

Горно- геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



см. стр. 60

2024. № 3-4 (79-80)

ISBN 2616-8391



Н.Н. Джафаров,
главный редактор



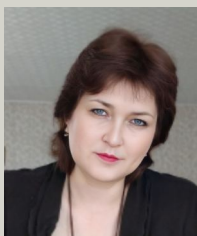
Ф.Н. Джафаров,
зам. главного редактора



Т.М. Каскевич,
ответственный секретарь



И.Я. Хафизов,
дизайн



В.А. Отлыгина,
верстка журнала

ПОЗДРАВЛЕНИЕ!

12 октября 2024 года свой 75-летний юбилей отметил заслуженный геолог РК, действительный член Академии минеральных ресурсов РК, первооткрыватель месторождений полезных ископаемых, почетный гражданин Костанайской области, генеральный директор ТОО «Геобайт-Инфо» Исмаилов Улжабай Жумагалиевич. Творческий коллектив Горно-геологического журнала поздравляет Улжабая Жумагалиевича с юбилеем и желает крепкого здоровья, семейного благополучия, новых открытий, долгой и плодотворной жизни на благо региона и страны!



У.Ж. Исмаилов

ТРЕБОВАНИЯ К ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ

1. Статьи в «Горно-геологический журнал» принимаются в форме рукописей, оформленных с использованием текстового редактора MS Word, основной 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. Самоцитирование должно составлять не более 15%.
10. Предоставленные рукописи авторам не возвращаются.

Годовая подписка на «Горно-геологический журнал» (4 номера в год) составляет для физических лиц – 12 тыс. тенге, для юридических – 18 тыс. тенге.

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

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
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:

О.Б. Бейсеев, геол.-мин. ғылым докторы, профессор,
 ҚР ҰЖҒА академигі
С.Ж. Ғалиев, техн. ғылым докторы, профессор,
 ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі
М.Б. Едигенов, геол.-мин. ғылым докторы, МРХА
 корреспондент-мүшесі
К.К. Жүсіпов, техн. ғылым докторы, АҰА академигі
Ю.А. Поленов, геол.-мин. ғылым докторы, профессор
 (Ресей Федерациясы)
Ч.М. Халифазде, геол.-мин. ғылым докторы,
 профессор, Ресей жаратылыстану ғылымдар
 академиясының академигі (Әзірбайжан Республикасы)
А.А. Хорольский, техн. ғылымның кандидаты (Украина)

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 20.12.2024 ж.
 Баспаға қол қойылған 27.12.2024 ж.
 84x108.1/8 пішімі Шарт. б.п. 7,2
 Офсет қағазы. Офсеттік баспа.
 Таралым 500 дана.
 Тапсырыс № 239
 «Service Press» ЖШС
 баспа үйінде басып шығарылды
 Халиуллин көшесі, 32. Алматы қ.

© «Асбестовое ГРП» ЖШС, 2024

МАЗМҰНЫ

Қазақстан Республикасы
ОМАРБЕКОВА А.Т.
 Ұлы геолог Қаныш Сәтпаевтың Ұлы Отан соғысы
 жылдарындағы қызметі 4

Қазақстан Республикасы
ДЖАФАРОВ Ф.Н.
 Валерьянов аймағының мыс-порфир
 кен орындары 9

Қазақстан Республикасы
ГУСЕЙНОВ Г.С., МАМЕДОВ И.А.,
АБАСОВА Ш.А.
 Кіші Кавказдың Лок-Ғарабағ құрылымды-
 формациялық аймағының колчедан және
 колчедан-полиметалл кен орындарының
 салыстырмалы сипаттамасы. 22

Ресей Федерациясы
ПУНЕНКОВ С.Е.
 Хризотил және хризотилцемент
 өнеркәсібінің қазіргі жай-күйі және даму
 перспективалары 27

Әзірбайжан Республикасы
ИСАЕВА С.А., АЛИЯРОВА Х.Э.,
МАМЕДОВА С.Б.
 Мұнайдың және скин-фактордың қалыпсыз
 қасиеттерін ескере отырып ұңғымалардың
 интерференциясы 46

ГЕОЛОГИЯ ЖАҢАЛЫҚТАРЫ 50

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:

О.Б. Бейсеев, докт. геол.-мин.наук, профессор,
академик Каз. НАЕН
С.Ж. Галиев, докт. техн. наук, профессор,
член-кор. НАН РК
М.Б. Едигенов, доктор геол.-мин. наук, член-корр.
МАМР
К.К. Жусупов, докт. техн. наук, академик МАИН
Ю.А. Поленов, докт. геол.-мин. наук, профессор
(Российская Федерация)
Ч.М. Халифазаде, докт. геол.-мин.наук,
профессор, академик РАЕН (Азербайджанская
Республика)
А.А. Хорольский, канд. техн. наук (Украина)

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 20.12.2024
Подписано в печать 27.12.2024
Формат 84x108.1/8 Усл. п.л. 7,2
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 500 экз.
Заказ № 239
Отпечатано в ТОО «Service Press»,
г. Алматы, ул. Халиуллина, 32

© ТОО «Асбестовое ГРП», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Республика Казахстан
ОМАРБЕКОВА А.Т.
Деятельность великого геолога Каныша Сатпаева
в годы Великой отечественной войны. 4

Республика Казахстан
ДЖАФАРОВ Ф.Н.
Медно-порфировые месторождения
Валерьяновской зоны 9

Азербайджанская Республика
ГУСЕЙНОВ Г.С., МАМЕДОВ И.А.,
АБАСОВА Ш.А.
Сравнительная характеристика
колчеданных и колчеданно-полиметаллических
месторождений Лок-Гарабагской
структурно-формационной зоны
Малого Кавказа. 22

Российская Федерация
ПУНЕНКОВ С.Е.
Современное состояние и перспективы развития
хризотиловой и хризотилцементной
промышленности. 27

Азербайджанская Республика
ИСАЕВА С.А., АЛИЯРОВА Х.Э.,
МАМЕДОВА С.Б.
Интерференция скважин с учетом
аномальных свойств нефти и скин-фактора. . . . 46

НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ. 50

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 NEA RK and IEA

Co-editor F.N. Jafarov

candidate of geological sciences,

corresponding member IAMR and AMR RK

Secretary T.M. Kaskevich

Editorial board:

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

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

M.B. Edigenov, dr. of geological sciences,
 corresponding member IAMR

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. Khorolskyi, ph.d in engineering science (Ukraine)

The journal is registered in the
 Ministry of Culture, Information and
 Publik Consent of the Republik 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. Khorolskyi

Design I.Y. Hafizov

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

Computer processing **V.A. Otlagina**

Sent to typesetting 20.12.2024

Signed to print 27.12.2024

Format 84x108.1/8 Con. p.Sh. 7,2

Offset paper. Offset printing.

An edition of 500 copies.

Order No. 239

Printed in LLP «Service Press»,

Almaty, Khaliullina street, 32

© «Asbestos GPE» LTD, 2024

CONTENTS

The Republic of Kazakhstan

OMARBKOVA A.T.

Professional activity of the great geologist

Kanysh Satpayev during the Great

Patriotic War. 4

The Republic of Kazakhstan

JAFAROV F.N.

Copper porphyry deposits of Valerianov zone . . . 9

The Republic of Azerbaijan

GUSEYNOV G.S., MAMEDOV I.A.,

ABASOVA SH.A.

Comparative characteristics of pyritic
 and pyrite-polymetallic deposits of Lok-Garabag
 structural-formation zone of the Lesser Caucasus. . 22

Russian Federation

PUNENKOV S.E.

Current state and development prospects
 of chrysotile and chrysotile cement industries. . 27

The Republic of Azerbaijan

ISAEVA S.A., ALIYAROVA KH.E.,

MAMEDOVA S.B.

Well interference taking into account abnormal oil
 properties and skin factor. 46

NEWS OF GEOLOGY. 50

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



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЕЛИКОГО ГЕОЛОГА КАНЫША САТПАЕВА В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

А.Т. ОМАРБЕКОВА,
*преподаватель английского языка, педагог-исследователь,
Почетный работник образования РК,*

*КГКП «Геологоразведочный колледж» Управления образования области Абай,
г. Семей, Республика Казахстан*

Статья посвящена геологу, великому ученому и политическому деятелю Канышу Имантаевичу Сатпаеву и его единомышленникам в годы Великой Отечественной войны. Они создали уникальную минерально-сырьевую базу, способную обеспечить фронт в тяжелое военное время. Месторождения полезных ископаемых, открытые учеными, послужили основой для создания в Казахстане в годы войны многих промышленных центров как весомый вклад в оборону страны. Тема очень актуальна для подготовки специалистов технического и профессионального образования, а также в связи с 80-летием победы в войне. Геологоразведочный колледж г. Семей уже почти столетие готовит кадры для геологической отрасли страны, выпускники колледжа высоко востребованы на рынке труда, и вносят весомый вклад в развитие экономики государства, в создание основ науки, который внес большой вклад Каныш Имантаевич Сатпаев.

В истории развития науки Казахстана есть личности, творчество которых с наибольшей полнотой воплотили в себе интеллектуальный потенциал, созидательную силу народа. К этой великой плеяде относится имя Каныша Сатпаева, выдающегося казахского ученого, геолога, создателя национальной Академии наук.

Каныша Имантаевича Сатпаева по праву считают одним из создателей мировой металлогенической науки и родоначальником этого направления в Казахстане. Деятельность Сатпаева как геолога-разведчика была направлена на комплексное изучение всех природных богатств района. Наряду с Джезказганом он занимался разведкой железных руд Атасу и Карсакпая, железно-марганцевых руд Найзатаса и Жезды, углей Байконура и многих других рудных и нерудных месторождений.

Ученый поистине энциклопедических знаний, он был тонким знатоком казахской истории, культуры, этнологии, языка. Жажда к знаниям и «стремление принести наибольшую пользу своему родному краю», по меткому определению академика В.А. Обручева, побудили его поступить в Томский Технологический институт, который он окончил по гор-

ному отделению в качестве инженера-геолога в 1926 г.

Под руководством профессора, позже академика М.А. Усова, студент Сатпаев развил свои творческие способности.

Молодой горный инженер Каныш Сатпаев сумел увидеть и оценить огромные потенциальные промышленные перспективы Центрального Казахстана. Под его руководством и при непосредственном участии проводилась геологическая разведка и промышленное освоение марганцевых руд месторождения Жезды. Ученый активно участвовал в работе по геолого-экономическому обоснованию и выбору места строительства Карагандинского металлургического комбината, расширению сырьевой базы металлургических предприятий Рудного Алтая и Южного Казахстана.

