

# Горно- геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



2022. № 1-2 (69-70)

ISBN 2616-8391



## УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!



**Н.Н. Джафаров,**  
главный редактор



**Ф.Н. Джафаров,**  
зам. главного редактора



**Т.М. Каскевич,**  
ответственный секретарь



**И.Я. Хафизов,**  
дизайн



**В.А. Отлыгина,**  
верстка журнала

Перед Вами очередные, 69-70 номера «Горно-геологического журнала». Из-за сложностей связанных с пандемией, мы вынуждены были объединить два номера. Журнал издаётся с февраля 2003 года. Текущий год является двадцатым – юбилейным годом издания. Коллектив редакции выражает огромную благодарность всем авторам из Казахстана, дальнего и ближнего зарубежья за публикацию своих научных трудов на страницах нашего журнала, вносящих свой вклад в его развитие. Мы и дальше надеемся на поддержку наших читателей, предприятий отрасли, специалистов и ждем ваши статьи для размещения на страницах нашего журнала.

Для оформления подписки на «Горно-геологический журнал» нужно перечислить на расчетный счет KZ876017221000001566 в АО «Народный Банк Казахстана» БИК HSBKZZKZ необходимую сумму и прислать в адрес редакции копию платежного поручения с указанием почтового адреса и телефона.

Годовая подписка на «Горно-геологический журнал» (4 номера в год) составляет для физических лиц – 8 тыс. тенге, для юридических – 12 тыс. тенге.

Выписывая «Горно-геологический журнал» Вы узнаете много нового и познавательного.

### ТРЕБОВАНИЯ К ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ

1. Статьи в «Горно-геологический журнал» принимаются в форме рукописей, оформленных с использованием текстового редактора MS Word, язык статьи – русский.
2. Рукопись должна иметь индекс УДК и код МРНТИ (Межгосударственный рубрикатор НТИ).
3. В верхней части статьи по центру строчными буквами жирным шрифтом без переноса – название статьи, на следующей строке полужирным шрифтом – инициалы и фамилии авторов, ученая степень, на следующей строке – полное название организации, где выполнена работа, город, страна.
4. Предоставить фото всех авторов статьи (как на документ) в цветном варианте в формате jpg.
5. Статьи должны сопровождаться аннотациями, содержащими не менее 500 знаков, обязательно должны быть ключевые слова 6–8 слов. Название статей и аннотаций к ним следует давать на казахском, русском и английском языках.
6. Основными структурными элементами статьи являются: введение, методы, результаты, заключение.
7. В конце рукописи приводится список литературы, в тексте указываются номера ссылок в порядке цитирования. Таблицы (Word, Excel) и графические материалы (jpg, tiff) располагаются по тексту статьи. Графические материалы низкого качества не размещаются.
8. В списке использованной литературы более полно указывать элементы библиографических элементов (в случае публикации в книгах указывать общее количество страниц, в случае публикации в сборниках и журналах – страницы публикуемых статей).
9. Максимальный объем материала 7 страниц формата А4. Материал печатается через 1,5 интервала, шрифт №12, Times New Roman, выравнивание по ширине, отступ 1,25 см. Поля – верхнее, нижнее, справа и слева – 2,5 см. Страницы статьи обязательно нумеруются.
10. Самоцитирование должно составлять не более 15%.
11. Предоставленные рукописи авторам не возвращаются.

**Наш адрес:** 110700 г. Житикара, Республика Казахстан, Костанайская область, 4 микр., д. 5а, ТОО «Асбестовое ГРП» Редакция Горно-геологического журнала  
**E-mail:** nizamid@mail.ru.

**Наш сайт в интернете:** [www.nizamid.ru](http://www.nizamid.ru)

**Контактные телефоны:** 8 (714 35) 2-35-60; сот. +7 775 361 0634

**Телефакс:** 8 (714 35) 2-22-72.



**Бас редактор Н.Н. Джафаров**

Геол.-мин. ғылым докторы, ҚР ҰИА  
және ХИА толық мүшесі

**Бас редактордың орынбасары Ф.Н. Джафаров,**

Геол.-мин. ғылым кандидаты,  
МРХА және МРА корреспондент-мүшесі

**Атқарушы хатшы Т.М. Каскевич**

*Редакциялық алқасы:*

**А.Б. Бегалинов,** техн. ғылым докторы, профессор,  
корреспондент-мүшесі. ҚР ҰИА академигі

**О.Б. Бейсеев,** геол.-мин. ғылым докторы, профессор,  
ҚР ҰЖҒА академигі

**С.Ж. Ғалиев,** техн. ғылым докторы, профессор,  
ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі

**К.К. Жүсіпов,** техн. ғылым докторы, АҰА академигі

**Ю.А. Поленов,** геол.-мин. ғылым докторы, профессор  
(Ресей Федерациясы)

**Ч.М. Халифазаде,** геол.-мин. ғылым докторы,  
профессор, Ресей жаратылыстану ғылымдар  
академиясының академигі (Әзірбайжан Республикасы)

**А.А. Хорольский,** техн. ғылымның кандидаты (Украина)

**Ф.С. Ганиева,** эконом. ғылымның кандидаты  
(Өзбекстан Республикасы)

Журнал ҚР Мәдениет және ақпарат министрлігімен

22.02.2007, Астана қаласында тіркелген

№ 8109-Ж тіркеу куәлігі

Тіркелу туралы алғашқы куәлік

№ 3561-Ж 04.02.2003 ж.

Редакцияның мекен-жайы:

110700, Жітіқара қаласы, 4 микр., 5а

E-mail: nizamid@mail.ru

Тел./Факс: 8 (71435) 2-22-72

Қолжазбалар қайтарылмайды.

Редакцияның пікірі авторлардың пікірімен сәйкес келмеуі  
мүмкін.

**Корректур** **А.А. Хорольский**

**Дизайн** **И.Я. Хафизов**

**Қазақ, ағылшын тілдерге аудару** **С.К. Алави**

**Компьютерлік өңдеу** **В.А. Отлыгина**

Жинаққа өтті 27.06.2022 ж.

Баспаға қол қойылған 30.06.2022 ж.

84x108.1/8 пішімі Шарт. б.п. 7,2

Офсет қағазы. Офсеттік баспа.

Таралым 500 дана.

Тапсырыс № 3960

«Костанайполиграфия» ЖШС

баспа үйінде басып шығарылды

Мәуленов көшесі, 16. Костанай қ.

© «Асбестовое ГРП» ЖШС, 2022

**МАЗМҰНЫ**

*Ресей Федерациясы*

ПУНЕНКОВ С.Е., КОЗЛОВ Ю.С.,  
МАТЮХИН В.И., МАТЮХИНА А.В.

Хризотил-асбест кендерін кептіруге арналған  
шахта пешінің жұмысының көрсеткіштерін  
жақсарту . . . . . 4

*Қазақстан Республикасы*

ДЖАФАРОВ Н.Н.

Құндыбай иттрий  
және сирек жерлер кен орны . . . . . 16

*Ресей Федерациясы*

ПОЛЕНОВ Ю.А., САВИЧЕВ А.Н., КИСИН А.Ю.

Уфалей метаморфтық кешені пегматиттерінің  
уран-сирек кездесетін минералдары  
(Оңтүстік Жайық). . . . . 20

*Әзірбайжан Республикасы*

ГУСЕЙНОВ Г.С., МАМЕДОВ И.А.

Минералотермиялық зерттеулер деректері  
бойынша Дағкесаман алтын полиметалл кен  
орнының кендерін қалыптастырудың физикалық-  
химиялық шарттары . . . . . 26

*Қазақстан Республикасы*

ЕДИГЕНОВ М.Б.

Шығыс Қазақстанда Николаев кен алаңының  
жерасты гидросферасының мониторингін  
ұйымдастыру жөніндегі ұсынымдар . . . . . 32

*Ресей Федерациясы*

КОМЛЕВ В.Н.

Ядролық қорымға арналған құжаттар . . . . . 43

*Ресей Федерациясы*

ПОЛЕНОВ Ю.А.

В.И. Ермоленконың «Қараоба» кітабы – Орталық  
Қазақстандағы Солтүстік Бетпақдаланың  
минералогиялық феномені туралы бірегей  
ғылыми-көпшілік монография . . . . . 53

ГЕОЛОГИЯ ЖАҒАЛЫҚТАРЫ . . . . . 56

**МЕРЕЙТОЙЛЫҚ КҮНДЕР**

Поленов Юрий Алексеевичке – 80 жас . . . . . 65

Азанама

Долгополов Владимир Федорович . . . . . 67

Тақырыптық бағыты: пайдалы қазбалар кен орындарын іздестіру және барлау, өнеркәсіптік игеру үшін кен орындарын дайындау, өндірістік шикізатты өндіру және өңдеу, кен орындарын гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық зерттеу мәселер бойынша кең таралған ғылыми-көпшілік материалдарды жариялау.

Басылым: орыс тілінде



*Главный редактор* **Н.Н. Джафаров**  
доктор геол.-мин. наук, академик МИА и НИА РК  
*Зам. главного редактора* **Ф.Н. Джафаров**,  
канд. геол.-мин. наук,  
член-корреспондент МАМР и АМР РК  
*Ответственный секретарь* **Т.М. Каскевич**  
*Редакционная коллегия:*  
**А.Б. Бегалинов**, докт. техн. наук, профессор,  
член-кор. НИА РК  
**О.Б. Бейсеев**, докт. геол.-мин.наук, профессор,  
академик Каз. НАЕН  
**С.Ж. Галиев**, докт. техн. наук, профессор,  
член-кор. НАН РК  
**К.К. Жусупов**, докт. техн. наук, академик МАИН  
**Ю.А. Поленов**, докт. геол.-мин. наук, профессор  
(Российская Федерация)  
**Ч.М. Халифзаде**, докт. геол.-мин.наук,  
профессор, академик РАЕН (Азербайджанская  
Республика)  
**А.А. Хорольский**, канд. техн. наук (Украина)  
**Ф.С. Ганиева**, канд. экон. наук, доцент  
(Республика Узбекистан)

Журнал зарегистрирован Министерством  
культуры и информации РК 22.02.2007 г., г. Астана  
Свидетельство о регистрации № 8109-Ж.  
Первичное свидетельство о постановке на учет  
№ 3561-Ж от 04.02.2003 г.

Адрес редакции:  
110700, г. Житикара, 4 микр. 5а  
E-mail: nizamid@mail.ru  
Тел./факс: 8(71435) 2-22-72

Рукописи не возвращаются.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

*Корректурa* **А.А. Хорольский**  
*Дизайн* **И.Я. Хафизов**  
*Перевод на каз., англ.* **С.К. Алави**  
*Компьютерная обработка* **В.А. Отлыгина**

Сдано в набор 27.06.2022  
Подписано в печать 30.06.2022  
Формат 84x108.1/8 Усл. п.л. 7,2  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Тираж 500 экз.  
Заказ № 3960  
Отпечатано в ТОО «Костанайполиграфия»,  
г. Костанай, ул. Мауленова, 16

© ТОО «Асбестовое ГРП», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

*Российская Федерация*  
ПУНЕНКОВ С.Е., КОЗЛОВ Ю.С.,  
МАТЮХИН В.И., МАТЮХИНА А.В.  
Улучшение показателей работы шахтной печи  
для сушки хризотил-асбестовых руд . . . . . 4

*Республика Казахстан*  
ДЖАФАРОВ Н.Н.  
Кундыбайское месторождение иттрия  
и редких земель . . . . . 16

*Российская Федерация*  
ПОЛЕНОВ Ю.А., САВИЧЕВ А.Н., КИСИН А.Ю.  
Уран-редкоземельные минералы пегматитов  
Уфалейского метаморфического комплекса  
(Южный Урал) . . . . . 20

*Азербайджанская Республика*  
ГУСЕЙНОВ Г.С., МАМЕДОВ И.А.  
Физико-химические условия формирования руд  
Дагкесаманского золото-полиметаллического  
месторождения по данным минералотермических  
исследований . . . . . 26

*Республика Казахстан*  
ЕДИГЕНОВ М.Б.  
Рекомендации по организации мониторинга  
подземной гидросферы Николаевского рудного  
поля в Восточном Казахстане . . . . . 32

*Российская Федерация*  
КОМЛЕВ В.Н.  
Документы для ядерного могильника . . . . . 43

*Российская Федерация*  
ПОЛЕНОВ Ю.А.  
Книга В.И. Ермоленко «Караоба – уникальная  
научно-популярная монография  
о минералогическом феномене Северной  
Бетпакадалы в Центральном Казахстане . . . . . 53

НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ. . . . . 56

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ  
Поленову Юрию Алексеевичу – 80 лет . . . . . 65

Некролог  
Долгополов Владимир Федорович . . . . . 67

Тематическая направленность: публикация научно-популярных материалов по проблемам поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, подготовки месторождений к промышленному освоению, добычи и переработки промышленного сырья, гидрогеологической и инженерно-геологической изученности месторождений.

Язык издания: русский





**Editor N.N. Jafarov**

dr. of geological sciences, academician NAE RK and IAE

**Co-editor F.N. Jafarov**

candidate of geological sciences,  
corresponding member IAMR and AMR RK

**Secretary T.M. Kaskevich**

**Editorial board:**

**A.B. Begalinov**, dr. of technical sciences, professor,  
corresponding member NAE RK

**O.B. Beiseyev**, dr. of geological sciences, professor,  
academician Kaz. NANS

**S.G. Galiev**, dr. of technical sciences, professor,  
corresponding member NAS RK

**K.K. Zhusupov**, dr. of technical sciences,  
academician IAIS

**Yu.A. Polenov**, dr. of geological sciences, professor  
(Russian Federation)

**Ch.M. Khalifazadeh**, dr. of geological sciences, professor,  
academician RANS (The Republic of Azerbaijan)

**A.A. Khorolskiy**, ph.d in engineering science (Ukraine)

**F.S. Ganieva**, dr. of philosophy (Ph.D) Economics  
(The Republic of Uzbekistan)

The magazine is registered in the  
Ministry of Culture, Information and  
Public Consent of the Republic of Kazakhstan.  
Certificate of registration  
№ 8109-Ж dated 22.11.2007

Address of editorial office:  
5a house, microdistrict 4  
E-mail: nizamid@mail.ru  
Tel./fax:8(71435) 2-22-72

Manuscripts will not returned.  
The opinion of the editors may not coincide with the opinion  
of the authors.

**Proofreading A.A. Khorolskiy**

**Design I.Y. Hafizov**

*Translation into kazakh, english by S.K. Alavi*

*Computer processing V.A. Otl'ygina*

Sent to typesetting 27.06.2022  
Signed to print 30.06.2022  
Format 84x108.1/8 Con. p.Sh. 7,2  
Offset paper. Offset printing.  
An edition of 500 copies.  
Order No. 3960  
Printed in LLP «Kostanaypoligrafya»,  
Kostanay, Mawlenova street, 16

© «Asbestos GPE» LTD, 2022

**CONTENTS**

*Russian Federation*

PUNENKOV S.E., KOZLOV UY.S.,  
MATYUKHIN V.I., MATYUKHINA A.V.  
The operating factors improving of the shaft furnace  
for drying chrysotile-asbestos ores . . . . . 4

*The Republic of Kazakhstan*

JAFAROV N.N.  
Kundybay yttria and rare earths deposit. . . . . 16

*Russian Federation*

POLENOV YU.A., SAVICHEV A.N.,  
KISYN A.YU. Uranium-rare-earth minerals  
of pegmatites of the Ufaley metamorphic complex  
(South Urals) . . . . . 20

*The Republic of Azerbaijan*

GUSEYNOV G.S., MAMEDOV I.A.  
Physical and Chemical Conditions for Formation  
of Ores of Dagkesaman Gold-Polymetallic Deposit  
Based on Mineralothermic Research Data . . . . . 26

*The Republic of Kazakhstan*

EDIGENOV M.B.  
Recommendations on the organisation of monitoring  
of the underground hydrosphere of the Nikolaev ore  
field in the Eastern Kazakhstan . . . . . 32

*Russian Federation*

KOMLEV V.N.  
Documents for a nuclear waste disposal . . . . . 43

*Russian Federation*

POLENOV YU.A.  
Book by V.I. Ermolenko «Karaoba» is a unique  
popular science monograph on the mineralogical  
phenomenon of Northern Betpakdala in Central  
Kazakhstan . . . . . 53

NEWS OF GEOLOGY. . . . . 56

**ANNIVERSARY DATES**

Polenov Yuri Alekseevich – 80 years old . . . . . 65

**Necrologue**

Dolgopopov Vladimir Fyodorovich . . . . . 67

Thematic focus: publication of popular scientific materials on the problems of prospecting and exploration of mineral deposits, preparation of deposits for industrial development, extraction and processing of industrial raw materials, hydrogeological and engineering-geological study of deposits exploration.

Language of edition: Russian

## УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ШАХТНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ СУШКИ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТОВЫХ РУД



**С.Е. ПУНЕНКОВ<sup>1</sup>**,  
<sup>1</sup>канд. техн. наук,  
зав. базовой  
кафедрой ОПИ



**Ю.С. КОЗЛОВ<sup>2</sup>**,  
<sup>2</sup>ЭУ-383622  
института ИнЭУ,



**В.И. МАТЮХИН<sup>3</sup>**,  
<sup>3</sup>канд. техн. наук,  
старший науч.  
сотруд., доцент  
кафедры ТИМ,



**А.В. МАТЮХИНА<sup>4</sup>**,  
<sup>4</sup>канд. техн. наук,  
доцент кафедры:  
Стандартизации  
и сертификации,

<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет,  
<sup>2-4</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
<sup>1-4</sup>г. Екатеринбург  
Российская Федерация

Рассматриваются способы рационального и эффективного обеспечения условий сушки хризотил-асбестовых руд в шахтных печах при противоточной и прямоточно-противоточной схеме подачи теплоносителя, соблюдая условия остаточной влажности на выходе с печи материала 1,6–1,8% и ограничения максимальной температуры сушки руды до температуры 600–650°C.

В решении проблемы обеспечения шахтной печи необходимым количеством теплоты предлагается применение отдельных топок, устанавливаемых непосредственно в нижней части рабочего пространства.

Для интенсификации массообменных процессов в шахтной печи, снижения пылевывоса из рабочего пространства (снижения выбросов после сушки) и повышения производительности агрегата рассматривается использование энергии акустического поля.

**Ключевые слова:** хризотил-асбестовое волокно, хризотил-асбестовые руды, обогащение, сушка, шахтная печь, расход газа, вынос, влажность материала, противоточная и прямоточно-противоточная схема теплоносителя, тепловой КПД, теплоемкость потоков газа и материала, энергия акустического поля.

Вследствие технического прогресса и изменения экономической ситуации в хризотил-асбестовой отрасли, изменились условия деятельности горнодобывающих предприятий в данной сфере. В условиях жесткой конкуренции многие предприятия перешли от количественных показателей производства хризотил-асбеста к качественным и ресурсосбережению.

Для эффективного обогащения хризотил-асбестовых руд и извлечения хризотил-асбестовых волокон необходимо найти рацио-

нальные условия сушки исходного сырья. В основе рациональной сушки хризотил-асбестовых руд лежит производительность, ограничение расхода энергии и минимизация выбросов в атмосферу газообразных продуктов, обеспечение влажности после сушки хризотил-асбестовых руд 1,6–1,8%.

Обогащение хризотил-асбестовых руд состоит из основных процессов: дробление, сушка, классификация, извлечение и транспортировка хризотил-асбестового волокна с помощью воздуха, отделение свободного



волокна от частичек породы, очистка волокна от пыли и его разделение на группы и марки хризотил-асбеста. Для обогащения хризотил-асбестовых руд в странах СНГ применяют сухое гравитационное обогащение.

Сушка хризотил-асбестовых руд имеет, важное значение для их дальнейшего обогащения и извлечения хризотил-асбестового волокна с сохранением его природной длины и текстуры.

Рассмотрим предъявляемые требования к сушке хризотил-асбестовых руд асбестообогачительными фабриками в странах СНГ, где топливом шахтных печей является природный газ:

1) подаваемая после сушки хризотил-асбестовая руда в обогащение не должна содержать избыточную влагу и должна соответствовать утвержденным требованиям обогащения;

2) обеспечить сохранность природных свойств хризотил-асбестовых волокон: текстуру, эластичность, длину, и т. д;

3) обеспечить высокую степень технологической надежности операции сушки руды в любой период года;

4) выбросы в атмосферу отработанного теплоносителя должны соответствовать требованиям ПДК;

5) рационально использовать газ для сушки руды.

Для сушки хризотил-асбестовых руд применяется конвективный способ сушки руды, который осуществляется в вертикальных шахтных печах (ВШП-2х2х18) с поточно-противоточной системой движения теплоносителя.

Шахтные печи для сушки хризотил-асбестовых руд реконструируются и переведены или переводятся на современные системы отопления.

Сушка хризотил-асбестовой руды, является подготовительной операцией при сухом методе гравитационного обогащения. Высушиванию хризотил-асбестовых руд на асбестовых обогачительных фабриках Казахстана и России подвергается обычно класс руды –30 мм или –25 мм. До сушки руда подвергается трём последовательным операциям дробления и предварительной классификации на грохотах. Нагрев и сушка хризотил-асбестовой руды осуществляется

при замедленном движении вниз кусков руды и волокон хризотила в шахтной печи через 52 ряда колосников за счет теплоносителя (прямотока) и после лабиринтовых окон за счет теплоносителя (противотока). Крупные фракции руды разгружаются через точки внизу шахты печи, а мелкие фракции выделяются в циклоне. Отработанный теплоноситель проходит очистку в электрофильтре АП-40х2 и дымососом после очистки переаётся в атмосферу.

Сушильная установка (шахтная печь) для сушки хризотил-асбестовых руд (рис. 1) включает в себя:

– топку, где происходит нагрев воздуха (теплоносителя) до 1050–1100°С, с помощью газовых горелок, горение которых обеспечивается за счёт подачи газозвоздушной смеси в горелку топки;

– камеру смешивания, куда поступает нагретый теплоноситель до температуры 1100°С, где происходит его разбавление атмосферным воздухом, что приводит к увеличению количества теплоносителя и снижению его температуры до 450–600°С, после этого он подаётся через боров и разгрузку шахты в шахтное сушило;

– шахтное сушило с прямоточным и противоточным потоком теплоносителя;

– пневмосушило;

– циклон;

– электрофильтр;

– вытяжной дымосос.

Шахтная печь представляет собой короб размером: 2х2х18 м выполненный из огнеупорного кирпича.

Руда подается вверху шахтной печи через загрузочное устройство (мигалку), исключаящую подсосы холодного воздуха из приемного бункера. Вся полость шахты заполнена колосниками, всего в шахте 52 ряда колосников по 10 штук в ряду. В центральной части шахты находятся лабиринты, которые предназначены для отбора отработанного теплоносителя и подачи его в пневмосушило (газоход). В нижней части печи находится разгрузка печи, предназначенная для выгрузки высушенной руды.

Эффективность теплообмена потоков теплоносителя и руды в шахтной печи обеспечивается колосниками, которые выполнены из жаропрочного материала (чугуна).

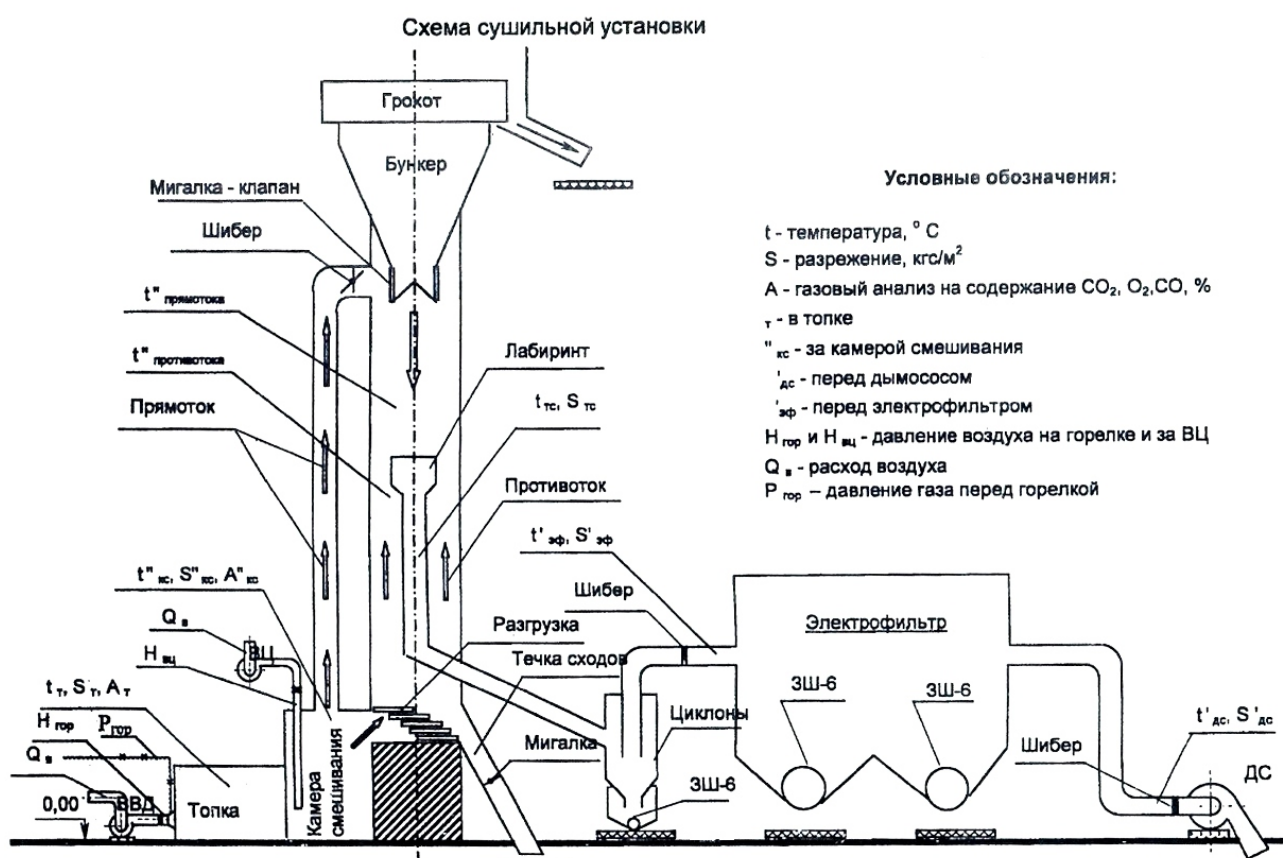


Рисунок 1 – Схема сушильной установки

Кроме колосников есть наклонные трапециевидальные пластины. Наклон пластин направлен в противоположную сторону и по отношению к колосникам они образуют решетку. Это исключает свободное падение руды в пределах двух рядов, то есть руда спускается зигзагообразно, что увеличивает ее время пребывания в шахте печи.

30–50 % испаряемой влаги подаваемого материала в печь содержится в свободном волокне и в мелкой фракции руды, которая подлежит удалению в процессе сушки. Совместная сушка всей поступающей руды осуществляется в прямоточной зоне печи. Крупная фракция руды окончательно досушивается в противоточной зоне шахтного сушила, а свободное волокно и мелкая фракция руды досушиваются в пневмосушеле.

В циклоне происходит очистка отработанного теплоносителя, проходя через циклон, тяжелая фракция осажается на

стенках и удаляется через лопасть разгрузитель, легкая фракция и свободное волокно поступает для осаждения в электрофильтр. В электрофильтре происходит окончательная очистка отработанного теплоносителя. Пролетая через электростатическое поле, частицы пыли, и свободное волокно осаждаются на осадительных электродах. Через определенное время электроды встряхиваются, и пыль попадает в бункер электрофильтра.

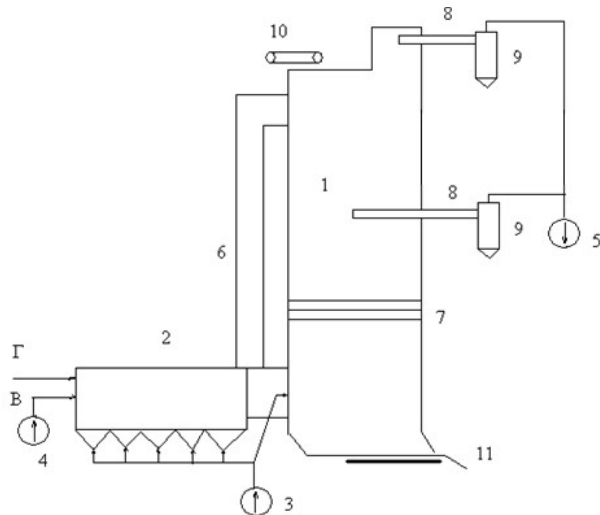
Во время работы сушилок их топки и шахты находятся под разрежением. Газоходы, циклоны и фильтры сушилок во избежание потерь тепла и быстрого износа хорошо теплоизолированы. Температура поверхности их теплоизоляции, а также поверхности топок и шахт не должна превышать 45°C.

Системы блокировки и автоматики безопасности сушилок обеспечивают отключение подачи топлива при падении разре-



жения воздуха в топке ниже 50 Па (5 мм водяного столба) [1, 2, 3, 4].

Рассмотрим подробно устройство шахтной печи и возможности реализации интенсивного движения аэрорудной смеси в ней (рис. 2).



**Рисунок 2** – Схема конструкции шахтной печи для сушки асбестового сырья: 1 – шахта для сушки сырья; 2 – выносная топка; 3 – вентилятор разбавления продуктов сгорания природного газа; 4 – воздушный вентилятор для подачи воздуха на горение; 5 – дымосос; 6 – байпас горячего теплоносителя; 7 – колосники шахтной печи; 8 – отсос дымовых газов из печи; 9 – пылевой циклон; 10 – загрузка исходной шихты; 11 – выгрузка сухого материала

При ограниченной максимальной температуре нагрева обрабатываемых материалов в условиях интенсивного омывания кусков исходного сырья горячими газами обеспечивается завершенность развития массообменных процессов удаления избыточной влаги в основном за счет конвективной составляющей движущегося потока.

Схема конструкции для тепловой обработки хризотил-асбестового сырья отличается достаточно простой организацией процесса. Рабочее пространство выполнено в виде футерованной квадратной шахты (1) с внутренними размерами 2,0х2,0 м и высотой загрузочной части до 18,0 м. На высоте от подины примерно 5600 мм располагается несколько рядов металлических колосников (7), сдерживающих движение шихты в нижнюю часть печи. По высоте зона колосников

составляет примерно 5,6 м. Выше зоны колосников, нагреваемые материалы находятся в состоянии плотного продуваемого слоя. Загрузка руды осуществляется в верхнюю часть печи с помощью транспортера (10), а выгрузка сухого продукта производится разгрузочным устройством (11).

Газообразный теплоноситель формируется в отдельно стоящей топке (2) с помощью горелочных устройств типа ГМГ-4 (с пропускной способностью 450 м<sup>3</sup>/ч) сжигающих природный газ в потоке воздуха подаваемого с помощью вентилятора (4). Для снижения температуры продуктов сгорания до приемлемой по технологии температуре используют вентилятор для разбавления (3). Отвод отходящих газов можно производить через два патрубка, расположенных на двух горизонтах: 18,0 м и 12,6 м.

Подачу потока теплоносителя в шахтную печь можно организовать двумя способами:

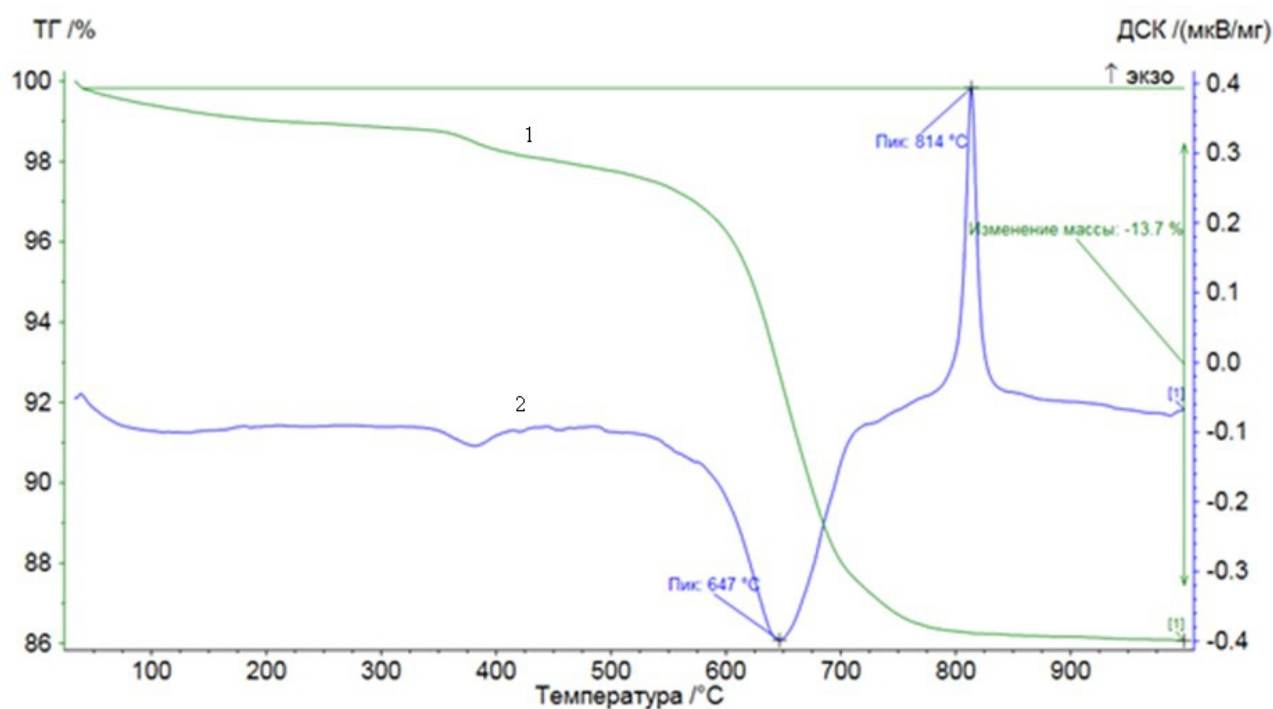
1 – подачей теплоносителя в нижнюю часть шахты перед выгрузкой сухого материала (11) с удалением отработанных газов через верхние патрубки (8). В этом случае в рабочем пространстве реализуется противоточный режим движения газов и материалов.

2 – одновременной подачей теплоносителя снизу под колосники и сверху через переточный коллектор (6) под загрузочное устройство с удалением отработанных газов через нижний патрубок (8), расположенный на высоте 12,6 м от подины. В этом случае реализуется комбинированный прямоточно-противоточный режим тепловой обработки сырых материалов.

Результаты исследований массообменных процессов при тепловой обработке асбестосодержащих руд (рис. 3) с использованием дериватограмм нагрева пробы материалов со скоростью 20 град./мин. в атмосфере воздуха показали, что непрерывное увеличение температуры нагреваемых образцов до примерно 380°С сопровождается постоянным уменьшением их массы при удалении избыточной влаги. При более высоком уровне температуры тепловой обработки в структуре нагреваемых материалов происходят кристаллохимические превращения, сопровождающиеся небольшим пог-

лощением теплоты. При температурах около 600°C в рудных образцах начинают интенсивно развиваться эндотермические превращения разложения гидратной влаги с интенсивным поглощением теплоты и уменьшением их массы на 5–7%. Эти процессы, как правило, сопровождаются уплотнением кристаллической решетки асбестового сырья и характеризуются повышением его прочностных показателей до температур не выше 650°C. Дальнейшее повышение температуры нагрева материалов примерно до 814°C сопровождается интенсивным развитием экзотермических процессов окисления, уменьшением обжигаемой массы материалов до 86,2% с существенным ухудшением качества хризотил-асбестового волокна.

родного газа. Теплоноситель формируется в отдельной боковой топке, конструкция которой связана с первоначальным видом используемого топлива для ее отопления – твердое или жидкое топливо. Отличительной особенностью ее конструкции является громоздкость, значительные геометрические размеры и плохая герметизация рабочего пространства. При реконструкции в нее были установлены газогорелочные устройства типа ГМГ-4 без изменения размеров внутреннего рабочего пространства. Поскольку для устойчивого сжигания природного газа температура его горения не может быть ниже 1000°C [5, 6], то для получения требуемой температуры теплоносителя (не более 600–650°C) продукты сгорания разбавляются холодным



**Рисунок 3** – Кривые ДСК исходного образца хризотил-асбестовой руды:  
1 – кривая потери массы (ТГ); 2 – кривая тепловых эффектов (DTA)

Таким образом, на основании экспериментальных данных целесообразно ограничивать максимальную температуру сушки хризотил-асбестовых руд уровнем 600–650°C.

Существующая конструкция шахтной сушильной печи предназначена для тепловой обработки кусковой асбестовой руды перед ее обогащением потоком разбавленных дымовых газов, образованных при сжигании при-

воздухом от вентилятора (3). При этом общий суммарный коэффициент расхода воздуха на печь должен составить около 3,2. Тогда по расчету горения топлива удельный расход воздуха на горение составит 28,79 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, а выход продуктов сгорания будет равен около 30,0 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Реальный расход воздуха на горение 450 м<sup>3</sup>/ч природного газа составит 28,79×450 = 12955,5 м<sup>3</sup>/ч, а выход продуктов



сгорания  $450 \times 30 = 13500 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

При температуре отходящих газов около  $130^\circ\text{C}$  потери теплоты с ними будут равны примерно  $1,3024 \times 13500 \times 130 / 3600 = 634,92 \text{ кВт}$ .

Общий приход теплоты в печь от сгорания природного газа с теплотворной способностью  $35282 \text{ кДж/м}^3$  составит  $450 \times 35282 / 3600 = 4410,25 \text{ кВт}$ .

При выходе сухой руды около  $100\text{--}120 \text{ т/ч}$ , ее начальной температуре  $20^\circ\text{C}$  и температуре выгружаемой шихты равной температуре  $115^\circ\text{C}$ , потери теплоты с сухими материалами теплоемкостью  $0,125 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$  составят примерно  $0,125 \times 120000 \times (115 - 20) / 3600 = 395,83 \text{ кВт}$ .

При исходной влажности руды около  $5\%$  и ее конечной величине  $1,6\%$  затраты на удаление избыточной влаги материалов будут равны:  $(0,05 - 0,016) \times 120000 \times 2258 / 3600 = 2559,07 \text{ кВт}$ . Здесь  $2258 \text{ кДж/кг}$  удельная теплота парообразования.

Тогда тепловые потери общей конструкции печи с топкой в окружающую среду составят  $4410,25 - 634,92 - 2559,07 - 395,83 = 820,43 \text{ кВт}$ .

Тепловой баланс противоточной печи приведен в табл. 1.

печи не более  $6,0\text{--}8,0\%$ , потери теплоты топкой могут составить до  $12,6\text{--}10,6\%$  от общего прихода теплоты в установку. Остальные тепловые потери в количестве до  $14,40\%$  общего прихода выносятся с отходящими газами.

Если сравнить эти показатели с анализом результатов работы аналогичных печей [4–6], то полученные данные свидетельствуют о достаточно высокой эффективности тепловой работы этого агрегата. Однако при организации процесса влагоудаления существуют резервы улучшения показателей его работы.

Из практики работы сушильных печей такого типа [8] следует, что тепловые потери через ограждающие стенки теплотехнических агрегатов не должны превышать  $6,0\text{--}8,0\%$ , а тепловые потери с отходящими газами не более  $10,0\text{--}12,0\%$ . Сравнительный анализ полученных данных указывает на повышенные тепловые потери в окружающую среду в основном вследствие громоздкости устаревшей конструкции топки и неудовлетворительной организации теплообменных процессов в рабочем пространстве шахтной печи.

Анализируя аэродинамическую обста-

Таблица 1 – Расчетный тепловой баланс шахтной противоточной печи

Приход теплоты			Расход теплоты		
Статьи	кВт	%	Статьи	кВт	%
химическая теплота топлива	4410,25	100,00	теплота сухих материалов	395,83	8,98
			теплота отходящих газов	634,92	14,40
			теплота испарения избыточной влаги	2559,07	58,02
			тепловые потери	820,43	18,60
Итого приход теплоты	4410,25	100,00	Итого расход теплоты	4410,25	100,00

В соответствии с приведенным расчетом, суммарный тепловой КПД шахтной печи составляет около  $8,98 + 58,02 = 67,0\%$ . При этом тепловые потери в окружающую среду через стенки топки и печи будут равны около  $18,60\%$ . С учетом данных [7, 8], определяющих тепловые потери в конструкции шахтной

новку в сушильной печи с боковой подачей теплоносителя [8], можно с уверенностью утверждать о наличии неравномерности распределения газов по сечению агрегата в ее рабочем пространстве (коэффициент неравномерности до  $40,0\text{--}50,0\%$ ), что снижает эффективность работы печи и уменьшает

изменение ее производительности как минимум на 10,0–15,0%.

Изменение условий теплообмена в рабочем пространстве шахтной печи с переводом ее с противоточной схемы на прямоточную оказывает существенное влияние на реализацию процесса влагоудаления из обрабатываемых рудных компонентов. При этом изменении образующийся в топке теплоноситель разделяется на два потока: снизу перед разгрузочным устройством и сверху под загрузкой шихты. Сбор и удаление отработанных газов осуществляется через нижний отвод на высоте 12,6 м.

Исходя из теплового расчета шахтной прямоточно-противоточной печи при различных условиях подачи теплоносителя по методике [9] с установлением конечных температур отходящих газов и материалов

(табл. 2), делаем вывод, что общий расход газов через печь остается постоянным.

Полученные данные были использованы для составления тепловых балансов шахтной печи и определения требуемого расхода природного газа для реализации процесса полного влагоудаления из рудных компонентов. Основные результаты этих исследований представлены в таблице 3. Расчетные данные исследований показателей тепловой работы шахтной печи представлены в таблице 4.

Анализ исследований показал, что увеличение доли теплоносителя через байпас требует повышения расхода природного газа для реализации процесса сушки с 420 м<sup>3</sup>/ч при противоточной схеме движения газов и материалов до 580 м<sup>3</sup>/ч при прямоточном варианте ее реализации, т.е. на 38,09%.

**Таблица 2** – Результаты теплового расчета шахтной прямоточно-противоточной печи

Доля потока теплоносителя, %		Величина расходов, м <sup>3</sup> /ч		Температура, °С	
через байпас	в нижнюю часть печи	через байпас	в нижнюю часть печи	отходящих газов	материалов на разгрузке
0	100	0	17582,0	130	115
25	75	4395,5	13186,5	173	130
50	50	8731,0	8731,0	215	161
75	25	13185,5	4395,5	254	190
100	0	17582,0	0	300	224

**Таблица 3** – Результаты исследований тепловых балансов прямоточно-противоточной печи

Доля потока теплоносителя		Расход природного газа	Приход теплоты		Расход теплоты							
через байпас	в нижнюю часть печи		химическая теплота топлива	физическая теплота материалов	физическая теплота отходящих газов		теплота испарения избыточной влаги		тепловые потери			
%	%	м <sup>3</sup> /ч	кВт	%	кВт	%	кВт	%	кВт	%	кВт	%
0	100	418,68	4103,06	100	395,8	9,64	634,92	15,47	2559,03	62,37	513,31	12,52
25	75	446,23	4378,40	100	477,08	10,90	844,93	19,30	2559,03	58,44	547,79	12,51
50	50	489,46	4796,71	100	587,50	12,25	1050,06	21,89	2559,03	53,35	600,08	12,51
75	25	525,76	5152,45	100	708,33	13,75	1240,54	24,08	2559,03	49,67	644,58	12,51
100	25	568,49	5571,20	100	850,00	15,26	1465,2	26,30	2559,03	45,93	696,97	12,51

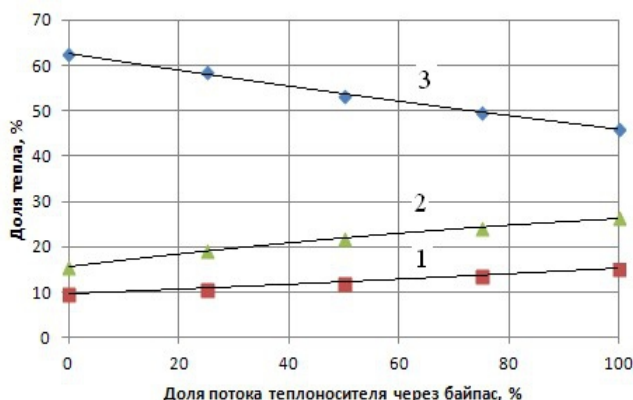
**Таблица 4** – Исследование показателей тепловой работы прямоточно-противоточной печи

Доля потока теплоносителя, %		Общий тепловой КПД печи	Теплоемкость потока газов	Теплоемкость потока материалов	Соотношение теплоемкостей потоков материала и газа
через байпас	в нижнюю часть печи				
		%	кДж/К	кДж/К	доли ед.
0	100	72,01	17562	12390	0,71
25	75	69,34	17582	13262	0,75
50	50	65,60	17582	13341	0,76
75	25	63,42	17582	13421	0,77
100	25	61,19	17582	13661	0,78

При этом наблюдается последовательное увеличение температуры отходящих газов со 130°C до 300°C, т.е. в 2,31 раза и температуры разгружаемых материалов со 115°C до 224°C, т.е. в 1,95 раза.

Исследования статей теплового баланса прямоточно-противоточной печи показали, что при последовательном переходе с противоточной схемы движения на прямоточную (рис. 4) наблюдается возрастание потерь теплоты с высушенными материалами и отходящими газами. Существенное снижение доли потерь теплоты испарения избыточной влаги с 62,37% при противоточной схеме движения газов и материалов до 45,93% при прямоточной, т.е. на 27,37%, что свидетельствует об ухудшении процесса влагоудаления при сушке хризотил-асбестовых руд.

Исследования показателей тепловой работы шахтной печи (табл. 4) показали, что при переходе от противоточной к прямоточной схеме будет наблюдаться снижение общего теплового КПД агрегата с 72,01 до 61,19%, т.е. 19,19%. При относительно постоянной теплоемкости газового потока отходящих газов (выбранные условия исследований) будет наблюдаться увеличение теплоемкости потока высушиваемых материалов с увеличением соотношения теплоемкости потока материалов к теплоемкости газов. Последнее свидетельствует об увеличении интенсивности теплообменных процессов в шахте печи.



**Рисунок 4** – Изменение расходных статей теплового баланса прямоточно-противоточной печи: 1 – доля физической теплоты сухих материалов; 2 – доля физической теплоты отходящих газов; 3 – доля теплоты испарения влаги

Таким образом, установлено, что наилучшим способом работы шахтной печи является противоточный режим движения газов и материалов, способный обеспечить завершенность тепло-массообменных процессов при минимальном расходе топлива.

Решение проблем обеспечения шахтной печи необходимым количеством теплоты следует рассмотреть с применением отдельных топок, устанавливаемых непосредственно в нижней части рабочего пространства на ее боковых стенках [10]. При этом ось горелочных устройств, следует размещать под углом в 17–25 градусов [11] к горизонту с целью обеспечения наилучшей равномерности распределения теплоносителя по сечению печи. Количество горелочных устройств, следует определять на основании уточненного теплового расчета печи, но не менее 4-х штук (по одной на каждой стороне).

По результатам теплового расчета печи необходимо обосновать рациональную скорость движения газов в рабочем пространстве печи с целью оптимизации условий теплообмена и пылевыноса [9, 10]. В существующем состоянии конструкции шахтной печи теплоемкость потока материалов составит  $0,125 \times 120000 (1+0,05) = 15750$  кДж/К, а теплоемкость потока газов  $1,3024 \times 13500 = 17582,4$  кДж/К. Тогда отношение теплоемкости потока материалов к теплоемкости потока газов составит 0,90. Такое их соотношение обеспечивает условия для высокой интенсивности теплообмена при наличии недогрева материалов до конечной температуры примерно на 10% с увеличением температуры отходящих газов и требует увеличения длительности тепловой обработки.

Предлагаемый для реализации прямоточно-противоточный режим тепловой работы шахтной печи [7] предполагает использование двух тепловых зон: прямоточную за счет перетекания теплоносителя под загрузку шихты и отводом отработанных газов через нижний газоотвод, при этом их температура будет зависеть от соотношения теплоемкостей потоков через нижнюю. Часть печи – в режиме противотока и верхнюю часть – в режиме прямотока.

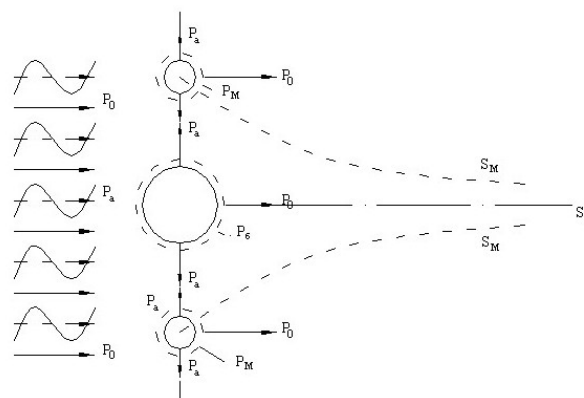


Одним из вариантов реализации эффективной тепловой работы шахтной печи является улучшение условий теплопередачи при повышении значений коэффициента теплообмена от газов к материалам [12]. Для этого можно рекомендовать использование энергии акустического поля, создаваемого непосредственно в рабочем пространстве шахтной печи с помощью акустических излучателей типа свистка Гартмана и металлических волноводов, формируемых акустическое поле, направляемое в сторону противоположную движению материалов [13].

При воздействии на продуваемый слой кусковых материалов различного гранулометрического состава акустическим полем заданных параметров, его частицы совершают дополнительно направленные колебательные движения. Внешнее акустическое поле, создаваемое в слое, является источником вибрационного воздействия на его частицы. Это происходит вследствие локального периодического изменения газовой среды от положительного до отрицательного. Избыточное давление газов между частицами, вызванное внешними колебаниями, компенсируется оттоком избыточного или недостающего количества газов в направлении распространения колебаний. При этом происходит возникновение дополнительного потока газовой среды, что способствует интенсификации тепло-массообменных процессов на 10–15%.

При наличии резонанса частот внешнего акустического поля и собственной частоты частиц слоя, вследствие колебаний твердых частиц, амплитуда которых определяется исходными параметрами акустического поля, имеет место возникновение низкочастотных мелкомасштабных контуров движения частиц без отклонения их от первоначального расположения (рис. 5). На каждую твердую частицу продуваемого слоя плотностью  $\rho$ , находящуюся в поле внешних акустических колебаний амплитудой  $A$  и угловой частотой  $\omega$  в газовой среде со скоростью звука  $c$ , действует суммарное давление:

$$P = P_0 + A \times \rho \times c \times \omega \times \cos\left(\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)\right), \text{ атм.}$$



**Рисунок 5** – Схема акустического воздействия на твердые элементы:  $P_0$  – статическое давление газовой среды;  $P_a$  – акустическое давление;  $P_M$  – разрежение около малых элементов;  $P_6$  – разрежение около больших элементов;  $S_M$  – траектория движения малых элементов;  $S_6$  – траектория движения больших элементов

При этом помимо общего давления движущегося газа  $P_0$  во внешнем акустическом поле с уровнем звука  $J$  действует дополнительная периодическая сила с амплитудой колебаний:

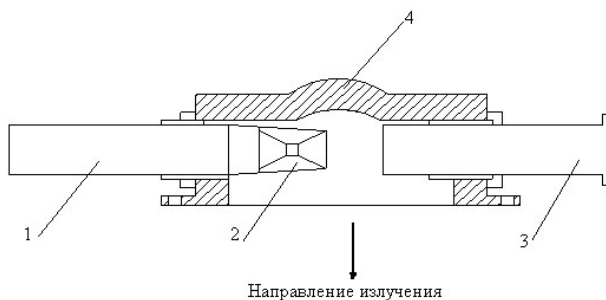
$$P_a = A \times \rho \times c \times \omega = \frac{\rho \times c \times \omega}{\omega} \sqrt{\frac{2J}{\rho \times c}} \times 10^7 = \sqrt{2J\rho c}, \text{ атм.}$$

величину, которой можно изменять через конструктивные и технологические параметры процесса с изменением величины входных воздействий. Последние вызывают разрушение пограничного слоя около колеблющихся частиц и появление дополнительных конвективных потоков.

В продуваемом слое кусковых материалов различного гранулометрического состава могут возникать колебательные движения отдельных слоевых элементов, которые приводят к появлению поршневого эффекта. Явление поршневого эффекта проявляется в образовании около периодически движущихся частиц локального вакуума, что вызывает появление дополнительных конвективных потоков. Абсолютные значения локального давления и разрежения зависят от частоты и амплитуды колебаний. При этом частота внешнего поля должна совпадать с собственной частотой колебаний основной массы частиц. Практика использования акустического поля в слоевых установках [14] показала

возможность снижения пылевых выносов до 50,0% от существовавшего до его применения.

Формирование акустического поля в слое предлагается осуществлять при помощи акустического излучателя (рис. 6) с применением волноводов различной конструкции.



**Рисунок 6** – Конструкция акустического излучателя: 1 – сопловая труба; 2 – воздушное сопло; 3 – резонатор; 4 – фокусирующая плоскость

Акустический излучатель представляет собой разновидность газодинамического свистка Гартмана и состоит из сопла, резонатора и фокусирующей плоскости. Питание его осуществляют компрессорным воздухом или паром давлением не ниже 3,0 атм, в количестве 50–80 м<sup>3</sup>/ч. Установка этого устройства проводится за пределами рабочего пространства, что облегчает его монтаж, обслуживание и эксплуатацию, а также снижает требования к материалам, из которых он изготавливается. Использование же акустического поля непосредственно в слое делают его безопасным для обслуживающего персонала. Количество устанавливаемых излучателей на сечение печи 2х2 м следует ограничивать 1–2 шт. с монтажом их через боковую стенку выше разгрузки на 1,0–1,5 м.

Как показывает практика [15], использование энергии акустического поля позволяет увеличить интенсивность массообменных процессов на 12–15%, снизить пылевые выносы из рабочего пространства на 40–50%, повысить производительность агрегата на 15–25%.

#### **Выводы:**

1. Для сохранения природной структуры хризотилового волокна, его парусности и эластичности, удельной поверхности – максимальная температура тепловой обработки асбестового сырья ограничивается уровнем

600–650°С.

2. Повышение тепловой эффективности шахтной печи возможно за счет уменьшения неравномерности распределения газов по сечению агрегата.

3. При последовательном переходе с противоточной схемы движения на прямоточную с использованием верхнего байпаса происходит возрастание потерь теплоты с 45,93% до 62,37%, т.е. на 27,37% и требуется повышение расхода природного газа с 420 до 580 м<sup>3</sup>/ч.

4. Решение проблем обеспечения шахтной печи необходимым количеством теплоты следует рассмотреть с применением отдельных топков, устанавливаемых непосредственно в нижней части рабочего пространства на ее боковых стенках.

5. Для улучшения условий теплопередачи в рабочем пространстве шахтной печи предлагается использовать энергию акустического поля, формируемого непосредственно в плотном слое нагреваемых материалов. Этот процесс будет сопровождаться увеличением интенсивности массообменных процессов на 12–15%, снижением пылевых выносов из рабочего пространства на 40–50%, повышением производительности агрегата на 15–25%.

6. При противоточной схеме движения газов и материалов тепловая работа шахтной печи характеризуется относительно высоким тепловым КПД (не ниже 67%) при наличии значительной доли тепловых потерь в окружающую среду при устаревшей конструкции топки, неудовлетворительной организацией теплообменных процессов и наличии существенной (до 40–50%) неравномерности распределения газов в объеме рабочего пространства.

7. Перевод условий теплообмена на прямоточную схему движения газов и материалов существенно замедляет процесс влагоудаления с повышением температуры отходящих газов со 130 до 300°С, разгружаемых материалов со 115 до 224°С и снижением теплового КПД до 61,19%, а также требует повышения расхода природного газа с 420 до 580 м<sup>3</sup>/ч, т.е. на 38,09%.

8. Повышение тепловой эффективности шахтной печи на 10–15% возможно за счет уменьшения неравномерности распреде-

ления газов по сечению агрегата, уменьшения потерь теплоносителя, что приведет к сокращению общего расхода топлива (газа) на 50–70 м<sup>3</sup>/ч.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пуненков С.Е. Ресурсосбережения в технологии получения хризотилового волокна // Обогащение руд. – 2011. – №3. – С. 10–13.
- 2 Жусупов К.К., Галиев С.Ж., Пуненков С.Е. Технологии управления качеством хризотил-асбестовых руд // Промышленность Казахстана. – Алматы. – 2008. – №8. – С. 14–17.
- 3 Жусупов К.К., Клочков Н.М., Жуматаев Б.А. Новый этап в развитии АО «Костанайские минералы» // Горный журнал. – 2008. – №3. – С. 70–72.
- 4 Кочнев Д.В. Определение зависимости технологических показателей работы обогатительной фабрики от состава поступающей руды в условиях ОАО «Ураласбест» // Горный журнал. – 2012. – №9. – С. 107–110.
- 5 Газалеева Г.И. Методы улучшения качества асбеста. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ. – 2005. – 153 с.
- 6 Перегудов В.В. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей / В.В. Перегудов, М.И. Роговой. – М.: Стройиздат, 1983. – 416 с.
- 7 Теплотехнические расчеты металлургических печей: учебник / Я.М. Гордон, Б.Ф. Зобнин, М.Д. Казяев и др. – М.: Металлургия, 1993. – 368 с.
- 8 Воронов Г.В. Конструирование и расчет сушильных печей и установок литейного производства: Учебное пособие для вузов / Г.В. Воронов, С.Н. Гуцин, М.Д. Казяев, Ю.В. Крюченков, В.М. Миляев. – Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИО. – 2002. – 264 с.
- 9 Матюхин В.И. Расчет и проектирование ваграночного комплекса плавки чугуна / В.И. Матюхин, А.В. Матюхина. – Екатеринбург: УФГАУ ВПЛ «Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина, 2015. – 364 с.
- 10 Китаев Б.И. Теплообмен в шахтных печах / Б.И. Китаев, Ю.Г. Ярошенко, В.Д. Сучков. – Свердловск: Металлургиздат, 1957. – 279 с.
- 11 Ярошенко Ю.Г. Теплофизические основы тепловой работы металлургических слоевых печей и агрегатов: учебное пособие / Ярошенко Ю.Г., Швыдкий В.С., Спирин Н.А., Матюхин В.И., Лавров В.В.; Мин-во науки и высш. образования РФ, Урал. федерал. ун-т им. перв. Президента России Б.Н. Ельцина. – Екатеринбург: АМК «День РА», 2019. – 464 с.
- 12 Гордон Я.М. Тепловая работа шахтных печей и агрегатов с плотным слоем / Я.М. Гордон, Б.А. Боковиков, В.С. Швыдкий и др. – М.: Металлургия, 1989. – 327 с.
- 13 Телегин А.С. Тепломассоперенос / А.С. Телегин, В.С. Швыдкий, Ю.Г. Ярошенко – М.: Академкнига, 2002. – 455 с.
- 14 Долинский А.А. Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях / А.А. Долинский, Б.И. Басок, С.И. Гулый и др. – Киев: ИТТФ НАНУ, 1996. – 206 с.
- 15 Матюхин В.И. Использование энергии акустического поля для улучшения показателей работы шахтных печей / В.И. Матюхин, Ю.Г. Ярошенко, А.М. Панышин, И.С. Коновалов. – Цветные металлы. – 2013. – №8. – С. 64–70.



С.Е. ПУНЕНКОВ<sup>1</sup>, Ю.С. КОЗЛОВ<sup>2</sup>, В.И. МАТЮХИН<sup>3</sup>, А.В. МАТЮХИНА<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Екатеринбург қ., Ресей Федерациясы

## ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТ КЕНДЕРІН КЕПТІРУГЕ АРНАЛҒАН ШАХТА ПЕШІНІҢ ЖҰМЫСЫНЫҢ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЖАҚСARTУЫ

Шахталық пештерде хризотил-асбест кендерін кептіру жағдайларын жылу тасымалдағышты берудің дәлдікке қарсы ағымды сұлбасы және дәлдікке қарсы – тура ағымды сұлбасы кезінде, пештен шығатын 1,6–1,8% қалдық ылғалдылық шарттарын сақтай отырып және кенді кептірудің ең жоғары температурасын 600–650°C температураға дейін шектеуді ұтымды және тиімді қамтамасыз ету тәсілдері қарастырылады.

Шахта пешін қажетті жылу мөлшерімен қамтамасыз ету мәселе шешуінде жұмыс кеңістігінің төменгі бөлігінде тікелей орнатылатын жекелеген оттықтарды қолдануы ұсынылады.

Шахта пешіндегі массалық ауыстырғыш үдерісін қарқындату үшін, жұмыс кеңістігінен шаң шығаруды төмендету (кептіргеннен кейін шығарындыларды азайту) және агрегаттың өнімділігін арттыру үшін акустикалық өріс энергиясын пайдалану қарастырылады.

**Негізгі сөздер:** хризотил-асбест талшығы, хризотил-асбест кендері, байыту, кептіру, шахта пеші, газ шығыны, шығару, материалдың ылғалдылығы, жылу тасығыштың дәлдікке қарсы ағымды және дәлдікке қарсы – тура ағымды сұлбасы, жылу ПӨК (пайдалу әсер коэффициенті), газ және материал ағындарының жылу сыйымдылығы, акустикалық өріс энергиясы.

S.E. PUNENKOV<sup>1</sup>, YU.S. KOZLOV<sup>2</sup>, V.I. MATYUKHIN<sup>3</sup>, A.V. MATYUKHINA<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>The city of Yekaterinburg, Russian Federation

## THE OPERATING FACTORS IMPROVING OF THE SHAFT FURNACE FOR DRYING CHRYSOTILE-ASBESTOS ORES

Methods of rational and effective provision of conditions for drying chrysotile-asbestos ores in shaft furnaces at counter-current and straight-flow and counter-current circuit of heat carrier supply are considered, observing conditions of residual humidity at the outlet from furnace of material 1,6–1,8% and limitation of maximum temperature of ore drying to temperature 600–650°C.

