

ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

5 (425)

ҚЫРҚҮЙЕК – ҚАЗАН 2017 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2017 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2017

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

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

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы

э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

И.К. Бейсембетов

Бас редакторының орынбасары

Жолтаев Г.Ж. проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абаканов Т.Д. проф. (Қазақстан)
Абишева З.С. проф., академик (Қазақстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Әзірбайжан)
Бакиров А.Б. проф., (Қырғыстан)
Беспәев Х.А. проф. (Қазақстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Қазақстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Қазақстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Тәжікстан)
Грэвис Р.М. проф. (АҚШ)
Ерғалиев Г.К. проф., академик (Қазақстан)
Жуков Н.М. проф. (Қазақстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Қазақстан)
Қожахметов С.М. проф., академик (Қазақстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Ресей)
Курскеев А.К. проф., академик (Қазақстан)
Курчавов А.М. проф., (Ресей)
Медеу А.Р. проф., академик (Қазақстан)
Мұхамеджанов М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Нигматова С.А. проф. (Қазақстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Қазақстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Қазақстан)
Сейтов Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (АҚШ)
Штейнер М. проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология мен техникалық ғылымдар сериясы».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

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,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыра көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

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. э. н., профессор, академик НАН РК

И. К. Бейсембетов

Заместитель главного редактора

Жолтаев Г.Ж. проф., доктор геол.-мин. наук

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

Абаканов Т.Д. проф. (Казахстан)
Абишева З.С. проф., академик (Казахстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Азербайджан)
Бакиров А.Б. проф., (Кыргызстан)
Беспаяев Х.А. проф. (Казахстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Казахстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Казахстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Таджикистан)
Грэвис Р.М. проф. (США)
Ергалиев Г.К. проф., академик (Казахстан)
Жуков Н.М. проф. (Казахстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Казахстан)
Кожамметов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Россия)
Курскеев А.К. проф., академик (Казахстан)
Курчавов А.М. проф., (Россия)
Медеу А.Р. проф., академик (Казахстан)
Мухамеджанов М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Нигматова С.А. проф. (Казахстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Казахстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Казахстан)
Сейтов Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (США)
Штейнер М. проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (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 №10892-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/geology-technical.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

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

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

I. K. Beisembetov

Deputy editor in chief

Zholtayev G.Zh. prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

Abakanov T.D. prof. (Kazakhstan)
Abisheva Z.S. prof., academician (Kazakhstan)
Agabekov V.Ye. academician (Belarus)
Aliyev T. prof., academician (Azerbaijan)
Bakirov A.B. prof., (Kyrgyzstan)
Bespayev Kh.A. prof. (Kazakhstan)
Bishimbayev V.K. prof., academician (Kazakhstan)
Buktukov N.S. prof., academician (Kazakhstan)
Bulat A.F. prof., academician (Ukraine)
Ganiyev I.N. prof., academician (Tadjikistan)
Gravis R.M. prof. (USA)
Yergaliev G.K. prof., academician (Kazakhstan)
Zhukov N.M. prof. (Kazakhstan)
Kenzhaliyev B.K. prof. (Kazakhstan)
Kozhakhmetov S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Kontorovich A.Ye. prof., academician (Russia)
Kurskeyev A.K. prof., academician (Kazakhstan)
Kurchavov A.M. prof., (Russia)
Medeu A.R. prof., academician (Kazakhstan)
Muhamedzhanov M.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nigmatova S.A. prof. (Kazakhstan)
Ozdoev S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Postolatii V. prof., academician (Moldova)
Rakishev B.R. prof., academician (Kazakhstan)
Seitov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Seitmuratova Ye.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Stepanets V.G. prof., (Germany)
Humphery G.D. prof. (USA)
Steiner M. prof. (Germany)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (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 10892-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/geology-technical.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 425 (2017), 149 – 155

S. M. Kan, S. V. Berstenev

LLC "Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U. M. Akhmedsafin", Almaty, Kazakhstan

**TO THE TECHNOLOGY EXTRACTION OF LITHIUM
FROM THE FORMATION WATERS OF OIL AND GAS FIELDS
OF SOUTHERN MANGYSHLAK**

Abstract. Based on the study of initial reservoir solutions of a number of fields oil and gas of the Mangyshlak peninsula and analysis of known methods obtaining compounds from hydromineral raw materials had studied possibilities and conditions of processing and extract contained therein useful components. Found solution treatment mode, allowing to remove suspended particles from the brine. Complete precipitation was carried out at temperatures from 18 to 45°C. Processing was carried out with alternating current of industrial frequency at density of 0,5–1,5 a/cm², processing time – from 2 to 15 minutes. The rate of destruction electrode was 0,12–0,25 g/cm²·h in solutions of electrolytes. The solution after settling for 2 hours did not contain suspended particles, where in the lithium content remained at the initial level. Studied deposition conditions of magnesium ions from the clarified solution. Found optimum processing conditions clarified lime solution. For sedimentation, slaked lime (lime milk) with a main substance content of at least 30%, density of 1,20–1,21 g/cm³. In the filtrate completely lacked magnesium and content of lithium was in the range of 13,8–14,1 mg/dm³. The loss of lithium and precipitate amounted to 3,0–5,2%.

