол = 1 моль / 0,017 моль / 1,83 моль / 1,95 моль / 1,31 моль. Синтездеу әдісіне сәйкес шыны стақанда 9 г P123 және 17,40 г HCl (35%) 325 г дистильденген суда ерітіліп, ерітінді толығымен біртектес болғанша араластырылды. Содан кейін біртекті қоспаның үстіне 9 г бутанол қосылып, 35°C температурада магнитті араластырғышта 1 сағат бойы араластырылды. Бір сағат уақыт өткеннен кейін шыны стақандағы қоспаның үстіне 19,35 г тетраэтоксисилан қосылды. Бұл кезде жылудың едәуір бөлінуі байқалды. Алынған ерітінді магнитті термоараластырғышта 35°C температурада 24 сағат бойы араластырылды. Соңғы кезеңде қоспа 24 сағат бойы 100°C температурада гидротермиялық өңдеуден өткізілді. Содан кейін алынған тұнба Бюхнер воронкасының көмегімен сүзіліп, бірнеше мәрте этил спиртінің көмегімен жуылып, инфрақызыл шамның астында бір түн кептірілді. Алынған прекурсор 500°C температурада 4 сағат бойы термиялық өңдеуден өтті, күйдіру барысында прекурсордың органикалық компоненттері жойылып, қажетті темплат KIT-6 түзілді (сурет 1).



Сурет1 - $\text{LCO}/\text{KIT-6}$ үлгісін синтездеу сызбасы

Синтездеудің екінші сатысында перовскит LCO/KIT-6 белгілі цитрат әдісімен (Jetpisbayeva et al., 2020) алынды. Синтез лантан мен кобальт нитраттарының бастапқы тұздарының еру сатысында енгізілетін алдын ала дайындалып алынған KIT-6 қатты темплатының қатысында жүргізілді. Ол үшін 300 мл полипропилен стаканьында 6 г мезокеуекті кремнеземды темплат KIT-6 60 мл дистилденген суда ерітілді, содан кейін ерітіндінің үстіне 0,03 моль кобальт нитраты ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) мен дәл сондай көлемдегі лантан нитраты ($\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), 60 мл этанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) және 23 г лимон қышқылы ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) қосылды. Осыдан кейін суспензия қою гель пайда болғанға дейін магнитті термоараластырғышта 75 °C температурада үздіксіз араластырыла отырып баяу буландырылды. Қою гель пайда болғанда полипропилен стакандағы қоспаны магнитті термоараластырғыштан алып, гель 12 сағат бойы 90 °C температурада кептіргіш шкафта ұсталды. 12 сағаттан кейін кептірілген үлгі фарфор табақшасында ұнтақталды. Алынған ұнтақ 500 °C температурада 3 сағат бойы және одан кейін 750 °C температурада 4 сағат бойы біртіндеп күйдірілді. Әрі қарай, KIT-6 бар үлгіні KIT-6 кремнеземінің негізгі бөлігінен айыру мақсатында 500 мл 7% NaOH ерітіндісінде 70 °C температурада 15 минут ұсталды. Содан кейін үлгіні сүзіп, 2 л 75 °C температурадағы ыстық дистилденген сумен 4 рет қайталай отырып, қағаз сүзгінің көмегімен мұқият жуылды, келесі кезекте үлгі инфрақызыл шамның астында 90 °C температурада 24 сағат кептірілді.

Келесі екі үлгі LCO-1, LCO-2 (Jetpisbayeva et al., 2020) әдебиетте ұсынылған әдіс бойынша жұмсақ темплат этиленгликольдің қатысында La және Co әр түрлі ара қатынаста алынған. Катализаторлардың сандық элементтік құрамы OPTIMA 4300 DV спектрометрінде PerkinElmer (АҚШ), атомдық эмиссионды спектроскопия (АЭС) әдісі арқылы үлгілерді қышқылдар қоспасында (HCl : H_2SO_4) еріту арқылы талданды. Үлгілердің каталитикалық сынақтары Фишер-Тропш синтез қондырғысында келесі шарттарда жүргізілді: бастапқы жұмыс қоспасының құрамы $\text{CO}:\text{H}_2:\text{N}_2 = 3:6:1$ (ішкі стандарт ретінде азот), қоспаның шығыны 1 л/сағ, үлгі салмағы 2 г, фракциясы $0,14 \div 0,25$ мм, температура 240 °C, қысым 2 МПа. Зерттелгін үлгілердің меншікті бетінің ауданы Брунауэр-Эмметт-Теллер (БЭТ) әдісімен азоттың адсорбциялық изотермалары бойынша Micrometrics (АҚШ) ASAP-2400 құрылғысында есептелді.

Нәтижелерді талқылау. Элементтік анализ нәтижелері көрсеткендей (1 кесте), күйдірілген сынамалардағы кобальт және лантанның мөлшері теориялық есептегеннен төмен. Катализаторлардың теориялық және эксперименттік құрамы арасындағы айырмашылықты катализаторды дайындау барысындағы шығындармен байланыстыруға болады.

Кесте 1. Катализатор үлгілерінің химиялық құрамы

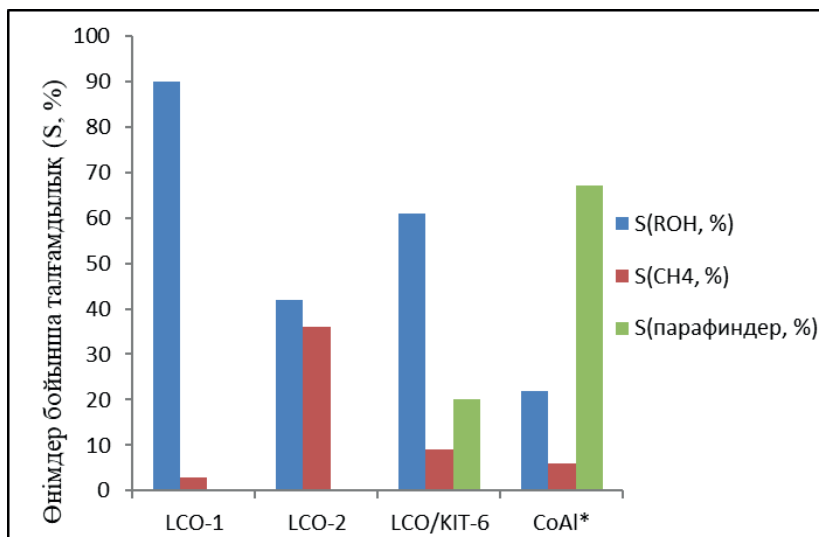
Химиялық құрамы, %	LCO-1	LCO-2	LCO/KIT-6
La	49.5	50	51.9
Co	21.1	28.6	22
Na	0.05	0.06	0.05
Si	-	-	8.1

Катализатор үлгілерінің беттік ауданы Брунауэр-Эммет-Теллер әдісімен анықталып, сипатталды. Зерттеу деректері көрсеткендей, ең үлкен беттік аудан LCO/ KIT-6 үлгісіне тиісті. Күйдірілген каталитикалық жүйенің құрылымдық сипаттамаларынан көрініп тұрғандай (2 кесте), белсенді компонентті тасымалдағышқа отырғызу кеуек диаметрінің 32 % -ға төмендеуіне әкеледі. Қатты темплатты қолдану LaCoO_3 үлгісінің меншікті бетінің ауданын 9,5-тен 220 $\text{м}^2/\text{г}$ дейін арттыруға мүмкіндік берді (Jetpisbayeva et.al., 2024).

Кесте-2. 750 $^{\circ}\text{C}$ температурада күйдірілген катализаторлардың құрылымдық сипаттамалары.

№	Үлгілер	Құрылымдық сипаттамалары		
		$S_{\text{менш.}}, \text{м}^2/\text{г}$	Кеуектердің орташа диаметрі, нм	Кеуек көлемі, $\text{см}^3/\text{г}$
1	LCO-1	9,5	37	0,08
2	LCO-2	10	23	0,06
3	LCO/ KIT-6	220	12	0,03

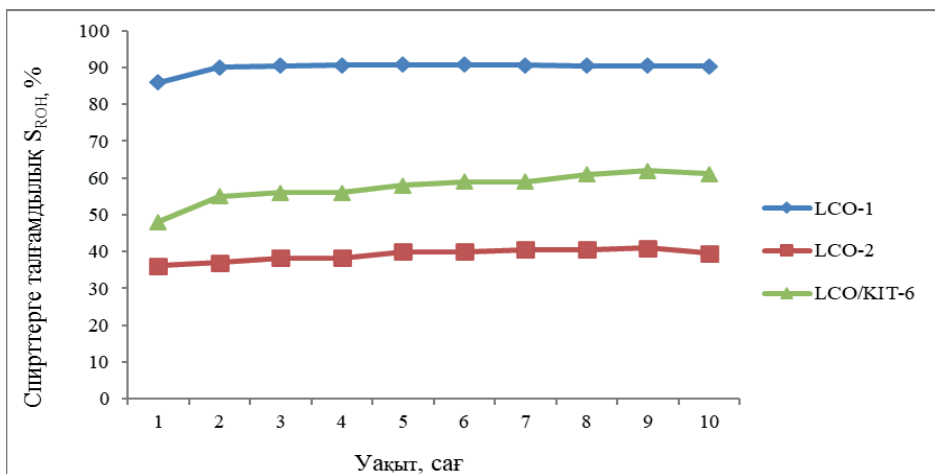
240 $^{\circ}\text{C}$ температурада каталитикалық сынақтардың нәтижелері бойынша ұсынылған LaCoO_3 үлгілері ұқсас каталитикалық қасиеттерге ие болды. Сонымен қатар LaCoO_3 үлгілерінің каталитикалық қасиеттері CoAl патенттеліп алынған үлгісімен салыстырыла отырып зерттелді. Құрамында лантаны бар перовскит құрылымды күрделі оксидтерді қолдану каталитикалық қасиеттерге әсері спирттерге талғамдылығының едәуір өсуіне әкеледі. LCO-2 үлгісінің каталитикалық қасиеттері қалған үлгілерге қарағанда жеңіл көмірсутектерге жоғары талғамдылығымен ерекшеленеді. Бұл осы үлгідегі металл кобальт бөлшектерінің күйінің айырмашылығымен байланысты болуы мүмкін. LCO-2 үлгісінің синтезі кезінде, әдебиет дерек көздері бойынша, лантанға қатысты кобальттың артық мөлшерінің алынуымен түсіндіруге болады, бұл кезде Co_3O_4 фазасының қоспасының пайда болуына әкелді. Мүмкін, осы фазаның тотықсыздануы нәтижесінде алынған кобальт бөлшектері құрамында лантаны бар оксидті тасымалдағышпен жабындалмайды, бұл қажетсіз жеңіл көмірсутектердің көп түзілуімен қатар, үлгінің спирттерге қатысты талғамдылығының төмендеуіне әкеледі. LCO-1 және LCO/KIT-6-да түзілген көмірсутектердің мөлшері аз, демек, су мөлшері қалған екі сынамаға қарағанда айтарлықтай аз. LCO-1 және LCO/KIT-6 үлгілерін салыстыру көрсеткендей, LCO/KIT-6, меншікті бетінің ауданы үлкен болуына байланысты, әлдеқайда белсенді екенін диаграммдан көруге болады. LCO/KIT-6 үлгісінде спирттерге жалпы талғамдылықтың LCO-1 үлгісіне қарағанда шамалы төмен болуына қарамастан, құнды жоғары спирттердің шығымы айтарлықтай жоғары. Бұл синтез газын спирттерге айналдыру процесінде LCO/KIT-6 үлгісінің өте тиімді екенін көрсетеді және де мотор отынын өндіру үшін перспективалы екенін дәлелдейді. LCO-1 үлгісінде спирттерге талғамдылық 90 пайызды құрады. Құрамы жағынан өте ұқсас LCO-2 үлгісінде керісінше спирттерге талғамдылық LCO-1 үлгісіне қарағанда екі есеге төмен. Патенттеліп алынған салыстыру үлгісі CoAl* каталитикалық сынақ кезінде спирттердің шығымы 72 пайыздан аспаған.



Сурет 2 - Катализатор үлгілерінің 240°C температурада, өнімдер бойынша талғамдылығы (S,%)

Катализаторлардың тұрақтылығы және талғамдылығы жайлы ақпаратты, катализатор үлгілерін тұрақты температурада ұзақ мерзімді сынау тәжірибелерінің зерттеулері негізінде алуға болады. Берілген 3- суретте стандартты реакциялық қоспада ($\text{CO}:\text{H}_2:\text{N}_2 = 3:6:1$), 240 °C температурада 10 сағат бойы үлгілерде синтез газ айналымы және реакция өнімдерінің талғамдылығының тұрақтылық зерттеулерінің нәтижелері көрсетілген.

Зерттеу нәтижелері катализатор үлгілерінің спирттерге талғамдылығының 10 сағат бойы жоғалтпайтынын көрсетті (3-сурет).



Сурет 3— Синтез-газдан спирттерді алу реакциясында LCO-1, LCO-2, LCO/KIT-6 катализаторлары қатысында өнім талғамдылығының тұрақтылығы (240 °C, атм. қысым 2МПа, $\text{CO}:\text{H}_2 = 1:2$.)

Қорытынды. Зерттеулер көрсеткендей мезокеуекті кремний оксидті қатты темплатты енгізу, катализатор бетінің ауданын жоғарылатып қана қоймай, оның белсенділігін арттырады. Спирттерге ең жоғарғы талғамдылық LCO-1 жұмсақ темплат этиленгликольдің қатысында алынған катализатор үлгісінде көрінеді. Барлық үлгілер синтез-газдан спирттерді алу реакциясында 10 сағат бойы өнім талғамдылығының тұрақтылығын көрсетті.

Әдебиеттер

- Albuquerque J.S., Costa F.O., Barbosa B.V. (2019) Fischer–Tropsch synthesis: analysis of products by Anderson–Schulz–Flory distribution using promoted cobalt catalyst. *Catalysis letters*. –149. — P. 831-839.
- Jetpisbayeva G.D. Dokuchits E.V., Tafilevich A.N., Minyukova T.P., Massalimova B.K. (2020) LaCoO₃ perovskite-type catalysts in syngas conversion. *Open Chemistry*. 18(1). — P. 482-487.
- Джетписбаева Г.Д., Масалимова Б.К., Садыков В.А. (2024) Трансмиссиялық электронды микроскопияның көмегімен перовскит тәрізді күрделі оксидтерді зерттеу. Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының жаңалықтары. Химия және технология сериясы. 2(459). — Б. 62–69. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.222>
- Mazurova K. Miyassarova A., Eliseev O., Stytsenko V., Glotov A., Stavitskaya A. (2023) Fischer–Tropsch synthesis catalysts for selective production of diesel fraction. *Catalysts*. 13(8):1215. <https://doi.org/10.3390/catal13081215>
- Nair M.M., Kleitz F., Kaliaguine S. (2012) Kinetics of methanol oxidation over mesoporous perovskite catalysts. *ChemCatChem* 4(3):387-394. <https://doi.org/10.1002/cctc.201100356>
- Martinelli M., Gnanamani M.K., LeViness S., Jacobs G. Shafer W.D. (2020) An overview of Fischer–Tropsch Synthesis: XTL processes, catalysts and reactors. *Applied Catalysis A: General*. 608:117740. <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2020.117740>
- Семенова А.В., Полякова М.С., Пятиконова В.В. (2022) Параметры активной поверхности катализаторов под влиянием промотирующих добавок. Научная статья года. — С.8-10.
- Suo Y., Yao Y., Zhang Y., Xing S., Yuan Z.Y. (2022) Recent advances in cobalt-based Fischer–Tropsch synthesis catalysts. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 115. — P. 92-119. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2022.08.026>
- Pan X., Jiao F., Miao D., Bao X. (2021) Oxide–zeolite-based composite catalyst concept that enables syngas chemistry beyond Fischer–Tropsch synthesis. *Chemical Reviews*. 121(11):6588-6609. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.0c01012>
- Qingpeng Cheng, Ye Tian, Shuaishuai Lyu, Na Zhao, Kui Ma, Tong Ding, Zheng Jiang, Lihua Wang, Jing Zhang, Lirong Zheng, Fei Gao, Lin Dong, Noritatsu Tsubaki, Xingang Li. (2018) Confined small-sized cobalt catalysts stimulate carbon-chain growth reversely by modifying ASF law of Fischer–Tropsch synthesis. *Nature communications*. 9
- ten Have I.C., Weckhuysen B.M. (2021) The active phase in cobalt-based Fischer–Tropsch synthesis. *Chem Catalysis*. 1(2):339-363.
- Wolf M., Fischer N., Claeys M. (2021) Formation of metal-support compounds in cobalt-based Fischer–Tropsch synthesis: A review. *Chem Catalysis*. 1(5):1014-1041.
- Яковенко Р.Е., Бакун В.Г., Сулима С.И., Нарочный Г.Б., Митченко С.А., Зубков И.Н., Савостьянов А.П. (2022) Нанесенные и полифункциональные гибридные кобальтовые катализаторы для селективного синтеза Фишера – Тропша (обзор). Катализ в промышленности, 22(3):5-20. <https://doi.org/10.18412/1816-0387-2022-3-5-20>
- Yanping Chen, Jiatong Wei, Melis S. Duyar, Vitaly V. Ordonsky, Andrei Y. Khodakov and Jian Liu (2021) Carbon-based catalysts for Fischer–Tropsch synthesis. *Royal society of chemistry*, **50**:2337-2366 <https://doi.org/10.1039/D0CS00905A>.
- Kazuhiro K, Toshiaki I, Hiroshi M. (2024) Production of Hydrocarbons in Fischer–Tropsch Synthesis (FTS) with Cobalt-based Catalyst (II): Effect of Promotor, Different Preparation Method of Catalyst, and FTS Temperature on Primary Kerosene Yield and Carbon Mass Balance. *Journal of the Japan Institute of Energy*, 103(7). — P.54-62 <https://doi.org/10.3775/jie.103.54>.

References

- Albuquerque J.S., Costa F.O., Barbosa B.V. (2019) Fischer–Tropsch synthesis: analysis of products by Anderson–Schulz–Flory distribution using promoted cobalt catalyst. *Catalysis letters*. –149. — P. 831–839. (in Eng.).
- Jetpisbayeva G.D., Dokuchits E.V., Tafilevich A.N., Minyukova T.P., Massalimova B.K. (2020). LaCoO₃ perovskite-type catalysts in syngas conversion. *Open Chemistry*. 18(1). — P. 482–487. (in Eng.).
- Jetpisbayeva G.D., Massalimova B.K., Sadykov V.A., (2024). Transmissiyalyk elektrondy mikroskopiyanyn komegimen perovskit tarizdi kyrdeli oksidterdi zertteu [Studying complex oxides of the perovskite type by the method of flashed electron microscopy]. *News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology*. 2(459). — P.62–69. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.222> (in Kaz)
- Mazurova K., Miyassarova A., Eliseev O., Stytsenko V., Glotov A., Stavitskaya A. (2023). Fischer–Tropsch synthesis catalysts for selective production of diesel fraction. *Catalysts*. 13(8):1215. <https://doi.org/10.3390/catal13081215> (in Eng.).
- Nair M.M., Kleitz F., Kaliaguine S. (2012) Kinetics of methanol oxidation over mesoporous perovskite catalysts. *ChemCatChem* 4(3):387–394. <https://doi.org/10.1002/cctc.201100356> (in Eng.).
- Martinelli M., Gnanamani M.K., LeViness S., Jacobs G., Shafer W.D. (2020) An overview of Fischer–Tropsch Synthesis: XTL processes, catalysts and reactors. *Applied Catalysis A: General*. 608:117740. <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2020.117740> (in Eng.).
- Semenova A.V., Polyakova M.S., Pyatikonova V.V. (2022) Transmissiyalyk elektrondy mikroskopiyanyn komegimen perovskit tarizdi kyrdeli oksidterdi zertteu [Parameters of the active surface of catalysts under the influence of promoting additives]. *Scientific article of the year*. — P. 8–10. (In Russ.)
- Suo Y., Yao Y., Zhang Y., Xing S., Yuan Z.Y., (2022) Recent advances in cobalt-based Fischer–Tropsch synthesis catalysts. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 115. — P. 92–119. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2022.08.026> (in Eng.).
- Pan X., Jiao F., Miao D., Bao X. (2021). Oxide–zeolite-based composite catalyst concept that enables syngas chemistry beyond Fischer–Tropsch synthesis. *Chemical Reviews*. 121(11):6588–6609. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.0c01012> (in Eng.).
- Qingpeng Cheng, Ye Tian, Shuaishuai Lyu, Na Zhao, Kui Ma, Tong Ding, Zheng Jiang, Lihua Wang, Jing Zhang, Lirong Zheng, Fei Gao, Lin Dong, Noritatsu Tsubaki, Xingang Li. (2018) Confined small-sized cobalt catalysts stimulate carbon-chain growth reversely by modifying ASF law of Fischer–Tropsch synthesis. *Nature communications*. 9 (in Eng.).
- ten Have I.C., Weckhuysen B.M. (2021). The active phase in cobalt-based Fischer–Tropsch synthesis. *Chem Catalysis*. 1(2). — P. 339–363. (in Eng.).
- Wolf M., Fischer N., Claeys M. (2021) Formation of metal-support compounds in cobalt-based Fischer–Tropsch synthesis: A review. *Chem Catalysis*. 1(5):1014–1041. (in Eng.).
- Yakovenko R.E., Bakun V.G., Sulima S.I., Narochnyi G.B., Mitchenko S.A., Zubkov I.N., Savost'yanov A.P. (2022) Nanesennye i polifunkcional'nye gibridnye kobal'tovye katalizatory dlya selektivnogo sinteza Fishera – Tropsha [Supported and polyfunctional hybrid cobalt catalysts for selective Fischer – Tropsch synthesis] (A review). *Kataliz v promyshlennosti*, 22(3):5–20. <https://doi.org/10.18412/1816-0387-2022-3-5-20> (In Russ.)
- Yanping Chen, Jiatong Wei, Melis S. Duyar, Vitaly V. Ordonsky, Andrei Y. Khodakov and Jian Liu (2021) Carbon-based catalysts for Fischer–Tropsch synthesis. *Royal society of chemistry*, 50:2337–2366 <https://doi.org/10.1039/D0CS00905A>. (in Eng.).
- Kazuhiro K., Toshiki I., Hiroshi M. (2024) Production of Hydrocarbons in Fischer–Tropsch Synthesis (FTS) with Cobalt-based Catalyst (II): Effect of Promotor, Different Preparation Method of Catalyst, and FTS Temperature on Primary Kerosene Yield and Carbon Mass Balance. *Journal of the Japan Institute of Energy*, 103(7). — P.54–62 <https://doi.org/10.3775/jie.103.54>. (in Eng.).

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP

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

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

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

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

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the Central Asian Academic Research Center LLP.

The Editorial Board of the Central Asian Academic Research Center LLP will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

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

Ответственный редактор *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Т. Апендиев*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 29.09.2025.

Формат 60x88¹/₈. 18,0 п.л.

Заказ 3.

«Central Asian Academic Research Center» LLP

Алматы, Қонаев к-сі, 142