Начало войны совпало с переводом К.И. Сатпаева на работу в Алма-Ату: летом 1941 г. он был назначен директором Института геологических наук, а вскоре – председателем Президиума Казахского филиала Академии наук СССР. План научной работы филиала был немедленно пересмотрен с целью оказания максимальной практической помощи

фронту. К.И. Сатпаев активно включился в деятельность комиссии по мобилизации ресурсов Казахстана, Урала и Сибири на нужды обороны, работавшей в городе Алма-Ате под руководством президента АН СССР, академика В.Л. Комарова.

Четко организованная работа начала давать свои плоды. Вот архивная справка за один лишь 1941 г.: по теме: «Алтайские полиметаллические месторождения» проверено более 90 рудопроявлений и «Пути увеличения выплавки меди в Казахстане» проверялось более 700 заявок на медь; кроме того, именно в этот период поданы конкретные предложения по изысканию совершенно новых крупных месторождений железа и марганца. А всего за годы войны институт организовал своими силами более 160 научных экспедиций. Большинство из них занимались поисками новых месторождений по заказам военной промышленности. Было сделано несколько крупных открытий.

Беспокойное было время, все жили жизнью фронта. Чем помочь фронту – вот вопрос, который его занимал, над решением которого он думал как ученый и руководитель большого коллектива ученых, как геолог. Когда фашисты захватили Никопольское марганцевое месторождение, Сатпаев воспринял эту горестную весть как требование найти способ дать стране марганец. По его инициативе были начаты энергичные поиски марганцевой руды, что привело к открытию Жездинского месторождения. Металлургические заводы Урала были обеспечены необходимым сырьем, что явилось большим вкладом в дело победы в Великой Отечественной войне.

В 1941 г., когда К.И. Сатпаев возглавил Казахский филиал АН СССР, одним из первоочередных вопросов он считал создание в составе организованного им Института геологических наук сектора гидрогеологии. Он понимал, что в условиях вододефицитности Казахстана одним из основных направлений научных исследований должно стать выявление ресурсов подземных вод для удовлетворения питьевых и хозяйственных нужд. Тогда шла жестокая битва против немецких фашистов в войне и все усилия научных работников были направлены на победу над врагом. В результате поддержки и строгого контроля со стороны Каныша Имантаевича

уже в годы войны исследования дали серьезные результаты. Были выявлены и разведаны подземные воды районов, где находились важные промышленные, военные объекты, установлены новые ресурсы грунтовых вод, изучались артезианские бассейны. В 1943 г. он писал, что начато составление большой монографии о водных ресурсах Казахстана.

Ориентировка теоретических работ на практические нужды вызывала необходимость расширить штат института. В свой институт Каныш Имантаевич набирал людей, в основном с производства, хотя они и не имели необходимых навыков для научной работы и научных степеней. Но зато у них были громадный опыт и практические знания, потому что им легче было разобраться в действительных нуждах производства. В 1942 г. открылись новые секторы, лаборатории, сотрудниками набирались учащиеся молодежи. В результате всех предпринятых усилий, несмотря на трудности военного времени, Институт геологических наук становится в ряд солидных научных учреждений академии. Это зафиксировано в постановлении бюро геолого-географического отделения Академии наук СССР от 5 октября 1943 г.: «Особо отметить большую действенную работу казахстанского Института геологических наук в период Великой Отечественной войны в скорейшем открытии и разработке множества сырьевых ресурсов стратегических металлов для нужд обороны».

В трудных условиях военного времени всю свою энергию Сатпаев направил на организацию работы для защиты страны от фашизма. Осенью 1943 г. за заслуги в развитии науки и большие научные достижения К.И. Сатпаев был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР. В эти годы он особое внимание уделял ходу проектирования и строительства Казахстанской Магнитки, Балхаша и Атасуйского горнорудного комбината. К числу важнейших проблем, решенных геологами Казахстана в годы войны по инициативе и участию К.И. Сатпаева, следует отнести форсированную разведку и передачу промышленности марганцевого месторождения Жезды для снабжения сырьем Магнитогорского комбината, временно отрезанного от своих западных сырьевых баз. По воспоминаниям академика Н.В. Мельникова: «На исходе



Рисунок 1 – Каныш Имантаевич Сатпаев на фоне здания Национальной академии наук Казахстана

1942 год. Сталеварам Урала не хватает марганца: Никополь в руках фашистов, а доставка марганцевой руды из Чиатуры сопряжена с колоссальными трудностями. Где выход? «Жезды, – думает Сатпаев, – вот марганец!» В рекордно короткие сроки он наладил добычу стратегического сырья, и тысячи автомашин повезли в Магнитогорск марганцевую руду.

Вместе с филиалом рос и сам Каныш Имантаевич. В 1942 г. ему без защиты диссертации была присвоена ученая степень доктора геолого-минералогических наук, а за крупную монографию по полезным ископаемым Джезказган-Улутауского района присуждена Государственная премия.

Месторождения полезных ископаемых, открытые учеными, послужили основой для создания в Казахстане в годы войны многих индустриальных центров как весомый вклад в оборону страны. В военные годы К.И. Сатпаев возглавил комиссию по тяжелой промышленности Госплана Казахстана, которая еще только формировалась.

В области горного дела разрабатывались эффективные системы вскрытия и эксплуатации месторождений медных и полиметаллических руд. Для ведущей отрасли – цветной металлургии – ученые исследовали проблемы извлечения ряда ценных компонентов из отходов обогатительных фабрик. В области энергетики главным было изучение и определение путей использования гидро- и

теплоэнергетических ресурсов республики.

Важнейшим этапом в развитии науки в республике явилось создание в 1944–1945 гг. 15 научно-исследовательских институтов: геологических наук; горного дела; химических наук; металлургии и обогащения; энергетики; астрономии и физики; почвоведения; ботаники; зоологии; экспериментальной биологии; физиологии; краевой патологии; клинической и экспериментальной хирургии; истории; археологии и этнографии; языка и литературы.

В деятельности К.И. Сатпаева по руководству наукой в военное время проявилась его удивительная способность видеть перспективу развития народного хозяйства. Он провел большую подготовительную работу по созданию Казахской Академии наук, которая явилась одной из важных по значимости задач, стоявших перед республикой в то время. К победоносному окончанию Великой Отечественной войны в Казахстане были созданы все необходимые условия для возведения Казахской Академии наук (рис. 1.), официальное открытие которой состоялось 1 июня 1946 г. Первым президентом Казахской Академии наук был единогласно избран К.И. Сатпаев. Свои первые шаги молодая Академия наук делала в условиях, когда страна начала переходить к мирной жизни, предстояло восстановить разрушенное войной хозяйство и обеспечить быстрый подъем экономики.

Таким образом, Каныш Сатпаев внес неоценимый вклад в победу в войне, обеспечив страну стратегически важными ресурсами и заложив основу для послевоенного развития казахстанской науки и промышленности. Сатпаев активно участвовал в исследовании и разработке Жезказганского месторождения меди, которое стало важным источником сырья для военной промышленности СССР. Его работы помогли увеличить добычу полезных ископаемых, необходимых для производства вооружения.

Во время войны Казахстан стал крупным промышленным и научным центром, куда были эвакуированы предприятия и научные учреждения. Сатпаев, как выдающийся геолог, сыграл важную роль в мобилизации научного потенциала страны для нужд фронта. Его научные труды помогли создать прочную основу для дальнейшего развития горнодобывающей отрасли Казахстана.

Правительство Казахстана увековечило светлую память К.И. Сатпаева, присвоив его имя Жезказганскому горно-металлургическому комбинату, Институту геологических наук Академии наук Казахстана. Его имя присвоено ряду образовательных и научных учреждений в Казахстане: Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева в Алматы является ведущим техническим вузом страны, готовящим специалистов в области инженерии и технологий; Гимназия имени Каныша Сатпаева в Караганде функционирует как инновационное учебное заведение с обучением на трех ступенях: начальной, основной и старшей.

В геологоразведочном колледже г. Семей глубоко чтят имя выдающегося геолога. 31 мая 2024 г. в колледже в целях профориентации студентов прошла встреча студентов с членами Общественного объедине-



Рисунок 2 – выступление Галыма Жумабаевича Нуржанова – заместителя председателя Правления по геологии и развитию ТОО «Корпорация Казахмыс» на студенческом форуме по теме: «Подготовка геологических кадров. Новые подходы», посвященном 125-летию К.И. Сатпаева

ния «Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан» на тему: «Подготовка геологических кадров. Новые подходы», посвященная 125-летию К.И. Сатпаева (рис. 2). Колледж уже почти столетие готовит кадры для геологической отрасли страны, очевидно, что проведение этой встречи в стенах колледжа придаст новый импульс в подготовке кадров. В качестве специальных гостей приняли участие около 20 специалистов геологической отрасли, которые поднимали важные вопросы, требующие кардинального решения в геологической сфере на сегодняшний день с интенсивным научно-техническим прогрессом, обсудили качественную подготовку будущих специалистов. В рамках встречи студентов с членами Общественного объединения «Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан» прошло открытие «Геологического каменного сада» – музея под открытым небом. Образцы горных пород доставлены с отечественных месторождений, где работают и проходят практику студенты и выпускники колледжа. Благодаря компаниям-социальным партнерам колледжу удалось собрать уникальные камни-минералы для каменного сада, который будет пополняться новыми коллекциями для изучения полезных ископаемых.

В нашем колледже имеются 2 музея: минералогический и музей истории колледжа, где важное место отведено великому геологу. Хранить научное наследие и славные традиции, оставленные нам академиком К.И. Сатпаевым, значит, чтить его светлую память. Ежегодно студенты нашего колледжа принимают активное участие в сатпаевских чтениях, проводимых в педагогическом колледже (бывшая Учительская семинария), где в свое время учился Каныш Сатпаев.

