

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

2 (54)

АПРЕЛЬ – ИЮНЬ 2016 г.
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2016

Основатель и главный редактор
академик НАН РК
Е. Е. ЕРГОЖИН

Редакционная коллегия:

К.Д.Пралиев, академик НАН РК, заместитель главного редактора, **У.Ж.Джусипбеков**,
член-корреспондент НАН РК, профессор, заместитель главного редактора

Члены редколлегии:

академик НАН РК **М.Ж.Журинов**, академик НАН РК **З.М.Мулдахметов**, член-
корреспондент РАН **Е.Ф.Панарин**, член-корреспондент НАН РК **И.К.Бейсембетов**,
академик НАН Кыргызской Республики **К.С.Сулайманкулов**, академик АН
Республики Таджикистан **Д.Х.Халиков**, академик АН Республики Узбекистан
М.А.Аскарров, академик АН Республики Узбекистан **С.Т.Тухтаев**, Research Director,
Institute of Drug Discovery, Hebrew University, Jerusalem, Israel, professor
V.M. Dembitsky, Director of Dicle University Graduate School of Natural and Applied
Sciences, Turkey, professor **Н. Temel**, доктор химических наук, профессор **Б.С.Закиров**,
доктор химических наук, профессор **Г.А.Мун**, доктор химических наук, профессор
К.Б.Ержанов, доктор технических наук, профессор **Д.С.Бержанов**, доктор
химических наук, профессор **З.А.Мансуров**, доктор технических наук, профессор
С.У.Усманов

Ответственный секретарь
доктор химических наук, доцент **А.Т.Садырова**

«Химический журнал Казахстана» зарегистрирован Министерством культуры,
информации и общественного согласия Республики Казахстан (свидетельство о
постановке на учет средств массовой информации № 3995-Ж от 25 июня 2003 г.),
Международным центром ISSN в Париже (регистрационный номер ISSN 1813-1107
от 6 августа 2005 г.) и включен в Перечень изданий для публикации основных
результатов научной деятельности, рекомендованный Комитетом по контролю в
сфере образования и науки МОН РК (приказ № 532 от 15 марта 2013 г.).

Адрес редакции:

050010, г. Алматы, ул. Ш. Уалиханова, 106,
АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова».
Fax: 8-727-291-24-64. E-mail: ics_rk@mail.ru

© АО «Институт химических наук
им. А. Б. Бектурова», 2016

Подписной индекс 75241 в Каталоге газет и журналов АО «Казпочта» или в
дополнении к нему.

УДК 544.46:665.75:662.7

А. А. АЙТКАЛИЕВА, А. Ж. СЕЙДУАЛИЕВА, Р. Г. АБДУЛКАРИМОВА

Казахский национальный университет им. аль-Фараби. Алматы, Казахстан.

E-mail: aida_aitkaliyeva@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ZrB_2 - Al_2O_3 МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

Аннотация. Рассмотрена возможность и целесообразность применения минеральных веществ в качестве реагентов для получения композиционных материалов, устойчивых к высоким температурам. Проведен термодинамический анализ и приведены результаты термодинамических расчетов адиабатической температуры горения и состава продуктов горения в системе $ZrSiO_4 + B_2O_3$ (39 масс.% в руде) + C + Al. Целью проведенного исследования является получение композиционных материалов в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, содержащих соединения с высокой температурой плавления, таких как ZrB_2 и Al_2O_3 . Теоретические расчеты были проверены на практике в ходе проведения соответствующих экспериментов. Так же проверено влияние предварительной механо-химической активации на температуру горения образцов. В продуктах СВ-синтеза методом рентгено-фазового анализа обнаружены фазы диборида, дисилицида циркония и оксида алюминия. Определен оптимальный состав шихты для получения максимального количества целевых продуктов.

Ключевые слова: композиционные материалы, диборид циркония, оксид алюминия, самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), механохимическая активация.

Композиционные материалы представляют практический интерес для различных отраслей промышленности, в том числе в производстве огнеупоров. Поэтому поиск новых методов получения, а также усовершенствование существующих технологий является приоритетным направлением научных исследований.

Оксид алюминия благодаря ряду физико-механических характеристик, таких как: высокие электроизоляционные свойства, механическая прочность, высокая твердость, высокая устойчивость к коррозии и износу, низкая плотность и т.д. широко используется для производства керамических материалов. Но керамические материалы на основе Al_2O_3 , полученные традиционными технологиями, оказываются хрупкими, что является следствием особенностей его кристаллической структуры. Диборид циркония ZrB_2 , как материал, относящийся к классу сверхвысокотемпературной керамики

[[1], [2]], представляет большой интерес в производстве огнеупоров и материалов для высокотемпературных печей, изготовлении защитных чехлов и элементов термопар, нейтронопоглощающих материалов для ядер-

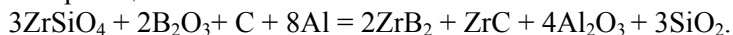
ных реакторов, так как он характеризуется стабильностью термоэлектрических свойств, высоким коэффициентом теплового расширения, высокой устойчивостью к распространению трещин [[3]-5]. Более пластичные кристаллиты оксида циркония придают получаемой керамике сочетание высокой трещиностойкости с высокой твердостью, присущей матрице оксида алюминия [6, 7], который, в свою очередь, обволакивая частицы диборида циркония, предотвращает быстрое окисление [8]. Композиционные материалы на основе $ZrB_2-Al_2O_3$ являются устойчивыми к высоким температурам и агрессивной внешней среде, износостойки, обладают высокими изоляционными свойствами и, что немаловажно, – экологически безопасны [9, 10].

Использование минерального сырья вместо чистых реагентов имеет несколько преимуществ. Во-первых, не проводятся работы по обогащению, очищению минеральных веществ, сокращается количество стадий производства, что ускоряет процесс получения композиционных материалов, во-вторых, это экономически выгодно, так как не требуются дополнительные расходы на подготовительные работы.

Экспериментальная часть

Образцы для проведения самораспространяющегося высокотемпературного синтеза готовили из шихты, в состав которой входят порошок силикат циркония, боратовая руда Индерского месторождения РК (содержание оксида бора (III) – 39%), карбонизованная рисовая шелуха в качестве углерода, алюминий марки ПА-4 (чистота 99%, дисперсность 65 мкм).

Расчет адиабатической температуры и сам процесс самораспространяющегося высокотемпературного синтеза проводили для следующей системы $Zr + B_2O_3 + C + Al$. Реакция в этой системе преимущественно протекает согласно реакции:



Адиабатическую температуру горения и равновесный состав продуктов синтеза для каждого состава отдельно рассчитывали на ПК с помощью программы "Thermo", разработанной в Институте структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН (ИСМАН) в Черноголовке [11].

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез подготовленных образцов проводили в муфельной печи при температуре 850°C [12], инициируя воспламенение магнием. Температуру горения данных образцов измеряли с помощью оптического пирометра. Рентгенофазовый анализ продуктов синтеза осуществляли на дифрактометре «ДРОН-4М» с использованием кобальтового K_α -излучения в интервале $2\theta = 10^\circ-70^\circ$.

Результаты и обсуждение

По результатам расчетов, произведенных с помощью программы "Thermo", были рассчитаны адиабатические температуры горения приведен-

ного состава (рисунок 1) и предполагаемый состав конечных продуктов синтеза (таблица 1).

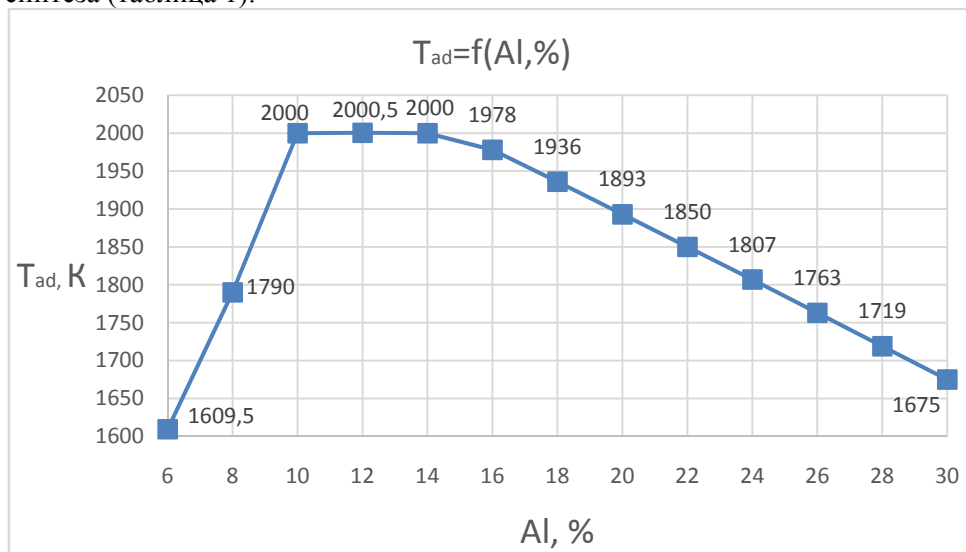


Рисунок 1 – Зависимость адиабатической температуры горения от содержания алюминия в исходной шихте

Таблица 1 – Теоретически рассчитанный состав продуктов горения

Исх. кол-во Al, %	Выход продуктов, %						
	Al	Al ₂ O ₁₃ Si ₂	ZrB ₂	SiC	ZrC	ZrSi	ZrO ₂
8		47,12	29,56	1,7			16,24
14	4,72	52,87	27,51	0,55	10,96	1,66	0,52
20	11,46	50,27	25,75	0,53	10,42	1,58	–
26	18,1	46,5	23,82	0,49	9,64	1,46	–
30	22,52	43,99	22,54	0,46	9,11	1,38	–

Из полученных расчетных данных было предположено, что оптимальный состав шихты должен включать 14% алюминия по массе. Был подготовлен соответствующий состав шихты, однако самораспространяющийся высокотемпературный синтез не прошел. Причиной тому может быть то, что расчеты проводились в предположении идеальности компонентов смеси, адиабатичности процесса и равновесности химических и фазовых превращений (т.е. термодинамические функции энтальпия, энтропия, теплоемкость – не зависели от давления). Поэтому ожидается, что экспериментальная температура гораздо ниже относительно теоретической температуры горения. Кроме того, примеси, входящие в состав боратовой руды, мешают точному определению адиабатической температуры. Так же в расчетах не

учитывается количество теплоты, выделяющееся при взаимном возможном растворении конечных жидкофазных продуктов друг в друге.

Так как в составе боратовой руды помимо оксида бора находятся примеси, они мешают полному восстановлению алюминием циркония из его силиката и бора из его оксида, что так же ингибирует процесс синтеза. Для того, чтобы достичь более полного восстановления циркония и бора было решено увеличить содержание алюминия в исходной шихте, а так же провести предварительную механохимическую активацию шихты. Следует отметить, что образцы, в составе которых было 14 масс.% алюминия, после механохимического активирования воспламенялись и в них проходил СВС. Температуры горения данных образцов приведены на рисунке 2.

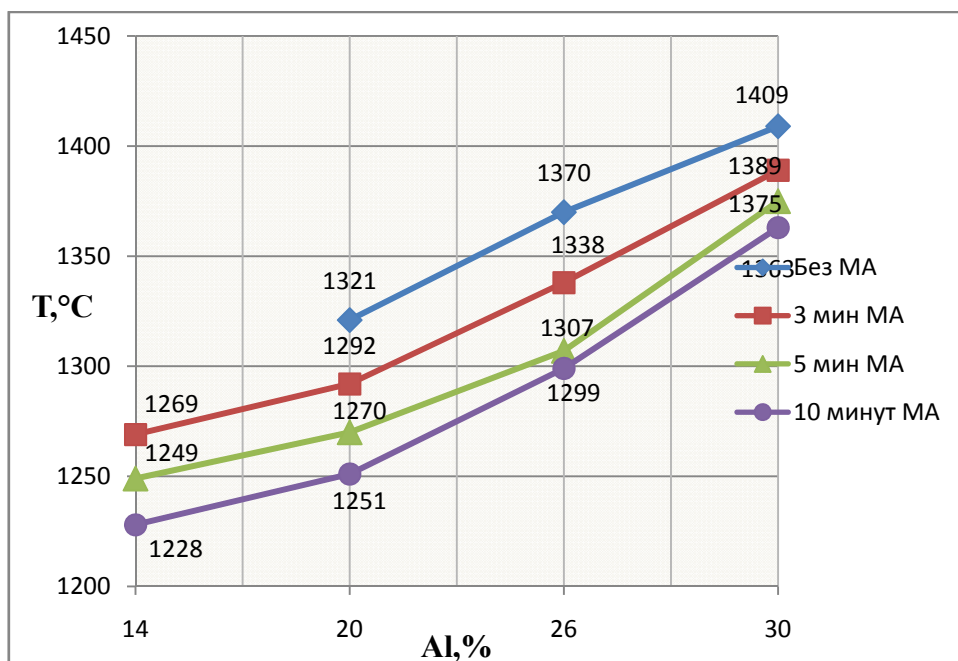


Рисунок 2 – Зависимость температуры горения смесей от содержания Al и времени предварительной механической активации

Был проведен рентгено-фазовый анализ полученных продуктов горения. Как видно из результатов РФА (таблица 2), увеличение количества алюминия приводит к более глубокому восстановлению циркония и бора из их соединений и увеличению выхода целевых продуктов ZrB_2 – Al_2O_3 до 30 и 60,4% соответственно. В отличие от теоретических расчетов состава продуктов горения в составе полученных продуктов не осталось избыточного алюминия, так же не образовалась фаза карбида циркония ZrC . Возможной причиной тому может быть то, что углерод полностью израсходовался в качестве вспомогательного восстановителя. Дальнейшее добавление алю-

миния приводит к его переизбытку в шихте, и он остается неизрасходованным.

Таблица 2 – Продукты CBC системы $ZrSiO_4 + B_2O_3$ (39 масс.% в руде) + C + Al

Состав исходной шихты	Продукты CBC, %						
	Al_2O_3	ZrB_2	$MgAl_2O_4$	SiO_2	Si	$ZrSi_2$	CaS
$ZrSiO_4 + Al + B_2O_3 + C$ (Al 26%)	43,3	26,1	15,9	7,7	4,7	1,3	1,1
$ZrSiO_4 + Al + B_2O_3 + C$ (Al 30%)	60,4	27,4	–	6,7	–	5,5	–
$ZrSiO_4 + Al + B_2O_3 + C$ (Al 36%)	45,3	30,0	–	5,1	5,6	8,4	5,6

Таким образом, в результате исследований показана возможность использования доступных минеральных веществ в качестве реагентов для получения многокомпонентных композиционных материалов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Так же был установлен оптимальный состав шихты в системе $ZrSiO_4 + B_2O_3$ (39 масс.% в руде) + C + Al для СВ-синтеза материалов с наибольшим содержанием тугоплавких составляющих ZrB_2 и корунда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Jalaly M., Bafghi M.Sh., Tamizifar M., Gotor F.J. Formation mechanism of $ZrB_2-Al_2O_3$ nanocomposite powder by mechanically induced self-sustaining reaction // *Journal of Materials Science*. – 2013. – 48:7557–7567.
- [2] Хасанов О.Л., Бикбаева З.Г. Наноструктурная керамика. Порошковые технологии компактирования конструкционных материалов. – Томск, 2009. – 41 с.
- [3] Хасанов О.Л., Шулепов И.А., Полисадова В.В., Качаев А.А., Двилис Э.С., Бикбаева З.Г. Оже-спектроскопия механоактивированных порошков дигборида циркония // *Известия Томского политехнического университета*. – 2011. – Т. 318, № 2. – С. 131-136.
- [4] Song J.G., Wang F. Preparation and sintering behavior of $Al_2O_3-Y_2O_3/ZrB_2$ composite powders // *Journal of Ceramic Processing Research*. – 2011. – Vol. 12, N 5. – P. 602–605.
- [5] Lee Y.B., Park H.C., Oh K.D. Self-propagating high-temperature synthesis of ZrB_2 in the system $ZrO_2-B_2O_3-Fe_2O_3-Al$ // *Journal of materials science letters*. – 2000. – N 19. – P. 469-471.
- [6] Mishra S.K., Das S.K., Pathak L.C. Sintering behaviour of self-propagating high temperature synthesised $ZrB_2-Al_2O_3$ composite powder // *Materials Science and Engineering A*. – 2006. Vol. 426 (1-2). P. 229-234.
- [7] Mishra S.K., Bhople A., Paswan S. Microstructure, hardness, toughness and oxidation resistance of $Al_2O_3-ZrB_2$ composite with different Ti percentages prepared by in-situ SHS dynamic compaction // *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. – 2014. – Vol. 43. – P. 7–12.
- [8] Song J.G., Li J.G., Song J.R., Zhang L.M. Oxidation resistance mechanism of $ZrB_2-Al_2O_3-Y_2O_3$ composite particles // *Surface Review and Letters (SRL)*. – 2007. – Vol. 14, N 5. – P. 945-950.
- [9] Алексенко В.О., Сей В.С. Активированное спекание керамики на основе $Al_2O_3-ZrO_2$ с добавками Al // V Международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием «Высокие технологии в современной науке и технике» (BTCNT – 2014). – 2014. – С. 52-55.
- [10] Yang H.J., Zhao Y.T., Chen G., Zhang S.L., Chen D.B. Preparation and microstructure of in-situ ($ZrB_2 + Al_2O_3 + Al_3Zr$)p / A356 composite synthesized by melt direct reaction // *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*. – 2012. – P. 571-576.

[11] Shiryayev A.A. Thermodynamic of SHS: Modern approach // Int. J. of SHS. – 1995. – Vol. 4, N 4. – P. 351-362.

[12] Xiao G.Q., Fu Y.L., Zhang Z.W., Hou A.D. Mechanism and microstructural evolution of combustion synthesis of $ZrB_2-Al_2O_3$ composite powders // Ceramics international. – 2015. – Vol. 41, N 4.

REFERENCES

[1] Jalaly M., Bafghi M.Sh., Tamizifar M., Gotor F.J. Journal of Materials Science. 2013. 48:7557-7567 (in Eng.)

[2] Hasanov O.L., Bikbaeva Z.G. Nanostrukturnaja keramika. Poroshkovye tehnologii kompaktirovaniya konstrukcionnyh materialov. Tomsk, 2009. P. 41 (in Russ.)

[3] Hasanov O.L., Shulepov I.A., Polisadova V.V., Kachaev A.A., Dvilis Je.S., Bikbaeva Z.G. Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. 2011. Vol. 318, N 2. P. 131-136 (in Russ.)

[4] Song J.G., Wang F. Journal of Ceramic Processing Research. 2011. Vol. 12, N 5. P. 602-605 (in Eng.)

[5] Lee Y.B., Park H.C., Oh K.D. Journal of materials science letters. 20000. Vol. 19. P. 469-471 (in Eng.)

[6] Mishra S.K., Das S.K., Pathak L.C. Materials Science and Engineering A. 2006. Vol. 426 (1-2). P. 229-234 (in Eng.)

[7] Mishra S.K., Bhople A., Paswan S. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. 2014. Vol. 43. P. 7-12 (in Eng.)

[8] Song J.G., Li J.G., Song J.R., Zhang L.M. Surface Review and Letters (SRL). 2007. Vol. 14, N 5. P. 945-950 (in Eng.)

[9] Aleksenko V.O., Sej V.S. «Vysokietechnologii v sovremennoj nauke i tehnike» (VTSNT – 2014). 2014. P. 52-55 (in Russ.)

[10] Yang H.J., Zhao Y.T., Chen G., Zhang S.L., Chen D.B. Trans. Nonferrous Met. Soc. China. 2012. P. 571–576 (in Eng.)

[11] Shiryayev A.A. Int. J. of SHS. 1995. Vol. 4, N 4. P. 351-362 (in Eng.)

[12] Xiao G.Q., Fu Y.L., Zhang Z.W., Hou A.D. Ceramics international. 2015. Vol. 41, N 4 (in Eng.)

Резюме

А. А. Айткалиева, А. Ж. Сейдуалиева, Р. Г. Абдулкаримова

$ZrB_2-Al_2O_3$ НЕГҒІЗІНДЕГІ КОМПОЗИЦИЈАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ ӨЗДІГІНЕН ТАРАЛАТЫН ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫ СИНТЕЗӘДІСІМЕН АЛУ

Мақалада ZrB_2 және Al_2O_3 сияқты балқу температурасы жоғары материалдар кіретін композициялық материалдарды өздігінен таралатын жоғары температуралы синтез режимінде алу үшін реагенттер ретінде минералды заттарды қолданудың мүмкіндігі мен тиімділігі қарастырылған. $ZrSiO_4 + B_2O_3$ (39 масс.% руда құрамында) + C + Al жүйесінің жануының термодинамикалық талдауы жүргізіліп, жанудың адиабаталық температурасы мен жану өнімдерінің құрамы келтірілген. Теориялық есептеулер сәйкес тәжірибелер жүргізу арқылы практикада жүзінде тексерілді. Рентген-фазалы талдау көмегімен ӨЖС өнімдерінің құрамында цирконий дибориді мен дисилициді және алюминий оксиді бар екендігі анықталып, көзделген өнімдердің максималды мөлшерін алуға қажетті реагенттердің оптималды қатынасы табылды.

Түйін сөздер: композициялық материалдар, цирконий дибориді, алюминий оксиді, өздігінен таралатын жоғары температуралы синтез (ӨЖС), механохимиялық активтеу.

Summary

A. A. Aitkaliyeva, A. J. Seydualyeva, R. G. Abdulkarimova

SELF-PROPAGATING HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS OF COMPOSITES BASED ON $ZrB_2-Al_2O_3$

This article considers the possibility and feasibility of using minerals as reactants to obtain a composites containing materials with a high melting point, such as ZrB_2 and Al_2O_3 in the SHS-mode. Thermodynamic analysis was conducted and there are given results of the thermodynamic calculations of adiabatic combustion temperature and composition of the combustion products in the system $ZrSiO_4 + B_2O_3$ (39 wt.%in the ore) + C + Al. Theoretical calculations have been tested in practice by carrying out an appropriate experiments. X-ray phase analysis of SH-synthesis products showed the presence of zirconium diboride, zirconium disilicide, aluminum oxide phases andthere was determined an optimum content of the reactants in the mixture in the aim to produce the maximum number of target products.

Keywords: composite materials, zirconium diboride, aluminum oxide, self-propagating high temperature synthesis (SHS), mechanochemical activation.

СОДЕРЖАНИЕ

Информационная часть

Поздравление Пралиева Калдыбая Джайлоловича.....	4
Диплом Пралиева Калдыбая Джайлоловича.....	5
<i>Сейлханов Т.М., Ергожин Е.Е., Бектенов Н.А., Сейлханов О.Т., Назаренко Л.А.</i>	
ЯМР-спектроскопическое определение фрагментарного состава нефти месторождений «ТЕНГИС» и «КАРАЖАМБАС».....	6
<i>Чернякова Р.М., Султанбаева Г.Ш., Кайынбаева Р.А., Кожабекова Н.Н., Ермекова К.Е., Тусункалиев Е.А.</i>	
Физико-химическое исследование природного глауконита до и после сорбции катионов меди (II).....	14
<i>Дабынов Б.М., Дмитриев Т.П., Даулбаев Ч.Б., Абдулкаримова Р.Г., Алиев Е.Т., Мансуров З.А.</i>	
Кинетическое исследование рабочих характеристик пиротехнического резервного источника тока.....	29
<i>Ортикова С.С., Намазов Ш.С., Бадалова О.А., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М.</i>	
Фосфорнокислотная с добавкой серной кислоты активация забалансовой фосфоритной руды Центральных Кызылкумов.....	37
<i>Раимбаева Д.А., Литвиненко Ю.А.</i>	
Исследование amino- и жирнокислотных составов соцветий и семян мордовника заильского (<i>Echinops transiliensis</i>) семейства астровые (<i>Asteraceae</i>).....	48
<i>Алимбаев А.Н., Көркембай Ж., Фоменко С.М., Масуров З.А., Зарко Е.В., Абдулкаримова Р.Г.</i>	
Нитрид құрамды композиттердің жартылай өткізгіштік қасиеттері.....	55
<i>Райымбеков Е.Б., Рыскулов Т.А., Назарбек У.Б., Бестереков Ү.</i>	
Минералды тынайтықыштарды өндігу мен тұтынудың заманауи қалпы туралы.....	62
<i>Пралиев К.Д., Жумағалиев С.Ж., Жумақова С.С., Искакова Т.К.</i>	
Масс-спектры некоторых производных 3,7-диазабицикло[3.3.1]нонана.....	72
<i>Рафиқова Х.С., Засыбин А.Г., Қыстаубаева Н.У.</i>	
Сопряженное гидрирование карбонильных соединений.....	84
<i>Тургумбаева Х.Х., Бейсекова Т.И., Лапина И.З., Абдуалиева Ж.У., Утеева З.А.</i>	
Формирование свойств минеральных безобжиговых вяжущих.....	100
<i>Айтқалиева А.А., Сейдуалиева А.Ж., Абдулкаримова Р.Г.</i>	
Получение композиционных материалов на основе методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.....	107
<i>Есенгельді Ә.Б., Азимбаева Г.Е.</i>	
<i>Karelinia caspia</i> өсімдігінің химиялық құрамы мен биологиялық белсенді заттарын анықтау.....	114
<i>Нарманова Р.А., Аппазов Н.О., Жунисов А.Т., Омаров Е.А., Қуанышбаева К.Ж.</i>	
Мұнаймен ластанған топырақ құрамындағы көмірсутектердің мөлшерін физика-химиялық әдістермен талдау.....	118
<i>Бегимова Г.У., Пралиев К.Д., Ю В.К.</i>	
Одностадийный синтез диметил-[1-(4-фенилпиперазин-1-ил)-циклогексил]фосфоната и его разложение в водном растворе в присутствии циклодекстрина.....	124
<i>Елемесова Ж.К., Бодыков Д.У., Алиев Е.Т., Мансуров З.А.</i>	
Исследование влияния наноразмерных волокон полимера на прочность бетона.....	132
<i>Ordabaeva A.T., Akhmetkarimova Zh.S., Dyusekenov A.M., Muldakhmetov Zh.H., Meyranov M.G.</i>	
Catalytic hydrogenation of shale oil in the presence of iron catalysts.....	140
<i>Астанов С.Х., Шарипов М.З., Турдиев М.Р., Ахмедов В.Н.</i>	
Оптические активности мономеров и ассоциатов рутина в бинарных смесях растворителей.....	146
<i>Жубанов Б.А., Умерзакова М.Б., Кравцова В.Д., Искаков Р.М., Сариева Р.Б.</i>	
Некоторые свойства пленок на основе тройной композиции из алициклического полиимида, природного минерала монтмориллонита и полиакриламида.....	154

<i>Халитова А.И., Киреева Т.В., Сугралина Л.М., Байкенов М.И.</i> Изучение комплексообразования рения (IV) ацетилацетоном в присутствии циркония (IV) спектрофотометрическим методом.....	162
<i>Мухамадиев Б.Т., Гафуров К.Х., Мирзаева Ш.У., Шарипова М.Ф.</i> Скорость экстракции липидов из семян дыни сверхкритической CO ₂ с соразвителем.....	169
<i>Ghazaliev A.M., Takibayeva A.T., Ibraev M.K., Kabieva S.K., Dudkina A.A., Rakhimberlinova Zh.B.</i> Synthesis and biological activity of monoethanolamine vinyl ether n-2-vinyloxyethyl-n'-aminothiourea.....	176
<i>Akimbaeva N.O., Anuarbekova I.N., Vizer S.A., Yerzhanov K.B.</i> Application of "green" chemistry's principles at the n-alkylation of diethanolamine.....	183
<i>Харламова Т.В.</i> Методы выделения антрахинонов из природных объектов. Сообщение 2.....	189
<i>Таусарова Б.Р., Канлыбаева Г.С., Биримжанова З.С.</i> Применение полиэтиленполиамины и гидрофосфата калия для придания огнезащитных свойств целлюлозным материалам.....	201
<i>Досмагамбетова И.Б., Шенсизбаева А.Б., Нурбаева Р.К., Конуспаев С.Р.</i> Конверсия смеси легких алканов на 3 % Ru/γ-Al ₂ O ₃ катализаторе.....	208
<i>Гуделева Н.Н., Хусурова Г.М., Уразов К.А., Пенькова Н.В.</i> Механизм кристаллизации в процессе электроосаждения пленок сrte на электрод CDS/SNO ₂ /стекло в присутствии 2,2'-дипиридила.....	214
<i>Джусипбеков У.Ж., Нургалиева Г.О., Шакирова А.К., Джангарбаева К.У., Торебеков У.Т.</i> Влияние природы модификатора на состав и свойства композиционных и гуминовых материалов.....	224
<i>Михайловская Т.П., Ворбьев П.Б., Курмакызы Р., Чухно Н.И.</i> Влияние оксидов олова и хрома на каталитическую активность V-Ti-O -контакта в окислении 4-метилпиридина.....	232
<i>Batyrbekov E.O., Eskalieva G.K.</i> Development of polymeric forms of oxytetracyclin based on natural polysaccharides.....	241
<i>Әбдіразақ Ә., Усембек Г., Құдайбергенов К.К., Төлепов М.І., Оңғарбаев Е.К., Мансұров З.А.</i> Мұнайға арналған сорбенттердің сорбциялық қасиетін жоғарылату.....	246
<i>Мылтыкбаева Ж.К., Каирбеков Ж.К., Мұқталы Д., Нысанова Б.Ж.</i> Дизель отынын күкіртсіздендіру.....	251
<i>Ахметова Г.С., Садырбаева Ф.М., Исаева У.Б., Ю В.К., Пралиев К.Д., Кулманов М.Е., Ильин А.И., Коротецкая Н.В., Сейлханов Т.М.</i> N-Фенэтилпиперидиновые сложные эфиры циклопропанкарбоновой кислоты.....	259
Объявление О интернет подписке от Казпочты.....	268
Объявление об опечатке по вине авторов из № 1-16.....	269

Редактор *Н. Ф. Федосенко*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 08.06.2016. Формат 70x100^{1/16}.
17,0 п.л. Бумага офсетная. Тираж 500.

Типография ТОО «Luxe Media Group»
г. Алматы, пр. Сейфуллина, 67^А.
Тел. 2234340