Studied conditions for optimizing pH for the subsequent precipitation of lithium by aluminum hydroxide. Based on an analysis obtained results and data information sources concluded that the rational extraction of the free formation brines lithium and magnesium with obtain two main products of LiOH and MgO. Proposed technological scheme for processing associated reservoir brines.

Keywords: oil and gas fields, formation water, brines, lithium, extraction technologies.

УДК 550.4; 553.7; 574.14

С. М. Кан, С. В. Берстenev

ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан

**К ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИТИЯ
ИЗ ПЛАСТОВЫХ ВОД МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА
ЮЖНОГО МАНГЫШЛАКА**

Аннотация. На основании исследования пластовых растворов ряда месторождений нефти и газа полуострова Мангышлак и анализа известных методов получения соединений из гидроминерального сырья изучены возможности и условия переработки и извлечения содержащихся в них полезных компонентов. Найден режим обработки раствора, позволяющий удалять взвешенные частицы из рассола. Изучены условия осаждения ионов магния из осветленного раствора. Найден оптимальные условия обработки осветленного раствора известью. Изучены условия оптимизации pH для последующего осаждения лития гидроксидом алюминия. На основе анализа полученных результатов и данных информационных источников сделан вывод о рациональном извлечении из попутных пластовых рассолов лития и магния с получением двух основных продуктов LiOH и MgO. Предложена технологическая схема переработки попутных пластовых рассолов.

Ключевые слова: месторождения нефти и газа, пластовые воды, рассолы, литий, технологии извлечения.

Интенсивная добыча многих полезных ископаемых привела к тому, что запасы некоторых редких элементов существенно сократились, а потребность в них резко увеличилась за счет расширения использования в новых отраслях техники и технологии. Все острее становится проблема поисков и вовлечения в промышленную разработку новых видов минерального сырья. Одним из таких видов могут стать пластовые рассолы, попутно добываемые при разработке месторождений нефти и газа, значительное количество которых извлекается совместно с углеводородным сырьем и при наличии в них отдельных компонентов или их соединений являются гидроминеральным сырьем, количество и качество которого позволяют в конкретных гидрогеологических условиях вести рентабельную добычу этих вод и извлечение из них полезной продукции существующими техническими средствами с применением современных технологических процессов [1].

При освоении гидроминерального сырья создается возможность создания инновационных производств для извлечения из пластовых рассолов лития, йода, брома, стронция и иных элементов и их соединений. Кроме того, основным преимуществом использования промышленных вод как сырьевого источника редких элементов является низкая себестоимость продукта, так как пластовые рассолы обладают сравнительно высокой технологичностью, добыча редких элементов не требует дорогостоящих горных разработок [1,2].

Для Республики Казахстан приоритетное направление в будущем – это добыча и получение чистых ценных компонентов и их соединений с дальнейшим развитием полупроводниковой, электронной, приборостроительной и других передовых отраслей науки и техники. В нефти обнаружено более 60 микроэлементов [3-8], а в попутных пластовых водах, представленных в основном рассолами, в промышленных масштабах содержатся хлористый натрий, хлористый кальций, другие соли и редкие элементы, такие как литий, стронций, цезий, рубидий, йод, бром, бор и др. [9-12]. Вопрос извлечения этих редких микроэлементов и их соединений в настоящее время приобрел значительную актуальность.

Из редких металлов к широко используемым относится литий. Идентифицированные сырьевые ресурсы лития в мире оцениваются в 13 млн. т при объеме мирового потребления ~65 тыс. т. При этом 22 % подтвержденных запасов лития сосредоточены в пегматитовых рудах, а 78 % – в различных видах гидроминерального сырья [13]. Открытие и разработка в 90-х годах прошлого века богатейшего месторождения литиевой рапы в Чили произвели коренной переворот на рынке литиевой продукции. Подземные рассолы становятся во всем мире доминирующим сырьем для производства Li_2CO_3 из-за более низких издержек по сравнению с получением карбоната лития из твердой руды.

К низким промышленным концентрациям относится содержание лития в пластовых водах от 10 мг/л и выше. Такие концентрации содержат попутные воды ряда месторождений нефти и газа Прикаспийской впадины и полуострова Мангышлак.

Институтом гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина с 2015 г. проводятся научные исследования по изучению попутных пластовых вод и определению содержания в них ценных элементов по площадям и структурам месторождений нефти и газа в Мангистауской области, принадлежащим АО «Мангистаумунайгаз» (месторождения Асар, Бектурлы, Придорожное, Бурмаша, Южный Жетыбай), АО «Озенмунайгаз» (месторождение Озен), АО Эмбаумунайгаз» (месторождения Западный Елемес, Восточное Сазтобе, Юго-Восточное Сазтобе) и в Актюбинской области, принадлежащим ТОО «Аскер Мунай» (месторождение Акжар Восточный). В ходе исследований определены следующие кондиционные содержания ценных компонентов (таблица).

По данным химико-аналитических исследований были выбраны три перспективные площади: месторождение Асар, скважина №309. Содержание лития – 11,6 мг/л, стронция – 963 мг/л, брома – 417,41 мг/л, калия – 1029 мг/л; месторождение Бектурлы, скважина № 107. Содержание лития – 13,6 мг/л, стронция – 873 мг/л; месторождение Южный Жетыбай, скважина № 400. Содержание лития – 12,0 мг/л, стронция – 778 мг/л, где были отобраны технологические пробы для опытного извлечения редких элементов.

На основании анализа исходных пластовых растворов и известных методов получения соединений из гидроминерального сырья изучались возможности и условия переработки и извлечения содержащихся в них полезных компонентов.

Содержание ценных компонентов в пластовых водах месторождений нефти и газа

The contents of valuable components is in stratal waters of deposits of oil and gas

| Площадь, № скв. | Интервал опробования, м | | Минерализация, г/л | Li | Rb | Cs | Sr | J | Br | B | K |
|---|----------------------------|---------|--------------------|-------------|-----|-----|------------|------|---------------|------|-------------|
| | от | до | | | | | | | | | |
| Асар, скв.119 | 1661 | 1663 | 21 | 1,6 | * | * | 53,6 | 0,70 | 20,36 | 9,68 | |
| скв.50 | 2008 | 2013 | 119 | 8,8 | * | * | 827 | 6,0 | 67,20 | 17,7 | |
| скв.309 | 2063,5 | 2067 | 154 | 11,6 | * | * | 963 | 3,8 | 51,20 | 14,8 | |
| скв.55 | 2155 | 2168 | 129 | 9,6 | * | * | 688 | 4,7 | 360,21 | 5,06 | 524 |
| скв.56 | 2179 | 2187 | | | | | | | | | |
| | 1655 | 1663 | | | | | | | | | |
| | 1683 | 1686 | | | | | | | | | |
| скв.223 | 1691 | 1693 | 110 | 8,4 | * | * | 623 | 4,2 | 329,32 | 5,29 | 470 |
| | 1698 | 1702 | | | | | | | | | |
| | 1616 | 1620 | 116 | 8,8 | * | * | 702 | 5,10 | 328,76 | 5,52 | 528 |
| скв.263 | 1621 | 1630 | | | | | | | | | |
| | 2158 | 2165 | 95 | 7,0 | * | * | 447 | 2,70 | 241,87 | 4,83 | 598 |
| скв.408 | 2171 | 2179 | 151 | 12,4 | * | * | 776 | 4,70 | 417,41 | 5,06 | 1029 |
| скв.450 | 2033 | 2038 | | | | | | | | | |
| | 2047 | 2049 | 68,6 | 5,8 | * | * | 361 | 1,30 | 180,35 | 4,95 | 496 |
| | 2054 | 2058 | | | | | | | | | |
| 624 | 1771 | 1775 | 41,9 | 3,0 | н/о | н/о | 154 | 1,60 | 102,16 | 4,37 | 251 |
| Бектурлы, скв.107 | 2415 | 2427 | 152 | 13,6 | * | * | 873 | 3,2 | 72,4 | 14,8 | 761 |
| Бурмаша, скв.121 | 1840 | 1848 | 408 | 2,6 | н/о | н/о | 168 | 1,0 | 28,0 | 6,98 | 9,2 |
| Южный Жетыбай, скв.117 | 1927 | 1933 | 100 | 9,2 | н/о | н/о | 515 | 2,4 | 69,2 | 23,4 | 611 |
| | 1935 | 1942 | | | | | | | | | |
| | 1960 | 1972 | | | | | | | | | |
| | 1928 | 1930 | 32,2 | 2,6 | * | * | 83,4 | 1,0 | 47,2 | 17,7 | 5,2 |
| скв.208 | 1934,5 | 1943,5 | | | | | | | | | |
| | 1963 | 1965 | | | | | | | | | |
| | 1966 | 1976 | | | | | | | | | |
| | 995,5 | 2000 | | | | | | | | | |
| скв.400 | 2187,55 | 2386,93 | 125 | 12,0 | * | * | 778 | 3,22 | 67,2 | 23,4 | 775 |
| Озен, скв.7074 | 1263 | 1288 | 33,7 | * | * | * | 85,7 | 0,60 | 70,86 | 2,68 | |
| скв.4557 | 1314 | 1340 | 25,3 | * | * | * | 53,5 | 0,35 | 45,54 | 2,68 | |
| Западный Елемес скв.79 скв.83 скв.95 скв.98 скв.110 скв.111 | 2648 | 2668 | 219 | 5,3 | * | * | 481 | 8,93 | 4,78 | 13,2 | 1130 |
| | 2276 | 2282 | | | | | | | | | |
| | 2684 | 2690 | | | | | | | | | |
| | 2682 | 2685 | | | | | | | | | |
| | 2689 | 2688 | | | | | | | | | |
| | 2679 | 2689 | | | | | | | | | |
| (Интервал опробования во всех скважинах приурочен к юрскому горизонт) | | | | | | | | | | | |
| Юго-Восточное Сазтобе, скв.44 скв.45 скв.46 | 3340 | 3354 | 225 | 5,9 | * | * | 485 | 7,88 | 5,44 | 11,8 | 1170 |
| | 3408 | 3425 | | | | | | | | | |
| | 3384 | 3394 | | | | | | | | | |
| (Интервал опробования во всех скважинах приурочен к триасовому горизонт) | | | | | | | | | | | |
| Восточный Сазтобе, скв.1А | 3068 | 3080 | 211 | 5,0 | * | * | 228 | 5,25 | 5,79 | 5,4 | 809 |
| Акжар Восточный скв.205 | 5200 | 5280 | 25,3 | * | * | * | 53,5 | 0,35 | 45,5 | 2,68 | 120 |
| Скв.200 | 5200 | 5300 | 33,7 | * | * | * | 85,7 | 0,60 | 70,8 | 2,68 | 171 |

Основные характеристики пластовой воды, выбранной как перспективной, для извлечения соединений Li и Mg – это pH – 5,94; минерализация – 152–186 мг/дм³; содержание катионов (мг/дм³): натрия – 44 000,0; калия – 761,0; кальция – 11 322,6; магния – 2188,8; аммония – 106,0; железа – 37,5; лития – 14,6; содержание анионов (мг/дм³): гидрокарбонаты – 213,6; хлориды – 93 517,8; сульфаты – 9,9; фториды – 1,29. Кроме того в воде содержатся взвешенные частицы с примесями нефти.

Базовыми принципами для переработки имеющегося сырья приняты: технологичные и простые способы извлечения основных перспективных компонентов (лития и магния) из пластовой воды с последующей переработкой до товарной продукции. Для лития – LiOH для магния – MgO.

Первичной задачей при подготовке сырья для переработки являлось интенсивное удаление взвешенных частиц, содержащих нефть. Задача решалась с помощью электрохимической коагуляции с растворимым электродом из алюминиевого лома. Найден режим обработки раствора, позволяющий удалить взвешенные частицы из рассола. Полное осаждение осуществлялось при температурах от 18 до 45°C. Обработка проводилась переменным током промышленной частоты при плотности 0,5–1,5 а/см², время обработки – от 2 до 15 минут. Скорость разрушения электрода составила 0,12–0,25 г/см²·ч в растворах электролитов. Раствор после отстаивания в течение 2 часов не содержал взвешенных частиц, при этом содержание лития оставалось на уровне исходного.

На следующем этапе изучались условия осаждения ионов магния из осветленного раствора. Найдены оптимальные условия обработки осветленного раствора известью. Для осаждения использовалась гашеная известь (известковое молоко) с содержанием основного вещества не менее 300 г/дм³, плотностью 1,20–1,21 г/см³. Решающим условием максимального использования извести было интенсивное перемешивание с одновременным дозированием извести и контролем pH. Полного осаждения ионов магния достигали при избытке извести 5–10% от стехиометрии и достижении pH 10,8–11,3. Осадок удаляли фильтрованием. В фильтрате полностью отсутствовал магний, а содержание лития находилось в пределах 13,8–14,1 мг/дм³. Потери лития с осадком составили 3,0–5,2%.

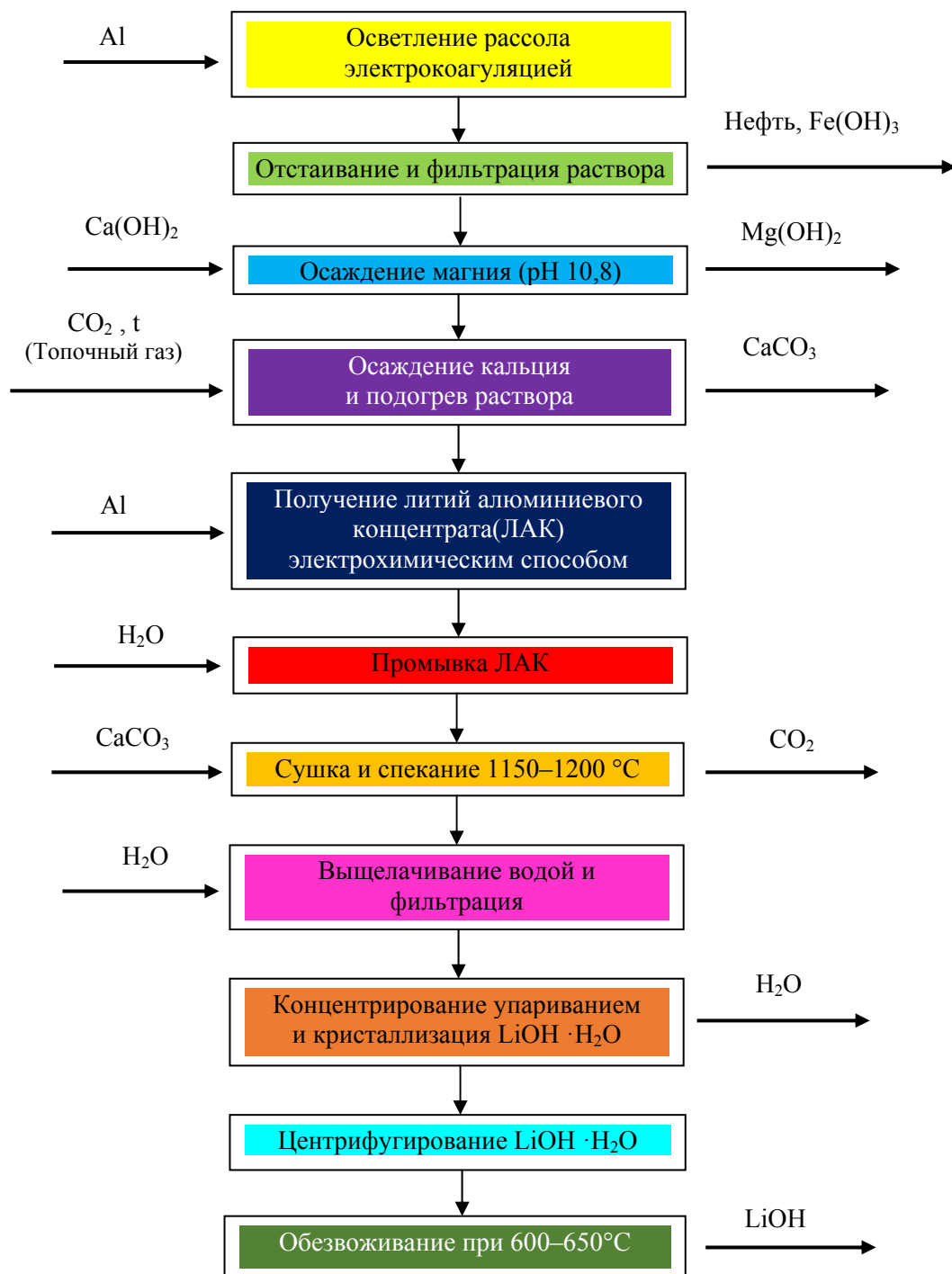
Изучены условия оптимизации pH для последующего осаждения лития гидроксидом алюминия. Оптимальное значение pH принято 8,3–8,8. Задача решалась насыщением рассола очищенного от магния углекислым газом с постоянным контролем pH раствора. В результате насыщения получен раствор с необходимой pH и частично удален кальций в виде осадка CaCO₃.

Отфильтрованный от карбоната кальция раствор подвергали электрохимической обработке переменным током промышленной частоты в электролизере с двумя электродами из алюминия и электродами из разных материалов (алюминия и другого материала). В качестве второго материала испытывались медь и углерод. В процессе обработки генерировался гидроксид алюминия. Обработку проводили при одновременном перемешивании раствора. Время обработки контролировали по убыли массы алюминиевых электродов до получения расчетной заданной величины. За расчетную величину принято атомное отношение Al в гидроксиде алюминия к содержанию лития в растворе равное 10. Плотность тока составляла 0,5 А/см², температура 42–45°C, затраты электроэнергии в случае с двумя алюминиевыми электродами – 0,0016 кВт ч/дм³. Использование второго электрода из углерода и меди позволило снизить расход электроэнергии в 1,49 и 1,42 раза, соответственно. Расход электроэнергии составил 0,00107 кВт ч/дм³ для пары углерод-алюминий и 0,00112 кВт ч/дм³ для пары медь-алюминий. Снижение расхода электроэнергии связано с наложением собственной разности потенциалов на процесс электролиза.

Полученный осадок литий-алюминиевого концентрата отфильтровывали и анализировали на содержание лития. В фильтрате содержание лития находилось в пределах 2,65–3,25 мг/дм³. Извлечение лития в осадок составило 76,4–81,2%.

На основе полученных результатов и данных информационных источников рационально извлекать из попутных пластовых рассолов литий и магний с получением двух основных продуктов LiOH и MgO. Для этого предлагается следующая технологическая схема переработки попутных пластовых рассолов (рисунок).

В последние годы рядом исследователей были проведены работы по адаптации наиболее прогрессивных технологий, применяемых при переработке гидроминерального сырья, к пластовым водам нефтяных месторождений [14–20].



Принципиальная технологическая схема переработки попутных пластовых рассолов с получением гидроксида лития и оксида магния

Principal technological scheme of processing passing formation brines to produce lithium hydroxide and magnesium oxide

Разработанные технологические схемы характеризуют простота и надежность стадий, доступность сырья, экономичность, применение стандартного оборудования, получение товарных продуктов высокого качества. Кроме того, основополагающим принципом разработки комплексной схемы являлась автономность каждой стадии и возможность ее отдельной промышленной реализации. В промышленно развитых странах проводятся интенсивные исследовательские работы

по расширению перечня компонентов, извлекаемых из пластовых вод нефтяных месторождений. Особое внимание уделяется рентабельной технологии получения дефицитных и стратегически важных элементов, и, в первую очередь, лития.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бондаренко С.С., Лубенский Л.А., Куликов Г.В. Геолого-экономическая оценка месторождений подземных промышленных вод. – М.: Недра, 1988. – 203 с.
- [2] Абсаметов М.К., Муртазин Е.Ж., Завалей В.А. Перспективы использования гидроминерального сырья при разведке и добыче нефти // Геология и охрана недр. – Алматы: КазГЕО, 2010. – № 1. – С. 92-97.
- [3] Алешин Г.Н., Самедов Ф.И., Мир-Бабаев М.Ф., Камьянов В.Ф. Микроэлементный состав высокомолекулярных компонентов нефтей и нефтяных остатков Азербайджана // Нефтехимия. – 1990. – № 2. – С. 175-183.
- [4] Батуева И.Ю., Гайле А.А., Поконова Ю.В. и др. Химия нефти. – Л.: Химия, 1984. – 360 с.
- [5] Бухбиндер Г.Л., Шабанова Л.Н., Гильберт Э.Н. Определение микроэлементов в нефти атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой // Журн. аналит. химии. – 1988. – № 7. – С. 1323-1328.
- [6] Дияров И.Н., Батуева И.Ю., Садыков А.Н., Солодова Н.Л. Химия нефти. – Л.: Химия, 1990. – 240 с.
- [7] Колодяжный А.В., Ковальчук Т.Н., Коровин Ю.В., Антонович В.П. Определение микроэлементного состава нефтей и нефтепродуктов. Состояние и проблемы // Методы и объекты химического анализа. – 2006. – Т. 1, № 2. – С. 90-104.
- [8] Надиров Н.К., Котова А.В., Камьянов В.Ф. Металлы в нефтях. – Алма-ата: Наука, 1984. – 448 с.
- [9] Извлечение микрокомпонентов из попутно добываемых вод нефтяных месторождений (на примере южной части Тимано-Печорской нефтегазосной провинции) / В.И. Литвиненко, Т.Д. Ланина, А.И. Овчинников и др. // Нефтяное хозяйство. – 1991. – № 3. – С. 15-17.
- [10] Литвиненко В.И. Комплексное использование попутно добываемых и пластовых вод Тимано-Печорской нефтегазосной провинции как гидроминерального сырья // Нефтяное хозяйство. – 1990. – № 11. – С. 72-74.
- [11] Капченко Л.Н. Процессы и закономерности накопления микроэлементов в подземных рассолах палеозоя Тимано-Печорской провинции // Всесоюз. совещание «Комплексное использование попутных и пластовых вод нефтяных и газовых месторождений Тимано-Печорской нефтегазосной провинции в качестве гидроминерального сырья». – Ухта, 1990. – С. 3-5.
- [12] Зелинская Е.В., Воронина Е.Ю. Теоретические аспекты использования гидроминерального сырья. – М.: Академия Естествознания, 2009. – 118 с. (<http://www.rae.ru/monographs/56>)
- [13] Pacific Lithium Ltd, 2000, QLL accessed 4 April 2000 at URL:<http://www>
- [14] Коцупало Н.П., Менжерес Л.Т., Мамылова Е.В., Рябцев А.Д. Способы получения сорбента $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{mH}_2\text{O}$ для извлечения лития из рассолов // Химия в интересах устойчивого развития. – 1999. – Вып. 7. – С. 249-257.
- [15] Пат. 2223142 РФ. МПК7 B01J 20/02, C01D 15/00. Способ получения сорбента для извлечения лития из рассолов / Л.Т. Менжерес, А.Д. Рябцев, Е.В. Мамылова, Н.П. Коцупало. Заявлен 22.11.2001. Оpubл. 10.02.2004. Бюл. № 4.
- [16] Способы получения сорбента $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{mH}_2\text{O}$ для извлечения лития из рассолов // Химия в интересах устойчивого развития. – 1999. – Вып. 7. – С. 249-257.
- [17] Менжерес Л.Т., Коцупало Н.П. Гранулированные сорбенты на основе $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{mH}_2\text{O}$ // Журнал прикладной химии. – 1999. – Т. 72. – Вып. 10. – С. 1623-1627
- [18] Рябцев А.Д., Менжерес Л.Т., Коцупало Н.П., Серикова Л.А. Получение гранулированного сорбента на основе $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{mH}_2\text{O}$ безотходным способом // Химия в интересах устойчивого развития. – 1999. – Вып. 7. – С. 343-349.
- [19] Пат. 2050184 РФ. МПК6 B01J 20/00, 20/30. Способ получения гранулированного сорбента / Л.Т. Менжерес, Н.П. Коцупало, Л.Б. Орлова. Заявлен 11.02.1993. Оpubл. 20.12.95. Бюл. № 35
- [20] Пат. 2050330 РФ. МПК6 C02F 1/28, B01J 20/06. Способ селективного извлечения лития из рассолов и установка для его осуществления / А.Д. Рябцев, Л.Т. Менжерес, Н.П. Коцупало, Е.П. Гущина, Л.Г. Стариковский. Заявлен 16.02.1993. Оpubл. 20.12.95. Бюл. № 35

REFERENCES

- [1] Bondarenko S.S., Lubensky L.A., Kulikov G.V. Geological and economic assessment of underground industrial water deposits. M.: Nedra, 1988. 203 p.
- [2] Absametov M.K., Murtazin E.Zh., Zavaley V.A. Prospects using of hydro-mineral raw materials for exploration and production of oil // Geology and protection of mineral resources. Almaty: KazGeo, 2010. N 1. P. 92-97.
- [3] Aleshin G.N., Samedov F.I., Mir-Babaev M.F., Kamyanov V.F. Microelement composition of high-molecular components of oils and oil residues of Azerbaijan // Petrochemistry. 1990. N 2. P. 175-183.
- [4] Batueva I.Yu., Gayle A.A., Pokonova Yu.V. and others. Oil Chemistry. L.: Chemistry, 1984. 360 p.
- [5] Buchbinder G.L., Shabanova L.N., Gilbert E.N. Determination of trace elements in oil by atomic-emission method with inductively coupled plasma // Journal of Analytical Chemistry. 1988. N 7. P. 1323-1328.
- [6] Diyarov I.N., Batueva I.Yu., Sadykov A.N., Solodova N.L. Chemistry of oil. L.: Chemistry, 1990. 240 p.
- [7] Kolodyazhny A.V., Kovalchuk T.N., Korovin Yu.V., Antonovich V.P. Determination trace element composition of oils and petroleum products. State and problems // Methods and objects of chemical analysis. 2006. Vol. 1, N 2. P. 90-104.
- [8] Nadirov N.K., Kotova A.V., Kamyanov V.F. Metals in oil. Almaty: Science, 1984. 448 p.
- [9] Extraction of microcomponents from oil fields at the same time extracted (by the example of the southern part of the Timan-Pechora oil and gas province) // Litvinenko V.I., Lanina T.D., Ovchinnikov A.I. and others // Oil industry. 1991. N 3. P. 15-17.

- [10] Litvinenko V.I. Comprehensive use of the produced and reservoir waters of the Timan-Pechora oil and gas province as a hydromineral raw material in passing // Oil Economy. 1990. N 11. P. 72-74.
- [11] Kapchenko L.N. Processes and patterns accumulation of trace elements in the underground brines of the Paleozoic Timan-Pechora province // All-Union. Meeting "Comprehensive use of reservoir and reservoir waters of oil and gas fields of the Timan-Pechora oil and gas province as a hydromineral raw material". Ukhta, 1990. P. 3-5.
- [12] Zelinskaya E.V., Voronina E.Yu. Theoretical aspects using of hydro-mineral raw materials. M.: Academy of Natural History, 2009. 118 p. (<http://www.Rae.ru/monographs/56>).
- [13] Pacific Lithium Ltd, 2000, QLL accessed 4 April 2000 at URL:<http://www>
- [14] Kotsupalo N.P., Mengeres L.T., Mamylova E.V., and Ryabtsev A.D. Methods of obtaining the sorbent $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{mH}_2\text{O}$ for the extraction of lithium from brines // Chemistry for sustainable development. 1999. Issue. 7. P. 249-257.
- [15] Pat. 2223142 RF. IPC7 B01J 20/02, C01D 15/00. Method for obtaining a sorbent for extracting lithium from brines / Mengeres L.T., Ryabtsev A.D., Mamylova E.V., Kotsupalo N.P. Declared November 22, 2001. Published on 10.02.2004. Bul. № 4.
- [16] Methods of obtaining the sorbent $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{mH}_2\text{O}$ for extraction of lithium from brines // Chemistry for sustainable development. 1999. Issue 7. P. 249-257.
- [17] Mengeres L.T., Kotsupalo N.P. Granular sorbents based on $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{mH}_2\text{O}$ // Journal of applied chemistry. 1999. Vol. 72. Issue 10. P. 1623-1627.
- [18] Ryabtsev A.D., Mengeres L.T., Kotsupalo N.P., Serikova L.A. Preparation of a granular sorbent based on $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \text{mH}_2\text{O}$ by a non-waste method // Chemistry for Sustainable Development. 1999. Issue 7. P. 343-349.
- [19] Pat. 2050184 RF. IPC6 B01J 20/00, 20/30. Method for obtaining a granular sorbent // Mengeres L.T., Kotsupalo N.P., Orlova L.B. Declared on 11.02.1993. Published on December 20, 1995. Bul. № 35.
- [20] Pat. 2050330 RF. IPC6 C02F 1/28, B01J 20/06. A method for selectively extracting lithium from brines and an installation for its implementation. Ryabtsev A.D., Mengeres L.T., Kotsupalo N.P., Gushchina E.P., Starikovskiy L.G. Declared on 16.02.1993. Published 20.12.95. Bul. № 35.

С. М. Кан, С. В. Берстенов

«У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

ОҢТҮСТІК МАҢҒЫШЛАҚТЫҢ МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ КЕНОРНЫНЫҢ ҚАБАТТЫҚ СУЛАРДАН ЛИТИЙДІ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Аннотация. Зерттеу негізінде Маңғышлақ түбегінің мұнай және газ кенорнының бастапқы қабаттық ерітінді қатары және оларды құрайтын пайдалы құрамдастарды алу және қайта өңдеу жағдайы және мүмкіндіктері зерттелген, гидроминералды шикізаттардан қосылыстарды алудың белгілі әдістері талданды. Тұзды судан өлшенген бөлшектерды жоюға мүмкіндік беретін, ерітіндіні өңдеу режимі анықталды. Тұнған ерітіндіден магний иондарының тұну жағдайы зерттелген. Өктаспен тұнған ерітіндіні өңдеудің тиімді жағдайы анықталды. Литиймен алюминий гидросидін тұндыру үшін рН оңтайландыру жағдайы зерттелген. Ақпараттық мәлімет көздері мен алынған нәтижелерді талдау негізінде LiOH және MgO екі негізгі өнімді алумен қатар литий және магнийді ілеспе қабатты тұзды сулардан оңтайлы алу бойынша қорытынды жаслаған. Ілеспе қабатты тұзды суларды қайта өңдеуіне технологиялық сызба ұсынылған.

Түйін сөздер: мұнай және газ кенорны, қабаттық сулар, тұзды сулар, литий, алу технологиясы.

**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

ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)

<http://geolog-technical.kz/index.php/kz/>

Верстка Д. Н. Калкабековой

Подписано в печать 16.10.2017.

Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

18,9 п.л. Тираж 300. Заказ 5.