В ежегодном Послании народу Казахстана президент нашей страны Касым-

Жомарт Токаев отметил, что геологическая отрасль является основой поступательного развития всего недропользования и важной составляющей экономики страны. По мнению главы государства, отрасль нуждается в новом импульсе, особенно в части геологоразведки и комплексного изучения недр – задачи, которыми предстоит заниматься молодежи, в том числе выпускникам нашего колледжа, которые высоко востребованы на рынке труда, и вносят весомый вклад в развитие экономики государства, в создание основ науки которого внес большой вклад Каныш Имантаевич Сатпаев.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сатпаев. Жизнь замечательных людей. Медеу Сарсеке. – М.: Молодая гвардия. – 2003. – 545 с.
- 2 Академик К.И. Сатпаев. Казахстанское геологическое общество «КазГео». – 2010. – 270 с.
- 3 Академик К.И. Сатпаев и наука Казахстана. – Алматы: Ғылым. – 1999. – 103 с.

А.Т. ОМАРБЕКОВА

Семей қ., Қазақстан Республикасы

ҰЛЫ ГЕОЛОГ ҚАНЫШ СӘТПАЕВТЫҢ ҰЛЫ ОТАН СОҒЫСЫ ЖЫЛДАРЫНДАҒЫ ҚЫЗМЕТІ

Мақала геолог, ұлы ғалым және саяси қайраткер Қаныш Имантайұлы Сәтпаевқа және оның Ұлы Отан соғысы жылдарындағы пікірлеріне арналған. Олар қиын соғыс уақытында майданды қамтамасыз етуге қабілетті бірегей минералдық-шикізат базасын құрды. Ғалымдар ашқан пайдалы қазбалар кен орындары соғыс жылдарында ел қорғанысына елеулі үлес ретінде Қазақстанда көптеген индустриялық орталықтарды құрылуына негіз болды. Бұл тақырып техникалық және кәсіптік білім беру мамандарын даярлау үшін, сондай-ақ соғыстағы жеңістің 80 жылдығына байланысты өте өзекті. Семей қаласының геологиялық барлау колледжі ғасырға жуық уақыт бойы еліміздің геологиялық саласы үшін кадрлар дайындап келеді; колледж түлектері еңбек нарығында жоғары сұранысқа ие болып және мемлекет экономикасының дамуына және ғылымның негізін қалауға зор үлес қосуда, оған Қаныш Имантайұлы Сәтпаевтың қосқан үлесі зор.

Түйінді сөздер: ғалым-геолог, кен орны, майдан, қорғаныс, ғылым, тау-кен ісі, мұра, академик.

A.T. OMARBEOVA

Semey, The Republic of Kazakhstan

PROFESSIONAL ACTIVITY OF THE GREAT GEOLOGIST KANYSH SATPAYEV DURING THE GREAT PATRIOTIC WAR

The article is dedicated to a geologist, great scientist and political figure Kanysh Imantaevich Satpaev and his colleagues during the Great Patriotic War. They created a unique mineral resource base capable of supporting and supplying the warfront in difficult times. Mineral deposits discovered by scientists served as the basis for the creation of many industrial centers in Kazakhstan during the war years which significantly contributed to the defence of the state. This particular topic is very relevant to the training of specialists in technical and vocational education, as well as connection with the 80th anniversary of the victory in the war. Semey Geological Prospecting College has been training personnel for the geological industry of the country for almost a century, college graduates are in high demands in the labour market, and make a significant contribution to the development of the country economy, to the creation of the science foundations, to which Kanysh Imantaevich Satpaev made a great contribution.

Key words: scientist-geologist, deposit, warfront, defence, science, mining, heritage, academician.



МЕДНО-ПОРФИРОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВАЛЕРЬЯНОВСКОЙ ЗОНЫ

Ф.Н. ДЖАФАРОВ,

*директор по разведке ТОО «Saryarka Recourses Capital»,
кандидат геол.-мин. наук, член-корр. МАМР и АМР РК,
член Австралийского института геол. наук,
почетный разведчик недр Казахстана,*

г. Алматы, Республика Казахстан

Рассмотрены геологические особенности медно-порфировых месторождений Валерьяновской зоны Казахстана, суммарные ресурсы которых оцениваются около 5,0 млн т меди. Разработаны основные критерии поисков меднорудной минерализации рассматриваемой структуры. Показано, что медно-порфировые руды формируются в условиях островодужного вулканизма, приурочены к кварцевым диоритам и гранодиоритам и их приконтактной части, к кварц-серицитовым, кварц-турмалиновым, кварц-калишпатовым метасоматитам. Отмечается зональность метасоматитов, в периферии медных руд развиваются пропилиты, роговики и скарны с повышенным содержанием золота, цинка, кадмия, серебра. В работе приводятся детальные данные по вторичной вертикальной зональности медных руд, указывается на низкий эрозионный срез месторождений.

Ключевые слова: медно-порфировые руды, гранодиориты, вулканогенно-осадочные толщи, рудное поле, кора выветривания, пирит, халькопирит.

Региональное расположение с позиции тектоники плит. Валерьяновская зона расположена на стыке Восточно-Европейского и Казахстанского континентов. В геологическом строении Валерьяновской зоны участвуют девон-карбонные вулканогенно-осадочные толщи островодужного типа и обдукционные пластины ордовик-силурийских морских отложений. Медные руды формируются в условиях островодужного вулканизма девон-карбонного возраста на стыке Казахстанской океанической плиты с Восточно-Европейской континентальной плитой (рис. 1) [1]. Основные рудоносные интрузии кварцевые диориты и гранодиориты серого цвета. Калишпатовые гранодиориты скорее син- и пострудные, они плотные и местами как бы уничтожают существующие руды. В мезозое формируется кора выветривания с зоной выщелачивания и вторичного обогащения, в палеогене и неогене происходит пенеплен, с частичным уничтожением зоны истощения. Месторождения отличаются низким эрозионным срезом. Уничтожена только часть зоны истощения. Следует отметить, что в отличие от порфировых месторождений Прибалхашья [2, 3] месторождениям Валерьяновской зоны присуще более зрелая кора выветривания с образованием богатых вторичных руд.

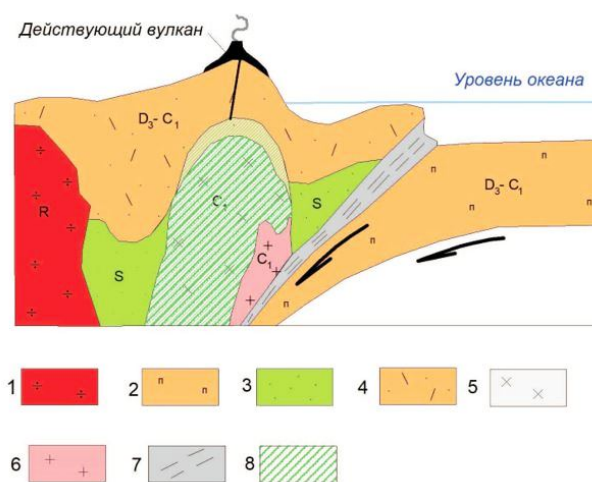


Рисунок 1 – Идеализированный разрез

геодинамической обстановки Валерьяновской зоны
в позднем девоне и раннем карбоне

1–2 – земная кора: 1 – гранитная кора; 2 – океаническая кора; 3 – силур, терригенно-кремнистые отложения; 4 – девон-карбон, вулканогенно-осадочный островодужный комплекс; 5 – кварцевые диориты, гранодиориты; 6 – калишпатовые гранодиориты, граниты; 7 – зона субдукции (Зона Заварицкого-Беньофа); 8 – сульфидные медные руды

Геологическое изучение зоны осложнено наличием покровных наносов, мощностью 20–40 м (рис. 2).

Некоторые меднорудные объекты, та-

кие как Бенкала, Южная Бенкала были обнаружены в советское время по геофизическим исследованиям (рис. 3). Изучение перспективных объектов в Валерьяновской зоне и их экономическая оценка в советское время не проводились, поскольку разведка порфировых месторождений велась главным образом в восточной части республики, вблизи Балхашского горно-металлургического комбината (ГМК).

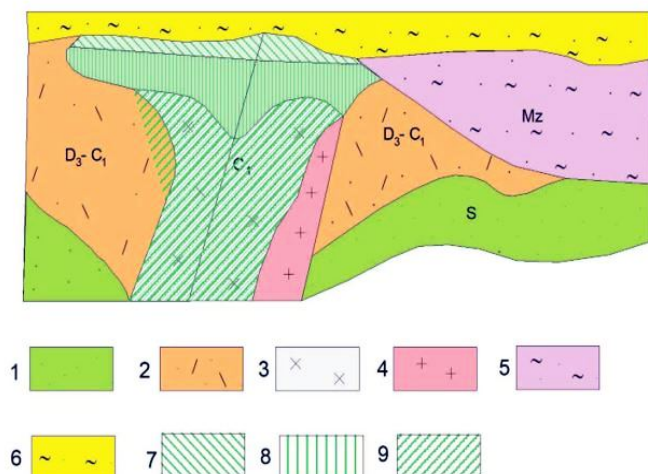


Рисунок 2 – Идеализированный разрез современной геодинамической обстановки Валерьяновской зоны
1 – силур, терригенно-кремнистые отложения; 2 – девон-карбон, вулканогенно-осадочный островодужный комплекс; 3 – кварцевые диориты, 4 – гранодиориты, калишпатовые гранодиориты, граниты; 5 – мезозой, глинисто-терригенная толща; 6 – неоген – глины; 7–9 – медные руды: 7 – зона выщелачивания медных руд, каолин-монтмориллонитовые глины; 8 – зона вторичного обогащения, халькозиновые руды; 9 – сульфидные руды

Активизация поисковых, оценочных и разведочных работ в пределах Валерьяновской зоны возобновилась, начиная с 2010 г. с привлечением частных инвестиций.

ТОО «KazCorper» активно изучалось Бенкалинское рудное поле, включающее месторождения Бенкала и Южная Бенкала, проводилась разведка этих месторождений (Джафаров Ф.Н., Кусаинов А.Б., Червяков К.П.).

Начиная с 2016 г. интенсивно изучается Адайкольское рудное поле, где геологами ТОО «Caravan Resources» выявлены три месторождения медно-порфирового типа: Клочковское (Cu), Западный Карабидаик (Cu, Au) и

Карабидаик (Cu, Mo) со суммарными ресурсами 3,5 млн т условной меди (Джафаров Ф.Н., Кусаинов А.Б., Червяков К.П.).

Методика поисков и разведки месторождений Валерьяновской зоны. Основная методика поисков и разведки месторождений сводится к следующему:

1. Проведение геофизических работ профильного типа для выявления аномалий вызванной поляризации, а также изучение магнитного поля для выявления отрицательных аномалий;
2. Бурение скважин КГК для геохимической съемки верхней части коренных пород в пределах геофизических аномалий;
3. Бурение колонковых скважин для оценки и разведки выявленных участков геохимических аномалий.

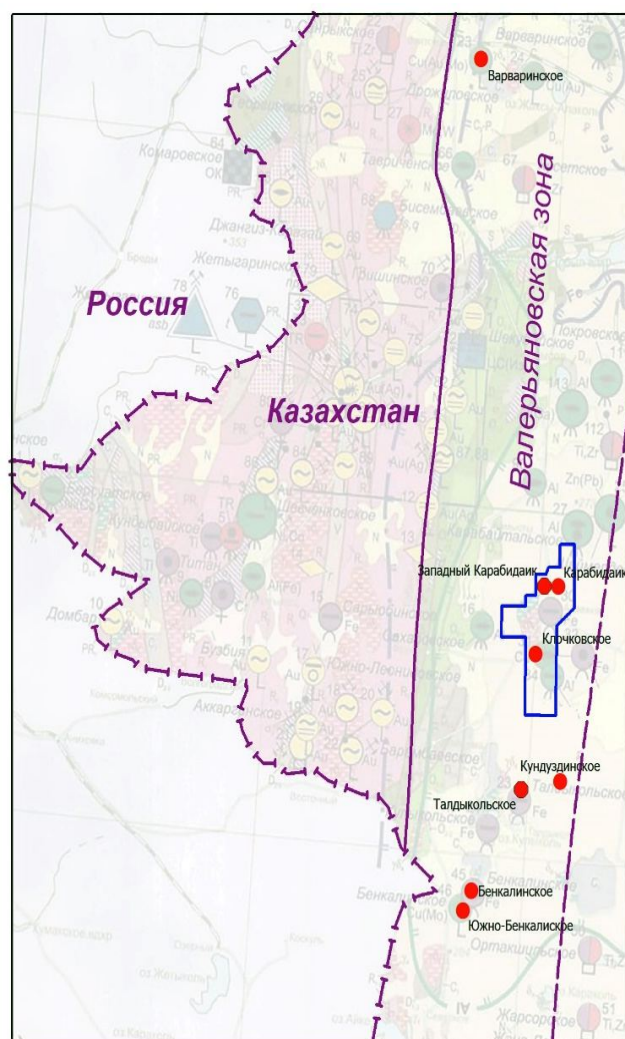


Рисунок 3 – Валерьяновская зона.
Схема расположения медных объектов

Геологическое строение месторождений. Медно-порфировые месторождения, локализованные в Валерьяновской зоне, имеют схожее геологическое строение. В геологическом строении месторождений принимают участие осадочные и вулканогенно-осадочные отложения девонской, каменно-угольной, мезозойской и кайнозойской систем, а также интрузивные образования ранне-среднекаменноугольного возраста (рис. 4–6).

Интрузивные породы слагают центральную часть месторождений и вмещают основное оруденение. Они представлены единым комплексом, включающим диоритовые порфириды, кварцевые диоритовые порфириды, гранодиорит-порфиры, интрузивные брекчии, а также дайки гранит-порфиров, микро-диабазов, лампрофиров, и диабазовых порфиритов, являющимися в основном порудными образованиями. Они, как правило, медное оруденение не несут.

На Валерьяновской зоне развита мезозойская кора выветривания. Вследствие последнего на месторождениях образовались зоны вторичного сульфидного обогащения, представленные халькозиновыми рудами. Рудное поле перекрыто кайнозойскими глинами мощностью 10–40 м. Медное оруденение приурочено к положительным аномалиям ВП и отрицательным магнитным аномалиям (рис. 7–9).

В пределах месторождения развиты главным образом субмеридиональные разломы, контролирующие глубины зон вторичного сульфидного обогащения. В разломных зонах вторичные халькозиновые руды образуют карманы до глубины 150–240 м.

Околорудные изменения и геохимическая зональность. Медное оруденение на месторождениях тесно связано с кварц-серicitовыми и кварц-турмалиновыми гидротермально-метасоматическими изменениями (рис. 10), пространственно приуроченными к телам кварцевых диоритов и реже – гранит-порфиров, интрузивных брекчий и вмещающим их породам. Минерализация меди приурочена к ранним хлоритовым прожилкам, поздним кварц-кальцитовым прожилкам и окварцованным участкам. В глубоких горизонтах месторождений появляются калишпат-эпидот-кварц-хлоритовые изменения, с относительно низким содержанием меди.

В периферии месторождения развиты кварц-биотитовые роговики и кварц-эпидотовые пропилиты. Последние, местами, переходят в гранатовые скарноиды. Эти образования, как правило, заметных медных руд не несут, в них отмечаются относительно высокие содержания цинка, кадмия, золота и серебра. В локальных участках скарны несут железные руды (Бенкалинское месторождение железных руд, Адайкольская группа железных руд).

Была изучена геохимия Ключковского месторождения, обработан большой массив данных и вычислены корреляционные связи элементов (рис. 11).

В результате получена положительная корреляция меди с золотом и селеном, а отрицательные связи – со свинцом, цинком и кадмием, что характерно для медно-порфировых месторождений в целом и для месторождений Валерьяновской зоны в частности. Эти данные использованы для обработки геохимии Кундыздинской площади (рис. 12).

В целом, геохимическая зональность позволяет прогнозировать скопления меди.

Вертикальная зональность минерализации месторождения. На месторождениях выделяются сверху вниз: зона истощения (выщелачивания меди), зона вторичного сульфидного обогащения (халькозиновые руды) и первичные сульфидные руды (халькопирит-пиритовые) (рис. 13). Месторождение перекрывается глинами кайнозоя (неоген) мощностью 20–40 м.

Коры выветривания месторождений. Зона выщелачивания коры выветривания представлена интенсивно обеленными породами, в основном, кварц-каолинитового состава. Это повторяется практически во всех месторождениях. В этой зоне лишь кое-где сохранились реликты материнских пород. В основном, сохраняются из первичных минералов лишь зерна кварца, отчетливо выделяющиеся на фоне рыхлой выветрелой каолиновой породы. Полевые шпаты и темноцветные минералы замещаются каолиновой массой, гидроокислами железа. Гидроокислы железа больше всего осаждаются в нижней части зоны выщелачивания, отличаются красно-коричневыми оттенками. Золото накапливается в них до 1 г/т, что изучено по Бенкалинскому месторождению. Ресурсы золота данных

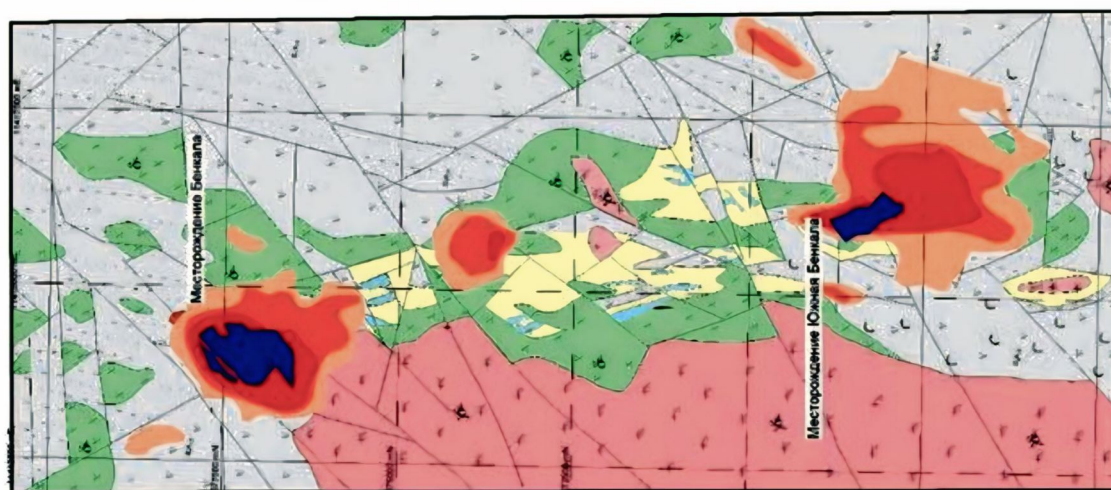


Рисунок 4 – Геологическая карта Бенкалинского рудного поля (составлена с использованием материалов Гачкевича И.В., Костерова Е.И. и др. (1979 г.)