In solving the problem of providing the shaft furnace with the necessary amount of heat, it is proposed to use separate hearths installed directly in the lower part of the working space.

The use of acoustic field energy is considered to intensify mass exchange processes in the shaft furnace, reduce dust entrainment from the working space (reduce emissions after drying) and increase the capacity of the unit.

**Key words:** chrysotile-asbestos fibre, chrysotile-asbestos ores, enrichment, drying, shaft furnace, gas consumption, entrainment, material humidity, counter-current and direct-counter-current circuit of heat carrier, heat efficiency, heat capacity of gas and material flows, acoustic field energy.



## КУНДЫБАЙСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ИТТРИЯ И РЕДКИХ ЗЕМЕЛЬ

**Н.Н. ДЖАФАРОВ<sup>1</sup>,**

*<sup>1</sup>доктор геол.-мин. наук, академик НИИ РК и МИА,  
член Австралийского института геонаук, член ПОНЭН РК,  
Главный редактор «Горно-геологического журнала»  
г. Житикара, Республика Казахстан*

В статье кратко изложены отличительные особенности геологического строения Кундыбайского месторождения иттрия и редких земель в Джетыгаринском рудном районе, с отражением закономерности локализации оруденения, морфологии и условий залегания рудных залежей, минерального состава рудовмещающих пород, благоприятные поисковые признаки и перспективы обнаружения месторождений в районе.

**Ключевые слова:** Кундыбайское месторождение иттрия и редких земель, формы выделения, черчит, бастнезит, кора выветривания, минеральные образования.

Наличие оруденения иттрия и редких земель в пределах Джетыгаринского рудного района стало известно еще во второй половине прошлого века по результатам геологоразведочных работ, которые выполнялись в корях выветривания для изучения месторождения титана (Ниязов А.Р., Брылин М.Д., 1962) [1]. Последующими специальными работами было изучено Кундыбайское месторождения иттрия и редких земель (Шайдулин Ф.Ф.) [2]. Промышленная оценка запасов Кундыбайского месторождения иттрия и редких земель выполнена в 2012 году (Джафаров Н.Н.) [3].

Район месторождения расположен на восточном склоне Южного Урала, который в структурном отношении представляет часть Уральского щита – восточной окраины Восточно-Европейской плиты.

Самыми древними стратиграфическими геологическими образованиями района являются метаморфиты, возникающие по эффузивно-осадочным толщам верхнего протерозоя, они расчленены на три свиты (снизу-вверх): мариновскую, городищенскую и алексеевскую.

Кундыбайское месторождение иттрия и редких земель приурочено к коре выветривания древних метаморфических пород мариновской свиты (см. рисунок), которые в виде субмеридионально вытянутой полосы протягиваются вдоль западного экзоконтакта

Шевченковского ультраосновного массива.

По расположению в стратиграфической колонке метаморфические породы условно могут быть расчленены на три горизонта: верхний – кварцит-сланцевый, средний – амфиболитовый и нижний – гнейсовый.

Породы верхнего горизонта широко распространены в восточной части месторождения, сложены преимущественно слюдястыми сланцами переменного состава с преобладанием хлоритовых разностей. Средний горизонт представлен обыкновенными амфиболитами и их меланократовыми и лейкократовыми разностями. Гнейсы нижнего горизонта состоят в основном из полевого шпата (40–90% породы) и кварца (10–50%). Меланократовые минералы – биотит, хлорит, гранат, амфибол, эпидот в сумме не превышают 30%. В отличие от амфиболитов в гнейсах рудная минерализация в форме ильменита и рутила развита незначительно и к ним больше всего тяготеют черчитовые руды. Интрузивные породы в пределах месторождения представлены единичными дайками основного, реже – кислого состава.

В пределах месторождения распространены покровный чехол глин и суглинков палеоген-неогенового и четвертичного возраста, залегающих почти горизонтально с размывом на корях выветривания и имеющих мощность обычно 0,5–10,0 м.

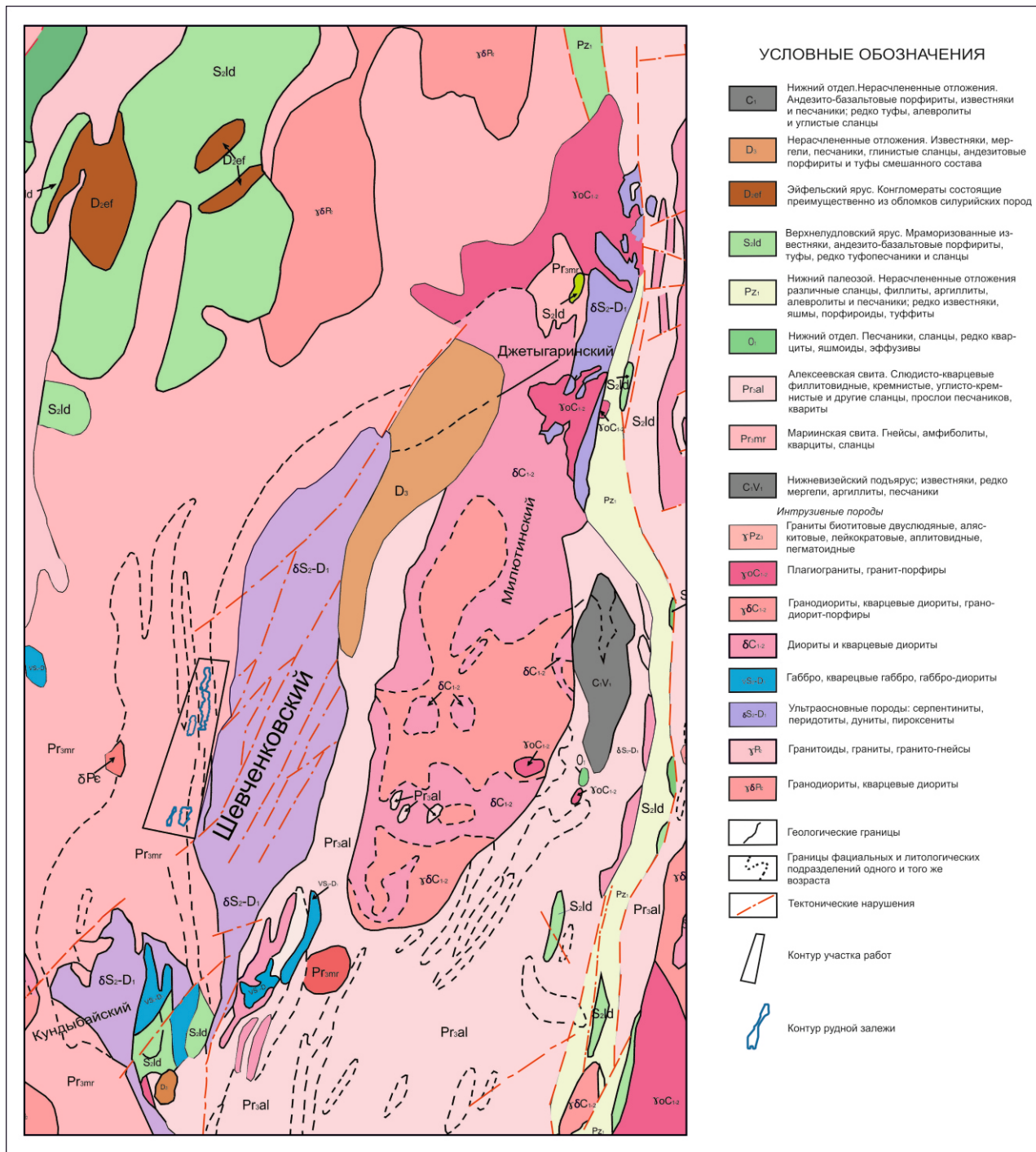


Рисунок – Схематическая геологическая карта района месторождения Кундыбай, с вынесенными контурами рудных тел

На начальном этапе изучения месторождения считалось, что редкоземельная минерализация связана исключительно с минералом черчит (фосфат иттрия), однако, результаты последующих геологоразведочных работ показали, что только небольшая часть редких земель сосредоточена в черците,

а основная масса иттрия и редких земель содержится в глинистых породах коры выветривания.

Кундыбайское месторождение имеет свой характерный минеральный состав. Выделяется группа устойчивых минералов, накапливающихся в коре выветривания:



ильменит, рутил, гранат, ставролит, кианит, анатаз. Из редкометалльных – незначительно циртолит, на прежнем уровне остается циркон. Очень редко в коре выветривания встречаются остаточные минералы: монацит и ксенотим.

К группе неустойчивых относятся практически все сульфидные минералы (пирит, халькопирит, сфалерит и др.), а также магнетит, гематит и андалузит. Резко снижается содержание апатита и флюорита. К новообразованным минералам в коре выветривания кроме глинистых – лимонит, гидроокислы марганца, в значительной степени лейкоксен, образующийся по ильмениту, а также марказит, ярозит, крадаллит. Среди редкоземельных минералов к ним относятся черчит, Се-черчит, рабдофанит, иттриевый рабдофанит, неодимовый и иттриевый бастнезит, а также стронциевые минералы – целестин, ферморит и сенбергит.

Кундыбайское месторождение, как геолого-промышленный тип генетически является остаточным месторождением и образовалось в процессе выветривания метаморфических пород фундамента, в результате чего произошло накопление, и перераспределение редкоземельных элементов, при этом источником редкоземельных элементов в корах выветривания являются непосредственно породы фундамента [4]. Формирование месторождения иттрия и редких земель происходило в два этапа.

На первом этапе, во время докембрийского осадкообразования, магматизма и метаморфизма, образовались комплексы пород, богатые иттрием и редкоземельными металлами. Установлено, что среднее содержание оксидов РЗМ в первичных породах возрастает от амфиболитов к гнейсам и сланцам.

Второй этап связан с процессами выветривания в мезозое, когда значительная часть редкоземельных элементов в породах фундамента связанная с породообразующими минералами, легко трансформировалась в условиях гипергенеза в глинистые минералы с высвобождением при этом редкоземельных элементов. Только незначительная часть в процессе корообразования переходила в раствор, и происходил вынос. Характерным для месторождения является то, что легкие лантаноиды выносятся более интенсивно,

а тяжелые, промежуточные и иттрий в условиях выветривания оказываются менее подвижными.

На Кундыбайском месторождении редкие земли в коре выветривания распределяются между тремя группами минеральных образований:

- входят изоморфно в состав реликтовых эндогенных породообразующих минералов – граната, апатита, ортита и др.;
- концентрируются в собственных новообразованных гипергенных минералах – черците, иттрорабдофаните и неодимовом бастнезите;
- адсорбируются гипергенными коллоидальными минералами – каолинитом, гидроокислами железа и др.

Анализ проб коры выветривания даек основного состава, и метасоматически измененных пород показал, что они имеют примерно такой же порядок содержаний РЗЭ, что и коры выветривания главных пород субстрата.

На месторождении в плане установлено четыре рудные залежи, которые, как правило, имеют вытянутую форму в меридиональном направлении, видимо, наследуя простирание пород фундамента, размерами по простиранию от 0,8 км до 3,0 км, по ширине от 50,0 м до 500,0 м, глубина распространения редкоземельного оруденения контролируется глубиной коры выветривания.

В целом легкие лантаноиды составляют чуть меньше половины запасов месторождения и распространены в коре выветривания сланцев и гнейсов. Наблюдается снижение распространения легких лантаноидов в коре выветривания от сланцев к гнейсам и амфиболитам. Средние и тяжелые лантаноиды, и иттрий наоборот – больше отмечаются в коре амфиболитов и дайковых пород. Самым распространенным металлом на месторождении является иттрий, на втором месте церий, на третьем и четвертом лантан и неодим. Больше половины запасов месторождения составляют оксиды иттрия средних и тяжелых лантаноидов, что является одной из главных особенностей Кундыбайского месторождения и благодаря наличию этих металлов извлекаемая ценность руд месторождения достаточно высокая и Кун-

дыбайское месторождение может стать сырьевой базой для производства редкоземельных металлов в Казахстане. Для подготовки месторождения к промышленному освоению необходимо проведение технологи-

ческих исследований.

Кроме Кундыбайского месторождения в Житикаринском районе имеются Пирамидный, Кенетский и др. рудопроявления иттрий-редкоземельных руд.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Ниязов А.Р., Михайлов А.К. Черчит из коры выветривания Шевченковского интрузивно-метаморфического комплекса. – Свердловск, 1975. – С. 149–151.

2 Шайдулин Ф.Ф. и др. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на Кундыбайском месторождении редких земель в Джетыгаринском районе кустанайской области (1975-1981 гг.). – СКТГУ. – Джетыгаринская ГРЭ.

3 Джафаров Н.Н. и др. Геолого-экономическая оценка запасов иттрия и редких земель Кундыбайского месторождения по состоянию на 01.09. 2011 г. – Житикара, 2011.

4 Бурков В.В. Коры выветривания осадочно-метаморфических пород с рабдофанитом и черчитом // Месторождение литофильных редких минералов. – М., 1980. – С. 394–396.

**Н.Н. ДЖАФАРОВ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Житіқара қ., Қазақстан Республикасы*

#### **ҚҰНДЫБАЙ ИТТРИЙ ЖӘНЕ СИРЕК ЖЕРЛЕР КЕН ОРНЫ**

Мақалада Кундыбай иттрий кен орнының геологиялық құрылысының және Жетіқара кен ауданындағы сирек жерлердің ерекшеліктері, қаруды оқшаулау заңдылығы, кен шоғырларының морфологиясы мен жату жағдайлары, кен орнын алмастыратын жыныстардың минералдық құрамы, аудандағы кен орындарын табудың қолайлы іздеу белгілері мен перспективалары көрсетілген.

**Негізгі сөздер:** Құндыбай иттрий және сирек жерлер кен орны, бөліну формалары, қара, бастнезит, жел соғу қабығы, минералдық түзілімдер.

**N.N. JAFAROV<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Zhitikara town, The Republic of Kazakhstan*

#### **KUNDYBAY YTTRIA AND RARE EARTHS DEPOSIT**

The article summarises the distinctive features of the geological structure of the Kundybay yttria and rare earths deposit in the Dzhetysay region, reflecting the regularity of the localization of mineralization, morphology and conditions for the occurrence of ore deposits, the mineral composition of ore-bearing rocks, favourable exploration signs and prospects for the discovery of deposits in the region.

**Key words:** Kundybay deposit of yttrium and rare earths, forms of extraction, churchite, bastnaesite, weathering crust, mineral formations.

## УРАН-РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ МИНЕРАЛЫ ПЕГМАТИТОВ УФАЛЕЙСКОГО МЕТАМОРФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)



**Ю.А. ПОЛЕНОВ<sup>1</sup>**,  
доктор геол.-мин. наук,  
профессор,



**А.Н. САВИЧЕВ<sup>2</sup>**,  
канд. геол.-мин. наук,  
с.н.с.,



**А.Ю. КИСИН<sup>3</sup>**,  
доктор геол.-мин. наук,  
профессор,  
зав. лабораторией,

<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет,  
<sup>2,3</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН  
<sup>1-3</sup>г. Екатеринбург, Российская Федерация

С пегматитами связаны многие месторождения рудных, редких, редкоземельных и нерудных полезных ископаемых. Урал является одним из благоприятных регионов для изучения генезиса всего многообразия пегматитов, где на сравнительно небольшом участке земной коры пегматитовый процесс проявился многократно, запечатлев геологические особенности его развития. В качестве примера приведен Уфалейский метаморфический комплекс, где в Слюдяногорско-Теплогорской шовной зоне докембрийского заложения и активно функционирующей во время палеозойских коллизионных преобразований, известны полигенные и полихронные пегматиты со значительной уран-редкоземельной минерализацией.

**Ключевые слова:** Урал, пегматиты, редкоземельные минералы, уфалейский комплекс, иттроэпидот, иттроколумбит, титанит.

Внимание к пегматитам объясняется их огромным научным практическим значением, которое в значительной мере обусловлено крупными и даже гигантскими размерами минеральных индивидов, образующих эту своеобразную породу. С пегматитами связаны многие месторождения рудных, редких, редкоземельных (в первую очередь иттрия, тантала, ниобия, цезия, лития, бериллия) и нерудных полезных ископаемых (пьезокварца, турмалина, оптического флюорита, мусковита и микроклина), которые изучались многими советскими и иностранными геологами [1].

Урал является одним из благоприятных регионов для изучения генезиса всего многообразия пегматитов, где на сравнительно

небольшом участке земной коры пегматитовый процесс проявился многократно, запечатлев геологические особенности его развития. На Урале нет значительных по запасам пегматитовых месторождений, многие месторождения имеют полигенный и полихронный характер и формировались длительное время в одних и тех же тектонических структурах с различной глубиной заложения. Небольшие размеры месторождений позволяют пристально изучить зональность и вычленить более раннюю минерализацию или, наоборот, наложенную более позднюю, то есть представить модель развития пегматитовых месторождений в пространстве и во времени.

Здесь, в крупных метаморфических

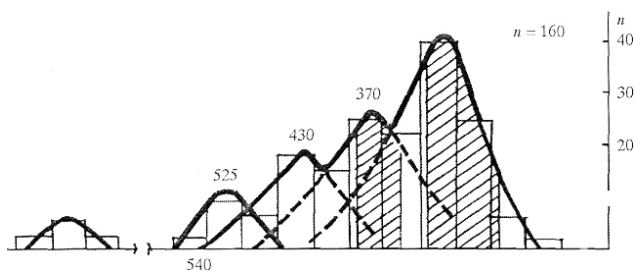


комплексах во всех тектономагматических циклах от раннего протерозоя до мезозоя, в разное время проявился метаморфизм различного фациального уровня, а гранитоидный магматизм каждого тектономагматического цикла сопровождался своим типом метаморфогенных месторождений, пегматитов и кварц-жильных образований.

Характерной особенностью гнейсово-мигматитовых комплексов Урала [2, 3] наряду с рудными месторождениями и рудопроявлениями является существенное преобладание в их пределах неметаллических полезных ископаемых, таких как кварц, мусковит, кианит, антофиллит, тальк, графит и др.

В качестве примера приведен Уфалейский метаморфический комплекс, где в Слюдяногорско-Теплогорской шовной зоне (контролирует самое крупное на Урале Слюдяногорское и серию более мелких мусковитовых месторождений) докембрийского заложения и активно функционирующей во время палеозойских коллизионных преобразований, известны полигенные и полихронные пегматиты [3].

Формирование этого комплекса началось с заложения в среднем рифее (1350 млн лет) субмеридиональной рифтовой структуры (см. рисунок).



**Рисунок** – Гистограмма распределения значений абсолютного возраста пород Уфалейского метаморфического блока [3]. Заштрихованы области ранней и поздней коллизий

Оно сопровождалось развитием метаморфизма, соответствующего гранулитам алданской фации глубинности (парагенезисы включают гиперстен, диопсид, пироповый гранат), завершившегося ультраметаморфизмом [2] с образованием в рифтогенно ограничивающей шовной зоне слюдяногорских щелочных биотитовых гнейсо-гранитов, анортоклазовых гранитов (возраст по микроклину, биотиту

1100–1215 млн лет [4]; по цирконам из гнейсов 990–1180 млн лет [5]; различных мигматитов, анортоклазовых пегматитов и полевошпатовых метасоматитов с ураново-редкоземельной минерализацией, представленной иттроэпидотом возраста 1100–1200 млн лет [6].

Рифейские гранитоиды и пегматоидные тела в Уфалейском комплексе смяты в пологие складки при последующих коллизиях и будинированы. В будинах, сложенных крупнокристаллическим анортоклазом, отчетливо наблюдается «лунная» ирризация. Тектонические и постмагматические воздействия на щелочные метасоматиты завершались образованием крупнокристаллического иттроэпидота. По мере снижения температуры, преобразование анортоклазитов сопровождалось карбонатизацией и окварцеванием, с формированием протяженных тел существенно кальцитового состава и тел метасоматических кварцитов (серебровского типа), характеризующихся повышенным содержанием редкоземельных элементов иттриевой группы [3].

**Иттроэпидот** образует крупные кристаллы столбчатого облика размером от 5 до 40 см в длину, черного цвета в разбудинированных пегматоидных блоках, сложенных гигантозернистыми агрегатами анортоклаза. Все выделения минерала, хотя и имеют кристаллические очертания, почти не обладают хорошо образованными гранями. В шлифах имеет желто-зеленый цвет без заметного плеохроизма, рельеф высокий. Минерал анизотропен,  $N_g=1,718-1,724$ ;  $N_p=1,708-1,712$ ;  $N_g-N_p=0,013$  [3].

Специфической особенностью химического состава иттроэпидота [3, 7] является присутствие  $U_3O_8=0,10-0,14$  мас. %, при невысоком содержании урана и тория в гранито-гнейсах:  $Th=6,4 \times 10^{-4}$  мас. %;  $U=1,6 \times 10^{-4}$  мас. %; еще меньше в анортоклазовых пегматоидных телах:  $Th=0,80-0,82 \times 10^{-4}$  мас. %;  $U=0,2-0,6 \times 10^{-4}$  мас. %. Анортоклазиты содержат повышенное количество  $Be-20,2-21,8 \times 10^{-4}$ ;  $Sr-597,1-675,6 \times 10^{-4}$ ;  $P-56,4-160,4 \times 10^{-4}$ ;  $B-19,4-12,8 \times 10^{-4}$  мас. %. Редкоземельные элементы представлены преимущественно иттриевой группой.

Геохимические поиски в восточной

части Уфалейского метаморфического комплекса, показали, что Слюдяногорско-Теплогорская шовная зона смятия, с развитыми в ее зоне влияния щелочными гранитоидами, пегматитами и полевошпатовыми метасоматитами, имеет  $\text{Be}$ ,  $\text{Nb}$  и  $\text{TR}$  специализацию. Выявлены комплексные геохимические аномалии, которые включают (в г/т):  $\text{Y}$ –50–300;  $\text{Zr}$ –300–1000;  $\text{Be}$ –4–40;  $\text{Ba}$ –1000–3000;  $\text{Nb}$ –100–300;  $\text{Mo}$ –5–15, при фоновом уровне:  $\text{Y}$ <10;  $\text{Zr}$ –100;  $\text{Be}$ <2;  $\text{Ba}$ –500;  $\text{Nb}$ –40;  $\text{Mo}$ –3.

На завершающей стадии метасоматического преобразования образуются крупнокристаллические метасоматические кальцитовые тела, не содержащие собственных редкоземельных минералов, но концентрирующие редкоземельные элементы в самом кальците – содержание  $\text{TR}$ –1500–2900 г/т, в т.ч. 450–850 г/т  $\text{Y}$ , редкоземельные элементы преимущественно иттриевого состава, тогда как во вмещающих амфибол-биотитовых гнейсах сумма РЗЭ составляет 300–400 г/т, в т.ч. 80–90 г/т  $\text{Y}$ , а в анортоклазовых пегматитах  $\text{TR}$ –10 г/т, в т.ч. 5 г/т  $\text{Y}$ . Кальциты содержат также повышенное количество  $\text{Sr}$ –4460–6700;  $\text{Nb}$  до 410;  $\text{Mn}$ –3800–6900 г/т. Такие концентрации  $\text{Sr}$  и  $\text{Mn}$  в этой минеральной фазе характерны для высокотемпературных метасоматитов. Высокое содержание РЗЭ  $\text{Y}$ -группы и иттрия характерно для пневматолитово-гидротермальных образований, связанных со щелочными и субщелочными гранитными интрузивами [1].

Изотопный состав ( $\text{Sr}$ ,  $\text{Nd}$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{O}$ ) карбонатных жил Уфалейского комплекса свидетельствует о связи их с глубинным источником, по своим изотопным параметрам близкого  $\text{EM1}$ , характерным для рифтовых зон древних щитов.

Образование редкоземельных пегматитов и сопровождающих их, карбонатных метасоматитов происходит на значительных глубинах, превышающих 7–8 км. Редкоземельные анортоклазовые пегматиты (с иттроэпидотом) можно рассматривать как наиболее глубокие фациальные разновидности пегматитовых образований [1]. При широком развитии в них иттроэпидота, с повышенной концентрацией редких земель иттриевой группы, они могут являться источником редкоземельного сырья.

На западном склоне Южного Урала

послерифейско-доордовикский магматизм имел значительные масштабы и наиболее активным был в венде. Это аршинский метавулканический комплекс – трахиандезит-трахибазальтовый комплекс, сопровождавшийся становлением щелочных габброидов, щелочных сиенитов и гранитов [3]. Постмагматическая стадия, связанная со становлением сиенитоидов и щелочных гранитов венды, во вмещающих амфиболитах, биотитовых гнейсах, рифейских щелочных гранитах и пегматитах представлена преимущественно натриевым метасоматозом, который проявляется в виде альбитизации и флогопитизации, с образованием  $\text{U-TR}$  минералов. Данные метасоматиты отчетливо секут ранние анортоклазовые рифейские редкоземельные пегматиты, а также кристаллы иттроэпидота среднерифейского возраста.

С образованием альбититов связано появление ураноносных, иттриевых минералов – фергюссонита, самарскита, колумбита и других.

Фергюссонит образует сплошные выделения изометричной формы размером 2–5 см в диаметре, содержащие в виде включений зерна  $\text{Y}$ -колумбита, ферсмита,  $\text{Y}$ -танталита,  $\text{Y}$ -алланита. Цвет минерала черный, блеск стеклянный до полуметаллического, твердость – 6,5–7,0, удельный вес – 5,82 г/см<sup>3</sup>. В шлифах серый, до розовато-фиолетового, без заметного плеохроизма. Оптически двуосный, отрицательный,  $2V=34^\circ$ ,  $r < v$  слабая,  $N_p=2,18$ ,  $N_g=2,28$ . Химический состав фергюссонита близок к теоретическому составу  $\text{YNbO}_4$ :  $\text{CaO}$ –1,40;  $\text{MgO}$ –сл;  $\text{FeO}$ –0,36;  $\text{TR(Y)}$ –42,6;  $\text{ZrO}_2$ –0,93;  $\text{SiO}_2$ –0,14;  $\text{TO}_2$ –0,50;  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ –51,65;  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ –2,50;  $\text{H}_2\text{O}$ –0,22;  $\Sigma$ –100,3% [6].

Кроме того, в фергюссоните нами установлена примесь  $\text{U}$ –1,64% и  $\text{Th}$ –0,012%,  $\text{Zr}$ –0,31%, которые, возможно относятся к минеральным примесям в виде циркона, уранинита, колумбита и других минералов, установленных нами рентгеноструктурным анализом в метамиктной массе фергюссонита.

Самарскит найден в виде кристаллов короткопризматического и толстотабличчатого облика. Чаще встречается совместно с фергюссонитом. Спайность отсутствует, излом раковистый, блеск смолистый, мета-

миктен. Характерно, что все иттриевые ниобаты горы Слюдяной отличаются высоким значением отношения U/Th (13–25).

С натриевым метасоматозом урановая минерализация кроме редкоземельных минералов незначительно проявлена также в титаните (0,0146 мас. %), апатите (0,0006–0,0016 мас. %), рутиле (0,001 мас. %). Что касается редкометальной и редкоземельной минерализации, то ее появление связано с высвобождением Sr, Ba, Mn, P, Ce, Y, Nb, Ta и некоторых других элементов из силикатов и рудных минералов и при развитии указанного процесса – накоплением их в карбонатных телах метасоматического этапа формирования последних [3].

Щелочной метасоматоз в амфиболитах сопровождался интенсивным выносом железа, магния и кальция в прилегающие зоны. Рудный процесс начинался с образования скарноподобных пород с куммингтонит-гранатовыми, эпидот-пироксеновыми, куммингтонит-гранат-пироксеновыми, пироксен-альбитовыми магнетитсодержащими породами. Гранаты из таких пород и руд относятся к спессартинам, в то время как гранаты из вмещающих пород представлены альмандинами [8].

Карбонатизированные и карбонат-магнетитовые, карбонат-гематит-магнетитовые метасоматиты возникают при тектонических подвижках, на завершающих этапах ранней щелочной стадии метасоматических преобразований. В процессе вскипания бикарбонат-иона происходит повышение щелочности растворов, удаление углекислого газа и образование активного карбонат-иона, который связывается в кальцит, а при наличии повышенных количеств марганца – в родохрозит. Углекислый газ, взаимодействуя с марганецсодержащими силикатами, образуют марганцевый силикат – родонит, что мы наблюдаем на Уфимском магнетитовом месторождении.

Щелочные условия также благоприятны и для образования магнетита, в меньшей степени гематита. Сплошные магнетитовые руды характеризуются полигонально-зернистой структурой, массивной и прожилковой текстурами. Характерно наличие реликтовых парагенезисов скарноподобных пород с куммингтонит-гранатовыми, эпидот-пироксеновыми, куммингтонит-гранат-пироксеновыми

ми в магнетитовых телах Маукского, Теплогорского, Уфимского и других магнетитовых месторождений Уфалейского комплекса [8]. В рудах отмечаются повышенные содержания Ba–0,025–0,5%, Mn–0,04–0,28%, P–0,05–0,40%, S–0,01–0,06%, меди и цинка, что обусловлено появлением апатита, сульфидов, родонита, гранатов с повышенным количеством спессартиновой молекулы.

По мере снижения температуры растворов кальцит-магнетитовые тела и вмещающие их куммингтонит-гранат-пироксеновые метасоматиты подвергаются окварцеванию с перекристаллизацией и новообразованием магнетита с образованием собственно железистых кварцитов.

Интервал 380–320 млн лет характеризует раннюю коллизию. В результате тангенциального сжатия Уфалейский гнейсово-амфиболитовый блок был сорван на нижних горизонтах и перемещен в верхние горизонты земной коры по Таганайско-Указарской шовной зоне смятия в западном направлении. Метаморфическая зональность среднепалеозойского этапа имеет отчетливую линейно-купольную форму, обусловленную развитием этой шовной зоны смятия со смещением теплового фокуса к востоку от нее. Главный коллизионный шов, Серебрянская и Слюдяногорско-Теплогорская шовные зоны представляли собой зону разуплотнения с широким развитием процессов гранитизации, мигматизации, многочисленных метаморфогенных жил перекристаллизации, сложенных грануломорфным кварцем, внедрения магматических масс тоналит-гранодиоритовой формации с формированием в надкровельном пространстве не вскрытых массивов многочисленных тел *слудоносных, мусковитовых пегматитов* с достаточно мощными и протяженными зонами метасоматического мелкозернистого кварца, а также многочисленных кварцевых жил выполнения, сложенных гигантозернистым стекловидным и молочно-белым кварцем с сульфидами (золотосодержащих) [3].

Развитие мусковитизации и окварцевания связано с новым этапом сдвиговых дислокаций во время ранней коллизии и сопровождается процессами кислотного выщелачивания. Кварц-мусковитовый комплекс отчетливо замещает редкоземельные и



редкометалльные пегматиты (анортоклазы с иттроэпидотом, альбититы с фергюссонитом, самарскитом) и сопровождающие их карбонатные метасоматиты.

В слюдоносных телах крупнокристаллический мусковит представлен в виде отдельных кристаллов или сконцентрирован в гнезда. Максимальный размер пластин мусковита достигал 120x80 см по плоскости спайности [9]. Кристаллы мусковита и гнезда имеют линзовидную, «обдавленную» форму, нередко крупные кристаллы деформированы, растащены или смяты в складки во время деформаций поздней коллизии.

Метасоматический мелкозернистый кварц тел замещения (уфалейский тип), как и кварц-мусковитовый комплекс слюдоносных пегматитов отчетливо замещает смятые в складки карбонатные метасоматиты и сечет крупные зерна магнетита в кальцит-магнетитовых метасоматитах, с новообразованием мелких октаэдров магнетита. Образуются метасоматические тела кварц-магнетитовых кварцитов. Возраст слюды из пегматитов 330–365 млн лет. С гидротермальными образованиями плагиигранитных и гранодиоритовых интрузий, зон кислотного выщелачивания, окварцевания, концентрации редкоземельных элементов обычно не происходит, что объясняет отсутствие карбонатных метасоматитов во время ранней коллизии и низкий уровень содержания редкоземельных элементов в метасоматических кварцево-жильных телах [3].

Рентгеноструктурное изучение данных мусковитов свидетельствует, что мусковит представлен структурным типом  $2M_1$ ,  $B_0 = 9,05$  А;  $\cos B = 19,88$  А и по высокому содержанию кремнезема в октаэдрической координации соответствует группе фенгитов, для которых характерно образование при высоких давлениях. Изученные мусковиты были образованы при  $P = 8$  кбар;  $T = 450^\circ\text{C}$  [3].

Усложнение в метаморфическую зональность внесла позднепалеозойская «жесткая» коллизия (320–240 млн лет), основная роль в которой была отведена Главному коллизионному шву, который окаймляет Уфалейский комплекс с востока. Движения континентов в это время привели к почти полному поглощению палеоокеанических структур, и основной теплопоток

устремился в шовную зону смятия Главного коллизионного шва и подновленную Слюдяногорско-Теплогорскую шовную зону, сформировав вдоль них высокотемпературное, до уровня амфиболитовой фации, высокотемпературное эклогит-сланцевое обрамление Уфалейского гнейсово-амфиболитового комплекса. Этот этап сопровождался становлением микроклиновых нормальных гранитов, с которыми связано образование керамических и миароловых (хрусталеносных) пегматитов и новообразованных кальцит-доломитовых метасоматитов с ксенотимом, ильменорутилом, рутилом, апатитом и имеющих вновь штриевую специализацию. В зонах ранее сформированных средне-рифейских карбонатных метасоматитов, наложенных на анортоклазовые пегматиты с иттроэпидотом, наблюдается перекристаллизация и новообразование крупных кристаллов иттроэпидота, но уже в жильных телах гранулированного кварца, ксенотима, рутила, апатита, сфена. Возраст нормальных микроклиновых гранитов, керамических пегматитов и сопутствующих метасоматитов 320–245 млн лет [3].

Эти минералы содержат в повышенных количествах (г/т): Y – 400,7–4729,6; Nb – 1387,6–2920,2; Ta – 10,2–86,3; P – 21,5–2362,4; Mn – 1529,6–6393,7; U – 4,1–50,4; U/Th – 10,9–37,0, Zr – 7,2–20,1; Sr – 178,8–1396,9; Ba – 33,3–803,6. При нормировании содержаний редких земель на хондрит в иттроколумбите и сопутствующих минералах отмечается четкая иттриевая направленность [10]. Радиоактивность зон с пироксеном и колумбитом достигает 600 мкР/ч, что позволяет фиксировать и картировать их на местности и в выработках.

**Иттроколумбит** встречается в виде прожилков, которые секут кварц-мусковитовые и альбититовые метасоматиты. Выделения иттроколумбита имеют изометричную форму, достигая 1 см в поперечнике, и находятся в гранулированном кварце. Внутреннее строение подобных обособлений неоднородно и состоит из раздробленных зерен иттроколумбита, содержащих включения радиально-лучистого циркона, пироксена, титанина. Цвет минерала черный, на отдельных участках наблюдаются буровато-красные внутренние рефлексии.

**Циркон** образует радиально-лучистые

выделения до 4 мм в поперечнике, желто-серого цвета. На отдельных индивидах можно различить только грани тетрагональной призмы, головки не сохраняются или находятся в иттроколумбите.

**Титанит** встречается в виде желтых конвертообразных призматических кристаллов размером до 0,5 мм в длину. Кристаллы полупрозрачны и содержат тонкую вкрапленность иттроколумбита. Обычно они окружают его выделения или образуют включения в пластинчатых кристаллах мусковита. По распространенности титанит на отдельных участках преобладает над цирконом.

**Пирохлор** образует мелкие желтовато-

коричневые кристаллики, в большинстве своем приуроченные к выделениям иттроколумбита, реже к обособлениям радиально-лучистого циркона.

Приведенные в статье материалы позволяют сделать выводы, что рассмотренные выше соотношения разноформационных (полигенных и полихронных) гранитных пегматитов свойственны и другим докембрийским метаморфическим комплексам, имеющим рифтогенную природу и прошедшим неоднократную тектоническую, магматическую и метаморфическую трансформацию и могут нести повышенную уран-редкоземельную минерализацию.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Огородников В.Н., Поленов Ю.А., Кисин А.Ю., Савичев А.Н. Гранитные пегматиты и пегматоиды Урала. – Екатеринбург: УрО РАН, 2020. – 432 с.
- 2 Кейльман Г.А. Мигматитовые комплексы подвижных поясов. – М.: Недра, 1974. – 200 с.
- 3 Огородников В.Н., Сазонов В.Н., Поленов Ю.А. Минерагения шовных зон Урала. Уфалейский гнейсово-амфиболитовый комплекс (Южный Урал). – Ч. 3. – Екатеринбург: Изд-во ИГГ УрО РАН - УГГУ, 2007. – 187 с.
- 4 Овчинников Л.Н. Обзор данных по абсолютному возрасту геологических образований Урала // Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. – 1963. – Т. 1. – С. 57–83.
- 5 Краснобаев А.А. Циркон как индикатор геологических процессов. – М.: Наука. – 1986. – 186 с.
- 6 Минеев Д.А. Редкоземельный эпидот из пегматитов Среднего Урала // Докл. АН СССР. – 1959. – Т. 127. – № 4. – С. 865–868.
- 7 Лутц Б.Г., Минеев Д.А. Парагенетический анализ, геохимия и минералогия метаморфических пород Уфалейского массива на Урале // Редкие элементы в породах различных метаморфических фаций. – М.: Наука, 1967. – С. 59–104.
- 8 Панков Ю.Д., Кейльман Г.А., Глушкова Г.А. Железистые кварциты Тараташского и Уфалейского мигматитовых комплексов Урала. – Киев: ИГФМ, 1983. – 56 с.
- 9 Дядькина И.Я. Условия образования мусковита Слюдяногорского месторождения (Средний Урал) // Слюдяны и пьезооптическое сырье. – Л.: ВСЕГЕИ, 1964. – Т. 108. – С. 23–35.
- 10 Сустанов С.Г., Огородников В.Н. Иттроколумбит– (У) в мусковитовых пегматитах Слюдяногорского месторождения (Южный Урал) // Вестник Уральского отделения Российского минералогического общества. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. – С. 106–113.

Ю.А. ПОЛЕНОВ<sup>1</sup>, А.Н. САВИЧЕВ<sup>2</sup>, А.Ю. КИСИН<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Екатеринбург қ., Ресей Федерациясы

#### УФАЛЕЙ МЕТАМОРФТЫҚ КЕШЕНІ ПЕГМАТИТТЕРІНІҢ УРАН-СИРЕК КЕЗДЕСЕТІН МИНЕРАЛДАРЫ (ОҢТҮСТІК ЖАЙЫҚ)

Пегматиттермен кенді, сирек кездесетін, сирек кездесетін және кенді емес пайдалы қазбалардың көптеген кен орындары байланысты. Жайық пегматиттердің сан алуан түрлілігінің генезисін зерттеу үшін

қолайлы өңірлердің бірі болып табылады, онда жер қыртысының салыстырмалы шағын телімінде пегматит үдерісі оның дамуының геологиялық ерекшеліктерін бейнелеп, бірнеше рет көрініс тапты. Мысал ретінде Уфалей метаморфтық кешені келтірілген, онда Кембрия дейінгі және палеозойлық коллизиялық өзгерістері кезінде белсенді жұмыс істейтін Слюдяногорск-Теплогорск жым аймағында едәуір уран-сирек кездесетін минералдануы бар полигенді және полихронды пегматиттер белгілі.

**Негізгі сөздер:** Орал, пегматиттер, сирек кездесетін минералдар, уфалей кешені, иттроэпидот, иттроколумбит, титанит.

YU.A. POLENOV<sup>1</sup>, A.N. SAVICHEV<sup>2</sup>, A.YU. KISYN<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>The city of Yekaterinburg, Russian Federation

## URANIUM-RARE-EARTH MINERALS OF PEGMATITES OF THE UFALEY METAMORPHIC COMPLEX (SOUTH URALS)

Many deposits of ore, rare, rare earth and non-metallic minerals are associated with pegmatites. The Urals are one of the favourable regions for studying the genesis of the entire variety of pegmatites, where on a relatively small section of the earth's crust the pegmatite process manifested itself many times, capturing the geological features of its development. An example is the Ufaley metamorphic complex, where polygenic and polychronic pegmatites with significant uranium-rare earth mineralization are known in the Slyudyanogorsk-Teplogorsk suture zone of Precambrian laying and actively functioning during Paleozoic collision transformations.

**Key words:** Ural, pegmatites, rare-earth minerals, Uphalean complex, yttrioepidote, yttriocolumbite, titanite.

УДК 549 (2)

МРНТИ 38.41.27; 38.49.17

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РУД ДАГКЕСАМАНСКОГО ЗОЛОТОПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ МИНЕРАЛОТЕРМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



**Г.С. ГУСЕЙНОВ<sup>1</sup>,**  
<sup>1</sup>кандидат  
геол. мин. наук,  
доцент



**И.А. МАМЕДОВ<sup>2</sup>,**  
<sup>2</sup>кандидат  
геол. мин. наук,  
доцент

<sup>1-2</sup>Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности  
г. Баку, Азербайджанская Республика

В статье рассмотрены физико-химические условия формирования руд известного месторождения по данным минералотермических исследований. С целью изучения этого вопроса привлекались главные рудные (галенит, сфалерит, халькопирит) и жильные (кварц, кальцит) минералы.



Результаты эксперимента показывают, что температурный интервал формирования руд Дагкесаманского золотополиметаллического месторождения соответствует промежутку 160–300°C.

**Ключевые слова:** декрипитация, гомогенизация, генерация, газовой-жидкие включения.

Как известно [1] внешние и внутренние факторы при формировании руд играют значительную роль. К внешним факторам относятся складчатые и разрывные структуры, локализирующие оруденение, обуславливающие морфологические особенности рудных тел, в последствие, при пострудных тектонических процессах, усложняющие его форму. Внутренними факторами формирования рудных тел определенного минерального состава являются физико-химическое состояние постмагматических гидротерм, условия роста кристаллов в них и температура минералообразования.

Рост кристаллов в гидротермах происходит неравномерно и во многом зависит от состава и пульсационной деятельности постмагматических растворов, их насыщенности, температуры среды кристаллизации, элементов-примесей, направления движения питающих растворов. Аномалия роста кристаллов при минералообразовании приводит не только к зональному внутреннему строению зерен, изменению их морфологических особенностей, но и к образованию замкнутых природных систем газовой-жидких включений в кристаллах минералов.

Установлено, что одним из важных критериев определения генезиса минеральных видов является температура гомогенизации и декрипитации газовой-жидких [2] включений.

Ряд исследователей [1, 2], изучавших включения в минералах эндогенных месторождений различного генетического типа и магматических пород, особое внимание уделяют их химическому составу, фазовому состоянию, размерам вакуолей, интенсивности взрывов, тесно связанных с эволюцией гидротермальных растворов и последовательности минералообразования. По мнению В.Б. Наумова [2] интенсивность взрывов связана с размерами отдельных зерен исследуемого образца. Так как, количество взрывов до определенной фракции измельчения (0,35–0,5) увеличивается, а выше этой фракции уменьшается. Часто вакуоли диаметром 0,001 мм при значительном нагреве не взрываются.

Выяснение генетического типа месторождения во многом зависит от установления последовательности минералообразования, главным образом, устанавливаемого посредством изучения взаимоотношений главных рудных и жильных минералов под рудным микроскопом. Вспомогательным методом в установлении последовательности формирования минералов может служить определение температуры образования минералов. Отметим, что к настоящему времени имеется немало работ, посвященных уточнению обоснованных декрептофоническим анализом парагенезисов минералов и их относительно синхронного формирования. Этот метод позволяет со значительной достоверностью выявить генерацию минералов с установлением последовательности образования минеральных ассоциаций.

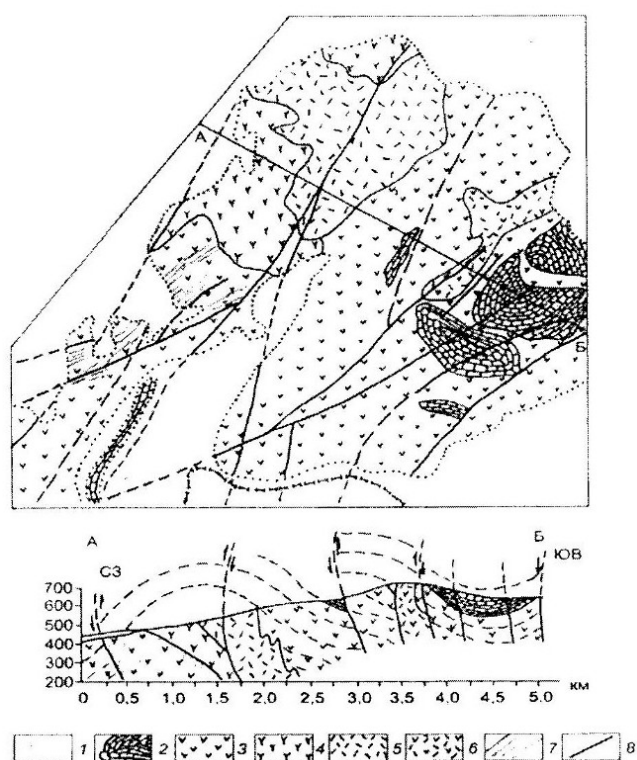
В целях выяснения температурных условий формирования руд была сделана попытка проследить режим кристаллизации главных жильных (кварц, кальцит) и основных сульфидных (пирит, халькопирит, сфалерит, галенит) минералов [3].

Учитывая вышеизложенное, нами были изучены физико-химические условия формирования руд Дагкесаманского золотополиметаллического месторождения.

Месторождение находится в наложенном прогибе в восточной части Лок-Карабахской структурно-фациальной зоны Малого Кавказа. В геологическом строении участвуют сложный комплекс вулканогенно-осадочных и эффузивно-пирокластических пород верхнего мела, вмещающие субвулканические тела альбитофиоров, прорванных относительно поздними (докампанскими) телами андезито-дацитов, базальтов и миоплиоценовыми трахириолитами [4].

В структурном отношении месторождение приурочено к Дагкесаманской антиклинали северо-восточного простирания. Вдоль сводной полосы названной антиклинали проходят мощные зоны разрывов, которые контролируют размещение золотого и ассоциирующего оруднения полиметаллов, связанных с андезито-дацитовыми субвул-

каническими телами позднемелового вулканизма (рис. 1).



**Рисунок – 1** Схематическая геологическая карта Дагкесаманского месторождения, по Р.К. Гасанову, 2003: 1 – четвертичные отложения; 2 – известняки; 3 – вулканогенно-осадочные породы андезитов; 4 – альбитофиры; 5 – риолито-дациты; 6 – андезит-дациты; 7 – гидротермально-измененные зоны с оруденением; 8 – тектонические нарушения; А-Б – линия профиля

Наиболее крупным разрывным нарушением является Агдам-Ривазлинский разлом, который проходит на расстоянии одного километра к западу от г. Кятангая. Рудовмещающими структурами служат мощные зоны дробления и трещиноватости, сопровождающие разломы. Рудные тела описываемого месторождения по морфологии относятся к жильному и прожилково-вкрапленному типам с широко развитыми зонами гидротермально-измененных пород, характеризующихся значительной сульфидной минерализацией [5].

Основные рудообразующие минералы – пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, гематит. Второстепенные минералы – магнетит, самородное золото, сидерит, борнит, рутил.

Из жильных минералов – кварц, в незначительном количестве барит и гагат. Часто встречаются гипергенные минералы: гетит, гидрогетит, лимонит, ковеллин, малахит, азурит и др.

Основные рудообразующие минералы – пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, гематит. Второстепенные минералы – магнетит, самородное золото, сидерит, борнит, рутил. Из жильных минералов – кварц, в незначительном количестве барит и гагат. Часто встречаются гипергенные минералы: гетит, гидрогетит, лимонит, ковеллин, малахит, азурит и др.

Авторами на основании собственных фактических материалов, собранных в ходе исследовательских работ, на описываемом месторождении с помощью минералогических и аналитических данных установлены физико-химические условия формирования руд данного месторождения. При изучении условий температурного формирования руд месторождения использовались отдельные кристаллы главных жильных (кварц, кальцит) и рудных (галенит, сфалерит, халькопирит) минералов.

Выяснение генетического типа месторождения во многом зависит от установления последовательности минералообразования, главным образом, определяемого посредством изучения взаимоотношений главных рудных и жильных минералов под рудным микроскопом. Вспомогательным методом в установлении последовательности формирования минералов может служить определение температуры образования минералов. Следует подчеркнуть, что для этих целей последнее время широко используется *декриптофонический метод*. Этот метод позволяет со значительной достоверностью выявить генерацию минералов с установлением последовательности образования минеральных ассоциаций. Метод декриптации также имеет большое значение для суждения о возрастных соотношениях минералов, находящихся совместно [1, 2].

При изучении условий температурного формирования руд Дагкесаманского золото-полиметаллического месторождения использовались отдельные кристаллы главных жильных (кварц, кальцит) и рудных (галенит, сфалерит, халькопирит) минералов.

По данным Р.С. Караевой [6] формирование кристаллов кварца происходило на всех стадиях при температурном интервале 320–160°C и давлении порядка 650–300 атм и ниже. Анализ полученных данных, позволяет сделать вывод, что в процессе формирования кристаллов кварца отмечается общее снижение давления с небольшими флуктуациями. Так для более раннего кварца 320–240°C величина давления составляет 650–500 атм. Для низкотемпературных кварцев 400–300 атм и ниже. Наблюдение под микроскопом по гомогенизации газовой-жидких включений при нагревании показывает, что после заполнения вакуолей одной фазой при дальнейшем нагревании с большим или меньшим запозданием наступает взрыв с растрескиванием стенок вакуолей вследствие повышения давления внутри включений.

Эксперименты показывают, что жильный кварц начинает декрипитироваться при температурном интервале 160–220°C и этот процесс завершается при 400–420°C. Кварц на месторождении присутствует в трех генерациях, отличающихся друг от друга температурами образования (см. таблицу).

интенсивность растрескивания жильного кварца усиливается вплоть до «захлебывания». Эти данные свидетельствуют о некоторой пространственной и генетической связи рудообразования с субвулканами рудного поля.

Кварц, как известно, является наиболее благоприятным минералом для испытания методом декрепитации, так как обладает достаточной твердостью, характеризуется несовершенной спайностью, устойчивостью к разрушению и стабильностью кристаллической решетки. Исследования показали, что жильный кварц из Дагкесаманского месторождения начинает декрепитироваться при температуре 200–300°C, а перестает 400–420°C.

Следует подчеркнуть, что кварц из жильных горизонтов недалеко от контакта субвулканических пород характеризуется низкой интенсивностью растрескивания. По мере приближения к поверхности и при большом удалении от контакта субвулканических пород интенсивность растрескивания жильного кварца увеличивается вплоть до «захлебывания».

**Таблица** – Температура образования по генерациям минералов Дагкесаманского месторождения

Минералы, подвергнутые исследованиям	Методика определения	Генерация	Температура, °С
кварц	декрипитация	I	300–260
	декрипитация	II	240–220
	декрипитация	III	100–180
галенит	декрипитация	I	220–200
	декрипитация	II	180
сфалерит	декрипитация	I	220–200
	декрипитация	II	160
халькопирит	декрипитация	I	200
	декрипитация	II	–
	декрипитация	III	160
кальцит	декрипитация	–	80–160

**Кварц** нижних горизонтов и вблизи контакта с субвулканическими телами характеризуется низкой интенсивностью растрескивания. По мере приближения к поверхности и удаления от контактовых зон субвулканов

**Кальцит.** В данном месторождении формируется на конечных стадиях процесса минералообразования. Декрипитация его, следовательно, должна соответствовать более низким температурам. Декрипитация этого



минерала начинается при температуре 160–180°C. Однако из-за «захлебывания» количество импульсов и конечный момент растрескивания не удалось выявить.

**Галенит.** Декрептофонический анализ галенита показал, что минимальная возможная температура образования этого минерала варьирует в пределах 180–220°C. Растрескивание газово-жидких включений заканчивается при температуре 320–520°C, определенное методом измерения удельного сопротивления [7], равно 300°C.

Галенит имеет две генерации, отличающиеся разными температурами образования. Галенит I генерации образовался при 200–220°C, а галенит II генерации при 160°C.

**Сфалерит.** В сфалеритах декрипитация включений начинается при 160–220°C. Результаты полученных экспериментов показали, что из-за «захлебывания» определить конечные моменты растрескивания не удалось (рис. 2 А, Б).

Однако, в одном образце, отобранном из нижних горизонтах описываемого месторождения, отмечается резкий подъем и спад кривой декрипитации. Здесь начало растрескивания происходит при температуре 200°C и заканчивается при 480°C (рис. 2, В).

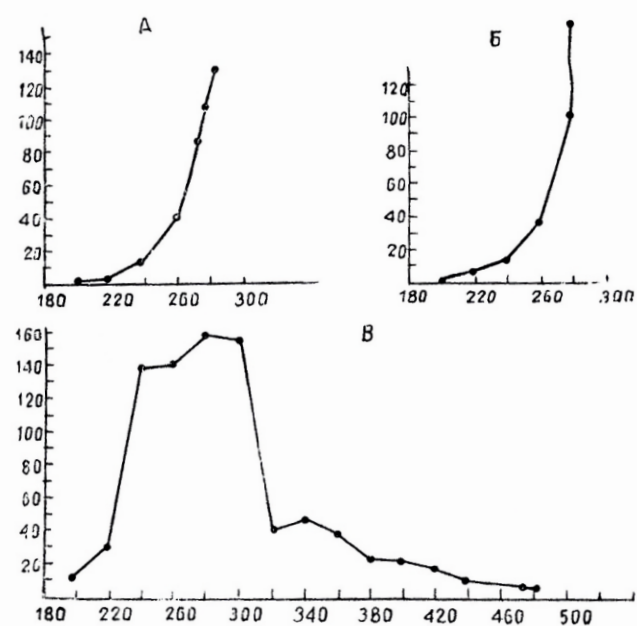


Рисунок – 2 Кривые декрипитации минерала сфалерита в зависимости от температуры

Следует отметить, что для сфалеритов аномальная декрипитация начинается с 330°C [8]. Поэтому можно считать, что минимально возможная температура образования сфалерита 200–220°C относится к взрывам газово-жидких включений, содержащихся в этом минерале, однако, в сфалерите из-за «захлебывания» и прекращения нагрева конечные моменты растрескивания не установлены. Сфалерит на месторождении характеризуется двумя генерациями, имеющими различные температурные образования.

**Халькопирит.** На месторождении халькопирит характеризуется тремя генерациями и имеет температуру минералообразования 200–160°C и растрескивание газово-жидких включений при такой же температуре. На составленной декриптограмме, кривые достигают своего максимума в 220°C и 300°C. В халькопирите, как и в сфалерите, из-за «захлебывания» определить конечный момент растрескивания не удалось.

Согласно данным В.Б. Наумова [2], аномальная декрипитация халькопирита начинается с температуры 310–320°C.

Таким образом, изучение температурных интервалов формирования жильных и рудных минералов, с помощью декриптофонического анализа показывает, что формирование рудных тел Дагкесаманского месторождения происходило в едином процессе эволюции гидротермальных растворов, и незначительные отличия в температуре образования одних и тех же минералов одинаковых гипсометрических горизонтов объясняются геолого-структурной позицией рудных зон и их морфогенетическими особенностями. В целом, же явно устанавливается температурный интервал становления всего месторождения, который соответствует промежутку 160–300°C.

### Заключение

1. Установленный генезис выбранных рудных и жильных минералов, определенные температуры гомогенезации и декрепитации, дают возможность определить генетический тип месторождения.

2. Установлено, что жильный кварц декрипитировался при температуре 160–220°C, галенит первой генерации образовался при 220–200°C, второй генерации его при 160°C, сфалерит характеризуется темпера-

турным интервалом 160–220<sup>0</sup>С.

3. Полученные результаты по данным минералогических исследований позволяют

предполагать, что Дагкесаманское золотополиметаллическое месторождение формировалось на малых глубинах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Костылова Е.Е. Метод декрепитации и его значение для минералогической термометрии // В кн. Минералогическая термометрия и биометрия. – М.: Наука, 1965. – Т. 1. – С. 147–170.

2 Наумов В.Б. К вопросу об определении температур минералообразования методом декрепитации // В кн.: Минералогическая термометрия и биометрия. – М.: Наука, 1968. – Т. 2. – С. 37–42.

3 Дмитриев А.К., Ляхов Н.В. Характер изменчивости температурных условий формирования Дарасунского месторождения во времени и пространстве // – М.: Изд-во АН СССР, 1965. – 57 с.

4 Гасанов Р.К. Дагкесаманское золото-полиметаллическое месторождение // Геология Азербайджана. – Т. VI. – Полезные ископаемые. – Баку. – 2003. – С. 236–241.

5 Гусейнов Г.С. Распределение золота и серебра в Дагкесаманском золотополиметаллическом месторождении (Малый Кавказ) // – М.: Отечественная геология. – №1. – 2015. – С. 24–29.

6 Караева Р.С. Микротермометрические исследования главных минералов Дагкесаманского полиметаллического месторождения // ДАН Азерб. ССР, 1976. – 1. – №8. – С. 35–38.

7 Scanlon K. Interpretation of Hall effect and resistivity data in PhS and Similar binary compound semiconductors. – Phys, Rev., 1953.

8 Charrier J. Contribution a l'etude de la decomposition des minerals sulfurets dans 1 analyses the maqui ponders. Ann. Fac. Univ, Toulouse, Math. – Phys, 1954.

Г.С. ГУСЕЙНОВ<sup>1</sup>, И.А. МАМЕДОВ<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Баку қ., Әзірбайжан Республикасы

#### МИНЕРАЛОТЕРМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР ДЕРЕКТЕРІ БОЙЫНША ДАГКЕСАМАН АЛТЫН ПОЛИМЕТАЛЛ КЕН ОРНЫНЫҢ КЕНДЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ШАРТТАРЫ

Мақалада минералотермиялық зерттеулер деректері бойынша белгілі кен орнының кендерін қалыптастырудың физикалық-химиялық шарттары қаралды. Бұл мәселені зерттеу мақсатында басты кен (галенит, сфалерит, халькопирит) және тұрғын (кварц, кальцит) минералдар тартылды.

Эксперимент нәтижелері Дагкесаман алтын полиметалл кен орнының қалыптасуының температуралық аралығы 160–300<sup>0</sup>С аралығына сәйкес келетінін көрсетеді.

**Негізгі сөздер:** декрепитация, гомогендеу, генерация, газ-сұйық қосындылар.

G.S. GUSEYNOV<sup>1</sup>, I.A. MAMEDOV<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>City of Baku, The Republic of Azerbaijan

#### PHYSICAL AND CHEMICAL CONDITIONS FOR FORMATION OF ORES OF DAGKESAMAN GOLD-POLYMETALLIC DEPOSIT BASED

The article considers the physical and chemical conditions of formation of ores of a known deposit according to the mineralo-thermic research data. In order to study this issue, the main ore (galenite, sphalerite, chalcopyrite) and vein (quartz, calcite) minerals were involved.

The results of the experiment show that the temperature interval of formation of ores of the Dagkesaman gold-polymetallic deposit corresponds to the interval of 160-300<sup>0</sup>С.

**Key words:** decrepitation, homogenization, generation, gas-liquid inclusions.



## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ НИКОЛАЕВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ В ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ

**ЕДИГЕНОВ М.Б.<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup>кандидат геолого-минералогических наук, член-корреспондент МАМР,  
ТОО «Научно-производственная фирма Геоэко»  
г. Костанай, Республика Казахстан

Система продуманного мониторинга трансформации окружающей среды, включая недра и подземную гидросферу, это основа безопасной эксплуатации месторождений в горнорудных районах. Своевременная организация такой полновесной системы слежения за техногенными изменениями среды обитания человека позволит вовремя увидеть, упредить и свести к минимуму развивающиеся геориски.

**Ключевые слова:** водоносный горизонт, программа мониторинга, подземная гидросфера, природно-техногенные условия, гидродинамическая система, инженерно-геологические исследования.

Прогноз изменения природно-техногенных условий Николаевского карьера выполнен с учетом следующих особенностей:

– его расположения в долине малых рек (р. Таловка и р. Уба);

– приуроченностью бассейна подземных вод к вулканогенным породам с высокой степенью фильтрационной неоднородности, расположением депрессионной воронки на водосборной площади;

– изменения условий формирования подземных вод в связи с накоплением карьерных, шахтных и подотвальных вод, заполнением депрессионной воронки; образованием на участках трансформированного рельефа (отвалов) области инфильтрационного питания, эксплуатируемой длительное время (более 50 лет);

– затопление карьера и подземных горных выработок.

Сформировавшаяся гидродинамическая система территории определяется системой «карьер-шахта-отвалы», которая функционирует в нестационарном режиме. По мере полного затопления подземных горных выработок шахты начнется процесс увеличения воды в системе и поднятия уровня воды в карьере. Влияние Николаевского карьера на аллювиальный водоносный горизонт и поверхностные воды долины р. Убы и ее притоков возможно только в случае затопления карьера до дневной поверхности, при совпадении подземного и поверхностного стока или изменении уклона на обратный

– от карьера к рекам.

Проведенное в последние годы гидрогеологическое обследование и анализ ситуации показали, что загрязнение водных ресурсов на исследуемой территории происходит преимущественно за счет инфильтрации атмосферных осадков через техногенные образования породных отвалов, загрязненную почву и за счет воздушного массопереноса токсичной пыли отвалов, шламоотстойников станции нейтрализации. Наличие загрязнения подземных вод подтверждается результатами производственного мониторинга окружающей среды, в т.ч. грунтовых вод.

На Николаевском рудном поле имеет место наличие нескольких разнородных источников загрязнения (карьер, породные отвалы, хвостохранилище) и индивидуальных загрязняющих веществ (медь, свинец, цинк, кадмий, марганец), где неизбежны физико-химические взаимодействия в системах «загрязненная вода – чистая вода» и «вода – порода». Контрастность и размеры гидрогеохимических аномалий в этом случае могут быть значительны.

Границы зон с различным качеством подземных вод имеют сложную конфигурацию в плане и разрезе. Водоносные горизонты развиты в рыхлых четвертичных отложениях и в неравномерно трещиноватых породах. Исходя из характера техногенного воздействия и сложности геолого-гидрогеологических условий, территория отнесена к сложной 3-й группе по организации и ведению мониторинга качества подземных вод.



Разнообразие природных условий месторождений, особенности геологического строения и гидрогеологических условий горнорудных объектов определяют не только необходимый комплекс проводимых на них эколого-гидрогеологических исследований на различных стадиях, но и ведение системных наблюдений за формированием техногенного режима подземных вод, имеющего многообразие форм и оттенков, главным образом, в процессе строительства и промышленной эксплуатации рудников [1–21].

Техногенный режим подземных вод характеризуется широким разнообразием форм, зависящих от геологического строения месторождения, условий питания подземных вод и их разгрузки на горных выработках или дренажных сооружениях. Тем не менее, можно систематизировать дренируемые водоносные горизонты или комплексы по характеру их техногенного режима. Масштаб рассмотрения техногенного режима подземных вод ограничивается чаще всего площадью карьерного или шахтного поля с непосредственно прилегающей к нему территорией, в пределах которой прослеживается дренажный эффект. Поэтому предлагаемая систематизация (табл. 1) также ограничивается локальными геологическими структурами без непосредственного учета региональных геолого-структурных факторов. Эта систематизация Норватова Ю.А. [19] не может претендовать на универсальный гидрогеологический анализ, поскольку она предназначена для оптимизации изучения техногенного режима подземных вод на различных стадиях освоения месторождений – для целенаправленного определения фильтрационных параметров и характеристик питания дренируемых водоносных горизонтов с учетом общих закономерностей техногенного режима подземных вод. Принимая во внимание степень сложности фильтрационных процессов, развивающихся при строительстве и эксплуатации горнодобывающих предприятий, целесообразно выделить по этому признаку три типа техногенного режима подземных вод. Каждый тип режима может быть представлен несколькими видами, которые различаются условиями питания дренируемых водоносных горизонтов или комплексов, зависящими от геолого-струк-

турных особенностей месторождений.

Поскольку характер техногенного режима подземных вод в предлагаемой систематизации увязан с геолого-структурными особенностями изучаемых территорий, то можно отождествить выделение типов и видов режима подземных вод с ранжированием месторождений по этим же факторам. Типизация месторождений по характеру техногенного режима полезна для выбора расчетной гидродинамической схемы при целенаправленной оценке гидрогеологических параметров и прогнозе изменений естественного режима подземных вод на конкретном объекте. Нужно отметить, что предлагаемая Норватовым Ю.А. систематизация не дает оснований для суждения о степени сложности гидрогеологических условий ведения горных или дренажных работ. Такие оценки требуют привлечения дополнительных критериев, главными из которых являются водообильность и литологический состав дренируемых водоносных комплексов.

На основании этих базовых положений системы целевого мониторинга подземной гидросферы горнорудных районов, вытекают предметные рекомендации по организации наблюдений на Николаевском рудном поле.

Следует согласиться с рекомендациями корифеев рудничной гидрогеологии в том, что решение природоохранных задач невозможно без организации режимной сети наблюдательных скважин и постановки методически грамотных наблюдений не только за состоянием подземных вод, но и гидрографической обстановкой в районе породных отвалов и Николаевского карьера. В настоящее время естественный водный режим притоков в реку Убу нарушен. Существующая режимная сеть наблюдательных скважин вокруг карьера малочисленна и оборудована в районе шламонакопителя и породных отвалов только на зону аэрации (4 скв. глубиной 5–16 м).

Режимная сеть наблюдательных скважин за пределами карьера достаточно удалена от него, и ее целевое назначение отвечает другим задачам. Так, первая группа скважин состоит из 8 скважин глубиной до 25–30 м на первый аллювиальный водоносный горизонт (аQ), создана ТОО «ВостокЭнерго» для

Таблица 1 – Систематизация дренируемых водоносных горизонтов по характеру техногенного режима (Норватов Ю.А., 1988 г.)

I тип техногенного режима подземных вод	Вид техногенного режима дренируемых водоносных горизонтов	Основные признаки техногенного режима водоносных горизонтов	Факторы, определяющие условия формирования и характер техногенного режима	
			Геолого-структурные, литологические	Метеорологические, гидрологические
1	2	3	4	5
I. Нестационарный	1.1. Резко нестационарный, нелинейный по параметрам водоносных горизонтов и условиям на их границах	Снижение уровней и расхождений водоносных горизонтов в течение всего периода эксплуатации месторождения	Крутое или наклонное залегание в односторонних пластов, представленных метаморфизованными трещиноватыми породами с минимальной водоотдачей; мощные слабопроницаемые покровные отложения	Малое количество атмосферных осадков; слабое развитие гидрографической сети; отсутствие озер и болот на площади месторождения
	1.2. Нестационарный, нелинейный по параметрам дренируемых горизонтов	Снижение уровней водоносных горизонтов и их расхождений в период эксплуатации месторождения	Горизонтальное или пологое залегание в односторонних пластов метаморфизованных трещиноватых слабопроницаемых пород с малой водоотдачей; покровные слабопроницаемые отложения развиты по всей площади месторождения	Умеренное количество атмосферных осадков; слабая инфильтрация; умеренное развитие гидрографической сети; озер и болот на площади месторождения
II. Сезонно-нестационарный	1.3. Временно нестационарный	Загущающее снижение уровней в период строительства или на первых стадиях эксплуатации горнодобывающих предприятий	Преимущественно горизонтальное залегание рыхлых песчано-глинистых отложений, высокая водоотдача дренируемых безнапорных горизонтов; небольшая мощность покровных отложений	Средняя или интенсивная инфильтрация атмосферных осадков; наличие водоемов и водотоков с закомпанированными руслами на площади месторождения
	2.1. Явно нестационарный инфильтрационный	Сезонные колебания уровней дренируемых горизонтов превышают 5 м	Горизонтальное или пологое залегание слоистых толщ метаморфизованных пород с низкой водоотдачей; незначительная мощность покровных отложений	Среднее или повышенное количество атмосферных осадков; неравномерно распределенных по сезонам года; интенсивная инфильтрация; слабо развитая гидрографическая сеть

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
<p>II. Сезонно-нестационарный</p>	<p>2.2. Нестационарный речной</p>	<p>Сезонные колебания уровня подземных вод, вызванные паводковыми подъемами уровней в водотоках и водоемах</p>	<p>Наклонное или горизонтальное залегание водоносных горизонтов, приуроченных к метаморфизованным трещиноватым комплексам или рыхлым песчано-гравийным отложениям; мощные покровные слабопроницаемые отложения</p>	<p>Обильные атмосферные осадки, неравномерно распределенные по сезонам года, умеренная или слабая инфильтрация; гидрографическая сеть хорошо развита; активная связь поверхностных вод с подземными; существенное изменение градиентов подземного потока за счет уровней в половодье</p>
<p>II. Сезонно-нестационарный</p>	<p>2.3. Умеренно нестационарный инфильтрационный</p>	<p>Сезонные колебания уровней водоносных горизонтов не превышают 5 м</p>	<p>Преимущественно горизонтальное залегание рыхлых водоносных отложений песчано-глинистого состава, высокая гравитационная водоотдача пород; незначительные по мощности покровные отложения</p>	<p>Обильные атмосферные осадки, неравномерно распределенные по сезонам года; интенсивная инфильтрация; гидрографическая сеть развита слабо; частичная заболоченность территории</p>
<p>III. Стационарный</p>	<p>3.1. Стационарный речной (озерный)</p>	<p>Незначительные внутригодовые колебания уровней подземных вод при стабильном их положении в многолетнем цикле</p>	<p>Наклонное или горизонтальное залегания дренируемых водоносных пластов, представленных метаморфизованными породами или рыхлыми песчано-глинистыми отложениями; слабопроницаемые покровные отложения</p>	<p>Умеренное количество атмосферных осадков, сравнительно равномерно распределенное по сезонам года; хорошо развита гидрографическая сеть или наличие крупных водоемов на территории месторождения; активная связь поверхностных вод при незначительных изменениях градиентов подземного потока</p>
<p>3.2. Зарегулированный инфильтрационный</p>	<p>Стабильное положение уровней в многолетнем цикле при возможных сезонных их колебаниях</p>	<p>Горизонтальное или пологое залегание слоистых толщ метаморфизованных пород или рыхлых песчано-глинистых отложений; разнообразие по составу и мощности покровные отложения</p>	<p>Среднее или повышенное количество атмосферных осадков, интенсивная инфильтрация по площади месторождения; слабо развита гидрографическая сеть, частичная заболоченность территории</p>	

контроля эксплуатационных параметров Усть-Таловского водозабора, в целях недопущения истощения и загрязнения запасов подземных вод.

Вторая группа наблюдательных скважин производственного экологического мониторинга состоит из 5 скважин и расположена СЗЗ мест хранения жидких и твердых отходов – хвостохранилищу НОФ ТОО «ВЦМ» (5 скв. пробурено в 2016 г.) и находится под контролем Управления экологической безопасности ТОО «ВЦМ» (рис. 1).

Третья группа скважин – инженерно-геологическая (более 10 скв.) оборудована в районе дамбы хвостохранилища НОФ и вскрывает водоносный горизонт делювиально-пролювиальных четвертичных отложений. Основной целью этой группы является контроль развития экзогенных процессов при эксплуатации дамбы (подтопление, устойчивость дамбы). Эти скважины находятся на балансе НОФ, также включены в систему производственного экологического мониторинга УЭБ ТОО «ВЦМ».

Для контроля состояния водных ресурсов и недр при складировании хвостов в отработанное пространство Николаевского карьера, оценки эффективности проводимых технических и природоохранных мероприятий предусматривается (табл. 2):

1) дополнительно оборудовать режимную сеть из 25 скважин общим объемом бурения 2330 пог. м, расположив ее по всей площади Николаевского промышленного района, по направлению от верховьев к притоку реки Уба и ее протоке, Усть-Таловскому водозабору по принципу «от источника загрязнения – к месту разгрузки», с охватом смежных водоносных горизонтов – аллювиального четвертичного и трещинного в палеозое;

2) включить в программу мониторинга существующие 14 наблюдательных скважин, в т.ч. 2 – Усть-Таловского водозабора (№№ 9 н, 10 н), 3 – в районе дамбы хвостохранилища НОФ (№№ 1, 2, 11), 5 – производственного экологического мониторинга на границе СЗЗ НОФ (№№ НС1-НС<sub>5</sub>-2016), 4 – в районе шламонакопителя и породных отвалов (НС1-НС<sub>4</sub>);

3) 8 гидропостов, из них 7 – на водотоках, 1 – в Николаевском карьере для гидрометрических наблюдений и отбора проб

поверхностных и карьерных вод;

4) 5 наблюдательных маркшейдерских станций для инструментальных наблюдений за деформациями откосов борта Николаевского карьера.

5) обеспечить достоверный гидрохимический контроль с организацией исследований в аккредитованной (аттестованной) хим. лаборатории на соответствие требованиям СанПиН №209, с организацией внешнего контроля (рН, сухой остаток, сульфаты, хлориды, общая жесткость, окисляемость, элементы группы азота, токсичные микрокомпоненты, органические загрязнители);

6) организовать обработку и анализ полученного материала, создание автоматизированной базы данных с дальнейшим внедрением методов математического моделирования для решения прогностических задач;

7) во избежание перетока промстоков в водоносный горизонт поровых вод поддерживать уровень складированных хвостов ниже подошвы горизонта аллювиальных вод (60–70 м от поверхности);

8) наблюдения и контроль загрязнения подземных и поверхностных вод, увязать с контролем над загрязнением компонентов природной среды – атмосферы и атмосферных осадков (в том числе снега), поверхностных вод, почвы;

9) выполнить детальные инженерно-геологические (геотехнические) обследования карьера с целью оценки устойчивости бортов карьера.

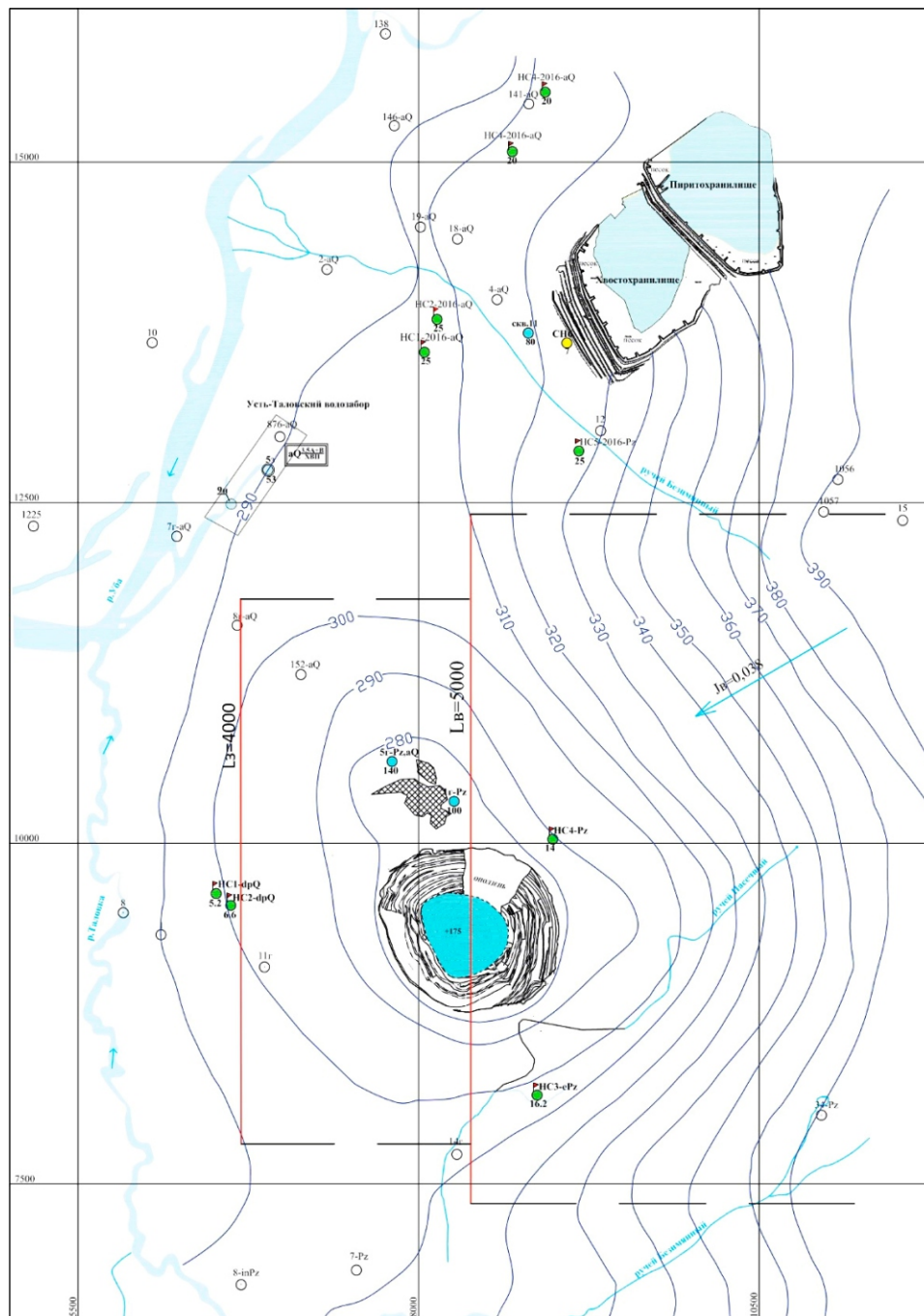
Проектируемый мониторинг недр в районе Николаевской промышленной площадки включает:

– рекогносцировочные маршруты для выбора мест заложения наблюдательных скважин;

– бурение 25 наблюдательных скважин общим объемом 2330 пог. м, конкретное размещение которых определяется схемой формирования потоков подземных вод и размерами депрессионной воронки Николаевского карьера;

– стационарные режимные наблюдения по 39 наблюдательным скважинам (19 скважин в палеозое, 20 скважин – в аллювии): замеры уровня и температуры подземных вод – 1–3 раза в месяц, замеры глубины скважин – 2 раза в год;





УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ














	Проектируемые скважины мониторинга подземных вод. Сверху: геологический индекс наблюдаемого водоносного горизонта; снизу: проектируемая глубина скважины, м		Усть-Таловское месторождение. Индекс слева - эксплуатируемый водоносный горизонт; числитель - утвержденные запасы подземных вод, тыс. м³/сут.; категория запасов; в знаменателе - целевое назначение.
	Существующие наблюдательные скважины производственного экологического мониторинга. Сверху: номер скважины - год бурения, геологический индекс наблюдаемого водоносного горизонта; снизу: фактическая глубина скважины, м		Хвосто-лиригохранилище Николаевской Обогащительной Фабрики (НОФ)
	Гидрогеологические разведочные скважины. Сверху: номер скважины - геологический индекс исследуемого водоносного горизонта; снизу: фактическая глубина, м		Николаевский карьер
	Наблюдательные инженерно-геологические скважины. Сверху: номер скважины; снизу: фактическая глубина, м		Ширина потока подземных вод (м), вовлекаемых в водоотлив
	Эксплуатационные скважины Усть-Таловского водозабора. Сверху: номер скважины; снизу: фактическая глубина, м		Направление потока, уклон потока
	Исторические скважины. Сверху: номер скважины		Гидроизогипсы
	Речки и ручьи. Стрелка направления течения.		

Рисунок 1 – Балансовая схема формирования потока подземных вод в условиях автономной работы Николаевского карьера в качестве объекта складирования хвостов

Таблица 2 – Наблюдательные пункты ведомственного мониторинга подземных вод

№ п/п	Наименование наблюдательного пункта	Тип	Глубина, м	Кол-во набл. пунктов	Общий объем бурения, пог. м	Наблюдаемый водоносный горизонт
1	Наблюдательная сеть, в т.ч.	скв.				
1.1	<b>Проектируемая:</b>	скв.	20–200	<b>25</b>	<b>2330</b>	
	– вокруг карьера		200	2	400	Pz
	– в контуре депрессионной воронки		150	6	750	Pz
	– в контуре депрессионной воронки		100	8	800	Pz
	– водотоки, водозабор, СЗЗ НОФ		50	6	300	aQ
			20	4	80	aQ
1.2	<b>Существующая:</b>	скв.		<b>14</b>		
	– в зоне дамбы х/х		60–80	3		Pz
	– Усть-Таловский в/з		15–25	2		аллювий Q
	– на границе СЗЗ		20–25	5		4 скв. – aQ, 1 скв – Pz
	– шламонакопители		4–5	2		dQ
	– породные отвалы		14–16	2		Pz
2	Гидрометрический пост	гидропост	наземный	8		
3	Наблюдательная маркшейдерская станция	репер	наземный	5	-	
	Всего			25	2330	

– гидрологические наблюдения за режимом поверхностных вод по 8 гидропостам: замеры уровня поверхностных вод – 1 раз в мес., замер расхода водотока – 1 раз в мес.;

– прокачка 39 наблюдательных скважин – 2–4 раза в год;

– гидрохимическое опробование подземных и поверхностных вод для установления гидравлической связи поверхностных и подземных вод (47 пунктов опробования) – 2–4 раза в год;

– инструментальные маркшейдерские наблюдения по 5 наблюдательным станциям – 1 раз в месяц;

– контроль работы насосов, учетом объемов складирования в Николаевском карьере – 3 раза в мес. (подекадно);

– эколого-гидрогеологическое обследование территории Николаевского карьера, породных отвалов (паводок и межень) – 2 раза в год;

– рекогносцировочные маршруты про-

водятся для уточнения мест заложения наблюдательных скважин на участках возможного загрязнения подземных вод. Действующие источники [родники, скважины] намечаются для использования в качестве дополнительных точек наблюдения. Эта работа выполняется в масштабе 1:2000–1:10000.

В связи с наличием в пределах Николаевского карьера нескольких потенциальных источников загрязнения (складируемые хвосты в карьере, породные отвалы, шламонакопитель), техногенное влияние их на подземные воды будет фиксироваться по 39 наблюдательным скважинам, из них по 25 – вновь пробуренным. Рекомендованное количество скважин может изменяться по результатам рекогносцировочного обследования.

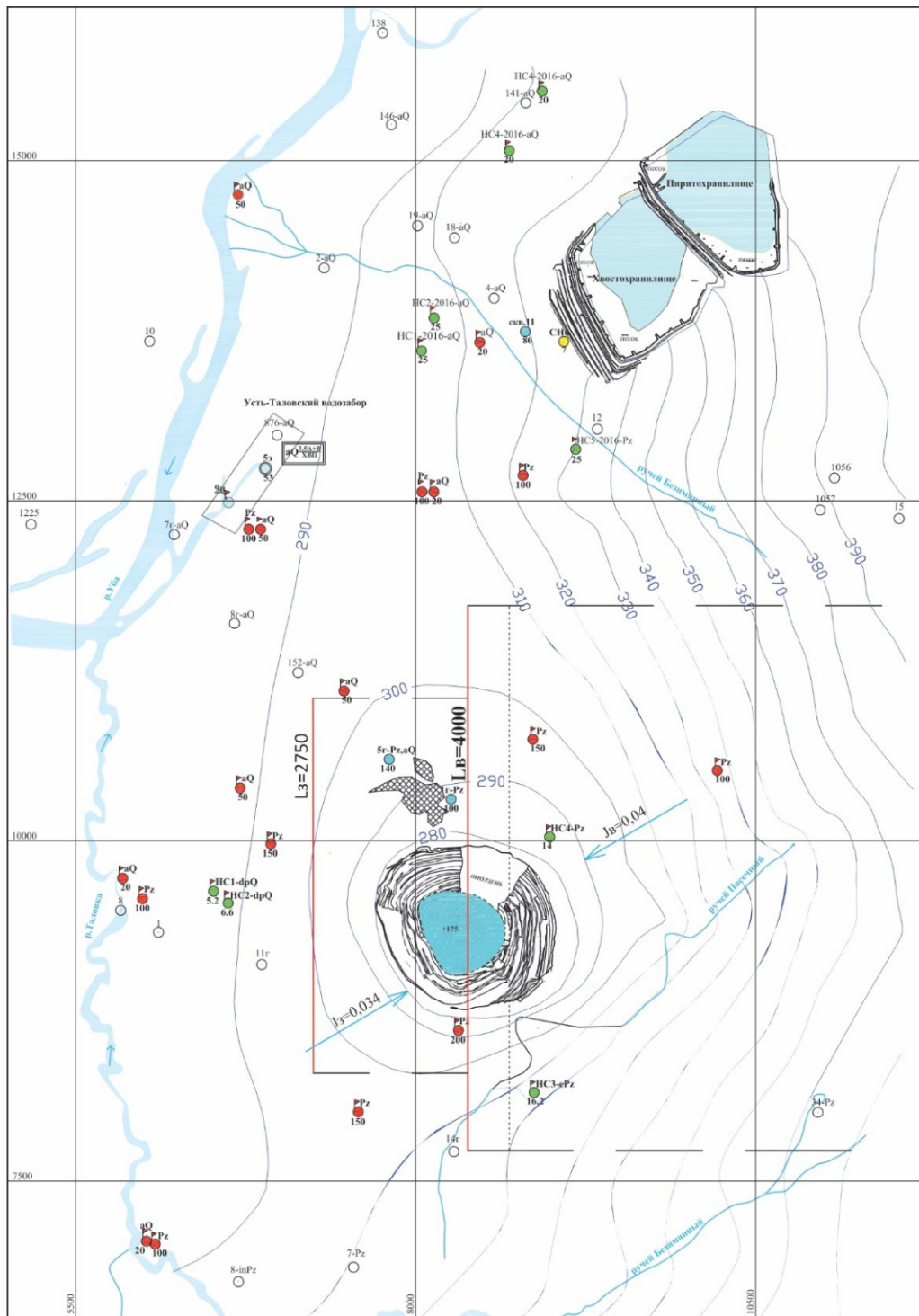
Для обеспечения контроля уровня грунтовых вод, их физико-химического и бактериологического состава на территории участка складирования хвостов предусмат-

ривается оборудовать наблюдательные скважины по схеме на рис. 2.

Состав и объемы работ по целевому мониторингу недр по Николаевской промыш-

ленной площадке, в том числе на участке складирования хвостов в Николаевском карьере, приведены в таблице 3.

Проведенные исследования и расчеты,



Условные обозначения приведены на стр. 37, рис. 1

**Рисунок 2** – Балансовая схема формирования потока подземных вод при совместной работе Николаевского карьера (как объект, складирования хвостов НОФ) Северо-Николаевского рудника

Таблица 3 – Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Виды работ	Ед. изм.	Периодичность	Объем работ
1	рекогносцировочные маршруты с целью уточнения мест заложения скважин	км	разово до начала бурения	20–30
2	бурение наблюдательных скважин, в т.ч.	<u>скв</u> пог. м	разово	<u>25</u> 2330
2.1	глубиной 200 м	-//-		<u>2</u> 400
2.2	150 м	-//-		<u>5</u> 750
2.3	100 м	-//-		<u>8</u> 800
2.4	50 м	-//-		<u>6</u> 300
2.5	20 м	-//-		<u>4</u> 80
3	стационарные режимные наблюдения по 39 скважинам (19 – Pz, 20 – а, dQ)			
3.1	совмещенные замеры уровня и температуры подземных вод	замер	1 раз в мес.	468
3.2	замеры глубин скважин	замер	2 раза в год	78
3.3	прокачки скважин	прокачка	2 раза в год	118
3.4	отбор проб воды на химанализ	проба	2 раза в год	118
4	гидрометрические наблюдения по 8 постам, в т.ч.			
4.1	замер уровня поверхностных вод	замер	1 раз в мес.	96
4.2	замер расхода водотока	замер	1 раз в мес.	96
4.3	учет объемов и уровня складирования хвостов в карьере	замер	1 раз в мес.	96
4.4	отбор проб поверхностной и карьерной воды	проба	2 раза в год	16
5	лабораторные исследования, в т.ч.	анализ		
5.1	СХА	анализ		94
5.2	атомно-эмиссионный (АЭМ) или полуколичественный спектральный (ПСА)	анализ		94
5.3	радиологический	анализ		30
5.4	бактериологический	анализ		30
5.5	органические загрязнители (ксантогенаты, нефтепродукты и др.)	анализ		30
6	инструментальные маркшейдерские наблюдения	станция		5
7	инженерно-геологическое (геомеханическое) обследование карьера	обследование	2 раза в год	2
8	эколого-гидрогеологическое обследование территории Николаевского карьера и НОФ	обследование	2 раза в год	2
9	камеральные работы (обработка первичной документации, создание базы данных, подготовка промежуточных и др. отчетов)	мес.	ежемесячно	12
10	гидрогеологическое моделирование			

выполненные, для Николаевского карьера в качестве хвостохранилища показывают, что карьерные воды при условии соблюдения технологического регламента складирования хвостов не окажут серьезного влияния на грунтовые воды аллювиального четвертичного водоносного горизонта и поверхностные воды долины р. Убы.

Техногенные сточные воды подаются на очистные сооружения, где содержания загрязняющих веществ снижаются до установленных предельно допустимых сбросов и уже очищенные стоки сбрасываются в поверхностные водотоки.

В случае использования любого из вариантов потребуется исполнение определен-



ных природоохранных мероприятий. Решение природоохранных задач невозможно без организации режимной сети наблюдательных скважин и постановки методически грамотных наблюдений не только за состоянием подземных вод, но и гидрографической обстановкой в районе породных отвалов и Николаевского карьера.

Для контроля состояния водных ресурсов и геодинамических процессов при складировании хвостов в отработанное пространство Николаевского карьера, оценки эффективности проводимых технических и природоохранных мероприятий предусмат-

ривается вышеприведенная программа мониторинга недр.

По окончании складирования хвостов в Николаевский карьер в обоих вариантах предусмотрен намыв глиняного экрана мощностью 2 м для исключения в последующем возможного водообмена между заскладированными хвостами и поступающими поверхностными водами.

Выполнение указанных мероприятий позволит эксплуатировать Николаевский карьер с целью складирования хвостов Николаевской обогатительной фабрики без существенных экологических рисков.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бабушкин В.Д., В.Д., Пересунько Д.И., Прохоров С.П., Скворцов Г.Г. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1969. – 408 с.
- 2 Белоусова А.П., Гавич И.К., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Экологическая гидрогеология. – М., ИКЦ «Академкнига», 2007.
- 3 Гайдин А.М., Певзнер М.Е., Смирнов Б.В. Прогнозная оценка инженерно-геологических условий разработки месторождений твердых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1983. – 310 с.
- 4 Демин А.М. Устойчивость открытых горных выработок и отвалов. – М.: Недра, 1973. – 232 с.
- 5 Едигенов М.Б. Мониторинг георисков на различных стадиях освоения месторождений Казахстана. – Известия вузов. – № 6. – Бишкек. – 2014. – С. 27–31.
- 6 Едигенов М.Б., Подольный О.В. Геориски горнорудного техногенеза Северного Казахстана // Геология и охрана недр. – № 3. – Алматы, 2015. – С. 78–88.
- 7 Елохина С.Н. Гидрогеоэкологические последствия горного техногенеза на Урале. – Екатеринбург, Уральский центр академического обслуживания, 2013. – 187 с.
- 8 Жапарханов С.Ж., Кунанбаев С.Б., Крылов В.В. и др. Подземные воды рудных месторождений Центрального Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1985. – 160 с.
- 9 Жапарханов С.Ж., Кунанбаев С.Б., Крылов В.В. Гидрогеология горнорудных объектов Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1980. – 120 с.
- 10 Инструкция по организации и ведению режимных наблюдений за уровнем, напором, дебитом, температурой и химическим составом подземных вод в системе Государственного мониторинга подземных вод. – Кокшетау, 2006, утвержденная приказом Комитета геологии и недропользования МЭМР РК от 09.11.2004 г. № 144-п.
- 11 Норватов Ю.А. Изучение и прогноз техногенного режима подземных вод. – Л.: Недра, 1988. – 260 с.
- 12 Мироненко В.А. Гидрогеологические исследования в горном деле. – М.: Недра, 1976. – 352 с.
- 13 Белянин В.И. Отчет «Оценка влияния ликвидации Николаевского карьера на подземные и поверхностные воды». – Пояснительная записка. – Усть-Каменогорск, 2016.
- 14 Белянин В.И. и др. Отчет о результатах гидрогеологических исследований для обоснования проектных решений по перехвату загрязненного подземного потока в зоне влияния хвостохранилища Николаевской обогатительной фабрики Артемьевского произ-

водственного комплекса ТОО «Востокцветмет», ТОО»GEO.KZ». – Усть-Каменогорск, 2016.

15 Едигенов М.Б. Искакова Б.К., Рассохин А.Г., ОТЧЕТ «Геологическая информация об участке недр для эксплуатации Николаевского карьера» (на получение права недропользования, не связанного с разведкой и добычей). – Усть-Каменогорск, 2017. – 161 с.

16 Малыгин А.А., Голубцов В.Е. и др. «Генеральный подсчет запасов Артемьевского месторождения на Рудном Алтае (по состоянию на 01.01.1997 г.)». – Усть-Каменогорск, ТОО «ВЦМ», 1997.

17 Новиков Ю.А. Отчет «Гидрогеологические условия разработки полиметаллических руд Северо-Николаевского месторождения». – Шемонаиха, 2010.

18 Орынбаев Ж. и др. Отчет о результатах геологоразведочных работ с оценкой эксплуатационных запасов подземных вод участка Усть-Таловского водозабора Восточно-Казахстанской области (с подсчетом запасов по состоянию на 1.01.2014 г.). – Усть-Каменогорск, 2015.

19 «Подсчет запасов руды и металлов по месторождению Николаевское в Восточно-Казахстанской области по состоянию на 01.01.2010 г.». – 2012. – ТГФ МДГиН «Востказнедра».

20 Пятков А.В. и др. Отчет с подсчетом запасов руды и металлов по месторождению Николаевское в Восточно-Казахстанской области по состоянию на 01.01.2016 г. Технико-экономическое обоснование вариантов доработки запасов». – 2016. – ТГФ МДГиН «Востказнедра».

21 Технико-экономическое обоснование основных технических решений по складированию хвостов Николаевской обогатительной фабрики ТОО «Востокцветмет». – Общая пояснительная записка. ТОО НТЦ «Альтернатива». – Караганда-Усть-Каменогорск, 2017.

**М.Б. ЕДИГЕНОВ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Қостанай қ., Қазақстан Республикасы*

### **ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАНДА НИКОЛАЕВ КЕН АЛАҢЫНЫҢ ЖЕРАСТЫ ГИДРОСФЕРАСЫНЫҢ МОНИТОРИНГІН ҰЙЫМДАСТЫРУ ЖӨНІНДЕГІ ҰСЫНЫМДАР**

Жер қойнауы мен жер асты гидросферасын қоса алғанда, қоршаған ортаны өзгеруінің ойластырылған мониторингі жүйесі тау-кен аудандарындағы кен орындарын қауіпсіз пайдаланудың негізі болып табылады. Адамның тіршілік ету ортасының техногендік өзгерістерін бақылаудың осындай толық жүйесін уақтылы ұйымдастыру дамушы геотәуекелдерді дер кезінде көруге, алдын алуға және барынша азайтуға мүмкіндік береді.

**Негізгі сөздер:** сулы көкжиек, мониторинг бағдарламасы, жерасты гидросферасы, табиғи-техногендік жағдайлар, гидродинамикалық жүйе, инженерлік-геологиялық зерттеулер.

**M.B. EDIGENOV<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*City of Kostanay, The Republic of Kazakhstan*

### **RECOMMENDATIONS ON THE ORGANISATION OF MONITORING OF THE UNDERGROUND HYDROSPHERE OF THE NIKOLAEV ORE FIELD IN THE EASTERN KAZAKHSTAN**

The system of thoughtful monitoring of environmental transformation, including subsoil and underground hydrosphere, is the basis for the safe operation of deposits in mining areas. The timely organisation of such a full-fledged tracking system for technogenic changes in the human habitat will allow you to see, pre-empt and minimise developing geohazards in time.

**Key words:** aquifer, monitoring program, underground hydrosphere, natural and man-made conditions, hydrodynamic system, engineering and geological studies.



## ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ ЯДЕРНОГО МОГИЛЬНИКА

**В.Н. КОМЛЕВ<sup>1</sup>**,  
<sup>1</sup>*инженер-физик,*  
*г. Анапиты, Российская Федерация*

Рассмотрены российские особенности горно-геологической составляющей нормативно-правового регулирования деятельности в области захоронения радиоактивных отходов. В качестве примера выбрана ситуация с обоснованием федерального пункта захоронения отходов высокой активности и долгоживущих. Показаны недостатки учета природных критериев. Предложено также дать оценку природно-техногенным условиям района захоронения радиоактивных отходов, в котором сосредоточены стратегические объекты ядерной, космической, нефтедобывающей и угольной отраслей, подземные запасы пресной воды. Рассмотрена возможная нормативная база комплексной экспертизы геологических материалов. Признано целесообразным пополнить ее несколькими Федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии, приостановить действие двух выданных Роснедрами и Ростехнадзором лицензий и выполнить повторные экспертизы безопасности захоронения радиоактивных отходов.

**Ключевые слова:** радиоактивные отходы, подземное захоронение, право, геологические, технические и экологические нормы.

### Введение

ПГЗРО (пункт глубинного захоронения радиоактивных отходов, РАО; в иной правовой редакции – моги́льник) – природно-техногенный объект использования атомной энергии (ОИАЭ [1, разделы 2 и 3]), причем горный массив по концепции барьерной изоляции РАО – его главный барьер (элемент, «оборудование») в контексте сверхдолговременной (миллион лет) безопасности как самого объекта, так и его соседей в районе их взаимодействия. Оценка защитных свойств массива, выполняемая по относительно независимым нормам использования недр и атомной энергии, соответственно, является краеугольным камнем оценки комплекса факторов опасности.

ПГЗРО – это, несомненно, уникальная и сложная система. Сверхдолговременный, затратный (не менее ста миллиардов долларов только на обозримое будущее), а также стратегически опасный в химическом, радиационном и ядерном (в некоторых ситуациях) отношении объект. Человечество еще только приступает к решению задачи захоронения РАО в земных недрах. Наиболее продвинутые на сегодня проекты Финляндии и Швеции, в силу относительно малых и однообразных

объемов использования атомной энергии этими странами, никогда в принципе не могут закончиться объектами, которые могли бы быть серьезными аналогами российскому. Нормативная база обоснованного выбора главного (природного) барьера безопасности (а этот элемент системы человеку можно только выбрать, но нельзя создать) – одно из важнейших начал дела.

Данная статья, как оценочное профессиональное суждение, выражение субъективного мнения и взглядов автора для попытки понимания будущего, посвящена критическому анализу и обобщению опубликованной (в открытых источниках) информации по теме захоронения радиоактивных отходов.

### 1. Локализация объекта

Национальный ПГЗРО было назначено построить в Железногорске Красноярского края, на промышленной территории ГХК (горно-химический комбинат), в гнейсах, вблизи Енисея.

Гнейсы – одни из наиболее распространенных в земной коре пород, то есть весьма доступны. Однако они, мягко говоря, в мире не являются приоритетом применения в качестве вмещающей среды для ПГЗРО. Это породы, склонные к выветриванию и

разрыхлению под влиянием внешних природных гидротермальных факторов (поэтому геологи без давления никогда не стали бы называть гнейсы «уникальными, единственными и наилучшими в мире»), аналогом коих с добавлением усиливающего деструкцию фактора радиационного воздействия будут условия захоронения высокоэнергетических РАО. Гнейсы не входят в перечень пригодных для захоронения РАО геологических структур согласно Методическим рекомендациям профильного Министерства природных ресурсов – одного из первых российских профессиональных документов по теме выбора участка/площадки, подготовленного в развитие концептуальных основ Закона «О недрах». В дальнейшем, к сожалению, в том числе и при нормотворчестве, международный геологический опыт относительно гнейсов участники Енисейского проекта (не геологи) проигнорировали, увлеклись созданием удобных для них схем и мифов, а про Закон «О недрах» стали безнаказанно систематически «забывать».

Тем более, не должны были бы, видимо, рассматриваться конкретные (участок «Енисейский») гнейсы глобальной (плита-платформа) и локальной (древние гнейсы и молодая интрузия гранитов вблизи мощных еще более молодых юрских осадков) переходных зон, находящиеся предположительно в контакте с зоной восходящей разгрузки глубинных напорных вод, вряд ли свободные от влияния водоносных горизонтов Западно-Сибирского артезианского бассейна. Они на земной поверхности ограничены в размерах Енисеем и юрой, имеют сложную структуру массива и подземной гидросферы в выбранном интервале глубин, назначены (следуя за плановой функцией ГХК по массовой переработке гражданского ОЯТ (отработавшего ядерного топлива), которая не является мировым каноном) без должного для национального ПГЗРО (с потенцией до международного уровня и захоронения ОЯТ) выбора, без детальной разведки, без детальных геохимических исследований территории при съемке по воде и газам, с эффектом хаотичного изменения (по какой причине?) содержания индикатора-трития в воде на уровне ПГЗРО.

Не изучена радиационная стойкость гнейсов, значимо содержащих биотит (этот минерал даже определяет зачастую названия разновидностей гнейсов и не без связанной воды в составе) и мусковит – потенциально неустойчивые в радиационных полях слюды. А также характер в таком контексте последствий выхода радионуклидов в пределы горного отвода на прямой контакт со стенками природных дренажных каналов для их внутреннего облучения. Или на прямой контакт с бентонитом (глина с большим содержанием связанной воды), что может запустить процесс радиолитического разложения инженерных гидроизолирующих барьеров и их деградации в медленной или взрывной (гремучая смесь) форме. Эти процессы нельзя не учитывать. Ведь с течением времени горные породы/минералы могут быть потенциальными и значимыми источниками радиолитического водорода даже при облучении в естественных полях [2].

Возможность профессиональной и объективной оценки безопасности гнейсов, с уже выявленными (всеми ли?) негативными инженерно-геологическими, геодинамическими и гидрогеологическими характеристиками, затруднена. Гнейсы уже перегружены стратегическими объектами ядерной и космической отраслей, а также хранилищами и могильниками радиоактивных материалов. Они находятся в контуре Канско-Ачинского угольного бассейна/провинции месторождений полезных ископаемых, в центре страны (так было специально выбрано во время строительства ГХК, ныне же это справедливо лишь в координатах запад-восток, а южная государственная граница гораздо ближе к ГХК, нежели северная, что не может не тревожить) – при сложной (по стратегическим магистралям) схеме транспортировки РАО (каких?) разных (каких?) поставщиков, вблизи крупной реки – фундаментальной биосферной геосистемы, вблизи города-миллионника Красноярска и АО «Красмаш» (производитель главного перспективного оружия России – ракет «Сармат», Роскосмос) – сложной агломерации в экстремальных экологических условиях.

И еще раз. Промышленная территория ГХК была выбрана более 70 лет назад, в другую эпоху с совершенно иными военно-



политическими условиями. Ныне за рубежом существует техническая возможность (оружие Nuclear Bunker Buster) дистанционно повреждать подземные сооружения до глубины 2 км [3]. Следовательно, не исключено, что при нападении на Россию герметичность подземных объектов Железногорска нарушат. А РАО разного вида и статуса (как и ОЯТ хранилищ) получают через гидросферу контакт с земной поверхностью и Енисеем. Защита, гвероятно, от такого развития событий, как уже неоднократно озвучено, – подземное размещение РАО особой опасности заранее/ в мирное время на малонаселенной периферии страны у ее границ.

Были ли такие конкретные альтернативы Железногорску по части еще лишь планируемого ПГЗРО для повышения безопасности его и уже действующих там объектов? Были и есть. Несколько новостей апреля 2022 г. фиксируют ситуацию.

1. Семь ведущих специалистов ФГУП «НО РАО» разом стали соавторами потенциального ПГЗРО в Краснокаменске [4]. Надо полагать, – это, наконец-то, признание одной из альтернатив супер-могильнику в недрах территории ГХК.

2. Верстают долговременный План мероприятий по «финальной изоляции» реакторного графита (ФГУП «НО РАО» [5]). Почему бы не включить в План камеральные работы по оценке перспектив захоронения этих РАО в скальных массивах Северо-Запада России (прежде всего, Кольского полуострова и Карелии)? По материалам государственных геологических фондов (С-Петербург и Апатиты). Ведь все РБМК – в европейской России (а головной в серии и первый в очереди на демонтаж – на Ленинградской АЭС). Как уже делалось ранее: площадка «Дальние Зеленцы» (международный проект NUCRUS 95410 [6]) и площадка «SAMPO-Pechenga-I» [7]. Камеральные работы: затраты малые, а обоснованность окончательного решения резко повысится.

Причем, например, ПГЗРО в Печенгском районе Мурманской области существенно демпфировал бы остроту социально-экономических проблем из-за необходимого/вынужденного снижения производственной деятельности Норникеля здесь, способствовал бы решению проблем и региона, и двух корпо-

раций. Мне уже, кроме того, доводилось писать, что Печенгский ядерный могильник (ПГЗРО) мог бы быть не только надежной российской частью на ядерном рынке, но и «прививкой» против расширения НАТО на восток.

3. Росатом и Норникель планируют добывать литий на Кольском полуострове (Колмозерское месторождение). По рудному телу небольших размеров уже есть бурение до 500 м. Объемы бурения под задачу лития будут наращивать. Почему бы попутно не анализировать информацию по вмещающим породам для новой задачи – ПГЗРО? Да и бурение пары-тройки скважин заведомо по вмещающим породам специально для оценки перспектив ПГЗРО бюджет общих работ не отяготит.

Полезно, видимо, на первом этапе смотра (в условиях малого объема бурения отчего не пофантазировать) обратить внимание на такие как бы мелочи. Вмещающие и соседние породы Колмозерского месторождения (преимущественно габброиды: анортозиты, лабрадориты, амфиболиты и диориты) заполняют так называемую архейскую **шовную зону** (или зеленокаменный пояс) Колмозеро-Воронья. Не собственно разлом, а бывшее в архее относительно свободным пространство между блоками архейских же пород. Следуя смыслу русского языка, получается, что эта внутриплатформенная зона как бы сшивает блоки одной региональной структуры. Образование этой структуры происходило в то первое время формирования земной коры, когда ломать-то чего-то окончательно затвердевшего еще особо не было нужды. После фантазий нашлись и строгие научные предпосылки того, что шовная зона формировалась в относительно спокойных условиях. Наследуя мобильно-проницаемую зону (для магмы) в архейском фундаменте, она не приобрела серьезных геодинамических проблем на будущее [8].

И ныне в районе Колмозерского месторождения, похоже, не наблюдаются палеосейсмодислокации (как индикатор землетрясений/тектонической активности в последние 10 000 лет). Кроме того, породы зоны перспективны с точки зрения инженерно-геологических требований к природным строительным материалам и облицовочному камню.

К слову и как аналогия, из моего личного опыта знакомства по месту в рамках выполнения проекта NUCRUS 95410 с десятком-другим месторождений и проявлений облицовочного камня наибольшее впечатление качеством/монолитностью стенок произвели на меня амфиболиты карьера Пояконда на границе Кольского полуострова с Карелией.

## II. Хронология оформления разрешительных документов по ПГЗРО

1. Протокол ГКЗ (Государственной комиссии по запасам) Роснедра № 4523 от 03-02-2016 «Утверждение заключения государственной экспертизы...» (одобренная деятельность – захоронение РАО).

2. Распоряжение Правительства Российской Федерации № 595-р от 6-04-2016 «на право пользования недрами Енисейского участка для захоронения радиоактивных отходов».

3. Лицензия Роснедр КРР 16117 ЗД от 22-07-2016, лицензируемая деятельность: «захоронение РАО».

4. Документ научной поддержки ДНП-5-3476-2016 (НТЦ ЯРБ, Научно-технический центр ядерной и радиационной безопасности) «Экспертное заключение об обосновании деятельности по размещению пункта хранения радиоактивных отходов».

5. Лицензия Ростехнадзора ГН-01,02-304-3318 от 27-12-2016, лицензируемая деятельность: «размещение и сооружение пункта хранения РАО».

Видна схема и горно-геологическое начало/стартовый документ – первый шаг обоснования безопасности ОИАЭ. Кроме того, появляются разночтения в трактовке функции объекта.

И еще. Привлечение общественности «требуется значительного количества времени и надлежащего набора навыков», заявили официальные лица и эксперты из Канады, Финляндии и Швеции счетной палате правительства США в рамках доклада о ядерных отходах за сентябрь 2021 года, подготовленного для конгресса страны. Канада потратила почти 20 лет, Финляндия – 17 лет, а Швеция – более 30 лет на взаимодействие с общественностью **до выбора места** постоянного геологического хранения, говорится в докладе [9]. США, Германия и Великобритания (<https://bezrao.ru/n/5210>) поступают еще более

осторожно. Так считают за рубежом относительно времени общенационального обсуждения проблемы. В России взаимодействовать с общественностью Железногорска (не страны) начали **после назначения места** для федерального ПГЗРО.

## III. Результаты предыдущего анализа нормативных и разрешительных документов

Ранее, при анализе материалов протокола ГКЗ Роснедра № 4523 от 03-02-2016 – базы всех разрешительных документов относительно разных видов пользования недрами, было установлено [10, 11], что (по некоторым особенностям процедуры выбора и геологического изучения, инструментально измеренных характеристик пород, вещественного и изотопного состава РАО, сравнения реальности с нормами) обоснование части промышленной территории ГХК, названной как бы независимым участком «Енисейский», может не соответствовать ни рекомендациям МАГАТЭ, ни международной практике захоронения отходов, ни практике надежных гидрогеологических исследований, ни Закону «О недрах» и Методическим рекомендациям по обоснованию выбора участков недр для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых, ни Закону и Методическим указаниям о лицензировании, ни национальным требованиям НП-055-04 и НП-055-14, и, соответственно, не доказана хотя бы потенциальная пригодность недр участка для строительства и разных стадий эксплуатации ни ПИЛ (подземная исследовательская лаборатория), ни первой, ни последующих очередей федерального ПГЗРО, а толкования ситуации сегодняшнего дня разными группами (Красноярск-геология + ГКЗ, ФГУП «НО РАО» + ИБРАЭ («Институт проблем безопасного развития атомной энергетики»)) участников и сторонников Енисейского проекта противоречат друг другу.

Гнейсы промышленной территории ГХК не соответствуют, скорее всего, по многим критериям требованиям законодательства и технических норм, международным подходам, в итоге – заявленному и предполагаемому статусу ПГЗРО, но торопливо легализованы рядом документов!

## IV. Последующий сравнительный анализ документов

#### **IV.1. Федеральные нормы и правила (НП) в области использования атомной энергии с фрагментами природных факторов**

НП-016-05, НП-060-05, НП-038-16, НП-064-05, НП-064-17, ПНАЭ Г-14-038-96 и НП-050-03. Для всех во вводных пунктах обозначена принадлежность к объектам хранения/захоронения РАО/радиоактивных веществ (РВ) и/или ЯТЦ (ядерного топливного цикла). Во всех присутствуют отдельные критерии и подходы, базирующиеся на природных особенностях. Далее – всего лишь некоторые примеры фиксации в НП интересующих нас обстоятельств.

Концепция глубокоэшелонированной защиты, условия размещения объекта, обеспечение качества изыскательских и исследовательских работ, горный массив должен относиться к элементам системы I класса безопасности (интерпретация автора статьи), совокупность района и площадки, природных и техногенных воздействий, нового и действующих объектов ЯТЦ (В.К., – для ПГЗРО окружающая среда, в том числе и прежде всего, – промышленная территория/площадка ГХК; поэтому воздействие на окружающую среду включает и воздействие на ГХК) – НП-016-05.

Кроме того, характеристики (в том числе гидрологические и гидрогеологические) окружающей среды, способные оказывать влияние на перенос и накопление радиоактивных веществ, условия и пути эвакуации населения, перевозки ядерных материалов, радиоактивных веществ, радиоактивных отходов в случае опасных явлений, процессов и факторов природного и техногенного происхождения на площадке и в районе размещения ПХ ЯМ (ядерных материалов) и РВ, мониторинг процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения в районе размещения и на площадке не менее чем за 6–12 месяцев до начала сооружения ПХ ЯМ и РВ, возможность затопления волной прорыва напорного фронта водохранилищ при разрушении плотин, расположенных вверх по течению реки, горные выработки, устойчивость которых не обеспечивается в течение всего срока эксплуатации и вывода из эксплуатации подземных объектов, породные массивы, если при аварии не обеспечивается стабильность (сохранность) свойств пород,

районы эксплуатируемых артезианских бассейнов и зоны интенсивного обмена подземных и поверхностных вод, районы, где разведаны крупные месторождения полезных ископаемых или ведется их разработка, районы, в пределах которых расположены объекты (в том числе военного назначения), при пожаре и взрыве на которых возможны выбросы токсичных веществ и другие воздействия, районы, в которых велика вероятность возникновения по внешним причинам пожаров, тепловое и (или) другое (В.К., – радиационное) влияние подземных объектов на свойства вмещающего их породного массива, параметры внешних воздействий от соседних объектов (в том числе военного назначения), расположенных на площадке и в районе размещения ПХ ЯМ и РВ, при нормальной эксплуатации или при авариях, факторы, связанные с откачиванием промысловых скважин в широких масштабах и разработкой месторождений полезных ископаемых, производством горных работ, направления и скорости движения загрязненных потоков к местам их разгрузки – НП-060-05.

И еще. Данные о водоносных горизонтах в районе и на площадке, для конкретных местных явлений принимаются во внимание и другие факторы и явления – НП-064-05. Требования к описанию близлежащих промышленных объектов и объектов оборонного комплекса, транспортных сооружений, располагаемых на расстоянии до 5, 10 и 20 км от ПХ РАО – ПНАЭ Г-14-038-96. Учет условий размещения, показатели надежности элементов (В.К., – в части горного массива как элемента объекта) – НП-038-16.

Очень важное обстоятельство присуще рассмотренным НП – использование понятий «район» и «взаимовлияние» природных и техногенных объектов. Часто понятия связаны. В НП-060-05, например, дано такое определение: «Район размещения пунктов хранения ядерных материалов и (или) радиоактивных веществ – территория, на которой возможны явления, процессы и факторы природного и техногенного происхождения, способные оказывать влияние на безопасность ПХ ЯМ и РВ и определять условия их размещения, и которая включает площадку ПХ ЯМ и РВ». В нашем конкретном случае эти понятия хорошо сочетаются с введенными в НП-055-

04 и НП-055-14 понятиями «район», «система захоронения» (совокупность природного геологического образования, сооружений пункта захоронения и захороненных РАО) и «эволюция системы захоронения». Ведь в гнейсах одной промышленной территории, как части района, достаточно близко будут расположены крупные подземные комплексы ГХК и ПГЗРО.

Однако, в экспертизах по участку «Енисейский» сами эти НП, их идеологию, задаваемую ими общую логику действий при обосновании безопасности ПГЗРО, похоже, не применяют (не применяли) или применяют (применяли) не очень внимательно. Особенно это характерно для базовой экспертизы, отраженной в Протоколе ГКЗ Роснедра № 4523 от 03-02-2016. Свежий пример: скороговоркой сообщается, что оценка возможного влияния ГХК на ПГЗРО была (лишая права ознакомиться непосредственно с оценкой и ее качеством), но ничего даже не упоминается о возможности/невозможности влияния в противоположном направлении на стадии строительства ПГЗРО, которой (см. лицензируемая деятельность по ГН-01,02-304-3318) посвящена экспертиза по ТЗ [1].

Сошлемся и на аналогичный пример. В СП 151.13330.2012 (Инженерные изыскания для размещения, проектирования и строительства АЭС) дано такое определение (кроме площадки 3 на 3 км и пункта размещения АЭС 10 на 10 км): «Район размещения атомной станции: территория размерами примерно 300 на 300 км, рассматриваемая в качестве перспективной для размещения АЭС. В пределах района изучаются явления, процессы и факторы природного и техногенного происхождения, влияющие на безопасность АЭС и определяющие условия ее размещения». Из-за несопоставимых сроков деятельности и содержащейся в объектах активности не стоит думать, что ПГЗРО может быть в итоге менее опасен АЭС и не требует должных дифференцированных оценок ситуации по фрагментам территории, в том числе, по району его размещения.

Есть предварительная оценка ситуации, базирующаяся на понятии «район», относительно и промышленной территории ГХК [12]. Рассмотрен, правда, частный случай: только полигон жидких РАО «Северный» и только возможные климатические измене-

ния. Авторы пока как бы не знают, что используемые ими параметры района, прогнозируемые показатели эволюции климата и атмосферных осадков, ссылки на примеры Швеции – все это однозначно будет иметь отношение и к прогнозам для других (планируемый ПГЗРО, ПГЗРО в подземном комплексе ГХК, засыпанные грунтом наземные бассейны и др., [http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2015/Materials/9\\_november/Seelev.pdf](http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2015/Materials/9_november/Seelev.pdf)) захоронений РАО в Железногорске. Полученные результаты в дальнейшем, как надеются авторы статьи, будут использованы для уточнения гидрологической и гидрогеологической эволюции в районе расположения ПГЗ ЖРО. А также при разработке сценариев эволюции систем захоронения РАО, уточнении геофильтрационных и миграционных моделей распространения радионуклидов в геосфере и обоснования безопасности практики глубинного захоронения в Российской Федерации.

#### **IV.2. Положение о лицензировании деятельности в области использования атомной энергии (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 29.03.2013 г. № 280)**

Рассмотрим дополнительные, ранее нами не рассмотренные [10, 11], особенности лицензирования в связи с ПГЗРО.

##### **1. Сайт НТЦ ЯРБ.**

В рамках процедуры лицензирования деятельности в области использования атомной энергии НТЦ ЯРБ выполняет экспертизу безопасности (экспертизу обоснования безопасности) объектов использования атомной энергии и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии (далее – экспертиза безопасности).

Предметом экспертизы безопасности является анализ соответствия представленных соискателем лицензии обоснований безопасности объекта использования атомной энергии и (или) обоснований безопасности видов деятельности в области использования атомной энергии **законодательству Российской Федерации, нормам и правилам в области использования атомной энергии, современному уровню развития науки, техники и производства.**

**2. Положение о лицензировании деятельности в области использования атом-**



ной энергии (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 29.03.2013 г. № 280).

«Условия действия лицензии – неотъемлемая часть лицензии, содержащая условия, необходимые для обеспечения безопасности объекта использования атомной энергии и (или) вида деятельности на указанном объекте».

3. «Оборудование» – элементы объекта использования атомной энергии, отнесенные разработчиком проекта объекта использования атомной энергии в соответствии с федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии к 1, 2 и 3 классам безопасности по степени влияния на безопасность объекта (Положение № 280).

Термин «оборудование» в случае ПГЗРО как элемент объекта относится, видимо, и к горному массиву.

4. Лицензия Ростехнадзора ГН-01,02-304-3318 от 27-12-2016, лицензируемая деятельность: «размещение и сооружение пункта хранения РАО» без права каких-либо действий с РАО (пункт 1.4 Условий действия лицензии). Фактически на данном этапе у лицензируемого объекта и вида деятельности нет признаков/атрибутов ОИАЭ.

5. В условиях действия лицензии ГН (как и в самой лицензии) вид деятельности «геологическое изучение массива в ПИЛ (подземной исследовательской лаборатории)» не обозначен и разрешенной деятельностью не является. И этого в лицензии Ростехнадзора быть не может в принципе, так как выдача разрешения на пользование недрами для их изучения – прерогатива Роснедр. ПИЛ с задачей изучения массива не является ОИАЭ. Все разговоры и действия в рамках данной лицензии относительно изучении массива на стадии строительства будут, вероятно, противоправными.

6. «Лицензируемый вид деятельности – вид деятельности в области использования атомной энергии, на осуществление которого на территории Российской Федерации требуется получение лицензии в соответствии с Федеральным законом «Об использовании атомной энергии» (Положение № 280).

Похоже, ПИЛ, как не ОИАЭ, не регламентируется данным Положением. Статья 4. Виды деятельности в области использования

атомной энергии Закона «Об использовании атомной энергии» не содержит указаний на проведение научных исследований без использования атомной энергии. Лицензирование размещения и создания ПИЛ для деятельности по изучению массива – вне задач лицензирования Ростехнадзора. Внесение термина «ПИЛ» в название лицензии ГН излишне.

7. Лицензия предоставляется на срок, устанавливаемый исходя из срока, в течение которого безопасность деятельности и объекта, на котором или в отношении которого планируется осуществлять лицензируемый вид деятельности, обоснована соискателем лицензии и подтверждена результатом экспертизы безопасности (Положение № 280).

Лицензия ГН имеет срок действия (10 лет), обусловленный сроком строительства подземного объекта. Длительность НИР в подземном объекте (которую неоднократно обозначали в 30 лет минимум) в сроке действия лицензии не отражена. Следовательно, эта лицензия, и с такой точки зрения, не предусматривает НИР в ПИЛ лицензируемым видом деятельности. Исследования в подземных сооружениях по лицензии ГН на стадии их строительства или позже будут, скорее всего, противозаконными без дополнительного лицензирования.

Афиширование (<https://dela.ru/articles/269734/>) и последующее освещение в СМИ деятельности такой нелицензированной (без лицензии на изучение недр) ПИЛ на участке «Енисейский» (как и любых геологических исследований участка с земной поверхности без лицензий) будут вряд ли допустимыми.

8. Лицензия ГН не является совмещенной лицензией, она удостоверяет лишь право строительства подземных сооружений, но не изучение горного массива. Соискатель предоставлял заявление о выдаче лицензии и соответствующие документы применительно к каждому виду деятельности, включая изучение массива?

9. В условиях действия лицензии ГН (п. 2.2.8) предписано: лицензиат обязан информировать Ростехнадзор о новых данных или об изменениях в представленных на этапе лицензирования сведениях, имеющих отношение к разрешенной лицензией деятельности.

Лицензиат обязан информировать ли-

цензирующий орган о новых сведениях или об изменении представленных на этапе получения лицензии сведений, имеющих отношение к безопасности объекта использования атомной энергии и (или) лицензируемого вида деятельности, в течение 15 рабочих дней со дня получения новых сведений либо изменения имеющихся сведений (п. 32 Положения № 280).

Представление лицензиатом искаженной, неполной или недостоверной информации, непредставление или несвоевременное представление информации об изменившемся состоянии безопасности объекта использования атомной энергии, а также сокрытие информации о нарушении пределов и условий безопасной эксплуатации объекта использования атомной энергии является грубым нарушением условий действия лицензии (п. 34 Положения № 280).

ФГУП «НО РАО» (владелец двух лицензий на пользование недрами участка «Енисейский») не информировал, скорей всего, Ростехнадзор и Роснедра о новых данных и изменениях в представленных сведениях относительно геологии площадки и района размещения ПГЗРО, которые интенсивно публиковались после 2016 г. в разных СМИ и научно-технических изданиях, включая журнал «Радиоактивные отходы».

#### **IV.3. Техническое задание на проведение экспертизы обоснования безопасности деятельности ФГУП «НО РАО» по сооружению пункта хранения радиоактивных отходов в объеме подземной исследовательской лаборатории**

Среди документов, представленных на экспертизу, есть «Отчет обоснования безопасности» ФГУП «НО РАО».

В разделах 2 и 3 («Цель экспертизы» и «Перечень документов, подлежащих экспертизе») речь идет об «Объекте использования атомной энергии и виде деятельности в области использования атомной энергии».

В разделе 4 «Вопросы экспертизы» обозначена непосредственно лишь деятельность, относящаяся к захоронению РАО. Задачи экспертизы относительно ПИЛ не ставились.

Экспертное заключение ДНП-5-3476-2016 планировалось передать после утверждения в ФГУП «НО РАО» и в Управление

Ростехнадзора.

Таким образом, название ТЗ и его содержание дают, по моему мнению, новый пример несоответствий.

#### **IV.4. ДНП-5-3476-2016 «Экспертное заключение об обосновании деятельности по размещению пункта хранения радиоактивных отходов»**

Документ этапа лицензирования при обращении в НТЦ ЯРБ оказался для меня недоступен. Однако вряд ли в нем исправлены существенные недостатки предыдущей основной геологической экспертизы (протокол ГКЗ Роснедра № 4523 от 03-02-2016) и ошибки методологии, зафиксированные в разделах I, III, IV(1–3) настоящей статьи.

Подготовленный в процессе открытого лицензирования конкретного объекта как часть лицензирования, утвержденный без каких-либо ограничений доступности руководителем организации, разосланный по структурам Росатома и вошедший в набор обоснований лицензии ГН-01,02-304-3318 от 27 декабря 2016 г. документ ДНП-5-3476-2016 «Экспертное заключение...» вряд ли является предметом лишь «обсуждения со специалистами в установленном рабочем порядке», как иногда пытаются утверждать.

Авторы ДНП-5-3476-2016 «Экспертное заключение...» (научной отраслевой экспертизы безопасности ПГЗРО по лицензии ГН-01,02-304-3318 от 27 декабря 2016 г.) были склонны блокировать обсуждение своей работы – составной части социально важного решения размещать и строить ПГЗРО на участке «Енисейский» (завершающего документа по циклу 2016 г., начавшемуся с Протокола ГКЗ); следовательно, не уверены в ней.

Этот документ подлежит публичному анализу, в случае необходимости, в установленных ст. 2 Закона «Об использовании атомной энергии» рамках.

#### **Заключение**

По моему мнению, уровень научно-технического обоснования и взаимодействия с обществом при выборе площадки ПГЗРО был существенно занижен неадекватно статусу объекта.

Вполне разумным будет решение о приостановке действия лицензий (КРР 16117 ЗД, ГН-01,02-304-3318) и повторной

комплексной государственной экспертизе всех материалов обоснования безопасности ПГЗРО.

Конкретные основания для такого решения рассмотрены в разделах I, III, IV настоящей статьи и подробно в серии моих и других авторов статей 2016-2022 гг. в различных изданиях, продублированных в сети Интернет.

Кстати, выработки протяженного туннеля в границах промышленной территории ГХК между берегами Енисея – чем не опережающая ПИЛ для разных условий ([13], раздел V, пункт 21), а ее условия разве не дополнительный предмет экспертизы?

Я осознаю, что могу ошибаться. Поэ-

тому прошу специалистов, по возможности, проверить и публично обсудить суть моих доводов.

Статья подготовлена автором на основании ст. 2 Закона «Об использовании атомной энергии», профессионального образования и опыта работы.

Критические замечания и предложения на будущее отражают следование духу и букве документов [14, 15]. В частности, обозначенным в [15] таким смыслом, как возрастание роли общественности (п. 9з, с. 5), эффективная информационная поддержка (п. 12з, с. 8), интеграция знаний (п. 13и, с. 14), повышение эффективности экспертиз (п. 13р, с. 16) и другие.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Техническое задание на проведение экспертизы обоснования безопасности деятельности ФГУП «НО РАО» по сооружению пункта хранения радиоактивных отходов в объеме подземной исследовательской лаборатории, 2016 г. (утверждено: И.А. Пронь, Е.Г. Кудрявцев).
- 2 Полеванов В.П. Природный водород. Предварительное руководство для поисков // Недропользование XXI век. – 2022. – № 2. – С. 4–11.
- 3 Nuclear bunker buster (сайт <https://en.wikipedia.org/>).
- 4 Кузьмин Е.В., Маянов Е.П., Игин И.М. и др. Обоснование параметров технологии захоронения РАО 2 и 3 классов в пространстве подземных рудников ПАО «ППГХО» // Радиоактивные отходы. – 2022. – № 1 (18). – С. 62–76.
- 5 В НО РАО обсудили будущее финальной изоляции реакторного графита (сайт <https://www.norao.ru/>).
- 6 Melnikov N.N., Konukhin V.P., Komlev V.N. et al. Improvement of the Safety of Radioactive Waste Management in the North West Region of Russia. Disposal of Radioactive Waste. TACIS Project. NUCRUS 95410. Task 3.Report. – Apatity – Orlean, Russian Federation – France, 1998. – 270p.
- 7 Комлев В.Н. Подарок Росатому (<https://proza.ru/2019/08/15/624>).
- 8 Филатова В.Т. Тектонофизические условия формирования мобильно-проницаемых зон в архейском фундаменте северо-восточной части Балтийского щита // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2012. – № 1. – С. 149–158 (<https://www.ksc.ru/docs/vestnik/vestnik-1-2012.pdf>).
- 9 Кочетова Марина. «Ядерный ренессанс» зависит от решения проблемы радиоактивных отходов // Ведомости, 28 апреля, 2022 г. / Экология / Наука и технологии (<https://bezrao.ru/n/5190>).
- 10 Комлев В.Н. Глубинное захоронение радиоактивных отходов: требования и реальность // Маркшейдерский вестник. – 2020. – № 6. – С. 61.
- 11 Комлев В.Н. Закон о недрах и радиационная безопасность страны // Горно-геологический журнал. – 2020. – № 2–3 (62–63). – С. 24–33.
- 12 Болдырева Д.А., Василишин А.Л., Понизов А.В. и др. Оценка климатической эволюции в районах размещения пунктов глубинного захоронения жидких радиоактивных

отходов для обоснования долговременной безопасности // Ядерная и радиационная безопасность. – 2019. – № 3. – С. 1–11.

13 Комлев В.Н. Ядерный могильник вблизи воды, угля и нефти (<https://proza.ru/2021/12/15/641>).

14 Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 г. с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020 г.), статья 29.

15 Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу (<https://meganorm.ru/>).

**В.Н. КОМЛЕВ<sup>1</sup>,**

*<sup>1</sup>Апатиттер қ., Ресей Федерациясы*

### **ЯДРОЛЫҚ ҚОРЫМҒА АРНАЛҒАН ҚҰЖАТТАР**

Радиоактивті қалдықтарды көму саласындағы қызметті нормативтік-құқықтық реттеудің тау-кен-геологиялық құрамдас бөлігінің ресейлік ерекшеліктері қаралды. Мысал ретінде белсенділігі жоғары және ұзақ өмір сүретін қалдықтарды көмудің федералдық пунктін негіздеу жағдайы тандалды. Табиғи критерийлерді есепке алудың кемшіліктері көрсетілген. Сондай-ақ ядролық, ғарыш, мұнай өндіру және көмір салаларының стратегиялық объектілері, тұщы судың жерасты қорлары шоғырланған радиоактивті қалдықтарды көму ауданының табиғи-техногендік жағдайларына баға беру ұсынылды. Геологиялық материалдардың кешенді сараптамасының ықтимал нормативтік негізсіздігі қаралды. Атом энергиясын пайдалану саласындағы бірнеше Федералдық нормалармен және ережелермен толықтыру, Роснедрлер мен Ростехнадзор берген екі лицензияның қолданылуын тоқтата тұру және радиоактивті қалдықтарды көму қауіпсіздігіне қайта сараптама жасау орынды деп танылды.

**Негізгі сөздер:** радиоактивті қалдықтар, жерасты көму, құқық, геологиялық, техникалық және экологиялық нормалар.

**V.N. KOMLEV<sup>1</sup>,**

*<sup>1</sup>Apatity town, Russian Federation*

### **DOCUMENTS FOR A NUCLEAR WASTE DISPOSAL**

The Russian features of the mining and geological component of the regulatory environment of activities in the field of radioactive waste disposal were considered. As an example, the situation with the justification of the federal point for the disposal of high-activity and long-lived waste was chosen. The disadvantages of taking into account natural criteria are shown. It was also proposed to assess the natural and man-made conditions of the radioactive waste disposal area, in which strategic objects of the nuclear, space, oil production and coal industries, underground fresh water reserves are concentrated. A possible regulatory framework for a comprehensive examination of geological materials was considered. It is considered appropriate to supplement it with several Federal norms and rules in the field of atomic energy use, suspend the two licences issued by Rosnedra (Federal Agency on Mineral Resources) and Rostekhnadzor (Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Oversight of Russia) and perform repeated safety reviews of radioactive waste disposal.

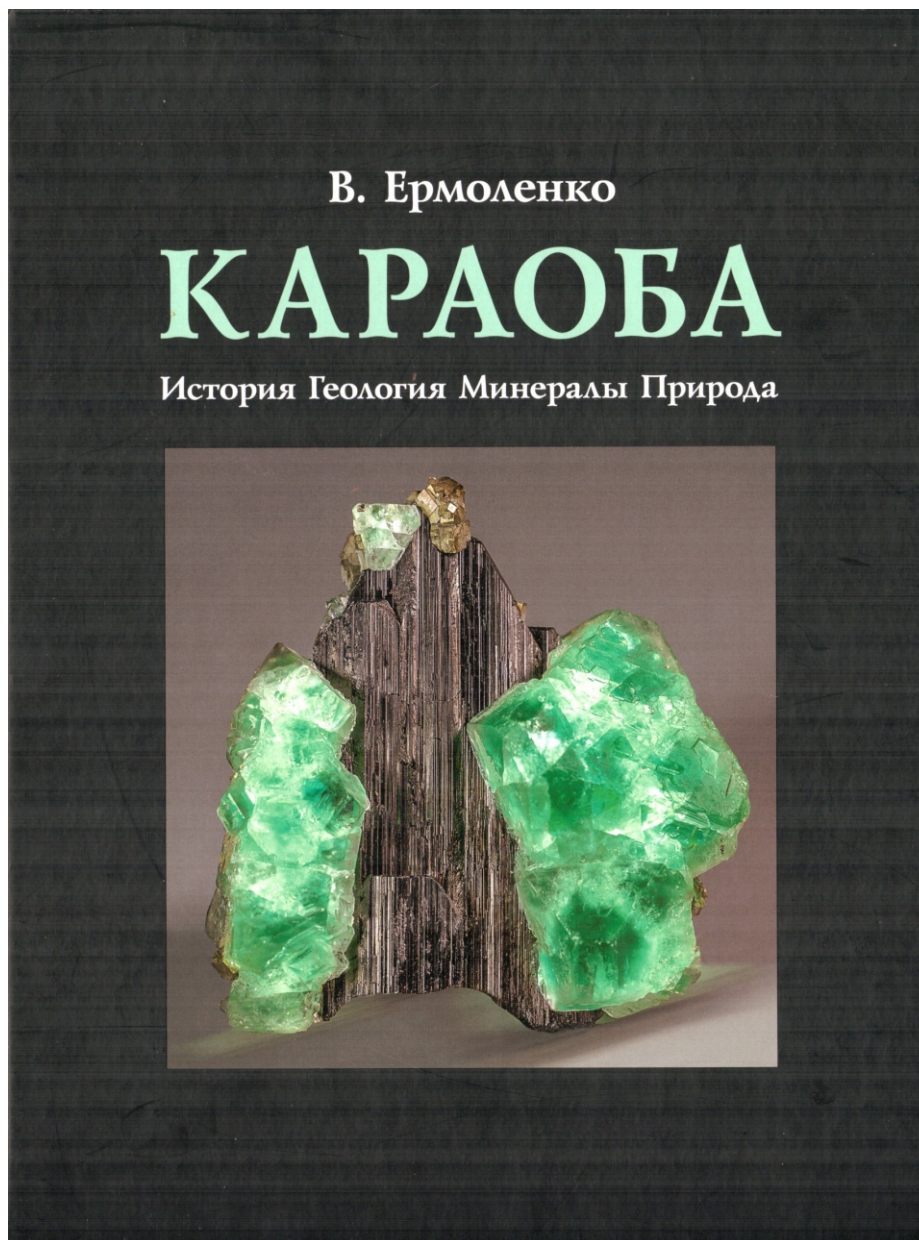
**Key words:** radioactive waste, underground burial, law, geological, technical and environmental standards.



**КНИГА В.И. ЕРМОЛЕНКО «КАРАОБА» –  
УНИКАЛЬНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ МОНОГРАФИЯ  
О МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМ ФЕНОМЕНЕ СЕВЕРНОЙ БЕТПАКДАЛЫ  
В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ**

«С какой бы точки зрения ни рассматривать природу,  
всегда поражает обилие и разнообразие ее творений»  
Рене Жюст Гаюи (1743–1822 гг.)

*Ю.А. ПОЛЕНОВ, доктор геол.-мин. наук, профессор, кафедры геологии «УГГУ»*



*Рисунок* – Фото на обложке: Вольфрамит с флюоритом и пиритом. Месторождение Караоба. Размер образца 6x5 см. Коллекция В.И. Ермоленко. № Г-563.

В 2020 г. издана книга «Караоба – минералогический феномен Северной Бетпакдалы в Центральном Казахстане» (см. рисунок), в которой приведены сведения о месторождении-легенде – Караоба, расположенном в районе Центральный Казахстан.

Книга посвящена описанию коллекционных минералов вольфрам-молибден-висмутового месторождения Караоба кварцевожильно-грейзеновой формации, всего 133, из них – 57 кратко охарактеризованы. Объем книги 296 страниц, приведено 318 цветных фотографий минералов, природных достопримечательностей района месторождения, а также почтовых марок и чертежей геологических объектов.

Автор книги В.И. Ермоленко – профессиональный инженер-геолог, коллекционер минералов, филателист, библиофил и просто любитель природы, закончил в 1969 г. Свердловский горный институт по специальности «Геология и разведка месторождений редких и радиоактивных металлов». Работал по специальности в различных геологических организациях системы Первого Главного управления Министерства геологии СССР: на Полярном и Приполярном Урале, в Северном и Центральном (Тургайский прогиб) Казахстане, в Западных Рудных горах (Саксония, ГДР). Много путешествовал по Уралу, Алтаю, Саянам, Северному и Южному Прибайкалью, Камчатке и во время путешествий никогда не расставался с фотокамерой.

Поскольку редкометалльное сырье в СССР относилось к разряду стратегического, документальных материалов с описанием геологии и перспектив месторождений этого вида сырья в печати было очень мало и в краткой форме. Месторождение Караоба относится именно к таким объектам, поэтому после прекращения на этом месторождении всех видов добычных и геологоразведочных работ и прошествии достаточно длительного периода времени стало возможным опубликовать материалы о геологии этого уникального в минералогическом отношении объекта.

Автор давно собирался написать книгу о месторождении Караоба, еще, когда работал геологом в Рудных горах Саксонии, богатых редкими и красивыми минералами. Регулярно посещая многочисленные, весьма популярные в Германии выставки-ярмарки минералов, познакомился с издателями и редакторами минералогических журналов для коллекционеров «Lapis» и «Mineralien Welt» и книг, описывающих минералы известных месторождений Германии, Европы и мира. Знакомство с этими журналами и книгами натолкнуло автора на мысль рассказать и о наших знаменитых прекрасными минералами рудных месторождениях: об Акчатау, Алтын-Тюбе, о Караобе, Соколовско-Сарбайском, Джезказгане и других.

Визит в Мюнхен известного российского коллекционера из Екатеринбурга В.А. Пелепенко в 1988 г. и представление им на мюнхенской выставке «Mineralientage-1988» небольшой части своей обширной коллекции минералов СССР, в том числе и из месторождения Караоба вызвал в Германии серьезный резонанс и интерес у минералогической общественности. Со стороны руководителей немецких издательств был проявлен большой интерес к нашим минералогическим объектам из Казахстана, и они предложили автору книги рассказать о них на страницах издаваемых ими журналов.

Один из ежемесячных выпусков журнала «Lapis» (№ 4) в 2002 г. был полностью посвящен минералам месторождения Караоба, фотографии образцов из коллекции автора были выполнены сотрудником Уральского геологического музея Е.В. Бурлаковым, там же были представлены фотографии образцов с Караобы из собраний немецких и чешских коллекционеров. Это был первый опыт автора на издательском поприще.

С тех пор прошло немало времени, месторождение Караоба давно закрылось, затоплена шахта, и рудник, подаривший миру тысячи прекрасных штуфов минералов, прекратил свое существование. Для успешного осуществления плана по изданию книги В.И. Ермоленко были собраны: представительная и профессионально оформленная личная коллекция минералов месторождения, геологические материалы, а также богатый фотоархив.

Караоба – с казахского языка переводится как «Черная сопка», образцы минералов с этого месторождения всегда отличались безупречными формами, цветом и блеском. Черный цвет имел, лишь вольфрамит, по обломкам кристаллов которого на склоне сопки Кара-Оба. Месторождение Караоба с крупными запасами комплексных вольфрам-молибден-висмутовых руд с бериллием и плавиковым шпатом относится к высокотемпературной кварцевожильно-

грейзеновой формации. Изучалось в конце 40-х – начале 50-х годов XX века, сразу же после его открытия началась эксплуатация вольфрам-молибден-висмутовой руды и продолжалась подземным способом до 1996 года (пройдена шахта с тремя горизонтами горных выработок до глубины 300 метров).

Бериллиево-оруденение и флюоритовая минерализация (месторождение Солнечное), было выявлено позднее при доразведке западного фланга месторождения (участок Западный), на базе которого был построен горно-обогатительный комбинат (ГОК им. Джамбула). За период эксплуатации месторождения добыты десятки тысяч тонн руды, переработанной в концентрат, содержащий вольфрам, молибден и висмут. Мировую известность месторождение получило тем, что руда на Караобе сложена редкими минералами, представленными крупными кристаллами и друзами необыкновенной красоты и совершенства.

Позднее, уже работая в Казахстане и в Германии (Западные Рудные горы), В.И. Ермоленко составил серьезную, профессионально подобранную и оформленную, коллекцию минералов казахстанских и немецких месторождений. Геологический и минералогический материал, собранный автором в 1970-80 годы, в том числе и на месторождении Караоба, позволили оформить его в виде полной научно-популярной иллюстрированной монографии «Караоба». Книга не претендует на безупречную научную точность и предназначена, главным образом, для коллекционеров минералов, любителей камня и природы, а филателистическая коллекция автора на геологическую и минералогическую темы и разнообразные фотографии, позволили дополнить, разнообразить и украсить повествование.

В монографии кратко описано геологическое строение месторождения, история его открытия и изучения, географические особенности и основные достопримечательности района – Северной Бетпакдалы в Центральном Казахстане. Также приведен обзор минералов месторождения Караоба: самородные элементы, сульфиды, галлоидные соединения, оксиды и гидроксиды, карбонаты, вольфраматы, молибдаты, ванадаты, сульфаты и фосфаты, арсенаты, силикаты. Описаны минералы, встреченные в хорошо образованных кристаллах и друзах, имеющие крупные размеры, эстетические достоинства и представляющие коллекционный интерес.

Особое внимание уделено редким минералам, а также впервые встреченным и изученным на месторождении. Практически все они хорошо иллюстрированы. Фотографии выполнены В.И. Холостых и В.И. Ермоленко с образцов из коллекции автора публикуются впервые.

Помощь и поддержку в оформлении книги оказал автору Владимир Андреевич Расторгуев, его давний коллега по работе в Казахстане, фотограф и коллекционер, предоставивший фотографии природы Северной Бетпакдалы.

Откликнулись также и товарищи «по цеху» – коллекционеры минералов Александр Викторович Донсков, Вячеслав Александрович Медведев, Сергей Юрьевич Шилиев, предоставившие для фотосъемки образцы минералов Караобы из своих коллекций.

Александр Андреевич Евсеев, научный сотрудник Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана (Москва), предоставил для книги фотографию образца очень редкого минерала чухровита из коллекции Музея. Возможно, это единственный, существующий на сегодня, образец этого минерала, подаренный Музею Л. П. Ермиловой в начале 60-х годов прошлого века.

Издание адресуется, главным образом, коллекционерам и любителям минералов, а также может представлять интерес для специалистов-геологов и студентов геологических специальностей, изучающих редкометалльные месторождения.

Монография издана с использованием высококачественной издательской технологии, позволяющей точно передавать на бумаге красоту и блеск минералов и их описание с прекрасными фотографиями.



## НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ

### **КЯК добыл янтарный самородок, весом более 2,5 килограмм**

Калининградский янтарный комбинат, входящий в состав Государственной корпорации Ростех, поставил новый рекорд по числу добытых за год самородков.

Уникальный янтарь был обнаружен во время осмотра бортов Приморского карьера в четверг, 30 декабря. Вес камня составил 2716 грамм. Самородки весом более 2,5 килограмм встречаются редко, примерно раз в 2-3 года при среднегодовом объеме добыче в 450-500 тонн.

Работниками Янтарного комбината самородок был назван «Голова тигра» благодаря необычной форме экземпляра, в которой просматриваются очертания головы большой кошки. Небольшие выступы на камне напоминают уши животного, расстояние между ними расчерчено полосами в виде небольших углублений. По мнению сотрудников комбината, данная находка в канун нового года, покровителем которого согласно восточному гороскопу будет Тигр, является добрым знаком.

Янтарный самородок «Голова тигра» стал 21 в ряду добытых гигантов в текущем году. Так, Калининградский янтарный комбинат превзошел результат прошлого года и поставил новый абсолютный рекорд предприятия.

На протяжении всей истории комбината каждый год добывалось не более 5-6 янтарных самородков. Но с 2017 г. ежегодно коллекцию тяжеловесов пополняли не менее 17 таких камней. В 2020 г. было добыто 20 самородков.

Янтарные самородки – это камни, вес которых составляет более одного килограмма. Такие экземпляры встречаются редко – всего несколько штук на сотни тонн янтаря-сырца.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_kyak\\_dobyil\\_yantarniy\\_samorodok\\_vesom\\_bole\\_25](https://catalogmineralov.ru/news_kyak_dobyil_yantarniy_samorodok_vesom_bole_25).

### **«Газпром» поставил рекорд по добыче природного газа**

В 2021 г. компания «Газпром» поставила 13-летний рекорд по добыче газа. Об этом заявил глава холдинга Алексей Миллер.

По итогу года компанией была осуществлена добыча 514,8 миллиарда кубометров газа, что на 62,2 миллиарда кубометров больше по сравнению с предыдущим годом. Это лучший результат за последние 13 лет. Прирост добычи «Газпрома» покрыл значимую долю роста мирового потребления газа в 2021 году.

Поставки газа компании на внутренний рынок РФ по итогу года также обновили максимум 2013 года, составив 257,8 миллиарда кубометров, показатель вырос на 31,9 миллиарда кубометров относительно предыдущего года.

Экспорт газа «Газпрома» в дальнее зарубежье в 2021 году увеличился на 5,8 миллиарда кубометров, составив 185,1 миллиарда кубометров. Это стало четвертым результатом в истории компании. Стоит отметить, что закупку российского трубопроводного газа нарастили 15 стран. Самый большой прирост показателя обеспечили крупнейшие потребители российского газа – Германия, нарастив закупки на 10,5 процента, Турция, которая увеличила показатель на 63 процента, а также Италия, чей рост закупок газа вырос на 20,3 процента.

Кроме всего прочего, экспорт газа по газопроводу «Сила Сибири» в Китайскую Народную Республику также показывает положительную динамику. На протяжении 2021 года компания регулярно поставляла газ в Китай с превышением контрактных обязательств. С 1 января 2022 года «Газпром» вышел на новый уровень поставок, как это и предусмотрено долгосрочным двусторонним договором купли-продажи газа.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_gazprom\\_postavil\\_rekord\\_po\\_dobyiche\\_prirodnogo.html](https://catalogmineralov.ru/news_gazprom_postavil_rekord_po_dobyiche_prirodnogo.html)



### **Приливная энергетика начнет расти в течение 10 лет**

В течение следующих десяти лет приливная энергетика будет расти быстрыми темпами, так как сразу несколько стран наращивают инвестиции в данный сектор.

Так, шотландская Nova Innovation получила разрешение на строительство приливной электростанции мощностью 30 мегаватт на британском острове Уайт. Работы начнутся в 2023 г. и будут завершены в течение 2 лет. Nova также планирует осуществить реализацию проекта, предназначенного для установки и коммерческой демонстрации нескольких приливных турбин. Они разместятся на площади 35 квадратных километров к западу от побережья Англси (Уэльс).

Канадская Sustainable Marine планирует осуществить запуск своего нового приливного проекта в 2022 г. Ожидается строительство береговой электрической подстанции в Новой Шотландии, использование плавучей платформы PLAT-I для использования силы одного из самых высоких приливов в мире. Это будет первая плавучая приливная платформа, которая подключится напрямую к электросети.

Приливная энергетика может серьезно развиваться в Индии. Потенциальная энергия океана, у ее берегов, оценивается в 54 гигаватта. Индия давно изучала потенциал своих приливов. Были осуществлены запуски двух проектов – первого мощностью 3,75 мегаватта в Западной Бенгалии в 2007 г. и второго мощностью 50 мегаватта в Гуджарате в 2011 г. Однако было принято решение, что затраты слишком высоки. В настоящий же момент правительство Индии предлагает переоценить эти затраты в связи с инновациями в технологиях и оборудовании. И сравнить расходы с другими проектами в области возобновляемых источников энергии, такими как солнечные и ветровые.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_prilivnaya\\_energetika\\_nachnet\\_rasti\\_v\\_techenie\\_10.html](https://catalogmineralov.ru/news_prilivnaya_energetika_nachnet_rasti_v_techenie_10.html)

### **Техас может стать новой столицей землетрясений США**

В штате Техас, Соединенные Штаты Америки, одно за другим происходят сильные землетрясения. Сейсмическая активность может вынудить сланцевиков снизить добычу.

Землетрясение, произошедшее 27 декабря, стало сильнейшим в штате за 10 лет. Его эпицентр находился возле Стэнтона на глубине 6,92 километра. В декабре на территории Техаса была зафиксирована целая серия землетрясений.

В середине декабря Геологическая служба США сообщила о четырех землетрясениях в окрестностях Мидленда, которые фиксировались в течение суток. Магнитуда этих землетрясений варьировала от 2,9 до 3,7 баллов по шкале Рихтера. Это не большой показатель, но количество толчков вызывает беспокойство, особенно с учетом того, что они были зафиксированы после того, как в начале года Техасский университет в Бюро экономической геологии Остина обнаружил новые толчки. А после более сильного землетрясения вмешались регулирующие органы.

Железнодорожная комиссия Техаса, которая занимается регулированием нефтяной отрасли, наложила запрет на закачку сточных вод от бурения скважин в глубокие скважины незадолго до недавнего землетрясения. Комиссией были направлены инспекторы на одно из месторождений бассейна Permian, так как подземный толчок произошел в районе, который уже исследуется на предмет сброса сточных вод. Если в результате проверки в данном районе будет остановлен сброс сточных вод, это может привести к остановке 18 нагнетательных скважин. И если сланцевики не могут утилизировать сточные воды, значит, они не смогут и бурить.

Уже довольно давно считается, что повышенная сейсмическая активность связана с гидроразрывом пласта. По данным Геологической службы Соединенных Штатов Америки, практика разрыва сланцевой породы для извлечения содержащейся в ней нефти провоцирует землетрясения. Но землетрясение вызывает не сам гидроразрыв непосредственно, а закачивание в пласты воды с песком и химикатами, которая используется в процессе

гидроразрыва пласта. Эту жидкость нужно утилизировать. Сброс обычно происходит в колодцы для захоронения, некоторые из них достаточно глубокие. Именно эти подземные резервуары сточных вод были связаны с повышенной сейсмической активностью в некоторых нефтяных регионах.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_tehas\\_mojet\\_stat\\_novoy\\_stolitsey\\_zemletryasenyi.html](https://catalogmineralov.ru/news_tehas_mojet_stat_novoy_stolitsey_zemletryasenyi.html)

### **Австралия стала лидером по экспорту сжиженного природного газа в 2021 году**

Австралия стала крупнейшим в мире экспортером сжиженного природного газа по итогу завершившегося года. В 2021 г. Австралия экспортировала 80,23 миллиона тонн СПГ, что на 2,6 миллиона тонн больше по сравнению с 2020 г. На втором месте по экспорту сжиженного природного газа находится Катар, страна экспортировала 77,83 миллиона тонн СПГ в 2021 г., немного сократив показатель относительно предыдущего года. На третьем месте – США, экспортировавшие 70,43 миллиона тонн, показатель вырос на 23,08 миллиона тонн сжиженного природного газа.

При этом совокупный объем экспорта СПГ Австралии, Катара и США составил 228,5 миллиона тонн, что на 12,6 процента больше показателя 2020 г. Лидеры экспорта поставили 60 процентов от общего мирового объема экспорта сжиженного природного газа в прошедшем году, оцениваемого в 382,7 миллиона тонн.

Что касается импорта СПГ, наибольший объем поставок направлен в страны Азии – 173,39 миллиона тонн, или 76 процентов от общего объема, в Европу – 40,91 миллиона тонн, или 18 процентов, а также в Южную Америку – 13,98 миллиона тонн, или почти 6 процентов.

Ранее отмечалось, что США в текущем году могут стать крупнейшими производителями сжиженного природного газа по мощности своих СПГ-заводов после запуска новых проектов. Экспорт СПГ Соединенные Штаты начали в 2016 г. в 48 континентальных штатах. За прошедшие 5 лет мощности страны по производству сжиженного природного газа значительно увеличились, что позволило США стать третьим по величине экспортером СПГ в мире после Австралии и Катара.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_avstraliya\\_stala\\_liderom\\_po\\_eksportu\\_sjijennogo.html](https://catalogmineralov.ru/news_avstraliya_stala_liderom_po_eksportu_sjijennogo.html)

### **Извержения вулканов небольшой мощности представляют большую угрозу, чем мега-извержения**

Если Земля будет подорвана вулканизмом, то, скорее всего, это произойдет в результате извержений малой и средней силы, а не мощного извержения. К такому выводу пришла группа исследователей из Кембриджского университета, Англия, опубликовавшая результаты в журнале Nature Communications.

Большинство исследований, посвященных воздействию и последствиям вулканизма, сосредоточено на очень масштабных событиях. Однако, по мнению ученых, сосредоточение внимания на масштабных, но маловероятных событиях, приведет к тому, что реальный риск будет недооценен.

Ученые определили 7 ключевых мест на Земле, где извержения умеренной силы было бы достаточно, чтобы вызвать цепь катастроф глобального масштаба. Это связано с тем, что рассматриваемые вулканические группы не только активны, но и расположены вблизи инфраструктуры и сетей, имеющих большое значение для мировой экономики.

Одним из примеров является группа вулканов к северу от Тайваня, который окружает один из основных в мире регионов по производству и экспорту микросхем. Есть и та, которая граничит с Индонезийским архипелагом вплоть до острова Ява, проходя через Малаккский

пролив, где каждый год по морю проходит 40 процентов мировой торговли.

Даже незначительное извержение в одном из выявленных районов может вызвать выброс пепла или достаточно сильные землетрясения, чтобы нарушить работу сетей, которые лежат в основе глобальных цепочек поставок и финансовых систем.

В настоящее время расчеты слишком смещены в сторону гигантских взрывов или кошмарных сценариев, тогда как наиболее вероятные риски исходят от умеренных событий, которые препятствуют основным международным коммуникациям, торговым сетям или транспортным узлам. Это верно для землетрясений, а также экстремальных погодных условий или извержений вулканов.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_izverjeniya\\_vulkanov\\_nebolshoy\\_moschnosti.html](https://catalogmineralov.ru/news_izverjeniya_vulkanov_nebolshoy_moschnosti.html)

### **Тающие ледники деформируют земную кору сильнее, чем считалось ранее**

Учеными из Гарвардского университета Соединенных Штатов Америки обнаружили, что таяние больших масс льда по всему миру деформирует земную кору на гораздо, больших расстояниях, как считалось ранее. Результаты были недавно опубликованы в журнале *Geophysical Research Letters*.

В период с 1984 по 2017 год Земля потеряла почти 28 триллионов тонн льда из-за глобального потепления атмосферы и океана. Таяние ледников на сегодняшний день происходит все более быстрыми темпами, и оцениваются в 1200 миллиардов тонн ежегодно. Наряду с тепловым расширением воды, таяние льда является основным фактором повышения уровня моря.

Менее тривиальным следствием такого крупного переноса массы с континентов в океаны является то, что он приводит к значительной деформации земной коры, вытесняемой вязкоупругой мантией, которая лежит в ее основе. Хотя это явление известно уже давно, последние работы показали, что оно организовано в гораздо, больших пространственных масштабах, чем считалось ранее.

В результате анализа спутниковых данных за период с 2003 по 2018 год, исследователями было обнаружено, что земная кора восстанавливалась, как и предполагалось, там, где происходили большие потери массы. Однако также было обнаружено, что земная кора подвергается горизонтальной деформации на расстоянии до нескольких тысяч километров. Например, таяние Гренландского ледяного щита и некоторых арктических ледников вызывает горизонтальный дрейф на очень большой части Северного полушария. В Европе, США и Канаде этот дрейф достигает трех сантиметров в десятилетие.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_tayuschie\\_ledniki\\_deformiruyut\\_zemnyuyu\\_koru.html](https://catalogmineralov.ru/news_tayuschie_ledniki_deformiruyut_zemnyuyu_koru.html)

### **Новая «обсерватория магмы» в одном из вулканов Исландии**

Группа международных исследователей со всего мира высказалась о желании пробурить скважину, глубина которой составит 2 км, это будет сделано для того, чтобы изучить подземную магму исландского вулкана Крабла. Это сделает вулкан первой в истории обсерваторией расплавленной магмы, данный проект реализуется с 2014 года.

В течение 7 лет исследователи из 12 стран работают над особым проектом, который назван Krafla Magma Testbed. Основная цель проекта заключается в достижении более углубленного понимания загадки расплавленной породы на глубине. Стоит отметить, что подземная магма редко наблюдалась в прошлом. Произошло это случайно при бурении на Гавайях и в Кении, а также в Исландии именно на Крабле. В то время инженеры расширяли геотермальную электростанцию вулкана до глубины 2,1 километра, но скважина ударилась

о карман магмы при температуре 900 градусов по Цельсию. Несмотря на материальный ущерб, данный инцидент позволил исследователям обнаружить карман, который содержит 500 миллионов кубометров расплавленной породы и достаточно легко, доступен.

Далее ученые провели несколько исследований магмы. Результаты показали характеристики, схожие с расплавленной породой извержения 1724 года. Это значит, что магма, которая находится в кармане сейчас, существует уже почти 300 лет. Для исследователей это открытие представляет собой огромную возможность узнать больше о динамике вулканов, геотермальных системах и происхождении континентов. Изучение магмы Крабла также приведет к успехам в области энергетики – порода вблизи магмы достигает экстремальных температур, так что вырабатываемая энергия в 5-10 раз больше, чем в случае обычного бурения. В результате инцидента 2009 года на поверхность вышел вулканический пар, температура которого достигала 450 градусов по Цельсию, ранее такого никогда не наблюдалось. Учитывая эти температуры, две скважины могут заменить восемнадцать других для снабжения геотермальной электростанции на вулкане. Вся загвоздка только в том, что технологии, способной выдерживать такие температуры, пока не существует. Таким образом, целью обсерватории будет также измерение рисков и, при необходимости, способствовании их устранению.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_novaya\\_observatoriya\\_magmyi\\_v\\_odnom\\_iz\\_vulkanov.html](https://catalogmineralov.ru/news_novaya_observatoriya_magmyi_v_odnom_iz_vulkanov.html)

**За шесть лет производство аффинированного золота в Казахстане увеличилось более чем в два раза. По данным официальной статистики, в 2021 году его объем достиг почти 67 тонн, сообщил телеканал 24kz.**

Это связано с увеличением производства на действующих площадках. Крупнейшими месторождениями по добыче золота в Казахстане считаются Васильковское, ТОО «Бакырчик» (более известный, как проект «Кызыл») и Варваринский хаб.

Кстати, на двух последних предприятиях в 2021 году увеличили добычу на 3% почти до 600 тысяч унций. Это около 17 тонн золота.

Стабильный спрос на аффинированный металл наблюдается со стороны Национального банка, который приобретает его для пополнения золотовалютных резервов. Нацбанк выкупает у отечественных производителей весь основной объем. В 2020 году он был равен 59-ти тоннам аффинированного золота в слитках. Согласно действующему законодательству, компании имеют право вывозить металл за рубеж только в случае, если отечественные заводы отказываются его принять из-за нехватки свободных мощностей или отсутствия технических возможностей.

Цена золота на рынке, как на всякий биржевой товар, формируется на основе баланса спроса и предложения. На это, в свою очередь, влияет множество факторов, в том числе уровень производства и настроение инвесторов. Сегодня средневзвешенная цена на золото, приблизительно, равняется 1800 долларов за тройскую унцию.

Игроки рынка, определяя цену на золото, сверяются с данными Лондонской ассоциации драгоценных металлов. Максимум стоимости был зафиксирован в сентябре 2020 года. Тогда унция стоила больше 2 тысяч долларов.

Это связывают с коронавирусными ограничениями по всему миру. Инвесторы, так сказать, «ушли в золото», как в защитный актив.

Сейчас цена снизилась, но все равно считается комфортной для производителей, отметили в ТОО «Полиметалл Евразия».

«Объемы производства обусловлены экономической целесообразностью. Если цена на металл растет, все большая часть запасов полезного ископаемого становится экономически целесообразным к извлечению и дальнейшей переработки. И наоборот, при падении цен на



металл, какая-то часть залежей в недрах становится нерентабельной», – считает финансовый директор ТОО «Полиметалл Евразия» Никита Александров.

Источник: <https://sknews.kz/news/view/pochti-90-zolota-u-kazahstanskih-zavodov-skupaet-nacbank-rk-video>

### **Сколько золота у самых богатых стран, где они его хранят и зачем оно нужно**

Золото – это не просто металл или химический элемент. Веками за него проливалась кровь, империи развязывали войны, а его мутный блеск толкал людей на самые безумные поступки самого разного характера. С его сплавами, примесями и чистотой пусть разбираются химики. Мы же поговорим о нем больше с экономической и технологической точки зрения. Когда вы смотрите на золотое кольцо или сережки, то понимаете, что они стоят дорого, а ведь в них всего несколько грамм веса, да и металл не самый чистый, что снижает его стоимость. А теперь представьте тысячи тонн чистейшего золота, которое отлито в слитки весом по 10–14 килограмм. Сами по себе они небольшие из-за высокой плотности химического элемента. Представить себе такой объем сложно, как не укладывается в голове и стоимость такого количества золота. Но оно хранится в совершенно конкретных местах, и сегодня мы поговорим о них.

Золото во все времена было больше, чем просто металлом.

#### **Золотой запас государств**

Рассмотрим примерные запасы золота пяти крупнейших государств мира, а после этого немного поговорим о том, насколько они доверяют этому металлу, как применяют в расчетах и где хранят такие богатства. Объем запасов меняется, поэтому мы возьмем их по состоянию на 2021 год. Хотя измениться они могут в любой момент.

#### **Зачем страны скупают золото и хранят его**

Ответ на этот вопрос довольно прост. Золото уже давно стало разменным металлом. Оно довольно дорогое при относительно небольшом объеме, поэтому его проще хранить. Кроме этого, оно издревле является символом денег, а еще его количество в обороте хоть и меняется в следствии добычи, но не так быстро, чтобы сильно влиять на его ценность. Его невозможно подделать на уровне химического состава и его всегда можно продать, так как на него всегда будет спрос.

Золото наполняет собой ценные бумаги и заставляет ведущие (и не только) государства копить его на случай международной неустойчивости. Если что-то случится с локальной или мировой экономикой, золото все равно будет в цене, и его можно будет выпустить на рынок для стабилизации ситуации. Хотя, конечно, это только звучит просто. На самом деле, чтобы применить такой инструмент, нужно свести воедино много переменных.

Многие представляют себе золотой запас примерно так. А ведь в реальности к нему даже нельзя прикасаться без перчаток.

А еще это мощный геополитический инструмент. Имея большой золотой запас, можно выпустить его на рынок, обрушив цены. Это не только повлечет за собой цепочку изменений в экономике, но и сможет подпортить нервы другим государствам, запасы которых сильно обесценятся.

#### **У кого больше всего золота**

На первом месте в рейтинге стран с золотым запасом находится США. По состоянию на 2021 год эта страна имеет в золотом запасе 8133,5 тонн золота. Это 78,7% всех национальных резервов. Основная его часть хранится в хранилище на базе Форт-Нокс.

В Великобритании нашли целое сокровище: золотые монеты возрастом 1400 лет.

На втором месте идет Германия, запасы которой намного более скромные. Эта страна накопила «всего» 3359,1 тонн золота – примерно в 2,5 раза меньше, чем США, но оно составляет 75,5%

национальных резервов страны. На это есть целый ряд причин – от экономических и исторических до политики правительства.

Третье место занимает Италия, которая уже много лет находится в числе лидеров по запасам золота. Объем ее хранилищ составляет 2451,8 тонн. Это 69,4% национальных резервов.

Четвертое место занимает соседняя Франция. Эта страна накопила, вложив в него 65,6% своих национальных запасов.

Каждый такой слиток стоит десятки миллионов рублей. А на вид это просто желтый кирпичик.

Замыкает пятерку Россия, где в золото вложено лишь 22,4% всего национального резерва. Это 2295,4 тонны золота.

Если включить в этот список международные организации, то место между Германией и Италией займет Международный валютный фонд с результатом 2814 тонн золота. Интересно, что, например, Китай вложил в этот металл всего 3,4% своего национального резерва, что составило 1948,3 тонны. Эта страна расположилась в рейтинге следом за Россией.

Самая большая доля национального резерва вложена в золото у Венесуэлы – 83,1%. При этом чистый вес золота, которые принадлежит этой стране, составляет всего 161,2 тонны. То есть, для того, чтобы его увезти, нужно всего 3–4 железнодорожных вагона, которые еще и заполнены будут не до конца из-за той самой высокой плотности металла, о которой я говорил в начале.

Следом на Венесуэлой по уровню доверия к золоту идут США (78,7% резерва и 8133,5 тонн), Германия (75,5% резерва и 3359,1 тонн), Португалия (72% резерва и 382,6 тонны), Италия (69,4% и 2458,1 тонн) и Кипр (68,7% резерва и 13,9 тонн).

#### **Международные расчеты золотом**

Наверное, самым ярким примером расчетов золотом является Иран. Точные объемы его золотого резерва неизвестны. Они разнятся в зависимости от аналитических агентств, занимающихся их подсчетом. Само же государство не публикует такие данные.

Золото даже в современном мире можно использовать в расчетах.

По оценкам на 2013 год Иран имел от 340 до 900 тонн золота. Впрочем, запасы могут быть и больше, так как по данным швейцарской газеты «Der Bund», только в 2008 году Иран забрал из разных банков более 700 тонн принадлежащего ему золота.

Для него это важный инструмент, так как на фоне введенных против него международных санкций, ему приходится использовать золото в торговле с другими странами. В частности, такие расчеты ведутся при торговле со странами Африки и с Турцией. Последняя является крупным источником золота, так как рассчитывается им за поставки нефтепродуктов.

#### **Где страны хранят свое золото**

Не все спешат делиться информацией, где у них лежит «заначка». То же самое происходит и на государственном уровне. Но некоторые адреса все же известны.

В США большая часть золотого запаса хранится на территории бывшей военной базы города Форт-Нокс в штате Кентукки, но есть и другие места. В частности, в хранилище монетного двора в городе Вест-Поинт (штат Нью-Йорк) и в хранилище Денверского монетного двора в штате Колорадо. Еще какая-то часть запасов (по разным данным около 400 тонн) находится в хранилище Федерального резервного банка в Нью-Йорке на Либерти-стрит, 33.

Германия раньше хранила большую часть своих запасов на территории других стран, в частности, в США, Великобритании и Франции. В последние 10 лет резерв постепенно возвращается на территорию Германии. Половина его находится в хранилищах Бундесбанка на улице Wilhelm-Epstein-Straße, 14 во Франкфурте. Остальное золото пока находится на территории других стран.

Италия хранит свою «заначку» во дворце Палаццо по адресу Via Nazionale, 91 в Риме. Там находится примерно 45% всего золотого резерва страны. Около 40% находится в Федеральном резервном банке Нью-Йорка, а около 15% распределили между собой хранилище в швейцарском Берне и Банке Англии в Лондоне.

Франция хранит «все яйца в одной корзине» – в банке Banque de France в Париже на улице

Croix des Petits Champs, 31. Это хранилище находится на глубине 29 метров, что даже ниже уровня реки Сены. При этом хранилище может служить бомбоубежищем и приютом для 3000 человек на случай войны.

Точной информации, где хранится золотой резерв Российской Федерации, нет. Но предположительно, большая часть из них находится в Москве в главном хранилище на улице Правды, 6. Остальные запасы хранятся в других городах, например, в Санкт-Петербурге и Екатеринбурге.

Золото и сегодня остается главным металлом, который в некоторых случаях может стать настоящей валютой и в этом случае оно будет ценнее криптовалют. В отдельной статье совсем скоро мы расскажем о том, каким именно является это золото, чем оно отличается от того, из чего сделаны серьги и кольца, а самое главное, как его хранят и какие армии его охраняют. Подписывайтесь на наш новостной Telegram-канал, чтобы ничего не пропустить.

Источник: [https://pulse.mail.ru/article/skolko-zolota-u-samyh-bogatyh-stran-gde-oni-ego-hranyat-i-zachem-ono-nuzhno-8468822647353206044-6729164156627231697/?user\\_session\\_id=27cc60261f81835&utm\\_campaign=media\\_mob&utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fpulse.mail.ru&utm\\_source=pulse\\_mail\\_ru&utm\\_content=mediaproject\\_news\\_mobile](https://pulse.mail.ru/article/skolko-zolota-u-samyh-bogatyh-stran-gde-oni-ego-hranyat-i-zachem-ono-nuzhno-8468822647353206044-6729164156627231697/?user_session_id=27cc60261f81835&utm_campaign=media_mob&utm_referrer=https%3A%2F%2Fpulse.mail.ru&utm_source=pulse_mail_ru&utm_content=mediaproject_news_mobile)

### Казахстан вышел на 15-е место по объему «золотых» резервов в мире

Резервы золота и свободно конвертируемой валюты помогают Казахстану бороться с экономическим кризисом. По сравнению с допандемийным началом 2020 года стране удалось нарастить объем золотовалютных резервов и подняться на 15-ю строчку в мировом рейтинге.

За последний месяц стоимость доллара США по отношению к тенге выросла почти на 19%. Курс национальной валюты, несмотря на некоторые корректировки, продолжает держаться на рекордно низких значениях. В связи с этим Национальным банком РК и правительством страны реализуется комплекс антикризисных мер. В том числе проведение валютных интервенций, применение метода Франкфуртского аукциона при определении курса тенге и так далее.

Антикризисные меры требуют затрат, поэтому в тяжелые экономические времена золотовалютные резервы используются для сглаживания ситуации и удержания экономики «на плаву». Вместе с тем нельзя допустить их сокращения, поэтому даже в кризисное время они постоянно пополняются.

#### Сколько золота и валюты в резервах Казахстана

По данным мониторингового агентства Ranking.kz, к началу февраля текущего года валовые международные резервы страны, которые состоят из золота и свободно конвертируемой валюты, составили 33,4 миллиарда долларов США. По сравнению с январем



2020 года, это на 13,8% больше. То есть, несмотря на кризис, связанный с пандемией COVID-19, золотовалютные резервы страны заметно увеличились. При этом в период продолжительного экономического кризиса – с 2012-го по 2014 год – золотовалютные резервы страны, наоборот, рекордно сократились.

### Почему растет доля золота в резервах страны

В тот же период несколько лет назад начался процесс переориентирования портфеля совокупных международных резервов Казахстана в пользу золота, которое считается средством сбережения и защитой от обесценения валюты и инфляции. Если по состоянию на конец января 2013 года в структуре резервов страны основную долю занимали активы в иностранной валюте, а на золото приходилось всего 23,3%, то сейчас ситуация прямо противоположная – на конец января 2022 года доля золота в международных резервах РК составила 66,4%.

Несмотря на то, что за последний год золото практически не увеличилось в цене, аналитики считают, что в долгосрочной динамике оно будет дорожать. Сегодня стоимость этого драгоценного металла составляет 1,9 тысячи долларов за унцию, при этом в январе 2016 года показатель составлял лишь около 1 тысячи, а в начале 2000-го и вовсе не превышал 300 долларов.



### Какое место занимает Казахстан в мировом рейтинге

Казахстан не единственная страна, где делают упор именно на увеличение «золотых» запасов. К примеру, в золотовалютных резервах США на долю золота приходится 66,2%, в Германии – 66,2%, в Италии – 62,9%, во Франции – 58,3%, в Нидерландах – 55,7%. Эти страны входят в число 15 мировых лидеров в рейтинге по объему золота в золотовалютных резервах на март 2022 года. Замыкает этот список Казахстан, который благодаря активной покупке золота поднялся на 15 место. Без учета Международного валютного фонда (МВФ) и Европейского центрального банка (ЕЦБ) страна и вовсе занимает 13 место, обойдя Португалию.

Напомним, что еще полтора года назад Казахстан в данном рейтинге занимал 16 место. Сейчас «золотой резерв» страны составляет 385,3 тонны, причем основной объем драгоценного металла был приобретён за последние 10 лет. За прошлый год было приобретено 14,5 тонны золота, а максимальный объем покупки наблюдался в 2018 году – 50,6 тонны.

Эксперты отмечают, что дальнейшее увеличение «золотых» запасов, несмотря на текущий кризис, поможет сохранить резервы страны и сохранить ее позиции в мировом рейтинге.

Источники: <https://www.nur.kz/nurfin/economy/1961250-kazahstan-vyshel-na-15-e-mesto-po-obemu-zolotyh-rezervov-v-mire/>



**ПОЛЕНОВУ ЮРИЮ АЛЕКСЕЕВИЧУ – 80 ЛЕТ**

20 января исполнилось **80 лет** доктору геолого-минералогических наук, профессору кафедры геологии Уральского государственного горного университета **Поленову Юрию Алексеевичу**. Юрий Алексеевич родился 20 января 1942 г. в селе Дмитриевка Пичаевского района Тамбовской области в семье военного, что объясняет широкую географию в его биографии.

Летом 1956 г., в возрасте 14 лет пошел в свой первый десятидневный маршрут по южному Крыму с классом сестры, и, это произвело огромное впечатление, он получил полное представление об его организации, любовался красотами горного Крыма, испытывая неописуемый восторг.

В ноябре 1958 г., в г. Симферополь, окончил среднюю школу с Серебряной медалью, и решил поступать на геолога в Днепропетровский горный институт по специальности «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых».

В студенческие годы принимал активное участие в работе общественных организаций, был избран в состав профсоюзного бюро геологоразведочного факультета, помогал в организации спортивной работы со студентами, избирался членом комсомольского бюро ГРФ (1960–1961 гг.), был секретарем бюро комсомольской организации геологоразведочного факультета ДГИ (1962–1964 гг.). Все студенческие годы на факультете курировал работу студенческого научного общества (СНО) и принимал активное участие в организации конференций.

Трудовую деятельность начал в КГРДП № 1 (пос. Светлый Увельского района Челябинской обл.), где работал геологом разведочного отряда, старшим геологом и руководил всеми полевыми работами, принимал участие в написании проектов на проведение геологоразведочных работ и отчетов по итогам выполненных работ. В 1965–1967 гг. – секретарь комсомольской организации пос. Светлый Челябинской области.

В октябре 1967 г. поступил, в заочную аспирантуру ЛГИ, на кафедру минералогии, а в июне 1972 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Типизация кварцевых жил Светлинского месторождения».

С 8 января 1973 г. по 13 января 1974 г. находился в зарубежной служебной командировке в Сомали в должности геолога на поисках пьезооптического кварца.

С июня 1974 г. по 31 декабря 1977 г. работал начальником КГРДП № 1, был избран членом Пластовского горкома КПСС, депутатом и членом исполкома Борисовского сельсовета.

В конце 1977 г. переехал на работу в Казахстан в должности генерального директора ПО «Казкварцсамоцветы», где проработал с 1 января 1978 г. по октябрь 1988 г. с постоянным местожительством в г. Талды-Кургане. В 1977–1988 гг. – член Всесоюзного общества «Знание», депутат Талды-Курганского городского Совета депутатов трудящихся, член Талды-Курганского горкома Компартии Казахстана.

В период 1978–1988 гг. доразведовано Актаское месторождение жильного кварца для оптического стекловарения, произведена переоценка Сарыкульского месторождения, жильный кварц которого оказался пригодным для оптического и технического стекловарения. Открыты районы развития прозрачного кварца как заменителя горного хрусталя: Калмык-Кырган, расширены перспективы месторождения Актас на горный хрусталь. Завершена оценка ранее открытых месторождений Чокпак, Итмурунды, Сарыкулболды, запасы по которым защищены в ГКЗ СССР, ЦКЗ Мингео СССР.

Создана сырьевая база декоративно-облицовочных камней, открыты месторождения лаблаторитовых анартозитов Тасоба, мрамора Ашибулак.



За годы работы в Талды-Кургане, было образовано объединение в состав которого входили: головное предприятие – Талды-Курганская группа партий и предприятий (г. Талды-Курган), Актаская геологоразведочная экспедиция (пос. Актас, Джезказганской обл.), Центрально-Казахстанская геологоразведочная экспедиция (г. Караганда).

После ликвидации в 1991 г. ПО «Уралкварцсамоцветы» дальнейшая профессиональная деятельность связана со Свердловским горным институтом, Уральским горным институтом, Уральской горно-геологической академией, Уральским государственным горным университетом. Эти изменения произошли в период 1992–2004 гг. развития нашей страны в условиях перехода на рыночные экономические взаимоотношения. С марта 1992 г. по февраль 1993 г. работал доцентом кафедры общей и исторической геологии. С февраля 1993 г. по август 2005 г. директором Уральского геологического музея и оставался доцентом, а с июля 1997 г. – профессором кафедры.

С сентября 2005 г. работал профессором кафедры геологии и ведущим научным сотрудником геологического музея. С марта 2012 г. по март 2015 г. был директором музея истории университета, продолжая полноценную работу на кафедре геологии. В 1990–1995 гг. – депутат Ленинского районного Совета народных депутатов г. Свердловска.

Работая директором, и старшим научным сотрудником геологического музея принимал очень активное участие в работе общественных организаций, таких как: Уральские горнопромышленные съезды, Уральская горнопромышленная ассоциация, Уральский координационный совет по геологии и недропользованию, что позволяло удерживать тесную связь с геологическими организациями, пополнять фонды музея и коллекции геологических организаций. За активную работу по активизации работы горно-геологических музеев Уральского региона в 2002 г. стал Лауреатом Уральской горной премии, а в 2010 г. – Почетным членом Российского минералогического общества.

Является специалистом по разведке, добыче и переработки кварцевого и камнесамоцветного сырья, в области музееведения, а также государственным экспертом Министерства культуры РФ. В 2009 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по теме «Эндогенные кварцево-жильные образования коллизионного этапа развития Урала».

За период с 1965 г. опубликовано более 400 печатных работ, в том числе: 22 научные монографии, 22 учебно-методических пособия, 195 научных статей, 94 тезиса по научным проблемам, 8 статей учебно-методического профиля, 40 статей по музейной тематике.

В общественной жизни университета принимает активное участие. Является ученым секретарем редакционного совета серии «Природа Урала» (1997–2007 гг.), членом редколлегии журнала «Уральское горное обозрение» (1993–2006 гг.), членом Совета некоммерческого партнерства «Горнопромышленная ассоциация Урала» (1991–2006 гг.), членом редколлегии альманаха «Уральцы на Колыме и Чукотке» (1998–2007 гг.), председателем музейной секции Уральского координационного совета по геологии и недропользованию (1993–2003 гг.), членом Ученого совета Уральского государственного горного университета (1995 г. – по наст. время), членом музейной комиссии при Минералогическом обществе РАН (2006 г. – по наст. время), членом Всесоюзного Минералогического общества, Российского Минералогического общества (1994 г. – по наст. время), ученым секретарем редколлегии журнала «Известия УГГУ», членом диссертационного совета, членом Ученого совета УГГУ (2012) и др.

Действительный член Академии горных наук (2003), академик Международной академии минеральных ресурсов (2004), член-корреспондент Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (2002), иностранный член Крымской Академии наук (2012).

Награжден медалями «За доблестный труд, в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина» (1970), «Ветеран труда» (1991), значком «Отличник разведки недр» (1987), Почетной грамотой Министерства общего и профессионального образования Российской Федерации (1997). Почетный разведчик недр (2003). Лауреат горной премии (2002) и премии им. О.Е. Клера (2004).

Сердечно поздравляем Юрия Алексеевича с Юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, энергии, долголетия, оптимизма и творческих успехов.

*Редакция журнала и коллеги*

**ПАМЯТИ ТОВАРИЩА**



**ВЛАДИМИР ФЕДОРОВИЧ ДОЛГОПОЛОВ**

«12» февраля 2022 г. – в возрасте 83 лет ушел из жизни Долгополов Владимир Федорович – один из ведущих специалистов Казахстана в области геологии и металлогении осадочного чехла и кор выветривания. Он внес значительный вклад в изучение геологии Республики Казахстан, Почетный член Международной ассоциации по генезису рудных месторождений (IAGOD), прекрасный специалист, друг, коллега.

Родился Владимир Федорович 14 сентября 1938 года в г. Кургане Курганской области.

В 1960 г. после окончания Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова был направлен в Центрально-Казахстанское геологическое управление (ЦКТГУ), г. Караганды, где прошел путь от техника-геолога до начальника отряда геолого-геохимической партии.

В 1967 г. переведен в г. Экибастуз начальником группы партий Майкаинской геологоразведочной экспедиции. С 1969 г. был назначен начальником Центральной ревизионной партии ЦКТГУ.

В 1973 г. защитил кандидатскую диссертацию во Всесоюзном Институте Минерального Сырья (ВИМС) в г. Москве и ему присвоена степень кандидата геолого-минералогических наук.

С 1974 г. по 1991 г. работал в Казахском институте минерального сырья в г. Алматы заведующим сектором геологии палеозойских бокситов (1974–1979 гг.), заведующим лабораторией палеозойских бокситов, заведующего отделом геологии алюминиевого сырья и нерудных полезных ископаемых (1979–1990 гг.), заместителем генерального директора по научной работе (1990–1991 гг.).

В 1991–1992 гг. занимал должность первого заместителя председателя государственного комитета Казахской ССР по геологии и охране недр, а затем заместителя генерального директора НПО «Казнедра», а также директора по геологии и радиоэкологии ГХК «Жарыс» (1994–1995 гг.).

С 1995 г. по 2006 г. был назначен заместителем генерального директора по геологии и радиоэкологии АО «Волковгеология» (1995–2006 гг.), а затем заместителем директора филиала АО «Волковгеология» Центральная опытно-методическая экспедиция (2006–2007 гг.).

С 2007 г. по 2014 г. работал на должности геолога-консультанта в Алматинском филиале Rio Tinto Mining and Exploration Ltd, за этот период Владимиром Федоровичем подготовлены обобщения по месторождениям Казахстана: уран; бокситы; железорудные, россыпные и никеленосные формации; редкометалльно титановые и титановые россыпи; алмазоносность Казахстана и перспективы поисков алмазных россыпей.

Вся научная и производственная деятельность Владимир Федоровича является свидетельством беззаветного служения науке, примером исключительного трудолюбия и работоспособности, творческого и ответственного отношения к работе. Он является автором 110 опубликованных работ, в том числе 5 монографий.

За достигнутые успехи в работе был отмечен наградами: «Ветеран труда» (1989 г.), знаками «Отличник разведки недр СССР», «Почетный геолог-разведчик РК» (2001 г.), почетной грамотой Министерства энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан и памятной медалью «60 лет Волковгеологии» (2008 г.), Почетный член Международной ассоциации по генезису рудных месторождений (IAGOD).

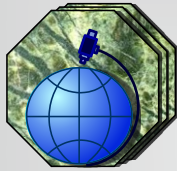
Владимир Федорович был образованным и эрудированным человеком, интересным и увлекательным собеседником, у которого всегда находились ответы на любые вопросы, при этом щедро делился своими знаниями и опытом с коллегами. Он отлично играл в шахматы, был увлеченным нумизматом и филателистом, являлся заядлым болельщиком слалом-гиганта, снукера и большого тенниса.

Для всех, кто знал Владимира Федоровича, он был наставником, другом, любящим своих близких и жизнь, примером творчества и любви к выбранной профессии – геологии.

Редакционная коллегия «Горно-геологического» журнала выражает глубокие, искренние соболезнования родным, близким, друзьям в связи с тяжелой утратой! Светлая память о Владимире Федоровиче, прекрасном человеке, навсегда останется в наших сердцах.

*Коллектив редакции журнала, коллеги*





## **ТОО «АСБЕСТОВОЕ ГРП»**

- **Изучение геологического строения и горно-геологических и инженерно-геологических условий, гидрогеологических характеристик месторождений**
- **Проектирование геологоразведочных работ, прогноз, оценка запасов, разработка ТЭО, подготовка месторождений к промышленному освоению, отчеты по международным стандартам (JORC)**
- **Бурение скважин на все виды полезных ископаемых**
- **Геолого-маркшейдерское обслуживание при пользовании недрами**
- **Инженерно-геодезические и инженерно-геологические изыскания**
- **Проектные и строительно-монтажные работы**
- **Контактные телефоны: 8 (714 35) 2-35-60; 2-22-72 (факс)**
- **E-mail: [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru); [agrpgeol@mail.ru](mailto:agrpgeol@mail.ru)**

Адрес редакции:

110700 г. Житикара Костанайской обл., 4 микр., д. 5а  
ТОО «Асбестовое ГРП»

E-mail: [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru)

Наш сайт в интернете: [www.nizamid.ru](http://www.nizamid.ru)

Контактные телефоны: 8 (714 35) 2-22-72; сот. +7 775 361 0634

**Журнал  
распространяется  
в Республике Казахстан,  
Российской Федерации**

**Ответственность  
за достоверность  
фактов и сведений,  
содержащихся  
в публикациях, несут  
авторы**

**Ответственность  
за содержание рекламы  
несут рекламодатели**

**При перепечатке  
материалов ссылка на  
«Горно-геологический  
журнал» обязательна**

На лицевой стороне обложки журнала размещены фотографии ископаемой смолы – янтарь, такой, как она встречается в природе и после процессов обработки.

(Фото взяты из интернет-сайта: <https://amberika.ru/pages/stati/pobediteli-sredi-yantarya.html>)



**ТОО «АГРП»**  
**110700, г. Житикара, Республика Казахстан**  
**тел./факс: 8 (71435) 2-22-72**  
**e-mail: [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru)**