

## SYNTHESIS OF CALCIUM CHLORIDE FROM TECHNICAL LIME

U.Zh. Jussipbekov<sup>1</sup>, R.M. Chernyakova<sup>1</sup>, R.A. Kaiynbayeva<sup>1\*</sup>, G.Sh. Sultanbayeva<sup>1</sup>  
I.A. Kuksina<sup>2</sup>, N.N. Kozhabekova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JSC «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences», Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: [raushan\\_1972@mail.ru](mailto:raushan_1972@mail.ru)

**Abstract.** *Introduction.* Calcium chloride is a popular product for oil/oil, gas, chemical, chemical-pharmaceutical, forest, construction and other industries. *The purpose* of this work is synthesizing calcium chloride from low-quality limestone, calculating the material balance of its production process, and to studying the possibility of using CaCl<sub>2</sub> in the oil industry. *Methodology:* Infrared spectra have been recorded on an infrared spectrophotometer in the spectral region of 225-4000 cm<sup>-1</sup>. The basic hydrochloric acid method has been selected for producing calcium chloride from technical lime. The synthesis and purification of the CaCl<sub>2</sub> solution have been carried out according to the known method. *Results and discussion.* The experiments have shown that calcium chloride enhances the anti-corrosion properties of the seawater well-killing fluid. The highest degree of protection (89.83%) has been observed at the 35% concentration of CaCl<sub>2</sub> due to the chemical composition. Introducing CaCl<sub>2</sub> into wastewater increases its mineralization and overall hardness, resulting in the formation of a more aggressive environment and an increased corrosion rate. *Conclusions:* A feasibility study of the process of obtaining pure calcium chloride from technical raw materials has been carried out, the material balance of this process has been calculated, and it has been shown that the cost of the resulting CaCl<sub>2</sub> does not exceed the cost of 1 ton of pure CaCl<sub>2</sub> on the market of services.

**Key words:** calcium chloride, technical lime, well-killing fluid, corrosion rate, corrosivity.

<i>Jussipbekov Umirzak Zhumasilovich</i>	<i>Corresponding Member of the NAS RK, Professor, Doctor of Technical Sciences; E-mail: <a href="mailto:jussipbekov@mail.ru">jussipbekov@mail.ru</a></i>
<i>Chernyakova Raissa Michailovna</i>	<i>Doctor of Technical Sciences, Professor; E-mail: <a href="mailto:chernyakova1947@mail.ru">chernyakova1947@mail.ru</a></i>
<i>Kaiynbaeva Raushan Alibekovna</i>	<i>Candidate of Technical Sciences; E-mail: <a href="mailto:raushan_1972@mail.ru">raushan_1972@mail.ru</a></i>
<i>Sultanbayeva Gita Shamilyevna</i>	<i>Candidate of Technical Sciences; E-mail: <a href="mailto:sultanbaeva@mail.ru">sultanbaeva@mail.ru</a></i>
<i>Kuksina Irina Alexandrovna</i>	<i>Master; E-mail: <a href="mailto:irina_201991@mail.ru">irina_201991@mail.ru</a></i>
<i>Kozhabekova Nazym Nurgudyrovna</i>	<i>Candidate of Chemical Sciences; E-mail: <a href="mailto:kojabekova@mail.ru">kojabekova@mail.ru</a></i>

**Citation:** Jussipbekov U.Zh., Chernyakova R.M., Kaiynbaeva R.A., Sultanbayeva G.Sh., Kuksina I.A., Kozhabekova N.N. Synthesis of calcium chloride from technical lime. *Chem. J. Kaz.*, **2023**, 1(81), 64-74. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-1.2710-1185.07>

## СИНТЕЗ ХЛОРИДА КАЛЬЦИЯ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИЗВЕСТИ

У.Ж. Джусупбеков<sup>1</sup>, Р.М. Чернякова<sup>1</sup>, Р.А. Кайынбаева<sup>1\*</sup>, Г.Ш. Султанбаева<sup>1</sup>,  
И.А. Куксина<sup>2</sup>, Н.Н. Кожобекова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова,  
Алматы, Казахстан

E-mail: raushan\_1972@mail.ru

**Резюме.** Введение. Хлористый кальций является востребованным продуктом для нефтедобывающей/нефтепромысловой, газовой, химической, химико-фармацевтической, лесной, строительной и других отраслей промышленности. Целью данной работы является синтез хлорида кальция из низкокачественного известняка, расчет материального баланса процесса его получения и изучение возможности применения  $\text{CaCl}_2$  в нефтедобывающей промышленности. Методология: ИК-спектры снимали на инфракрасном спектрофотометре в спектральной области 225-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Синтез и очистку раствора  $\text{CaCl}_2$  из технической извести проводили солянокислотным методом. Результаты обсуждения. Опыты показали, что  $\text{CaCl}_2$  усиливает антикоррозионные свойства жидкости глушения, приготовленной из морской воды. При этом наибольшая степень защиты (89.83 %) отмечена при концентрации  $\text{CaCl}_2$  равной 35 %, что обусловлено химическим составом. Введение  $\text{CaCl}_2$  в сточную воду, повышает ее минерализацию и общую жесткость, что приводит к образованию более агрессивной среды и к увеличению скорости коррозии. Выводы: Проведено технико-экономическое обоснование процесса получения чистого  $\text{CaCl}_2$  из технического сырья, рассчитан материальный баланс данного процесса и показано, что себестоимость полученного  $\text{CaCl}_2$  не превышает стоимости 1т чистого  $\text{CaCl}_2$  на рынке услуг.

**Ключевые слова:** хлорид кальция, техническая известь, жидкость глушения, скорость коррозии, коррозионная активность

<i>Умирзак Жумасилович Джусупбеков</i>	<i>Член-корр. НАН РК, профессор, доктор технических наук</i>
<i>Раиса Михайловна Чернякова</i>	<i>Доктор технических наук, профессор</i>
<i>Раушан Алибековна Кайынбаева</i>	<i>Кандидат технических наук</i>
<i>Гита Шамильевна Султанбаева</i>	<i>Кандидат технических наук</i>
<i>Ирина Александровна Куксина</i>	<i>Магистр</i>
<i>Назым Нургудыровна Кожобекова</i>	<i>Кандидат химических наук</i>

### 1. Введение

Хлористый кальций является востребованным продуктом для нефтедобывающей/нефтепромысловой, газовой [1-3], химической, химико-фармацевтической, лесной, строительной и др. промышленности [4-7, 3]. В строительстве добавка  $\text{CaCl}_2$  в бетон ускоряет схватывание и усадку цемента, расширяет температурный интервал заливки бетона, а также увеличивает долговечность и надежность возводимых конструкций. Хлористый кальций используется для обеспыливания при эксплуатации песчаных и гравийных дорог.

В нефте- и газодобывающей промышленности  $\text{CaCl}_2$  применяется для приготовления жидкости глушения (ЖГ) нефтяных и газовых скважин при их ремонте, промывочных жидкостей для бурения нефтяных и газовых скважин, в качестве компонента тампонажных растворов при устройстве нефтяных скважин, в качестве реагента для интенсификации процессов

нефтедобычи [1-3]. Использование  $\text{CaCl}_2$  для приготовления ЖГ позволяет работать при отрицательных/минусовых температурах, сохранять коллекторские свойства раствора, стабилизировать ее плотность, обеспечить хорошую прокачиваемость, высокую водо- и шламуудерживающую способность ЖГ и ее инертность по отношению к хорошо растворимым породам [8-9].

В промышленности хлорид производят как безводный хлористый кальций  $\text{CaCl}_2$ , так и в виде гидратов –  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Последний является неустойчивым соединением и при нагреве выделяет воду.

Сырьем для получения хлорида кальция служит соляная кислота и высококачественный известняк с низким содержанием примесей  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{S}$  и  $\text{P}$ . Однако более экономично  $\text{CaCl}_2$  получать из низкокачественного известняка или известьсодержащего отхода, или же отходов содового и хлоратного производств. Процесс получения хлорида кальция солянокислотным методом с использованием низкокачественного сырья (технического известняка или известьсодержащего отхода) заключается в растворении сырья в соляной кислоте с последующей очисткой образующегося «сырого» раствора  $\text{CaCl}_2$  от примесей и в обезвоживании его. Продукт получается более чистым, чем из отходящих жидкостей содового или хлоратного производства. Низкокачественный известняк или известьсодержащий отход имеют переменчивый состав и характеризуются содержанием разнообразных примесей. Исходя из этого, возникает необходимость в исследовании возможности получения чистого хлористого кальция из технической извести с повышенным содержанием примесей.

*Целью работы* является синтез хлорида кальция из низкокачественного известняка, расчет материального баланса процесса и изучение возможности применения  $\text{CaCl}_2$  в нефтедобывающей промышленности.

## 2. Экспериментальная часть

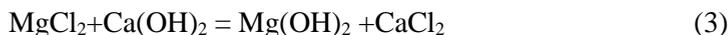
Для получения чистого хлорида кальция использовали техническую известь (ТИ).

Процесс получения безводного хлорида кальция осуществляли следующим образом: в реактор вносили расчетное количество 14%-ной  $\text{HCl}$  соляной кислоты, затем вводили техническую известь в заданном соотношении Т:Ж=1:5 [10]. Смесь перемешивали в течение 30 мин при постоянном объеме и далее фильтровали нерастворимый осадок. Для очищения от примесей соединений железа, магния и алюминия и сульфат аниона вводили хлорид бария в сухом виде при перемешивании.

При добавке хлорида бария все сульфаты осаждаются в виде сульфатов:



После осаждения сульфатов, отделяли нерастворимый остаток и нагревали раствор, далее нейтрализовали известь-пушонкой по следующим реакциям:



При этом, гидроксиды металлов выпадают в осадок и отделяются отстаиванием [11]. В дальнейшем фильтрат сушили и получали в чистом виде хлорид кальция  $\text{CaCl}_2$ . Получение хлорида кальция из ТИ проводили солянокислотным методом с последующей очисткой раствора  $\text{CaCl}_2$  по известной методике [12].

Идентификацию сырья и полученных образцов осуществляли методом ИК-спектроскопии на инфракрасном спектрофотометре (Nicolet 5700 «ThermoElectron», США) в спектральной области  $225\text{--}4000\text{ см}^{-1}$ . Перед снятием ИК-спектров исследуемое вещество в количестве  $0,4\text{--}1\text{ мг}$  вводили в навеску бромистого калия и после прессовали в таблетку.

### 3. Результаты и обсуждение

ИК спектроскопический анализ сырья [13,14] показал, что частоты у  $705$ ;  $875$  и  $1423\text{ см}^{-1}$  соответствуют в колебания  $\text{CO}_3$  группы в известняке, который является основной фазой (рисунки 1, 2). На наличие небольшого присутствия  $\text{H}_2\text{O}$  указывает малоинтенсивная частота у  $3643\text{ см}^{-1}$ , принадлежащая в колебаниям  $\text{OH}$  группы.

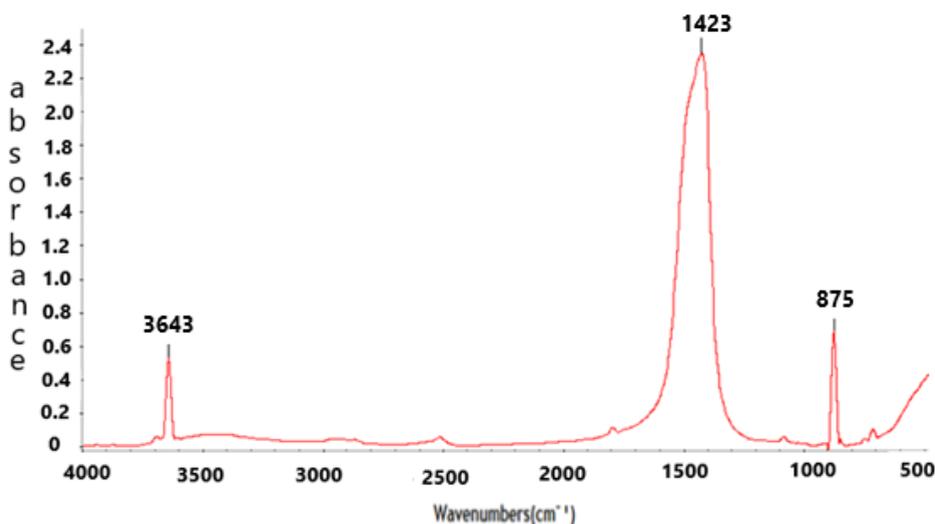


Рисунок 1 – ИК-спектр исходной технической извести.

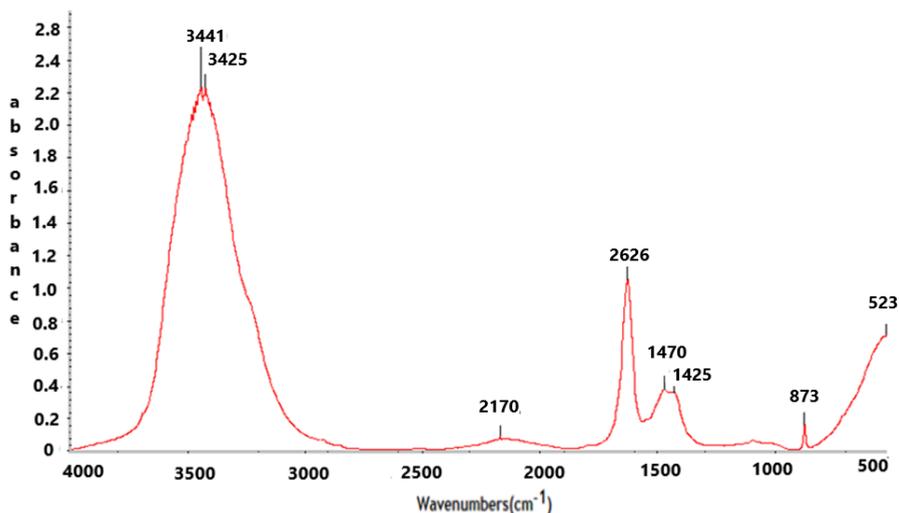


Рисунок 2 – ИК спектр образца  $\text{CaCl}_2$ , полученного из технической извести.

Идентификация желтой примеси в ТИ показал присутствие  $\text{FeCO}_3$  (1429; 1421; 740  $\text{cm}^{-1}$ ),  $\text{MgCO}_3$  (1460; 1448; 1429  $\text{cm}^{-1}$ ) и кристаллического кальцита (713; 875; 1418; 1414  $\text{cm}^{-1}$ ). То есть ТИ пригодна для синтеза  $\text{CaCl}_2$ .

ИК спектроскопический анализ полученного  $\text{CaCl}_2$  показал, что широкая полоса поглощения в области (3441-3425)  $\text{cm}^{-1}$  принадлежит  $\nu$  колебаниям  $\text{H}_2\text{O}$ , а частота у 1626  $\text{cm}^{-1}$  соответствует  $\delta$  колебаниям  $\text{H}_2\text{O}$  (рисунок 2). Хлориду кальция соответствуют слабо интенсивные частоты у 2170  $\text{cm}^{-1}$  и в области (1469-1425)  $\text{cm}^{-1}$ , а также интенсивная частота у 523  $\text{cm}^{-1}$  [15]. Соотнесение частот ИК спектра полученного  $\text{CaCl}_2$  с литературными данными [16] указывают на получение чистого хлорида кальция.

По полученным результатам предложена принципиальная технологическая схема получения хлористого кальция из технической извести (рисунок 3), которая исключает стадию осветления раствора  $\text{CaCl}_2$  с применением флокулянтов [17].

Технологический процесс включает следующие стадии: разложение технической извести с 14% соляной кислотой; нейтрализация и очистка кислого раствора хлористого кальция; отделение сульфатов с добавкой хлорида бария; отделение хлористого кальция от гидроксидов; фильтрация раствора хлористого кальция; выпарку и сушку чистого раствора  $\text{CaCl}_2$ .

*Материальный баланс и технико-экономическое обоснование процесса получения чистого хлорида из технической извести*

Процесс получения чистого хлорида кальция включает стадии:

- 1) разложение технической извести 14 % соляной кислотой;
- 2) очистку «сырого» раствора;
- 3) фильтрацию, т.е. отделение выпавших сульфатов и гидроокисей;
- 4) выпарку и сушку чистого раствора  $\text{CaCl}_2$ ;

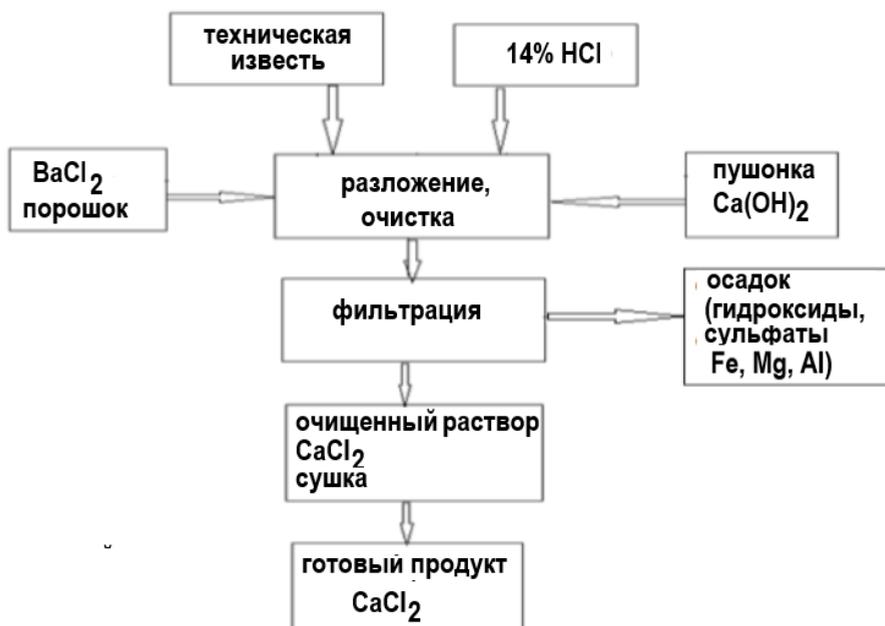


Рисунок 3 – Принципиальная технологическая схема получения  $\text{CaCl}_2$  из технической извести.

Расчет материального баланса процесса получения чистого хлорида кальция из технической извести проведен по [6, С. 864-867].

При расчете материального баланса (таблицы 1, 2) взяты следующие показатели:

Таблица 1 - Материальный баланс

Затрачено	кг	%	Получено	кг	%
Техническая известь	100	17.45	Газ и пары, выделившиеся при разложении	85.47	14.91
HCl (36.5 %)	212.55	37.09	Осадок ( $\text{BaSO}_4$ , гидроксиды Me)	58.83	10.26
$\text{H}_2\text{O}$	259.5	45.28	Пары, выделившиеся при сушке	390.50	68.14
$\text{BaCl}_2$	0.653	0.114			
Пушонка	0.412	0.072			
			Товарный продукт	38.32	6.69
Итого	573.12	100	Итого	573.12	100

Таблица 2 – Расходные коэффициенты на 1 т (1000 кг) продукта ( $\text{CaCl}_2$ )

Элементы затрат	Показатели
Техническая известь	2.61
HCl (36.5 %), т	0.55
$\text{H}_2\text{O}$ , т	0.68
$\text{BaCl}_2$ , т	0.002
Пушонка, т	0.001
Электроэнергия, кВт/ч	20

- 1) расход технической извести – 100.0 кг;
- 2) расход соляной кислоты (36.5 %) – 212.55 кг
- 3) расход воды – 259.5 кг
- 4) расход хлористого бария (порошок) – 0.653 кг
- 5) расход пушонки (Ca(OH)<sub>2</sub>) – 0.412 кг

Себестоимость полученного хлорида кальция из технической извести составляет 98.16 тнг/кг (98160 тнг/т).

Полученный хлорид кальция испытан в лабораторных условиях в качестве технологической ЖГ, применяемой в нефтедобывающей промышленности для глушения скважин.

Исследование коррозионной активности составов жидкостей глушения с добавкой CaCl<sub>2</sub> проводили гравиметрическим методом на стальных пластинах по общепринятой методике в морской и сточной воде. Выбор типов воды обусловлен отсутствием H<sub>2</sub>S и нефтепродуктов в морской воде и их низким содержанием в сточной воде (0,1 мг/л H<sub>2</sub>S и 3.19 мг/л нефтепродуктов), что исключает образованию FeS и повышает коррозионную активность ЖГ, приготовленную на их основе. В таблице 3 приведены результаты изменения V<sub>корр</sub> в зависимости от концентрации соли хлорида кальция в исследуемых типах вод.

**Таблица 3** – Влияние концентрации хлорида кальция на скорость коррозии в морской и сточной воде, продолжительность испытания 14 суток

C <sub>CaCl<sub>2</sub></sub> , %	Масса образцов, г			Потеря массы Δm <sub>кор</sub> , г	P, г/см <sup>3</sup>	V <sub>кор</sub> P, г/см <sup>2</sup> сут	V <sub>корр</sub> , мм/год	Z, %
	m <sub>0</sub> , до опыта	m <sub>отп</sub> , после опыта	m <sub>1</sub> после снятия отложений					
Морская H <sub>2</sub> O, продолжительность испытания 14 суток								
25	6.7150	6.8168	6.6828	0.0322	1.147	1.190	0.084	34.55
30	6.5542	6.5646	6.5472	0.007	1.205	1.204	0.018	85.77
35	6.4383	6.6423	6.4333	0.005	1.209	1.206	0.013	89.83
морская H <sub>2</sub> O	6.7549	6.8254	6.7057	0.0492	1.015	1.014	0.128	отс.
Сточная H <sub>2</sub> O, продолжительность испытания 7 суток								
25	6.6964	6.7142	6.6130	0.0834	1.190	0.434	0.481	отс.
30	6.5379	6.5513	6.4805	0.0574	1.205	0.299	0.331	отс.
35	6.8552	6.8754	6.8343	0.0209	1.205	0.108	0.120	отс.
сточная H <sub>2</sub> O	6.6691	6.6821	6.6571	0.0120	1.015	0.062	0.069	отс.

Установлено, что добавка CaCl<sub>2</sub> в морскую воду от 25.0 до 35.0%, до концентрации, обеспечивающей заданную плотность ЖГ, снижает скорость в (1.53-9.85) раз по сравнению с контрольным опытом (без добавки CaCl<sub>2</sub>). В то время как введение CaCl<sub>2</sub> в сточную воду в пределах тех же концентраций увеличивает скорость металла в (1.7-7.0) раз по сравнению с

контрольным опытом. Опыты показали, что хлористый кальций усиливает антикоррозионные свойства ЖГ, приготовленной на основе морской воды. При этом наибольшая степень защиты (89.83 %) отмечена при концентрации  $\text{CaCl}_2$  равной 35 %. Вероятно, такое поведение хлорида кальция в морской воде обусловлено ее химическим составом. Содержание  $\text{Cl}^-$  ионов в морской  $\text{H}_2\text{O}$  на 21642 мг/л меньше, чем в сточной  $\text{H}_2\text{O}$ , а  $\text{SO}_4^{2-}$  ионов - на 2559.53 мг/л больше.

В итоге суммарная минерализация и общая жесткость морской воде в 3,1 раз меньше, чем в сточной. По-видимому, в морской воде хлорид кальция инициирует процесс образования саморазрушающейся твердой фазы [18], вследствие чего ЖГ на основе морской воды проявляет низкую коррозионную активность [19]. Скорость коррозии морской воды с добавкой  $\text{CaCl}_2$  не превышает установленный норматив (скорость коррозии исследуемых составов не должна превышать установленный норматив (0,10-0,12 мм/год)) [19], поэтому использование  $\text{CaCl}_2$  является допустимым при проведении внутрискважинных операций согласно требованиям. Введение же  $\text{CaCl}_2$  в сточную воду, по-видимому, повышает ее минерализацию и общую жесткость, что приводит к образованию более агрессивной среды и к увеличению скорости коррозии.

#### 4. Заключение

Проведено технико-экономическое обоснование процесса получения чистого хлорида кальция из технического сырья, рассчитан материальный баланс данного процесса и показано, что себестоимость полученного  $\text{CaCl}_2$  не превышает стоимости 1 т чистого  $\text{CaCl}_2$  на рынке услуг.

#### ТЕХНИКАЛЫҚ ӘКТЕН КАЛЬЦИЙ ХЛОРИДІН СИНТЕЗДЕУ

У.Ж. Жүсіпбеков<sup>1</sup>, Р.М. Чернякова<sup>1</sup>, Р.А. Қайыпбаева<sup>1\*</sup>, Г.Ш. Сұлтанбаева<sup>1</sup>,  
И.А. Куксина<sup>2</sup>, Н.Н. Қожабекова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>А.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты АҚ, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: raushan\_1972@mail.ru

**Түйіндемe.** *Кіріспе.* Кальций хлориді – мұнай/мұнай кәсіпшілігі, газ, химия, фармацевтика, орман шаруашылығы, құрылыс және басқа да салалар үшін танымал өнім. Бұл жұмыстың мақсаты – сапасы төмен әктастан кальций хлоридін синтездеу, оны өндіру процесінің материалдық балансын есептеу және мұнай өнеркәсібінде  $\text{CaCl}_2$  пайдалану мүмкіндігін зерттеу. *Әдістемe:* ИҚ спектрлері 225-4000  $\text{cm}^{-1}$  спектрлік аймақта инфрақызыл спектрофотометрде алынды. Техникалық әктен  $\text{CaCl}_2$  ерітіндісін синтездеу және тазарту тұз қышқылы әдістемe бойынша жүргізілді. *Нәтижелер мен пікірталас:* Тәжірибе көрсеткендей, кальций хлориді теңіз суынан дайындалған сөндіру сұйықтығының коррозияға қарсы қасиеттерін күшейтеді. Бұл ретте ең жоғары қорғаныс дәрежесі (89.83%) химиялық құрамға байланысты  $\text{CaCl}_2$  35% концентрациясында байқалды. Ағынды суларға  $\text{CaCl}_2$  енгізу оның минералдануын және жалпы кермектілігін арттырады, бұл агрессивті ортаның пайда болуына және коррозия жылдамдығының жоғарылауына әкеледі. *Қорытынды:* Техникалық шикізаттан таза кальций хлоридін алу процесінің техникалық-экономикалық негіздемесі жүргізіліп, бұл процестің материалдық балансы есептеліп, нәтижесінде алынған  $\text{CaCl}_2$  құны қызмет көрсету нарығында 1 тонна таза  $\text{CaCl}_2$  құнынан аспайтыны көрсетілді.

**Түйін сөздер:** кальций хлориді, техникалық әк, өлтіретін сұйықтық, коррозия жылдамдығы, коррозия

<b>Жүсіпбеков Өмірзақ Жұмасылдұлы</b>	<i>ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, профессор, техника ғылымдарының докторы</i>
<b>Чернякова Раиса Михайловна</b>	<i>Техника ғылымдарының докторы, профессор</i>
<b>Қайыңбаева Раушан Әлібекқызы</b>	<i>Техника ғылымдарының кандидаты</i>
<b>Сұлтанбаева Гита Шамильқызы</b>	<i>Техника ғылымдарының кандидаты</i>
<b>Куксина Ирина Александровна</b>	<i>Магистр</i>
<b>Қожабекова Назым Нұрғұдырқызы</b>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты</i>

## Список литературы

1. Электронный ресурс: В нефтегазовой отрасли extream.ru/V\_neftegazovoy\_otrasli\_KALTSIY... (Дата обращения 02.06.2022).
2. Миненко В.Г., Двойченкова Г.П. *Применение кальций-хлоридных рассолов карьера «удачный» в условиях эксплуатации Иреляхского нефтяного месторождения.* 2007. Семинар № 24. Электронный ресурс: Применение кальций-хлоридных рассолов карьера... cyberleninka.ru/Грнти>...-hloridnyk-rassolov... (Дата обращения 02.06.2022).
3. Электронный ресурс: *Применение кальция хлористого огнеуог.ru* Инфо-центр> Статьи> kalcij-xloristuj (Дата обращения 02.06.2022).
4. Аржанухина С.П. Сравнительные демонстрационные испытания противогололедных материалов на основе хлоридов. 2009, № 5. [https://doi.org/10.1016/S0950-0618\(09\)00234-7](https://doi.org/10.1016/S0950-0618(09)00234-7).
5. Аржанухина С.П. Нормативные документы технического регулирования дорожно-строительных материалов. 2009. №11. <https://journal--cm-ru.translate.goog>.
6. Аржанухина С.П. Современное состояние вопросов зимнего содержания автомобильных дорог. 2010, №5. <https://journal--cm-ru.translate.goog>.
7. Аржанухина С.П. Отраслевые особенности применения хлорида кальция. Строительные материалы. 2010, №105. <https://journal--cm-ru.translate.goog>.
8. Электронный ресурс: *ogneuog.ru Кальций хлористый в Компании...* (дата обращения 14.06.2022).
9. Электронный ресурс: Кальций хлористый | Мастер саун | ПРИМЕНЕНИЕ *mastersaun.kz katalog/dobavki...rastvorov...hloristyy...* (Дата обращения 14.06.2022).
10. Электронный ресурс: Получение безводного хлорида кальция из соляной кислоты и известняка. <https://msd.com.ua/tehnologiya-mineralnyx-solej-udo-brenij-pesticidov-promyshlennyx-solej-okislov-i-kislot/poluchenie-bezvodnogo-xlorida-kalciya-iz-solyanoj-kisloty-i-izvestnyaka/>. (Дата обращения 16.03.2022).
11. Себалло В.А., Степанов Н.В., Леонов А.А., [и др.]. *Разработка и внедрение технологии и оборудования для производства гранулированного хлористого кальция / Сборник науч. тр. ЗАО «ВНИИ Галургии» Актуальные вопросы добычи и переработки природных солей, / под ред. Ю.В. Букии.* 2006, Вып. 75. 256-275. <https://cyberleninka.ru/>
12. Электронный ресурс: *Получение хлорида кальция из соляной кислоты...* [chem21.info/info/1656220/](http://chem21.info/info/1656220/)... (дата обращения 14.06.2022).
13. Электронный ресурс: *Инфракрасная спектроскопия карбонатных минералов bstudy.net>837259/estestvoznanie/infkrasnaya...* (Дата обращения 15.05.22).
14. Коровкин М.В. Инфракрасная спектроскопия карбонатных пород. Томск, Изд-во Томского политехнического университета, 2012. 80 с. <https://portal.tpu.ru/pdf>
15. Электронный ресурс: [https://www.chemicalbook.com/SpectrumEN\\_10043-52-4\\_IR1.htm](https://www.chemicalbook.com/SpectrumEN_10043-52-4_IR1.htm) (Дата обращения 04.06.2022).
16. [https://www.chemicalbook.com/SpectrumEN\\_10043-52-4\\_IR1.htm](https://www.chemicalbook.com/SpectrumEN_10043-52-4_IR1.htm)
17. Михайлова Т.В., Себалло В.А. Совершенствование технологии производства жидкого хлористого кальция. *Изв. С.-Петербургского Гос. техн. ун-та.* 2012. Электронный ресурс: Совершенствование технологии производства жидкого.... [cyberleninka.ru/Грнти>...-hloristogo-kaltsiya](http://cyberleninka.ru/Грнти>...-hloristogo-kaltsiya) (Дата обращения 15.06.2022).
18. Акимов О.В. Совершенствование технологий глушения скважин при интенсификации разработки низкопроницаемых терригенных коллекторов: автореф. ...к. т. н.: 25.00.17.Уфа: Уфимский гос. нефтяной технический ун-т. 2011. 24с. Электронный ресурс:

Совершенствование технологий глушения... [new-disser.ru\\_avtoreferats/01004994889.pdf](http://new-disser.ru_avtoreferats/01004994889.pdf) (Дата обращения 16.06.22).

19. Исламов Ш.Р. Обоснование технологии глушения нефтяных скважин перед подземным ремонтом в условиях трещинно-поровых карбонатных коллекторов. Дис...к.т.н.: 25.00.17.-МН и ВО РФ ФГБОУ ВВО «Санкт-Петербургский горный университет». 2020. 151с. Электронный ресурс: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. [spmi.ru/sites/default/files/imci\\_images/sciens/...](http://spmi.ru/sites/default/files/imci_images/sciens/...) (Дата обращения 16.06.22).