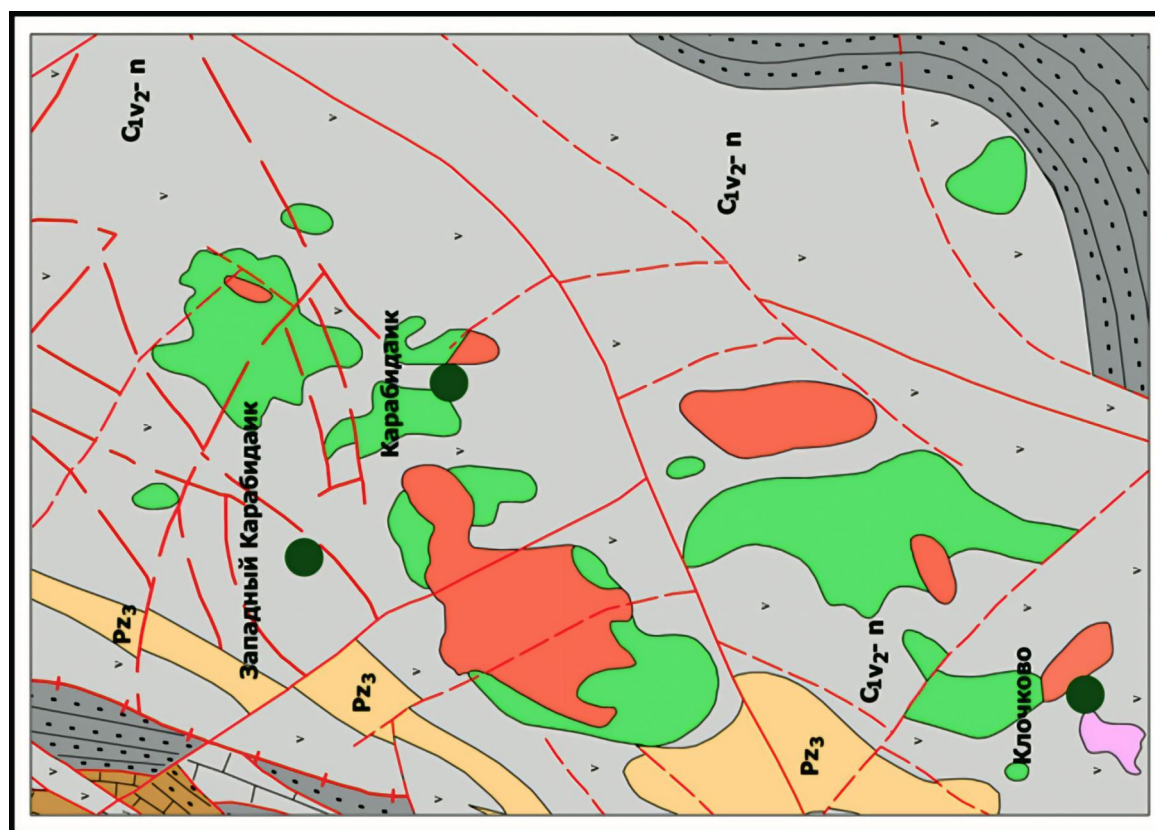


Рисунок 5 – Геологическая карта района работ

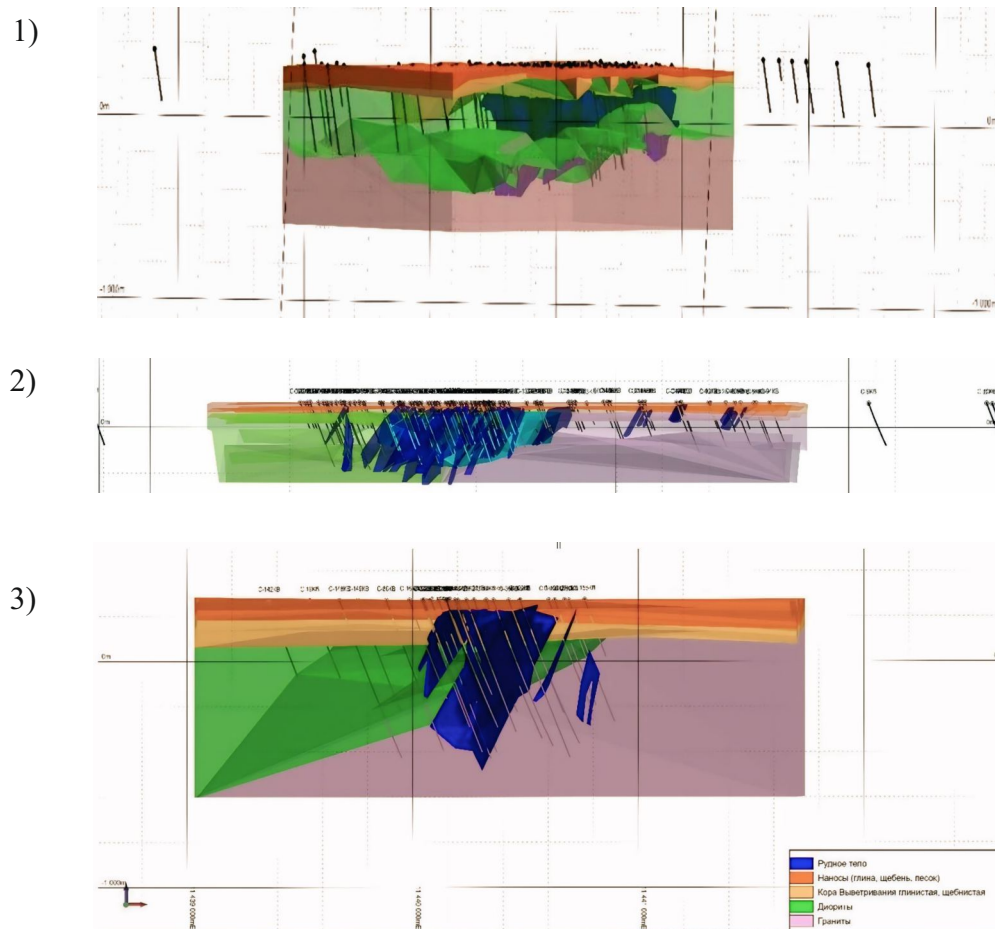


Рисунок 6 – Геологические модели по месторождениям Адайкольской площади:
1) Клочковское, 2) Западный Карабидаик, 3) Карабидаик

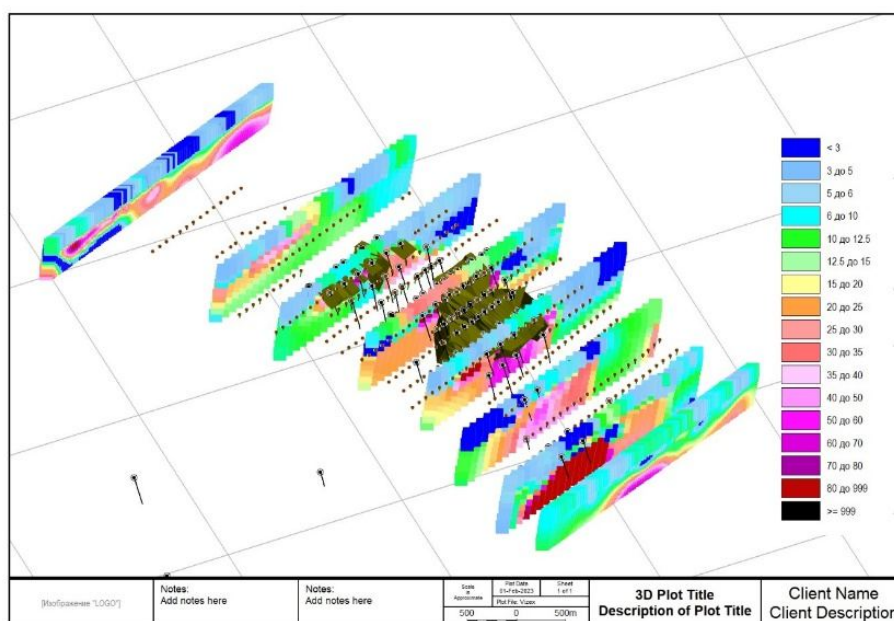


Рисунок 7 – Клочковское месторождение, установленное медное оруденение (темно-зеленое) на фоне ВП аномалии

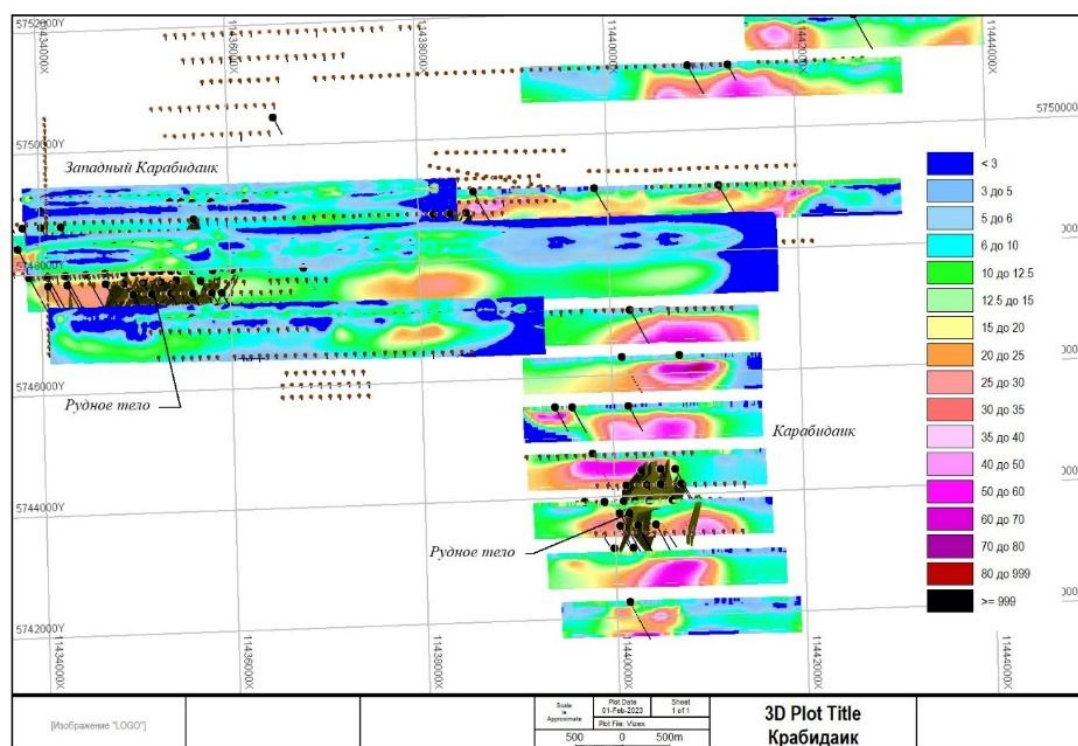


Рисунок 8 – Месторождение Крабидаик и Западный Крабидаик на фоне ВП-аномалии

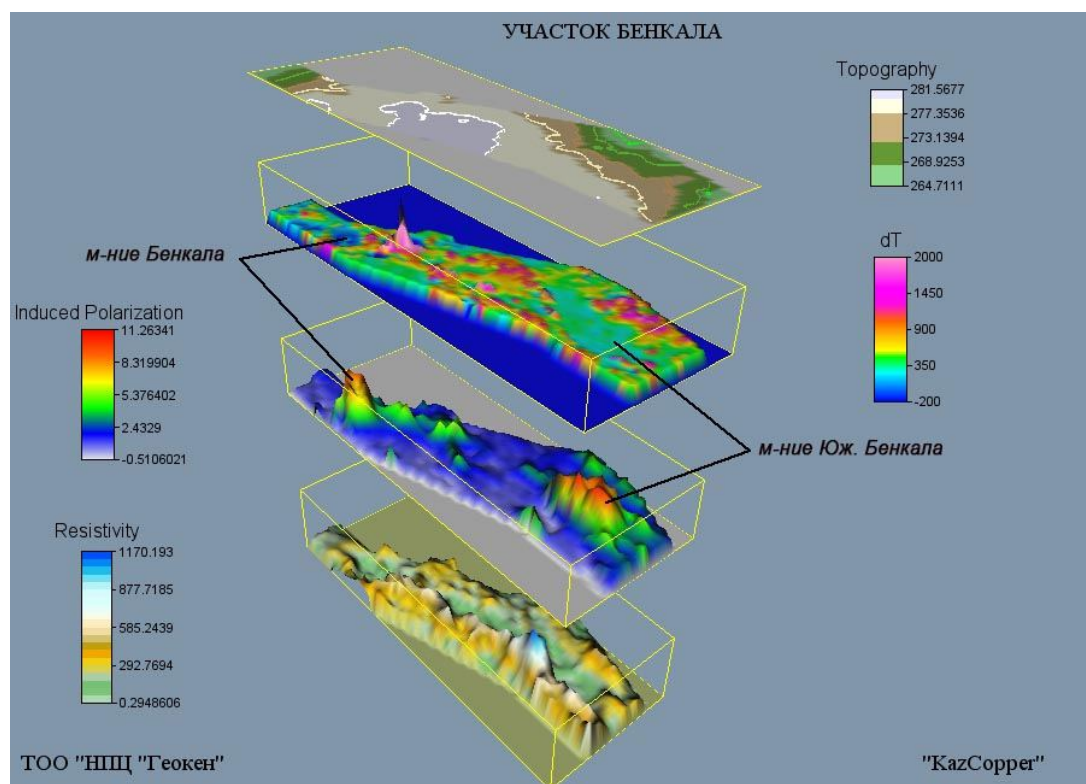


Рисунок 9 – Бенкалинское рудное поле на фоне геофизических аномалий ВП, сопротивления и магнитных аномалий

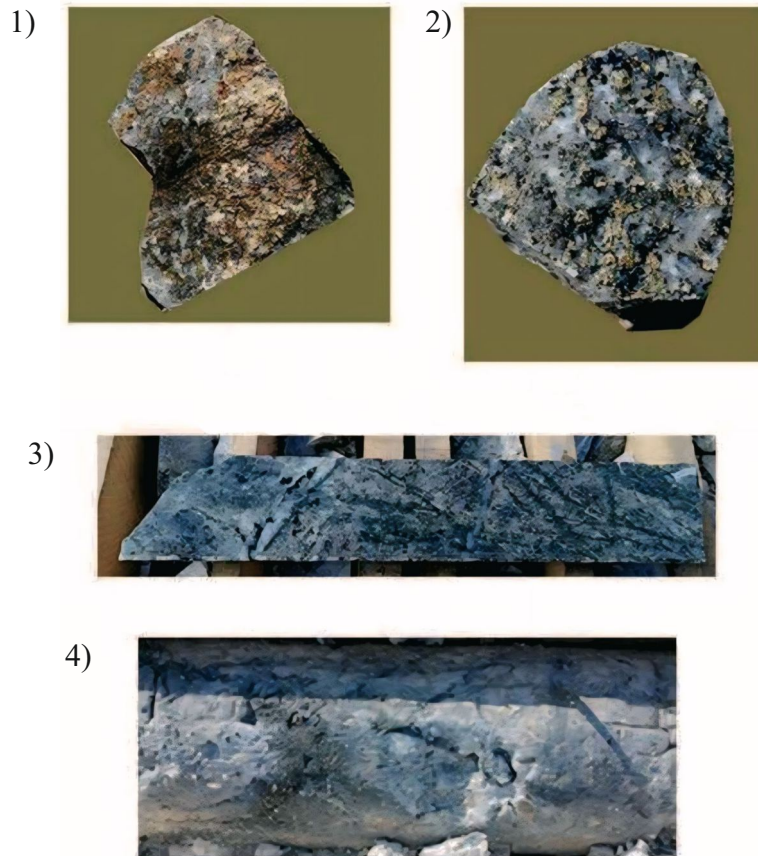


Рисунок 10 – Разновидности медных руд месторождения Клочковское

1 – борнит-халькопирит-пиритовые руды в кварц-серицитовых метасоматитах; 2 – халькопирит-пиритовые руды в кварц-серицитовых метасоматитах; 3 – ранние хлоритовые прожилки (темные) и поздние прожилки кварц-кальцита (светлые) с халькопиритом в хлорит-кварц-серицитовых метасоматитах; 4 – халькозиновые руды в каолин-монтмориллонитовых глинистых образованиях

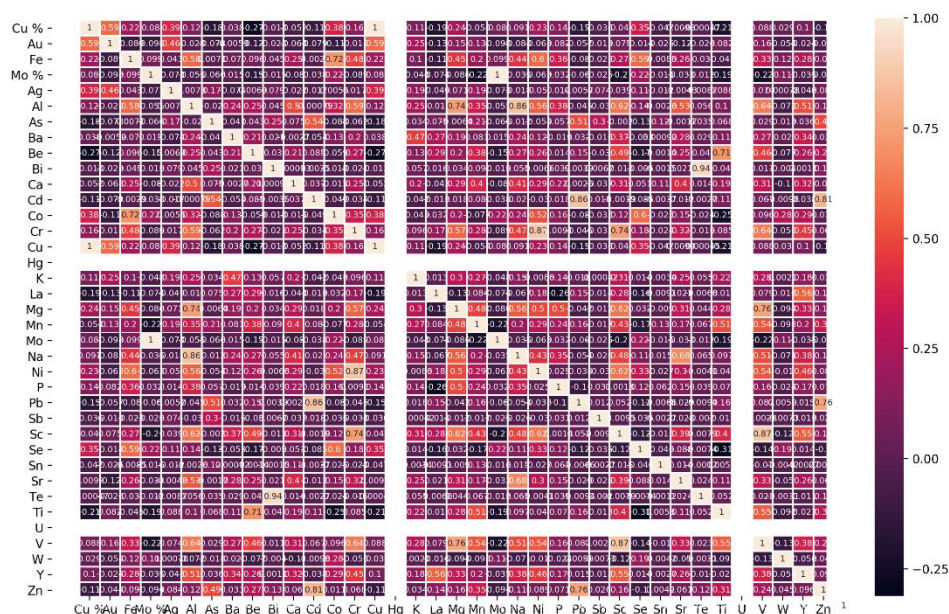


Рисунок 11 – Тепловая карта (значения корреляции отображаются помимо цифр также цветом) корреляции химических элементов на месторождении Клочковское (Обработка данных проведена Джафаровой С.Ф.)

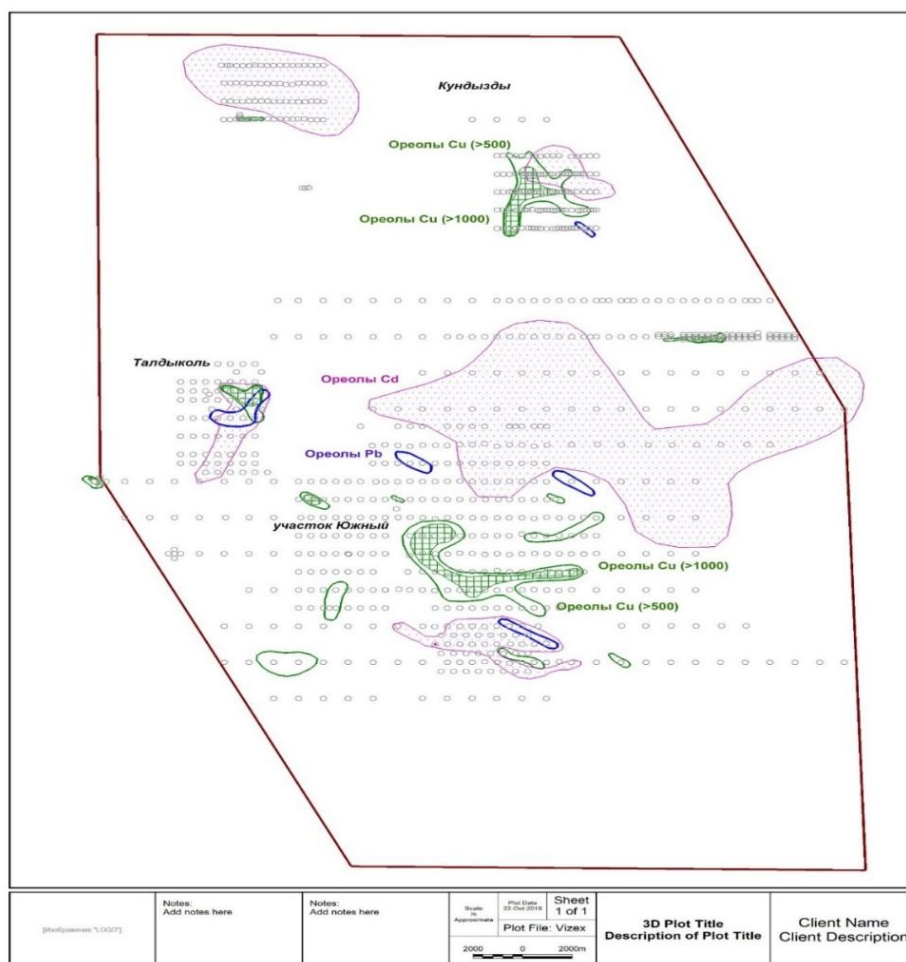


Рисунок 12 – Обработка геохимии выветрелых пород Кундыздинской площади. Как видно выделяются три площади геохимической аномалии меди 0,05% и более и 0,1% и более (штрихованные поля). В периферийной части медных ореолов развиваются ореолы кадмия и свинца

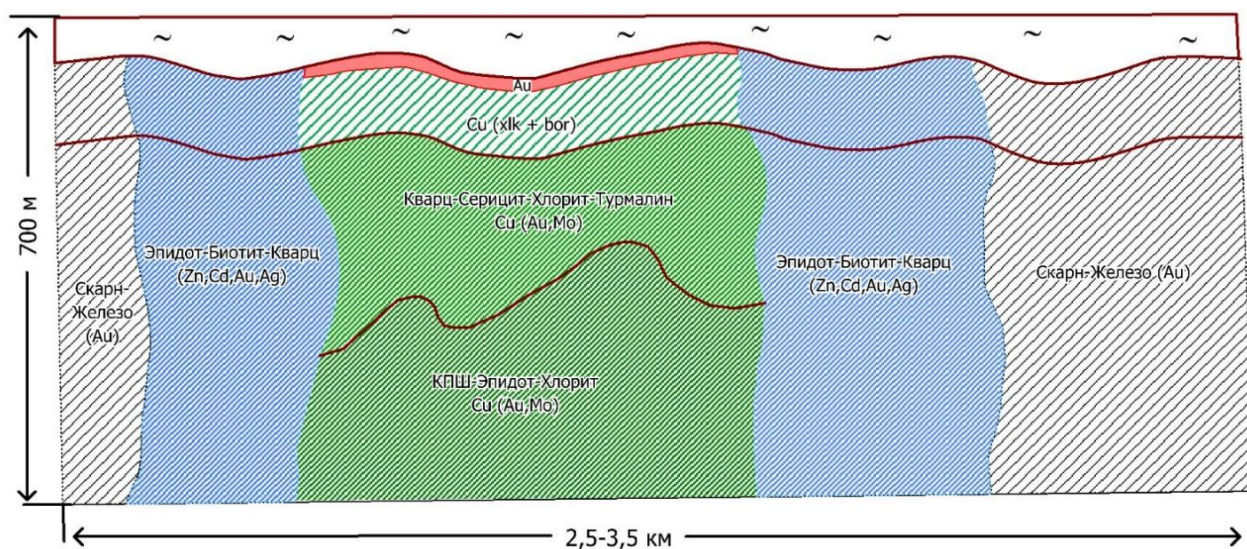


Рисунок 13 – Метасоматическая и биохимическая зональность медно-порфировых месторождений Валерьяновской зоны



Рисунок 14 – Опытный карьер месторождения Бенкала
Видны зоны истощения и вторичного сульфидного обогащения (халькозиновые руды).
На рисунке указаны абсолютные высотные отметки. В верхней части халькозиновых руд
отмечаются примазки малахита и хризоколлы

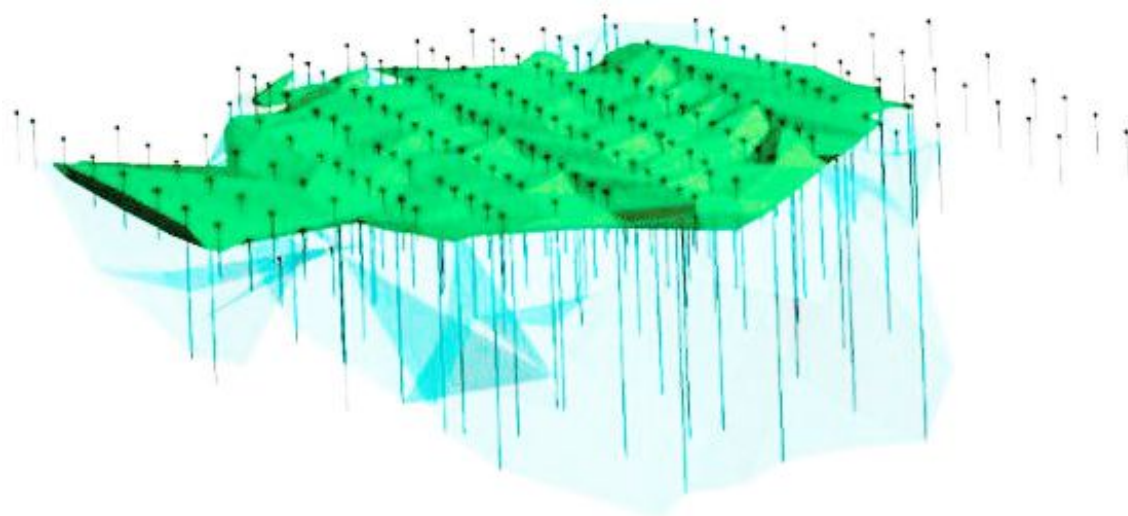


Рисунок 15 – Месторождение Бенкала
Вторичные руды – зеленый цвет, сульфидные руды – голубой цвет

образований в пределах данного месторождения не оценены, по мнению автора, могут составить около 1,5–2,0 т. В зоне выщелачивания медь практически не отмечается в силу ее высокой подвижности (рис. 14). Золото менее подвижно и накапливается в надзоне вторичного обогащения.

Зона вторичного обогащения представлена главным образом каолинит-иллитовыми

образованиями, включающими кварц, хлорит, зерна рутила, обломки выветрелых гранодиоритов и по массе – халькозин и зерна пирита. Глубины зоны вторичного обогащения вдоль разломов достигают до 150–240 м на месторождении Бенкала. Также вторичные руды образуют так называемый халькозиновый бланк, выходя за пределы первичных сульфидных руд (рис. 15).

Содержание меди в халькозиновых рудах достигает 2,5%, в среднем оставаясь на уровне 0,35–0,55%. В халькозиновых рудах содержание меди, в среднем на 20% выше, чем в сульфидных рудах, что может использоваться при прогнозировании.

Сульфидные руды состоят в основном из пирита и халькопирита прожилково-вкрапленного типа. Реже встречаются борнит, халькозин, молибденит. Халькопирит встречается

больше всего в хлоритовых прожилках, развитым по трещинам.

Отмечаются поздние кварц-кальцитовые прожилки, содержащие изредка халькопирит. Сульфидные руды изучены до глубины 700 м. Судя по данным скважин, мощность рудного тела и содержание меди в сульфидных рудах с глубиной увеличиваются. Среднее содержание меди в сульфидных рудах в целом, составляет 0,25–0,45%.

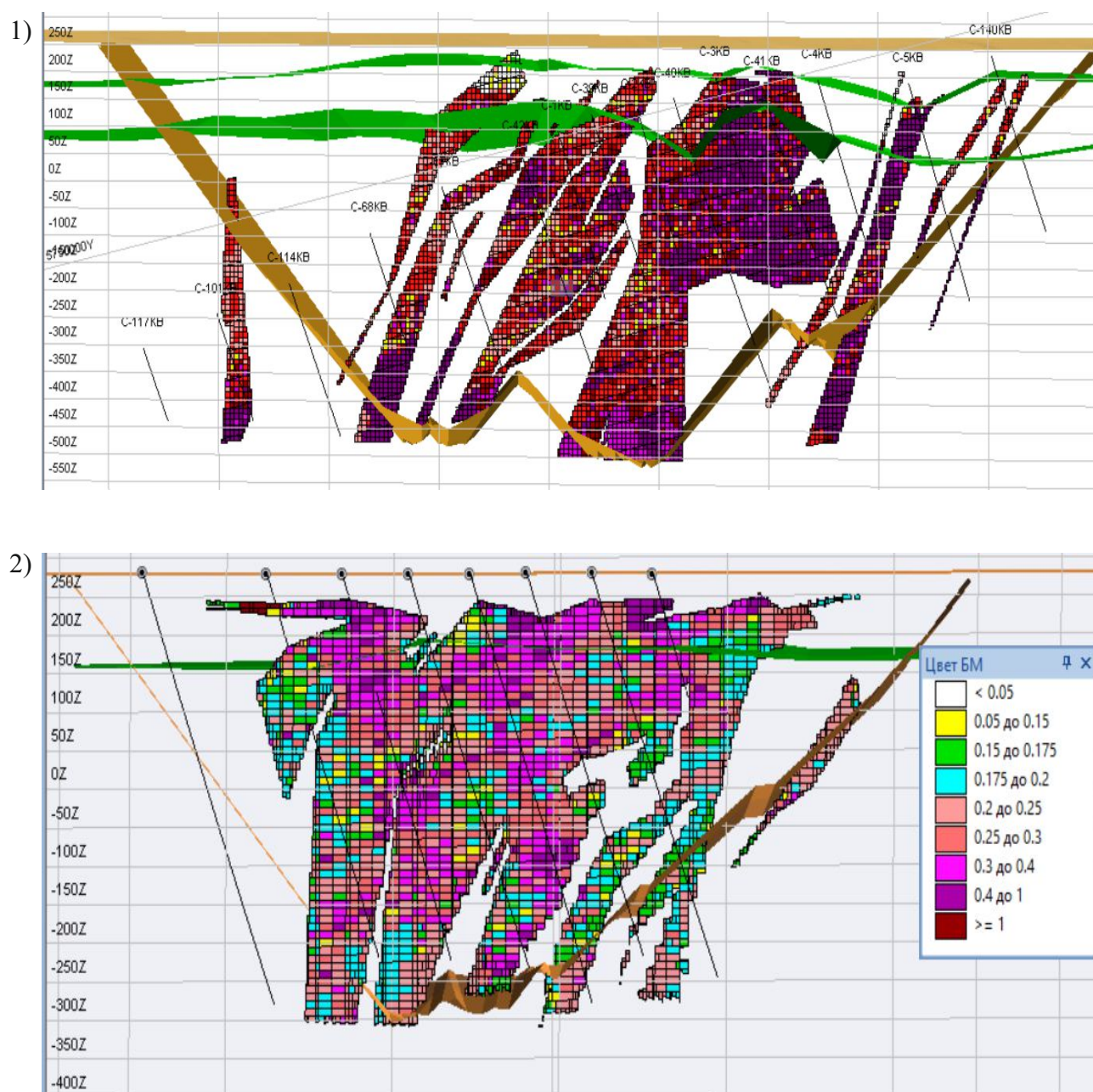
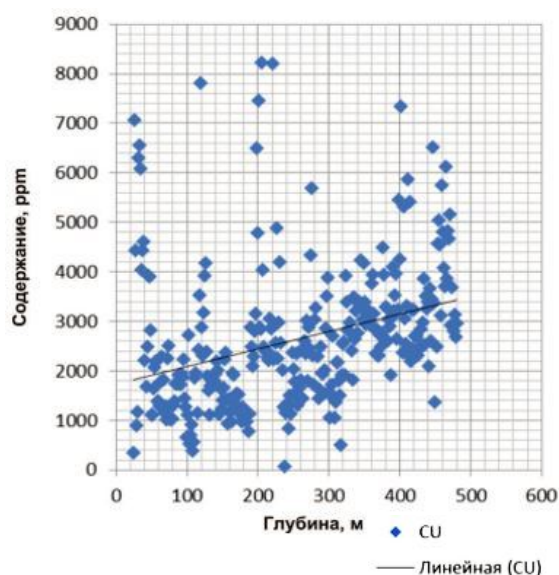


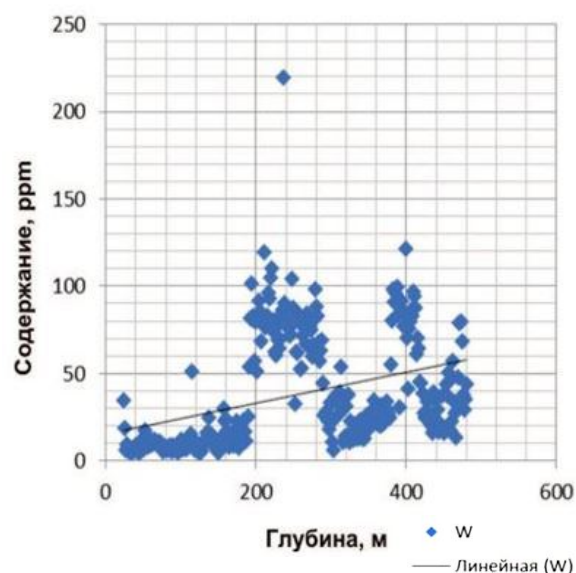
Рисунок 16 – Вторичные руды месторождений Западный Карабидаяк (1) и Ключковское (2) (выделены сверху)

По Ключковскому месторождению изучено распределение меди на глубину на примере скважины С-12. Аппроксимированное линейное распределение содержания меди по скважине С-12 указывает на увеличение содержания с глубиной (рис. 17).

Также увеличивается содержание вольфрама с глубиной, что в какой-то мере указывает на низкий эрозионный срез месторождения (рис. 17). Однако увеличение содержания меди с глубиной не характерно для всего месторождения.



Зависимость содержания меди



Зависимость содержания вольфрама

Рисунок 17 – Месторождение Ключковское.

Зависимость содержания меди / вольфрама от глубины по скважине С-12.

Аппроксимированное линейное распределение указывает на увеличение содержания с глубиной

Ресурсы месторождений (табл. 1-2, рис. 18).

Таблица 1 – Суммарные разведанные ресурсы месторождений Адайкольской площади (бортовое содержание в единичном блоке 0,15%).
Оценка специалистов «Caravan Resources»

Месторождение	Категория	Тоннаж (т)	Cu, %	Au, г/т	Cu усл. %	Cu, т	Au, кг	Cu усл. т
Ключковское	Indicated	420 698 723	0,251	0,051	0,278	1 054 608	21 540	1 169 290
ВСЕГО		420 698 723	0,251	0,051	0,278	1 054 608	21 540	1 169 290
Ключковское	Inferred	49 387 725	0,214	0,037	0,242	105 798	1 803	119 291
Западный Карабиданк		469 302 795	0,264	0,194	0,396	1 238 959	91 045	1 858 439
Карабиданк		174 111 469	0,235	0,029	0,255	409 545	5 119	444 280
ВСЕГО		692 801 989	0,253	0,141	0,35	1 754 302	97 967	2 422 010
Ключковское	Indicated + Inferred	470 086 448	0,247	0,05	0,274	1 160 408	23 316	1 288 601
Западный Карабиданк		469 302 795	0,264	0,194	0,396	1 238 959	91 045	1 858 439
Карабиданк		174 111 469	0,235	0,029	0,255	409 545	5 119	444 280
ВСЕГО		1 113 500 712	252	0,107	0,323	2 808 912	119 480	3 591 320

Таблица 2 – Суммарные ресурсы в пределах оптимизированных карьеров месторождений Ключковское, Западный Карабидаик и Карабидаик, метод флотации, цена меди в концентрате 7650 \$/т

Оптимизированный карьер	Вес добытой руды, т	Вес отработанной вскрыши, т	Содержание Cu усл.		Cu усл. в недрах, т	Cu усл. в добытой руде, т	Коэффициент вскрыши	
			в руде в недрах, %	в добытой руде, %			т/т	м ³ /т
Ключковское	384 947 305	667 310 735	0,29	0,28	1 110 425	1 066 304	1,73	0,66
Западный Карабидаик	356 605 874	1 888 886 184	0,43	0,41	1 525 147	1 462 084	5,3	2,03
Карабидаик	132 997 511	400 893 649	0,26	0,25	346 348	332 494	3,01	1,15
ВСЕГО	874 550 690	2 957 090 568	0,34	0,33	2 981 920	2 860 882	3,38	1,29

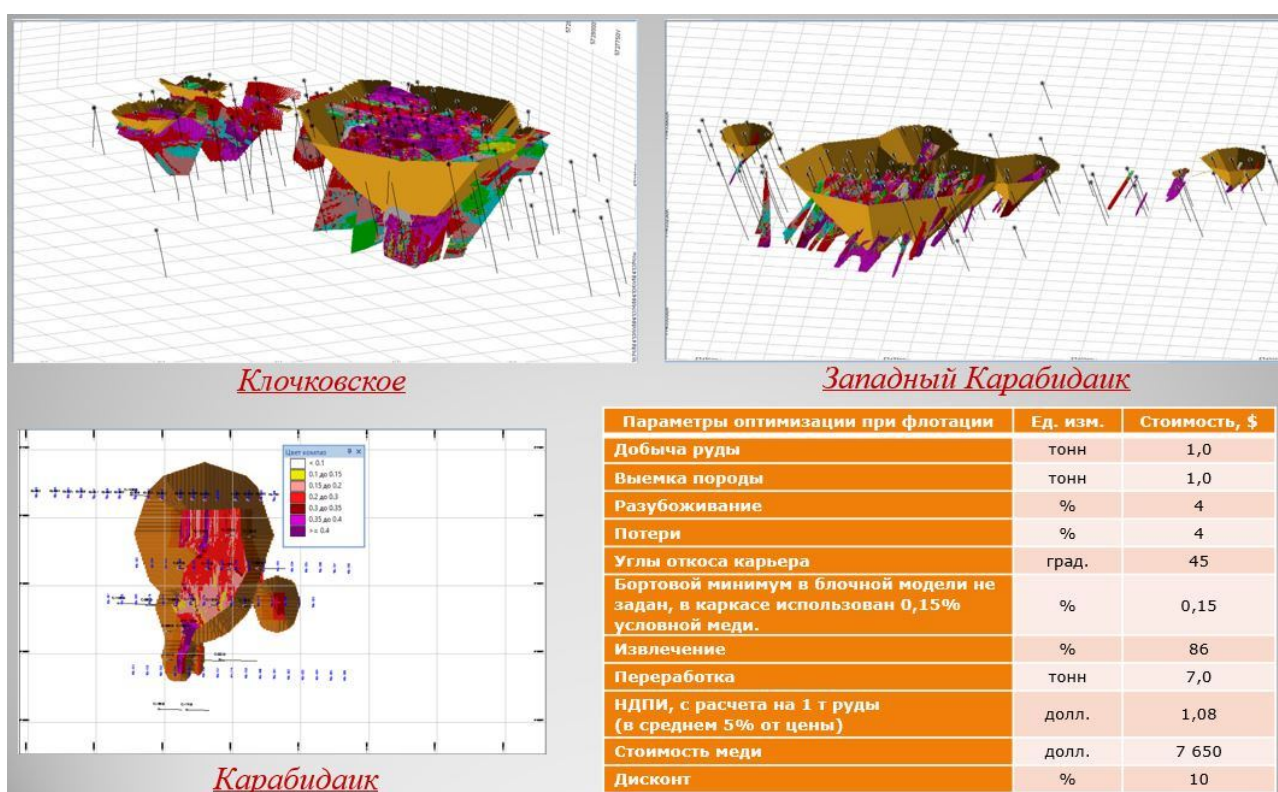


Рисунок 18 – Карьеры оптимизации

Для перевода ресурсов категории Inferred в категорию Indicated по месторождениям необходимо в общей сложности пробурить порядка 30-40 тыс. пог. м колонкового бурения.

Также рассмотрена отработка месторождений Ключковское и Карабидаик методом кучного выщелачивания, по гидрометаллургическому сценарию.

Отобранная крупная технологическая проба по месторождению Ключковское изу-

чалась в Чили, в результате чего были получены результаты хлорно-кислотным методом. Предварительное извлечение составило около 65%, причем выщелачиваются все руды – как вторичные, так и сульфидные.

Выводы:

1. Медно-порфировые руды формируются в условиях островодужного вулканизма девон-карбонного возраста на стыке Казахской океанической плиты с Восточно-Европейской континентальной плитой.

2. Медные руды приурочены к кварцевым диоритам и гранодиоритам вмещающие вулканиты. Калишпатовые гранодиориты син- и пострудные, как правило несут слабую минерализацию.

3. Медные руды сопровождаются кварц-серицитовыми, кварц-турмалиновыми и на глубоких горизонтах – калишпат-кварц-турмалиновыми гидротермально-метасоматическими изменениями. Отмечается окварцевание во внутренних зонах кварц-серицитовых изменений.

4. Отмечается зональность метасоматитов по латерали: когда на самом месторождении развиты изменения березитового (кварц-серицит, кварц-турмалин) и калишпатового типов, то на периферии медной минерализации отмечаются эпидот-кварцевые с пиритом пропилиты, эпидот-биотитовые роговики, переходящие в скарноиды с пиритом. Этим породам

свойственны некоторые накопления золота, цинка, серебра в локальных участках скарнов отмечается ожелезнение (гематит-магнетитовые руды).

5. Медные руды коррелируются с положительными аномалиями ВП и отрицательными магнитными аномалиями.

6. Минерализация меди приурочена к ранним хлоритовым прожилкам, поздним кварц-кальцитовым прожилкам и окварцованным участкам.

7. Пост мезозойский эрозионный срез месторождений незначителен, затрагивает лишь зоны истощений.

8. Потенциал ресурсов меди Валерьяновской зоны сопоставим с ресурсами меди Северного Прибалхашья. Месторождения данной структуры после доразведки могут составить основу для развития крупного горнорудного производства меди в Западном Казахстане.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ковалев А.А. Мобилизм и поисковые геологические критерии. 2-е изд. – М.: Недра, 1985. – 223 с.
- 2 Колесников В.В., Жуков Н.М., Солодилова В.В., Филимонова Л.Е. и др. Медно-порфировые месторождения. Балхашский сегмент. – Алма-Ата: Наука Каз ССР, 1986. – 200 с.
- 3 Геология СССР. Т. XII. Кн. 1. – М: Недра, 1969. – 721 с.

Ф.Н. ДЖАФАРОВ

Алматы қ., Қазақстан Республикасы

ВАЛЕРЬЯНОВ АЙМАҒЫНЫҢ МЫС-ПОРФИР КЕН ОРЫНДАРЫ

Қазақстанның Валерьянов аймағындағы мысты-порфирлік кен орындарының геологиялық ерекшеліктері қаралды, олардың жиынтық ресурстары шамамен 5,0 млн тонна мыс деп бағаланады. