

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В.СОКОЛЬСКИЙ АТЫНДАҒЫ «ЖАНАРМАЙ»,
КАТАЛИЗ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОХИМИЯ ИНСТИТУТЫ» АҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

АО «ИНСТИТУТ ТОПЛИВА, КАТАЛИЗА И
ЭЛЕКТРОХИМИИ ИМ. Д.В. СОКОЛЬСКОГО»

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

JSC «D.V. SOKOLSKY INSTITUTE OF FUEL,
CATALYSIS AND ELECTROCHEMISTRY»

ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ

◆ СЕРИЯ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ

◆ SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

4 (430)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2018 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2018 г.

JULY-AUGUST 2018

1947 ЖЫЛДЫН ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАФАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруды. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашилар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енүі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

Бас редакторы
х.ғ.д., проф., ҚР ҮҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

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

«ҚР ҮҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2018

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

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

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

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

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz> / chemistry-technology.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2018

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

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

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

Editorial board:

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

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

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)
The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz> / chemistry-technology.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2018

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,
e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 4, Number 430 (2018), 140 – 149

UDC: 541.124.16

**N.N. Mofa, B.S. Sadykov, A.E. Bakkara,
N.G. Prikhodko, B.T. Lesbayev, Z.A. Mansurov**

Institute of Combustion Problems, Almaty, Kazakhstan
al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
bakkara_ayagoz@mail.ru

**MODIFICATION OF THE SURFACE OF ALUMINUM AND
MAGNESIUM PARTICLES UNDER THE CONDITIONS OF
MECHANOCHEMICAL TREATMENT AS A METHOD
OF OBTAINING ENERGY-INTENSIVE COMPOSITIONS**

Abstract. The paper presents the results of a mechanical treatment of metal powders (aluminum brand PA-4 and magnesium brand MPF-3) in a dynamic action mill using graphite as a surfactant additive in order to improve the dispersion of powders and modify the surface layer of particles. The mechanical treatment of metals, with graphite, contributes to the change in the structure, the composition of the surface of metal particles, an increase in the proportion of the active metal, and the formation of an organic coating of dispersible particles. The obtained metal particles with graphite were studied by physicochemical analysis methods, a granulometric method for estimating the particle size distribution carried out on the instrument Malvern 3600E. The effect of mechanochemical treatment of metal powders on the process of technological combustion of thermite mixtures is investigated. The results of the study showed that after the machining, the particle size of the metal powders decreases and, as a consequence, the specific surface area of the metal particles increases with the accumulation of defects in the crystal lattice. In the process of mechanochemical treatment, the size of the crystallites depending on the mass of the fraction of graphite used in the composition of the Me/C composite. When using aluminum and magnesium as a fuel component after mechanochemical treatment in the presence of graphite, the thermal kinetic characteristics of the combustion process increase.

Key words: mechanochemical treatment, aluminum, magnesium, modification, technological combustion.

УДК: 541.124.16

**Н.Н. Мофа, Б.С. Садыков, А.Е. Баккара,
Н.Г. Приходько, Б.Т. Лесбаев, З.А. Мансуров**

Институт проблем горения, Алматы, Казахстан;
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЧАСТИЦ АЛЮМИНИЯ
И МАГНИЯ В РЕЖИМЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ –
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКИХ КОМПОЗИЦИЙ**

В работе представлены результаты механохимической обработки порошков металлов (алюминия марки ПА-4 и магния марки MPF-3) в мельнице динамического действия с использованием графита в качестве поверхностью активной добавки с целью повышения дисперсности порошков и модификации

поверхностного слоя частиц. Механическая обработка металлов с графитом способствует изменению структуры и состава поверхности металлических частиц, повышению доли активного металла и формированию органического покрытия диспергируемых частиц. Полученные частицы металлов с графитом были исследованы физико-химическими методами анализа, гранулометрическим методом для оценки распределения частиц по размерам, проводимая на приборе «Малверн 3600Е». Исследовано влияние механохимической обработки порошков металлов на процесс технологического горения термитных смесей. Результаты исследования показали, что после механической обработки размеры частиц порошков металлов уменьшаются и как следствие увеличивается удельная поверхность частиц металлов с накоплением дефектов в кристаллической решетке. В процессе механохимической обработки, размер кристаллитов изменяется от массовой доли используемого графита в составе композита Me/C. При использовании в качестве горючего компонента алюминия и магния после механохимической обработки в присутствии графита повышаются термо-кинетические характеристики процесса горения.

Ключевые слова: механохимическая обработка, алюминий, магний, модификация, твердофазное горение.

Введение. Металлические порошки являются одной из важнейших компонент горючих композиций различного состава и назначения. Использование их, прежде всего, обусловлено высоким тепловым эффектом окисления металла, а также уменьшением средней молекулярной массы газообразных продуктов сгорания в результате раскисления H_2O и CO_2 при взаимодействии их с металлом [1]. Особенно важное значение это имеет для гидрореагирующих топливных систем, в которых металла содержится до 80%, и он является основным горючим [2-4]. Наиболее распространенным и достаточно энергоемким металлическим горючим для топливных систем различного назначения является алюминий. В некоторых топливах, прежде всего баллиститных, частицы алюминия из-за низкой окислительной активности кислородсодержащих продуктов горения воспламеняются с большой задержкой по времени. В таких случаях используют магний или его сплавы с алюминием, частицы которых воспламеняются быстрее, чем алюминий и сгорают полностью [1, 3]. Важнейшей характеристикой металлических порошков при использовании их в составе горючих смесей является содержание активного (неокисленного) металла, а также размер и форма частиц. В большинстве случаев используются ультрадисперсные порошка с размером частиц менее 1 мкм. В последние годы все больше внимания уделяется нанодисперсным порошкам, поскольку они отличаются повышенной химической активностью, что позволяет увеличить скорость горения топлива [5-7].

Чтобы обеспечить стабильность свойств металлических порошков и сохранить содержание активного металла их пассивируют и гидрофобизируют [8]. В первом случае на поверхности частиц создается сплошная и прочная оксидно-гидроксидная пленка, препятствующая взаимодействию металла с окислительной средой. А во-втором, поверхность частиц покрывается слоем соли жирной кислоты, в частности стеаратом натрия. Однако наличие оксидно-гидроксидной пленки на поверхности частиц, во-первых, снижает долю активного металла, а во-вторых воспламенение начинается только с момента контакта горючего с окислителем в результате растрескивания оксидной пленки под воздействием объемного расширения расплавленного металла внутри оксидной капсулы.

В значительной степени изменить состояние металлических частиц, в частности алюминия и магния, прежде всего в плане повышения доли активного металла и обеспечить устойчивость к внешней окислительной среде, а также повысить активность при горении в составе горючих смесей можно используя механохимическую обработку (МХО) порошка в планетарно-центрробежных мельницах. При механохимической обработке с различными органическими модификаторами в процессе измельчения порошка можно в значительной степени снизить долю оксидной пленки частиц заменив ее органической. Как было показано работами [9, 10] в результате МХО алюминия с графитом в инертной атмосфере реакционная способность алюминия существенно возрастает, причем на первых стадиях обработки образуется однородный композиционный продукт Al/C, в котором частицы высокодисперсного алюминия стабилизированы в среде высокодисперсного графита. При длительной механической обработке происходит химическое взаимодействие алюминия с углеродом с образованием кристаллической фазы Al_4C_3 [10]. Большое внимание уделяется и возможности механической активации магния [11].

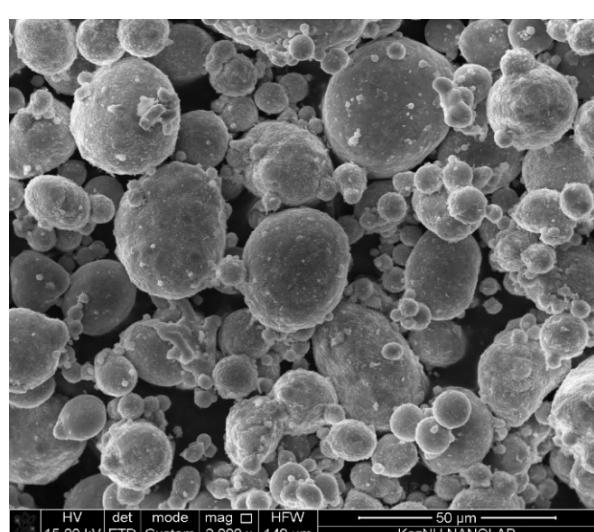
Для получения высокодисперсных металлических частиц алюминия и магния с модифицированной поверхностью частиц важно выбрать оптимальные условия МХО для конкретной модифицирующей добавки. В настоящей статье представлены результаты и сравнительный анализ проведенных исследований по МХО алюминия и магния в присутствии графита.