## References

1. Electronic resource: In the oil and gas industry extream.ru»V\_neftegazovoy\_otrasli\_KALTSIY... (Accessed 02.06.2022).
2. Minenko V.G., Dvojchenkova G.P. Primenenie kal'cij-hloridnyh rassolov kar'era «udachnyj» v usloviyah ekspluatatsii Irelyahskogo nefyanogo mestorozhdeniya. 2007. Seminar № 24. S. 372-380... [The use of calcium-chloride brines of the "successful" quarry in the operating conditions of the Irelyakh oil field]. 2007. Seminar No. 24. 372-380. (In Russ.). Electronic resource: Application of calcium-chloride brines of a quarry ...
3. Electronic resource: ogneypor.ru » Info-center » Articles » kalcij-xloristyj Application of calcium chloride (ccessed 02.06.2022).
4. Arzhanukhina S.P. 4. Sravnitelnyye demonstratsionnyye ispytaniya protivogolodnykh materialov na osnove khloridov. 2009. № 5. ... [Comparative demonstration tests of anti-icing materials based on chlorides]. *Build. Mater.* 2009, № 5, 14-15. (In Russ.). [https://doi.org/10.1016/S0950-0618\(09\)00234-7](https://doi.org/10.1016/S0950-0618(09)00234-7).
5. Arzhanukhina S.P. Normativnyye dokumenty tekhnicheskogo regulirovaniya dorozhno-stroitelnykh materialov. 2009. №11. [Normative documents of technical regulation of road building materials]. *Constr. Mater.* 2009. No. 11. (In Russ.). <https://journal--cm-ru.translate.google>.
6. Arzhanukhina S.P. Sovremennoye sostoyaniye voprosov zimnego sodержaniya avtomobilnykh dorog. 2010.№5... [The current state of issues of winter maintenance of roads]. 2010.№5. P.16-19. (In Russ.). <https://journal--cm-ru.translate.google>.
7. Arzhanukhina S.P. Otrasleyvye osobennosti primeneniya khlorida kaltsiya. Stroitelnyye materialy. 2010. №105... [Industry features of the use of calcium chloride]. *Build. Mater.* 2010. No. 105. P. 60-61. (In Russ.). <https://journal--cm-ru.translate.google>.
8. Electronic resource: ogneypor.ru Calcium chloride in the Company... (Accessed 06/14/2022).
9. Electronic resource: Calcium chloride | Sauna Master | APPLICATION mastersaun.kz katalog/dobavki...rastvorov...hloristy... (Accessed 06/14/2022).
10. Electronic resource: Poluchenie bezvodnogo khlorida kaltsiya iz solyanoy kisloty i izvestnyaka. [Obtaining anhydrous calcium chloride from hydrochloric acid and limestone]. (in Russ.). <https://msd.com.ua/tehnologiya-mineralnyx-solej-udo-brenij-pesticidov-promyshlennyx-so-lej-okislov-i-kislot/poluchenie-bezvodnogo-xlorida-kalciya-iz-solyanoj-kisloty-i-izvestnyaka/...> (Accessed 03/16/2022).
11. Seballo V.A., Stepanov N.V., Leonov A.A., [et al.]. *Razrabotka i vnedreniye tekhnologii i oborudovaniya dlya proizvodstva granulirovannogo khlorigo kaltsiya / Sbornik nauch. tr. ZAO «VNII Galurgii» Aktualnyye voprosy dobychi i pererabotki prirodnykh soley. / pod red. Yu.V. Bukshi. 2006. Vyp. 75. 256-275... [Development and implementation of technology and equipment for the production of granulated calcium chloride / Collection of scientific paper. C.JSC "VNII Galurgii" Actual issues of extraction and processing of natural salts] / ed. Yu.V. Bukshi. <https://cyberleninka.ru/2006>, 75, 256-275. (In Russ.).*
12. Electronic resource: Obtaining calcium chloride from hydrochloric acid ...chem21.info»info/1656220/... (Accessed 06/14/2022).
13. Electronic resource: Infrared spectroscopy of carbonate minerals bstudy.net»837259/estestvoznanie/infrakrasnaya... (Accessed 15.05.22).
14. Korovkin M.V. Korovkin M.V. Infrakrasnaya spektroskopiya karbonatnykh porod. Tomsk. Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2012. 80 s... [Infrared spectroscopy of carbonate rocks]. Tomsk, Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2012. 80 p. (In Russ.).
15. Electronic resource: [https://www.chemicalbook.com/SpectrumEN\\_10043-52-4\\_IR1.htm](https://www.chemicalbook.com/SpectrumEN_10043-52-4_IR1.htm) (Accessed 04.06.2022).
16. [https://www.chemicalbook.com/SpectrumEN\\_10043-52-4\\_IR1.htm](https://www.chemicalbook.com/SpectrumEN_10043-52-4_IR1.htm)

17. Mikhailova T.V., Seballo V.A. Sovershenstvovaniye tekhnologii proizvodstva zhidkogo khlorigo kaltsiya. Izv. S.-Peterburgskogo Gos. tekhn. un-ta. 2012. Elektronnyy resurs: Sovershenstvovaniye tekhnologii proizvodstva zhidkogo... [Improving the technology of production of liquid calcium chloride]. Izv. St. Petersburg State. tech. un-ta .. **2012**. (In Russ.). Electronic resource: Improving the technology for the production of liquid ....cyberleninka.ru/Grnti...hloristogo-kaltsiya (Accessed 15.06.2022).

18. Akimov O.V. Sovershenstvovaniye tekhnologiy glusheniya skvazhin pri intensivatsii razrabotki nizkopronitsayemykh terrigenovykh kollektorov: avtoref. ...k. t. n.: 25.00.17.Ufa:Ufimskiy gos. neftyanoy tekhnicheskoy un-t. 2011. 24 s. Elektronnyy resurs: Sovershenstvovaniye tekhnologiy glusheniya... [Improvement of well killing technologies during the intensification of the development of low-permeability terrigenous reservoirs]: Ph.D. ...To. t.n.: 25.00.17.-Ufa: Ufa state. Petroleum Technical University **2011**. 24p. (In Russ.). Electronic resource: Improving jamming technologies... new-disser.ru\_avtoreferats/01004994889.pdf (Accessed 06/16/22).

19. Islamov Sh. R. Obosnovaniye tekhnologii glusheniya neftnykh skvazhin pred podzemnym remontom v usloviyakh treshchinnoporovykh karbonatnykh kollektorov. Dis...k.t.n: 25.00.17.-MN i VO RF FGBO UVO «Sankt-Peterburgskiy gornyy universitet». 2020. 151 s. Elektronnyy resurs: Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiyskoy ...[Substantiation of oil well killing technology before underground repair in conditions of fractured-porous carbonate reservoirs]. Dissertation... Candidate of Technical Sciences: 25.00.17. MN and VO RF FGBO HEI "Saint-Petersburg Mining University". **2020**. 151s. (In Russ.). Electronic resource: Ministry of Science and Higher Education of the Russian...spmi.ru/sites/default/files/imci\_images/sciens/... (Accessed 06/16/22).