Результаты и обсуждение. Для экспериментов использовался алюминий марки ПА-4 и порошок магния марки MPF-3. Была исследована микроструктура исходных частиц порошкообразного алюминия и магния. Согласно результатам микроструктурного анализа, частицы алюминия марки ПА-4 имеют сферическую форму с размером от 20 до 63 мкм (рисунок 1а, б). Удельная поверхность таких образцов, согласно результатам БЭТ анализа, составляет 3,692 м²/г. Энергодисперсионный спектр показал, что в составе исходного алюминия марки ПА-4 массовая доля кислорода составляет более 10%. Присутствие атомов кислорода свидетельствует о наличии достаточно плотного слоя оксидной пленки на поверхности частиц.

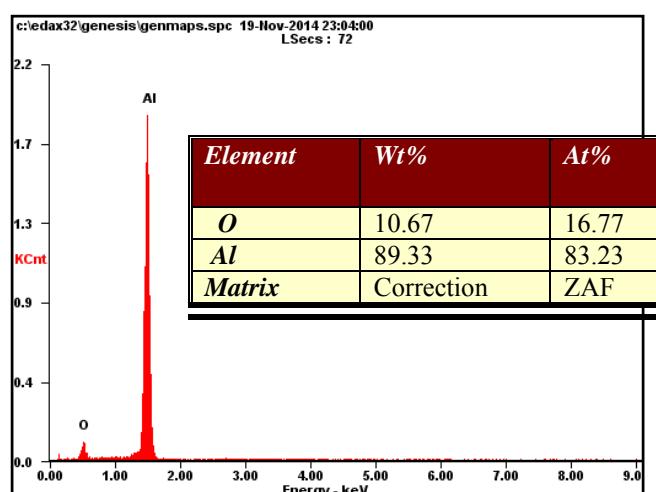
Результаты микроструктурного анализа исходного порошка магния марки MPF-3 показали (рисунок 1в, г), что частицы магния имеют чешуйчатую форму, а средний размер частиц образца превышает 200 мкм, при этом толщина чешуек около 20 мкм. Удельная поверхность таких образцов, согласно результатам метода БЭТ, составляет 0,181 м²/г. Результаты EDX анализа показывают присутствие в магнии 2,26% кислорода, т.е. наличие на поверхности частиц оксидной пленки. Однако, рентгенофазовый анализ исходного магния марки MPF3 показал, что в его составе присутствует 9,6% Mg(OH)₂, т.е. поверхность частиц покрыта гидроксидной пленкой.

Механическое измельчение металлических частиц Al и Mg затруднено из-за их пластичности. Для облегчения процесса диспергирования добавляют поверхностные активные вещества, например, стеариновую кислоту, графит и другие органические соединения. Так, при обработке алюминия с добавками графита облегчается процесс диспергирования, а также присутствие графита в смеси с металлом является положительным фактором при последующем целевом использовании, например, в составе энергетических конденсированных систем [12-17]. Таким образом, модификация поверхности металлических наночастиц графитом при МХО, осуществляется не только с целью защиты металла от окисления, но и для повышения энергоемкости полученной композиционной смеси.

Механохимическую обработку (МХО) порошков проводили в центробежно-планетарной мельнице ЦПМ «Пульверизетте 5» (производитель – FRITSCH) с объемом каждой рабочей камеры 500 мм³, скорость вращения платформы 400 оборот./мин, ускорение движения размольных шаров 40g, потребляемая мощность энергии 1,5 кВт/ч. МХО проводили в атмосфере воздуха при соотношении порошок/шар ($M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}$) = 1/4. При измельчении варьировалось количество вводимой модифицирующей добавки (5-20%).



а



б

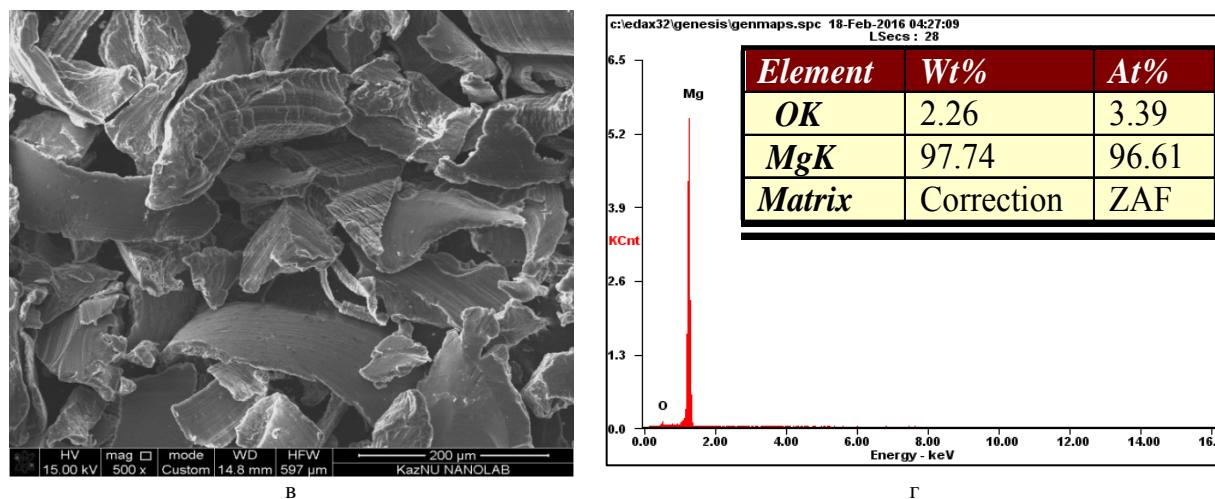


Рисунок 1 - Электронно-микроскопические снимки (а, в), энергодисперсионный спектр и массовая доля элементов (б, г) исходного порошка алюминия марки ПА-4 (а, б) и магния марки MPF-3 (в, г)

Время обработки составляло более 20 минут, чтобы исключить самовоспламенение. Выбор оптимального времени МХО был обусловлен результатами ранее проводимых исследований [18, 19]. Чтобы предотвратить окисление частиц алюминия кислородом воздуха после МХО и оценить изменения, действительно связанные с механическим воздействием, образцы диспергированной смеси пассивировались гексаном (C_6H_{14}).

После МХО алюминия с графитом частицы имеют пластинчатую (чешуйчатую) форму различной толщины, т.е. в процессе измельчения происходит изменение формы частиц и образование слоевой структуры композита Al/C (рисунок 2а).

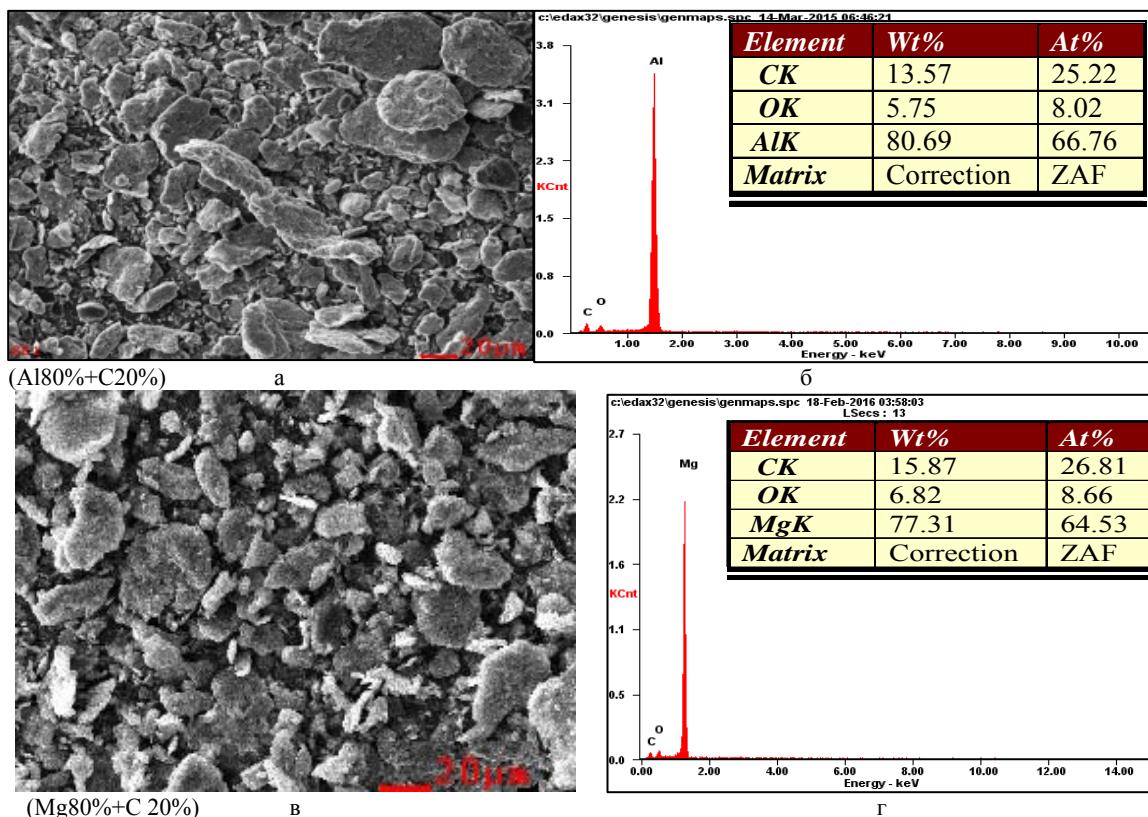


Рисунок 2 - Электронно-микроскопические снимки (а, в), энергодисперсионный спектр и массовая доля элементов (б, г) в композите (Al80%+C 20%) и(Mg 80%+C20%) после 20 минут МХО

Удельная поверхность порошков, которая определялась методом БЭТ, после МХО существенно возрастает. Так, удельная поверхность обработанной смеси (Al 80%+C 20%) по результатам БЭТ анализа повышается до $9,554 \text{ м}^2/\text{г}$. Изменяется и состояние поверхностного слоя. Элементный анализ композита (Al 80%+C 20%) после МХО показал, что массовая доля алюминия в композите составляет 80,69%, углерода содержится 13,57% от общей массы образца, а количество кислорода - 5,75% (рисунок 2б). Следовательно, в процессе МХО алюминия с графитом частично происходит восстановление алюминия в поверхностном оксидном слое частиц и уменьшение содержания кислорода в композите.

В результате МХО магния с графитом частицы сохраняют пластинчатую форму (рисунок 2в). Удельная поверхность для частиц композита (Mg 80%+C 20%) повышается до $16,383 \text{ м}^2/\text{г}$. Результаты EDX анализа элементного состава частиц композитов Mg-С показали, что после МХО массовая доля атомов кислорода повышается, так для (Mg 80%+C 20%) она составляет более 6% (рисунок 2г).

Следовательно, на поверхности частиц магния после МХО толщина оксидного слоя растет. Однако по результатам рентгенофазового анализа на поверхности частиц образуются ни оксиды, а гидрооксиды, количество которых может достигать 15% (рисунок 3).

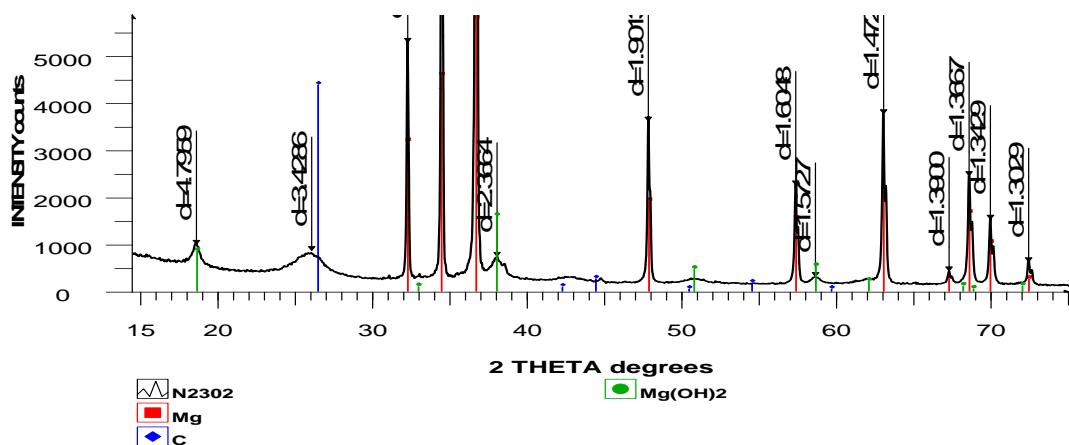


Рисунок 3 - Дифрактограмма образца (Mg80% + C 20%), после 20 минут МХО

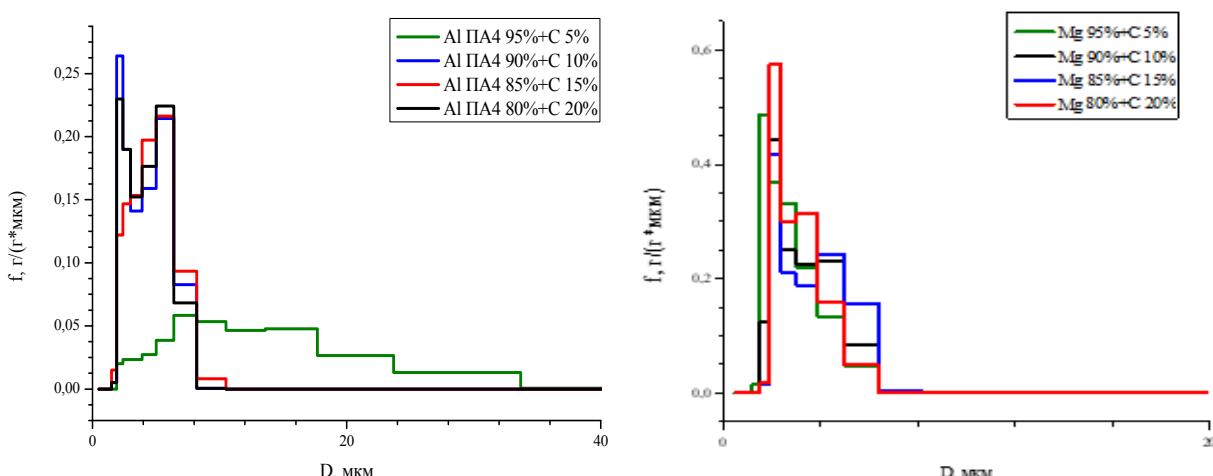


Рисунок 4 - Массовое распределение частиц композита Al/C (а) и композита Mg/C (б) после МХО, время 20 минут

Оценка распределения частиц по размерам, проводимая на приборе «Малверн 3600E», показала, что при увеличении содержания графита в системе с алюминием до 15-20% после

измельчения основная масса порошка имеет размер частиц меньше 5 мкм. Практически половина из них имеет размер менее 2 мкм (рисунок 4а), что и отразилось в увеличении удельной площади поверхности частиц порошка алюминия марки ПА-4 от 3,7 до 9,5 м²/г.

После измельчения магния в смеси с графитом основная масса порошка смеси Mg/C имеет размер частиц меньше 5 мкм, которые практически представляют собой агломераты наноразмерных частиц (рисунок 4б).

Для оценки субструктурных особенностей частиц алюминия после МХО были исследованы размеры кристаллитов методом РФА в полученных композитах Al/C, Mg/C. Согласно результатам анализа, в процессе механохимической обработки, размер кристаллитов изменяется от количества используемого модификатора (таблица 1).

Таблица 1 - Размер кристаллитов алюминия и магния после 20 минут МХО с графитом

| Содержание графита в композитах | Размер кристаллитов L, Å | |
|------------------------------------|-----------------------------|-----|
| | Al | Mg |
| - | 690 | 580 |
| 5 % C | 560 | 600 |
| 10 % C | 490 | 770 |
| 15% C | 440 | 590 |
| 20 % C | 410 | 520 |

При механическом воздействии происходит как накопление, так и перераспределение дефектов по объему частицы. В результате МХО алюминия с графитом наблюдается уменьшение размера кристаллитов с увеличением содержания углерода в композите Al/C. При МХО магния с графитом происходит сначала рост кристаллитов, а при содержании углерода 15-20% уменьшение размера кристаллитов, т.е. более интенсивное накопление дефектов в объеме зерен. Это может быть связано с тем, что вовремя МХО атомы углерода проникают в зерно алюминиевой частицы и вместе с дефектами диффундируют по ее объему под действием механических напряжений. В одних случаях вероятно, это процесс способствует стабилизации дефектов, в других выносу их на границу зерна частицы и как следствие того, росту размера кристаллитов [20]. Поверхностная пленка частиц как алюминия, так и магния разрушается (разрыхляется) и насыщается высокодисперсными частицами углерода (рисунок 5).

Таким образом, использование графита при МХО алюминия и магния согласно всем анализируемым характеристикам, способствует изменению морфологии и структуры частиц при формировании композитов металл/углерод (Me/C). Наблюдаемые изменения размера частиц алюминия и магния, модифицированные органической добавкой (графит) при МХО, является следствием того, что в формировании поверхностного слоя частиц во всех рассмотренных случаях значительную роль играет углерод, также диспергируемый в процессе МХО.

Структурные изменения при МХО исследуемых композитов Me/C приводят и к изменению их химической активности, что наглядно проявляется в процессе твердофазного горения (т.е. в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза - СВС) смеси алюминиевого или магниевого порошка, как горючего, с диоксидом кремния, используемого в качестве окислителя.

Диоксид кремния в данном случае используется в неактивированном состоянии. Смеси готовились при стехиометрическом соотношении компонентов: (Al 37,5% + SiO₂ 62,5%) и (Mg 44% + SiO₂ 56%). После МХО алюминия с графитом и введением полученного порошка соответственно в количестве 37,5% и 44% в шихту с кварцем наблюдается значительное снижение индукционного периода зажигания, повышение скорости и температуры на всех стадиях процесса горения по сравнению с неактивированным горючим (рисунок 6 а). Для смеси кварца с композитом (Mg/C) после МХО также снижается индукционный период зажигания и повышается температура и продолжительность горения смесей с SiO₂, но проявляется это менее эффективно, чем с алюминием (рисунок 6 б).

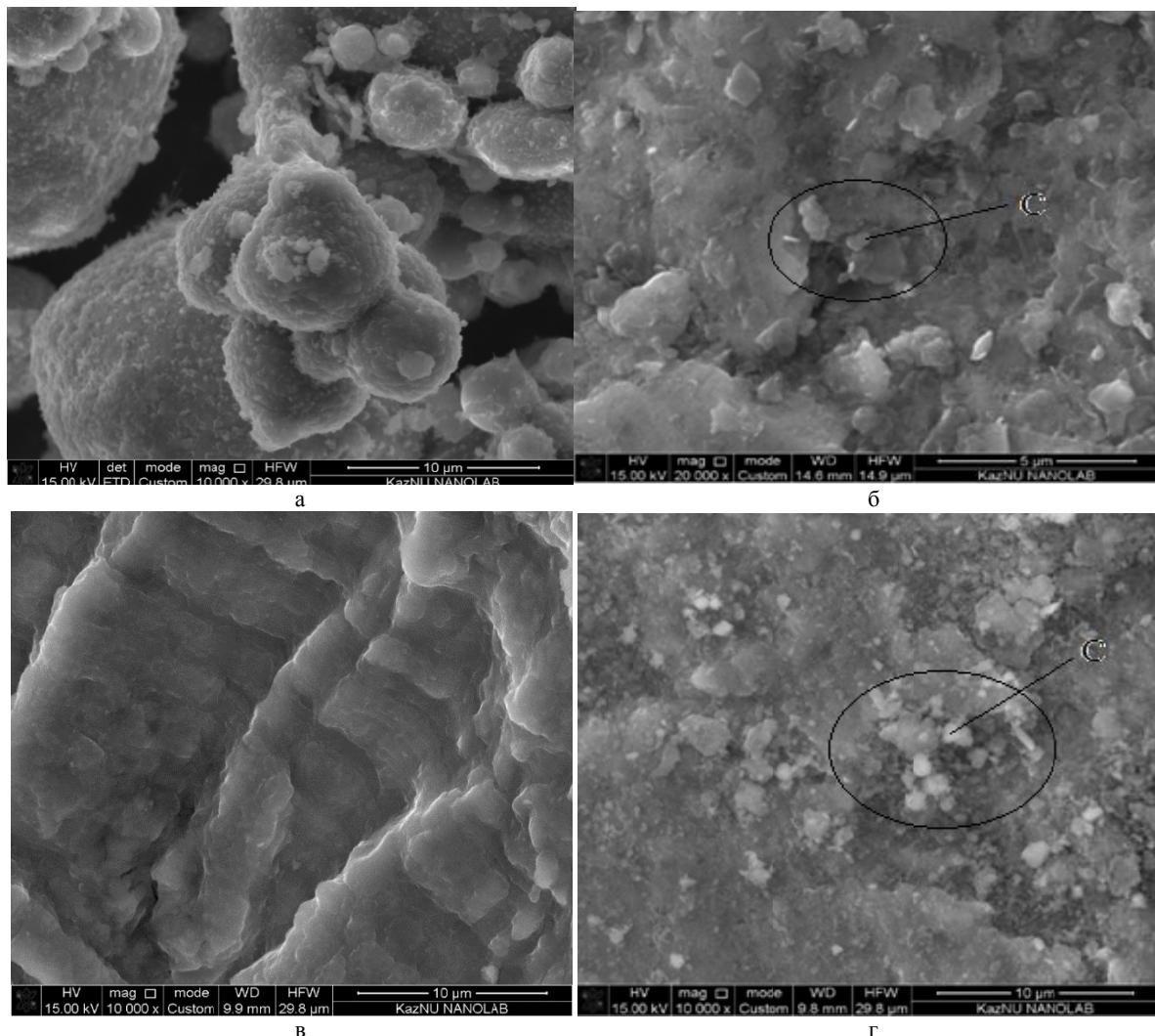


Рисунок 5 - Электронно-микроскопические снимки частиц алюминия и магния в исходном состоянии (а, в) и в композите (Al80%+C 20 %) и(Mg 80%+C20%) после 20 минут MXO (б, г)

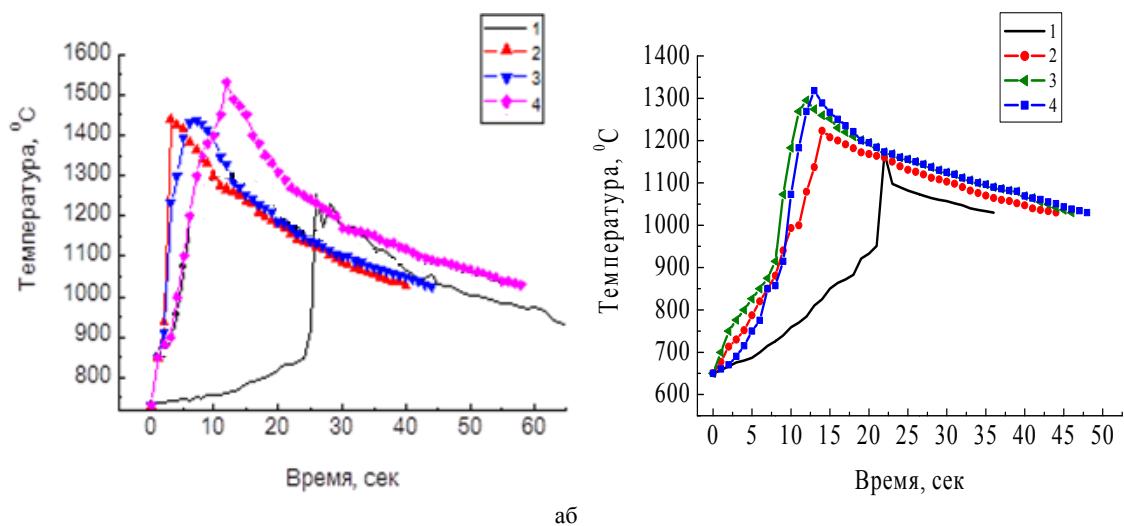


Рисунок 6 - Термограммы горения систем ($\text{SiO}_2 + \text{Me}$) с алюминием и магнием в исходном состоянии и после 20 минут MXO с разным количеством графита: а - $\text{SiO}_2 + (\text{Al}/\text{C})$, б - $\text{SiO}_2 + (\text{Mg}/\text{C})$; 1 - Мeisx; 2 - 5%; 3 - 10%; 4 - 20% C

В таблице 2 приведены показатели основных характеристики процесса горения и прочность синтезированных образцов. Из таблицы 2 следует, что максимальную температуру горения имеет состав

$[(Al+C 20\%)_{MxO} 37,5\%+SiO_2]$, но прочность его существенно снижается по сравнению с образцом без углерода. С введением углерода в состав и с увеличением его количества при МХО алюминия прочность синтезированного СВС-образца снижается. Это связано с выделением газообразных продуктов, количество которых повышается с увеличением содержания углерода в составе смеси, что приводит к формированию пористой структуры образца (рисунок 7а). Максимальная скорость горения (118,2 град/сек) при СВ-синтезе была установлена для системы $[(Al+C5\%)_{MxO} + SiO_2]$.

Таблица 2 - Показатели максимальной температуры, скорости горения смесей SiO_2 смодифицированным алюминием и магнием и прочностные характеристики синтезированных образцов

| Состав модифицированного горючего на основе алюминия | Tmax, 0C | Скорость горения, град/сек | σ , МПа |
|------------------------------------------------------|----------|----------------------------|----------------|
| Al исх + (SiO_2) | 1319 | 19,16 | 37,6 |
| Al + 5 % C | 1441 | 118,2 | 8,36 |
| Al + 10 % C | 1436 | 83,7 | 12,54 |
| Al + 20 % C | 1532 | 56,8 | 2,11 |
| Mg исх + (SiO_2) | 1170 | 23,6 | 50 |
| Mg+5%C | 1295 | 40,9 | 5,8 |
| Mg+10%C | 1318 | 58,6 | 1 |
| Mg+20%C | 1223 | 51,4 | 1 |

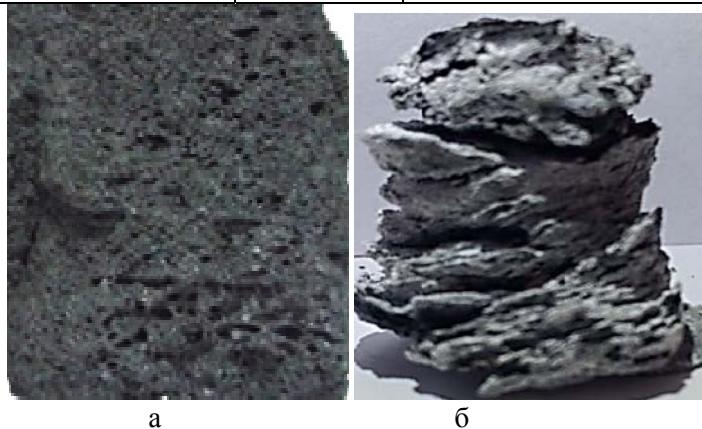


Рисунок 7 - Излом и внешний вид СВС-образцов, полученных смодифицированным при МХО алюминием (а) и магнием (б) при содержании 20% С

Это возможно связано с оптимальным соотношением размера частиц составляющих компонентов смеси, и соответственно с повышением плотности упаковки, которая обеспечивает плотность контакта между окислителем и горючим.

В образцах, полученных сгорючим, в виде алюминия, модифицированного углеродом, формируется мелкопористая структура с плотными перегородками. Этот факт свидетельствует о перспективности использования таких материалов для получения теплоизоляционных систем.

Продукты технологического горения образцов, горючим компонентом которых является композит (Mg/C), имеют низкий показатель прочностных характеристик из-за пористой, рыхлой структуры образцов (рисунок 7б). Это обусловлено тем, что горение протекает послойно и в большом количестве образуются газообразные продукты синтеза.

Заключение. Таким образом, МХО алюминия и магния с графитом способствует изменению морфологии и структуры частиц при формировании композитов (Me/C), изменению размера частиц алюминия и магния и модификации поверхности органической добавкой (графит). Применение механической обработки приводит к уменьшению размеров частиц порошков металлов и как следствие увеличению удельной поверхности частиц металлов с накоплением дефектов в кристаллической решетке. В процессе измельчения поверхность частиц постоянно

находится в возбужденном высокоактивном состоянии, а присутствие при МХО металлических частиц органических добавок обеспечивает формирование органического покрытия на поверхности частиц.

Результатами горения смесей, в которых в качестве горючего компонента использовался алюминий и магний после МХО в присутствии графита, показана эффективность этого метода для повышения термо-кинетических характеристик процесса горения, а также определены условия подготовки горючего материала и проведения процесса горения, при которых возможно образование в большом объеме газообразных продуктов синтеза. Последний факт имеет важное значение при использовании полученных наноструктурированных композитов Me/C в составе горючих систем, предназначенных, например, для газогенераторов или для вспучивания и получения пористых систем определенного назначения. Такие композиции, как правило, представляют собой гетерогенные конденсированные системы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аликин В.Н., Вахрушев А.В., Голубчиков В.Б., Ермилов А.С., Липанов А.М., Серебренников С.Ю. (2010) Твердые топлива реактивных двигателей. Том. IV. Топлива. Заряды. Двигатели. Машиностроение, Москва.
- [2] Похиль Л.Ф., Беляев А.Ф., Фролов Ю.В. (1972) Горение порошкообразных металлов в активных средах. Наука, Москва.
- [3] Шейндлин А.Е., Школьников Е.И., Пармузина А.В., Тарасова С.А., Янушко С.А., Григоренко А.В. (2008) Микрогенераторы водорода на основе окисления алюминия водой для портативных источников тока. Известия РАН. Энергетика. <http://naukarus.com/mikrogeneratory-vodoroda-na-osnove-okisleniya-alyuminiya-vodoy-dlya-portativnyh-istochnikov-toka>.
- [4] Паушкин Я.М. (1978) Жидкие и твердые ракетные топлива. Наука, Москва.
- [5] Архипов Н.А., Коротких А.Г., Кузнецов Н.Т., Савельева Л.А. (2004) Влияние дисперсности добавок металлов на скорость горения смесевых композиций. Химическая физика. <http://naukarus.com/vliyanie-dispersnosti-dobavok-metallov-na-skorost-goreniya-smesevykh-kompozitsiy>
- [6] Де Лука Л.Т., Галфетти Л., Северини Ф., Меда Л., Марра Ж., Ворожцов А.Б., Седой В.С., Бабук В.А. (2005) Горение смесевых твердых топлив с наноразмерным алюминием. Физика горения и взрыва. http://www.sibran.ru/journals/issue.php?ID=120231&ARTICLE_ID=125699.
- [7] DeLuca L.T., Galfetti L., Colombo G., Maggi F., Bandera A., Babuk V.A., Sinditskii V.P. (2010) Microstructure effects in aluminized solid rocket propellants. J. Propuls. Power. DOI: 10.2514/1.45262.
- [8] Kwon Y. S., Gromov A.A., Strokova J.I. (2007) Passivation of the surface of aluminum nanopowders by protective coatings of the different chemical origin. Appl. Surf. Sci.. DOI: 10.1016/j.apsusc.2006.12.124.
- [9] Стрелецкий А.Н., Колбанев К.В., Борунова А.Б., Леонов А.В., Бутягин П.Ю. (2004) Механическая активация алюминия. 1. Совместное измельчение алюминия и графита. Коллоидный журнал. <http://elibrary.ru/item.asp?id=17596348>
- [10] Стрелецкий А.Н., Повстугар И.В., Борунов А.Б., Ломаев С.Ф., Бутягин П.Ю. (2006) Механохимическая активация алюминия. 4: Кинетика механохимического синтеза карбида алюминия. Коллоидный журнал. <http://elibrary.ru/item.asp?id=9292992>.
- [11] Стрелецкий А.Н., Колбанев И.В., Теселкин В.А., Леонов А.В., Мудрецова С.Н., Сивак М.В., Долгобородов А.Ю. (2015) Дефектная структура, пластические свойства и реакционная способность механически активированного магния. Химическая физика. DOI: 10.7868/S0207401X15020089.
- [12] Koch C.C., and Whittenberger J. D. (1996) Mechanical Milling / Alloying of Intermetallics. *Intermetallics*.
- [13] Zhu H., Dong K., Huang, J., Li J., Wang G., Xie Z. Reaction mechanism and mechanical properties of an aluminum-based composite fabricated in-situ from Al-SiO₂ system // Mater. Chem. Phys. 2014. Vol. 145. No. 3. P. 334-341. DOI 10.1016/j.matchemphys.2014.02.020
- [14] Ketegenov T.A., Urakaev F.Kh. Combustion of Mechanically Activated Quartz-Aluminum Mixtures // International Journal of Self-Propagating High-Temperature Synthesis. 2010. Vol. 19. No. 2. P. 133-140. DOI 10.3103/S1061386210020093
- [15] Avvakumov E., Senna M., Kosova N. (2001) Soft Mechanochemical Synthesis: A Basics for New Chemical Technologies. Boston; Dordrecht; London: Kluwer Acad. Publ.
- [16] Yang H., McCormick P. G. (1998) Mechanically activated reduction of nickel oxide with graphite. Metallurgical and Materials Transactions B. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11663-998-0123-x>
- [17] Моя Н.Н., Садыков Б.С., Бакара А.Е., Мансуров З.А. (2015) Особенности горения энергетических конденсированных систем смеханоактивированными металлизированными композитами. 7-я Международная конференция Space'2015 «Космический вызов XXI века».

[18] Sadykov B., Sabayev Zh., Bakkara A., Deluca L., Mofa N., Mansurov Z. (2015) SH-synthesis of aluminosilicate ceramics: mechanochemical activation and regularities of combustion. Scientific Research Abstracts Applied Mineralogy & Advanced Materials. – AMAM.

[19] Садыков Б.С., Мофа Н.Н., Сабаев Ж.Ж., Галфетти Л., Мансуров З.А. (2016) Механохимическая активация системна основе алюминия, влияние режимов обработкина развитие твердофазного горения и формирование продуктов синтеза. Промышленность Казахстана. http://cmgr.kz/images/stories/PK/2016/98/Prom98_1.pdf.

[20] Ершов Д.В. (2008) Механохимическая активация углеродных материалов в аппарате с вихревым слоем. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. <https://rucont.ru/efd/266091>.

**Н.Н. Мофа, Б.С. Садыков, А.Е. Баккара,
Н.Г. Приходько, Б.Т. Лесбаев, З.А. Мансуров**

Жану проблемалар институты, Алматы, Қазақстан
әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан

АЛЮМИНИЙ ЖӘНЕ МАГНИЙ БӨЛШЕКТЕРІНІң БЕТТЕРІН МЕХАНОХИМИЯЛЫҚ ӨҢДЕУ РЕЖИМІНДЕ МОДИФИЦИРЛЕУ – ЖЫЛУСЫЙЫМДЫ КОМПОЗИТТЕР АЛУ ТӘСІЛІ

Аннотация. Мақалада металл ұнтақтарын(алюминий РА-4 маркасы және магний MPF-3 маркасы) беттік белсенді зат ретінде графит көмегімен, ұнтақ дисперстілігін арттыру және бөлшек беттік қабатын модифицирлеу мақсатында динамикалық диірменде механохимиялық өңдеу жұмыстарының нәтижелері келтірілген. Металдарды графитпен механохимиялық өңдеу металл бөлшектерінің құрылымы және қасиеттерінің өзгеруіне, белсенді металл мөлшерінің жоғарылауына және дисперстелінетін бөлшектер бетінде органикалық жабындылардың пайда болуына ақеледі. Алынған металл және графит бөлшектері физика-химиялық талдау әдістері, «Малверн 3600E» құрылғысы көмегімен жүргізілетін, бөлшек өлшемдерінің таралуын гранулометриялық әдіс көмегімен зеттеулер жүргізілді. Термитті жүйелердің технологиялық жану үдерісіне металл ұнтақтарын механохимиялық өңдеудің әсері зерттелінді. Зерттеу нәтижелері механохимиялық өңдеуден кейін металл ұнтақтарының бөлшектерінің өлшемдері төмендей, сәйкесінше кристаллитті торда ақаулар жиналып, меншікті беттік көлемі жоғарылайтындығын көрсетті. Механохимиялық өңдеу үдерістері кезінде Me/C композит құрамында графиттің массалық үлесіне байланысты кристаллиттер өлшемі өзгеретіндігі анықталды. Алюминий және магний бөлшектерін графитпен механохимиялық өңдеуден кейін жанғыш зат ретінде қолдану жану үдерістерінің термо-кинетикалық сипаттамаларының жоғарылауына алып келетіндігі көрсетілді.

Түйін сөздер: механохимиялық өңдеу, алюминий, магний, модифицирлеу, каттыфазалы жану.

МАЗМУНЫ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Байжуманова Т.С., Тунгатарова С.А., Ксандолуло Г., Жексенбаева З.Т., Сарсенова Р., Касымхан К., Кауменова Г., Айдарова А.О., Ержанов А.</i> Полиоксидті катализаторларда C ₃ -C ₄ коспасының каталитикалық тотығуы (ағылшын тілінде)..... | 6 |
| <i>Калмаханова М.С., Масалимова Б.К., Тейшера Х.Г., Диас Туеста Ж.Л., Цой И.Г., Айдарова А.О.</i> 4-нитрофенолды асқынтотықпен тотықтыру үшін бағаналы сазбалшықтар негізіндегі цирконий катализаторларын алу (ағылшын тілінде)..... | 14 |
| <i>Нұрлабекова А.К., Яңг Е., Дюсебаева М.А., Абшов Ж.А., Жеңіс Ж.</i> <i>Ligularia Narynensis</i> химиялық құрамын зерттеу (ағылшын тілінде)..... | 22 |
| <i>Умирбекова Ж.Т., Атчабарова А.А., Кишибаев К.К., Токпаев Р.Р., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А., Ергешев А.Р., Гостева А.Н.</i> ҚР-ның энергетикалық шикізаты негізінде көміртекті материалдарды алу және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу (ағылшын тілінде)..... | 30 |
| <i>Адильбекова А.О., Омарова Қ.И., Абдрахманова Ш.</i> Модельді мұнай эмульсияларына ионды емес баз ТВИН-20 және ТВИН-80-нің деэмульсиялау әсері (ағылшын тілінде)..... | 36 |
| <i>Баешов А., Баешова А.К., Абдувалиева У.А.</i> Электрорафинациялау кезінде мыс ұнтақтарының түзілүне купроиндардың әсері (ағылшын тілінде)..... | 43 |
| <i>Амерханова Ш.К., Жұрынов М.Ж., Шляпов Р.М., Уәли А.С.</i> Негізгі флотацияда мыс-корғасынды кенді натрий олеатымен ұжымды-танцамалы байту туімділігінің анализі (ағылшын тілінде)..... | 51 |
| <i>Амерханова Ш.К., Жұрынов М.Ж., Шляпов Р.М., Уәли А.С.</i> Натрий тиосульфаты негізіндегі композиттердің жылуды шоғырландыру термодинамикасына натрий селенаты мен теллуратының әсерін бағалау (ағылшын тілінде)..... | 58 |
| <i>Закарина Н.А., Дағелханұлы О., Корнаухова Н.А.</i> Түрлendірілген тағандақ монтмориллонитке қондырылған цеолитқұрамды Pt-катализаторлардың изомерлеуші белсенділігіне көлемдік жылдамдық пен температуралың әсері (ағылшын тілінде)..... | 64 |
| <i>Мофа Н.Н., Садыков Б.С., Бакара А.Е., Приходько Н.Г., Лесбаев Б.Т., Мансуров З.А.</i> Алюминий және магний бөлшектерінің беттерін механохимиялық өндіреу режимінде модифицирлеу – жылусыыймды композиттер алу тәсілі (ағылшын тілінде)..... | 71 |
| <i>Буканова А.С., Қайрлиева Ф.Б., Сақипова Л.Б., Панченко О.Ю., Қарабасова Н.А., Насиров Р.Н. Д.И.</i> Менделеевтің периодтық жүйесіндегі IV периодының байланыстыруышы d-элементтері (ағылшын тілінде)..... | 80 |
| <i>Нұркенов О.А., Ибраев М.К., Фазылов С.Д., Такибаева А.Т., Кулаков И.В., Туктыбаева А.Е.</i> Халкондар – биологиялық белсенді заттар синтезіндегі синтондар (ағылшын тілінде)..... | 85 |
| <i>Жанымханова П.Ж., Габдуллин Е.М., Тұрмұхамбетов А.Ж., Әдекенов С.М.</i> <i>Aconitum L.</i> туыстас өсімдіктердің алкалоидты түрлері (ағылшын тілінде)..... | 99 |
| <i>Калиманова Д.Ж., Калимукашева А.Д., Галимова Н.Ж.</i> Каспийдің солтүстік-шығыс бөлігінің геохимиялық зерттеулерінің нәтижелері (жайык өзені су тубі шөгінділеріндегі мұнай өнімдері)..... | 110 |
| <i>Жанмолдаева Ж.К., Қадірбаева А.А., Сейтмагзимова Г.М., Алтыбаев Ж.М., Шапалов Ш.К.</i> Қос суперфосат негізінде органоминералды тыңайтқышты дайындау әдісі бойынша | 115 |
| <i>Туребекова Г.З., Шапалов Ш.К., Алтамысова Г.Б., Исаев Ф.И., Бимбетова Г.Ж., Керімбаева К., Бостанова А.М., Есеналиев А.Е.</i> Мұнай өндіреу мен мұнай өндіреу калдықтарын шиналық резиналар өндірісінде ұтымды пайдалану мүмкіндігі | 120 |
| * * * | |
| <i>Адильбекова А.О., Омарова Қ.И., Абдрахманова Ш.</i> Модельді мұнай эмульсияларына ионды емес баз ТВИН-20 және ТВИН-80-нің деэмульсиялау әсері (орыс тілінде)..... | 125 |
| <i>Баешов А., Баешова А.К., Абдувалиева У.А.</i> Электрорафинациялау кезінде мыс ұнтақтарының түзілүне купроиндардың әсері (қазақ тілінде)..... | 132 |
| <i>Мофа Н.Н., Садыков Б.С., Бакара А.Е., Приходько Н.Г., Лесбаев Б.Т., Мансуров З.А.</i> Алюминий және магний бөлшектерінің беттерін механохимиялық өндіреу режимінде модифицирлеу – жылусыыймды композиттер алу тәсілі (орыс тілінде)..... | 140 |
| <i>Буканова А.С., Қайрлиева Ф.Б., Сақипова Л.Б., Панченко О.Ю., Қарабасова Н.А., Насиров Р.Н. Д.И.</i> Менделеевтің периодтық жүйесіндегі IV периодының байланыстыруышы d-элементтері (орыс тілінде)..... | 150 |
| <i>Нұркенов О.А., Ибраев М.К., Фазылов С.Д., Такибаева А.Т., Кулаков И.В., Туктыбаева А.Е.</i> Халкондар – биологиялық белсенді заттар синтезіндегі синтондар (қазақ тілінде)..... | 155 |
| <i>Жанымханова П.Ж., Габдуллин Е.М., Тұрмұхамбетов А.Ж., Әдекенов С.М.</i> <i>Aconitum L.</i> туыстас өсімдіктердің алкалоидты түрлері (орыс тілінде)..... | 170 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Байжуманова Т.С., Тунгатарова С.А., Ксандопуло Г., Жексенбаева З.Т., Сарсенова Р., Касымхан К., Кауменова Г., Айдарова А.О., Ержанов А.</i> Каталитическое окисление C ₃ -C ₄ смеси на полиоксидных катализаторах (на английском языке)..... | 6 |
| <i>Калмаханова М.С., Масалимова Б.К., Тейшера Х.Г., Диас Туеста Ж.Л., Цой И.Г., Айдарова А.О.</i> Получение циркониевых катализаторов на основе столбчатых глин для пероксидного окисления 4-нитрофенола (на английском языке)..... | 14 |
| <i>Нурлыбекова А.К., Яңғ Е., Дюсебаева М.А., Абилов Ж.А., Женис Ж.</i> Исследование химического состава <i>Ligularia Narynensis</i> (на английском языке)..... | 22 |
| <i>Умирбекова Ж.Т., Атчабарова А.А., Кишибаев К.К., Токпаев Р.Р., Нечипуренко С.В., Ефремов С.А., Ергешев А.Р., Гостева А.Н.</i> Получение и исследование физико-химических свойств углеродных материалов на основе энергетического сырья РК (на английском языке)..... | 30 |
| <i>Адильбекова А.О., Омарова К.И., Абдрахманова Ш.</i> Деэмульгирующее действие неионных ПАВ ТВИН-20 и ТВИН-80 на модельные нефтяные эмульсии (на английском языке)..... | 36 |
| <i>Баешов А., Баешова А.К., Абдувалиева У.А.</i> Влияние купроионов на образование медных порошков при электрографинировании меди (на английском языке)..... | 43 |
| <i>Амерханова Ш.К., Журинов М.Ж., Шляпов Р. М., Уали А.С.</i> Анализ эффективности коллективно-селективного обогащения медно-свинцовой руды олеатом натрия в основной флотации (на английском языке)..... | 51 |
| <i>Амерханова Ш.К., Журинов М.Ж., Шляпов Р. М., Уали А.С.</i> Оценка влияния селената и теллурата натрия на термодинамику аккумулирования тепла композитами на основе тиосульфата натрия (на английском языке)..... | 58 |
| <i>Закарина Н.А., Дағелханұлы О., Корнаухова Н.А.</i> Влияние объемной скорости и температуры на изомеризующую активность цеолитсодержащих Pd-катализаторов, нанесенных на модифицированный Таганский монтмориллонит (на английском языке)..... | 64 |
| <i>Мофа Н.Н., Садыков Б.С., Бакара А.Е., Приходько Н.Г., Лесбаев Б.Т., Мансуров З.А.</i> Модифицирование поверхности частиц алюминия и магния в режиме механохимической обработки – способ получения энергоемких композиций (на английском языке)..... | 71 |
| <i>Буканова А.С., Кайриева Ф.Б., Сакипова Л.Б., Панченко О.Ю., Карабасова Н.А., Насиров Р.Н.</i> Связывающие d-элементы I-VIII группы 4-го периода периодической системы Д.И. Менделеева (на английском языке) | 80 |
| <i>Нуркенов О.А., Ибраев М.К., Фазылов С.Д., Кулаков И.В., Такибаева А.Т., Туктыбаева А.Е.</i> Халконы – синтоны в синтезе биологически активных веществ (на английском языке) | 85 |
| <i>Жанымханова П.Ж., Габдуллин Е.М., Турмухамбетов А.Ж., Адекенов С.М.</i> Алкалоидоносные виды рода <i>Aconitum</i> L. (на английском языке) | 99 |
| <i>Калиманова Д.Ж., Калимукашева А.Д., Галимова Н.Ж.</i> Результаты геохимических исследований северо-восточной части Каспия (нефтепродукты в донных отложениях в реки Урал)..... | 110 |
| <i>Джсанмолдаева Ж.К., Кадирбаева А.А., Сейтмагзимова Г.М., Алтыбаев Ж.М., Шапалов Ш.К.</i> По методу изготовления органоминерального удобрения на основе двойного суперфосфата..... | 115 |
| <i>Туребекова Г.З., Шапалов Ш.К., Алтамысова Г.Б., Исаев Г.И., Бимбетова Г.Ж., Керимбаева К., Бостанова А.М., Есеналиев А.Е.</i> Возможности рационального использования отходов нефтедобычи и нефтепереработки в производстве шинных резин..... | 120 |
| * * * | |
| <i>Адильбекова А.О., Омарова К.И., Абдрахманова Ш.</i> Деэмульгирующее действие неионных ПАВ ТВИН-20 и ТВИН-80 на модельные нефтяные эмульсии (на русском языке)..... | 125 |
| <i>Баешов А., Баешова А.К., Абдувалиева У.А.</i> Влияние купроионов на образование медных порошков при электрографинировании меди (на казахском языке)..... | 132 |
| <i>Мофа Н.Н., Садыков Б.С., Бакара А.Е., Приходько Н.Г., Лесбаев Б.Т., Мансуров З.А.</i> Модифицирование поверхности частиц алюминия и магния в режиме механохимической обработки – способ получения энергоемких композиций (на русском языке) | 140 |
| <i>Буканова А.С., Кайриева Ф.Б., Сакипова Л.Б., Панченко О.Ю., Карабасова Н.А., Насиров Р.Н.</i> Связывающие d-элементы I-VIII группы 4-го периода периодической системы Д.И. Менделеева (на русском языке) | 150 |
| <i>Нуркенов О.А., Ибраев М.К., Фазылов С.Д., Кулаков И.В., Такибаева А.Т., Туктыбаева А.Е.</i> Халконы – синтоны в синтезе биологически активных веществ (на казахском языке) | 155 |
| <i>Жанымханова П.Ж., Габдуллин Е.М., Турмухамбетов А.Ж., Адекенов С.М.</i> Алкалоидоносные виды рода <i>Aconitum</i> L. (на русском языке) | 170 |

CONTENTS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Baizhumanova T.S., Tungatarova S.A., Xanthopoulou G., Zheksenbaeva Z.T., Sarsenova R., Kassymkan K., Kaumenova G., Aidarova A.O., Erzhanov A.</i> Catalytic oxidation of a C ₃ -C ₄ Mixture on polyoxide catalysts (in English)..... | 6 |
| <i>Kalmakhanova M.S., Massalimova B.K., Teixeira H.G., Diaz de Tuesta J.L., Tsot I.G., Aidarova A.O.</i> Obtaining of zirconium catalysts based on pillared clays for peroxide oxidation of 4-nitrophenol (in English)..... | 14 |
| <i>Nurlybekova A.K., Yang Ye., Dyusebaeva M.A., Abilov Zh. A., Jenis J.</i> Investigation of chemical constituents of <i>Ligularia Narynensis</i> (in English)..... | 22 |
| <i>Umirbekova Zh.T., Atchabarova A.A., Kishibayev K.K., Tokpayev R.R., Nechipurenko S.V., Efremov S.A., Yergeshev A.R., Gosteva A.N.</i> The obtaining and investigation of physical and chemical properties of carbon materials based on power-generating raw materials RK (in English)..... | 30 |
| <i>Adilbekova A.O., Omarova K.I., Abdurakhmanova Sh.</i> Demulsification effect of non-ionic surfactants Tween-20, Tween-80 on model water-in-oil emulsions (in English)..... | 36 |
| <i>Bayeshov A., Bayeshova A.K., Abdulyalyeva U.A.</i> Influence of cuproions on copper powders formation in electrorefining of copper (in English)..... | 43 |
| <i>Amerkhanova Sh.K., Zhurinov M.Zh., Shlyapov R. M., Uali A.S.</i> Analysis of efficiency of collective-selective copper-lead ore enrichment by sodium oleate in the main flotation (in English)..... | 51 |
| <i>Amerkhanova Sh.K., Zhurinov M.Zh., Shlyapov R. M., Uali A.S.</i> Evaluation of the sodium selenite and tellurate to the thermodynamics of heat accumulation by composites based on sodium thiosulphate (in English)..... | 58 |
| <i>Zakarina N.A., Dolelkhanuly O., Kornaukhova N.A.</i> Influence of space velocity and temperature on the isomerizing activity of zeolite-containing Pd-catalysts deposited on the pillared Tagan montmorillonite (in English)..... | 64 |
| <i>Mofa N.N., Sadykov B.S., Bakkara A.E., Prikhodko N.G., Lesbayev B.T., Mansurov Z.A.</i> Modification of the surface of aluminum and magnesium particles under the conditions of mechanochemical treatment as a method of obtaining energy-intensive compositions (in English)..... | 71 |
| <i>Bukanova A.S., Kairlieva F.B., Sakipova L.B., Panchenko O.Y., Karabasova N.A., Nasirov R.N.</i> Binding d-elements of group VIII of the 4 th period of the periodic system (in English) | 80 |
| <i>Nurkenov O.A., Ibrayev M.K., Fazylov S.D., Takibayeva A.T., Kulakov I.V., Tuktybayeva A.E.</i> Chalcones-synthons in synthesizing biologically active matters (in English)..... | 85 |
| <i>Zhanymkhanova P.Zh., Gabdullin E.M., Turmukhambetov A.Zh., Adekenov S.M.</i> Alkaloid-bearing species of the genus <i>Aconitum</i> L. (in English)..... | 99 |
| <i>Kalimanova D.Zh., Kalimukasheva A.D., Galimova N.Zh.</i> Results of geochemical investigations of the north-eastern part of caspian (oil products in the donal deposits in the ural river)..... | 110 |
| <i>Dzhanmuldaeva Zh. K., Kadirlieva A.A., Seitmagzimova G.M., Altybayev Zh.M., Shapalov Sh.K.</i> On the method of manufacture of organomineral fertilizer based on double superphosphate..... | 115 |
| <i>Turebekova G.Z., Shapalov Sh.K., Alpamyssova G.B., Issayev G. I., Bimbetova G.Zh., Kerimbayeva K., Bostanova A.M., Yessenaliyev A.E.</i> The opportunities of the rational use of the waste of oil production and oil refining in the manufacture of tire rubber..... | 120 |
| * * * | |
| <i>Adilbekova A.O., Omarova K.I., Abdurakhmanova Sh.</i> Demulsification effect of non-ionic surfactants Tween-20, Tween-80 on model water-in-oil emulsions (in Russian)..... | 125 |
| <i>Bayeshov A., Bayeshova A.K., Abdulyalyeva U.A.</i> Influence of cuproions on copper powders formation in electrorefining of copper (in Kazakh)..... | 132 |
| <i>Mofa N.N., Sadykov B.S., Bakkara A.E., Prikhodko N.G., Lesbayev B.T., Mansurov Z.A.</i> Modification of the surface of aluminum and magnesium particles under the conditions of mechanochemical treatment as a method of obtaining energy-intensive compositions (in English)..... | 140 |
| <i>Bukanova A.S., Kairlieva F.B., Sakipova L.B., Panchenko O.Y., Karabasova N.A., Nasirov R.N.</i> Binding d-elements of group VIII of the 4 th period of the periodic system (in Russian)..... | 150 |
| <i>Nurkenov O.A., Ibrayev M.K., Fazylov S.D., Takibayeva A.T., Kulakov I.V., Tuktybayeva A.E.</i> Chalcones-synthons in synthesizing biologically active matters (in Kazakh)..... | 155 |
| <i>Zhanymkhanova P.Zh., Gabdullin E.M., Turmukhambetov A.Zh., Adekenov S.M.</i> Alkaloid-bearing species of the genus <i>Aconitum</i> L. (in Russian)..... | 170 |

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации
в журнале смотреть на сайте:

www:nauka-nanrk.kz

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

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

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

Подписано в печать 04.08.2018.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11,5 пл. Тираж 300. Заказ 4.

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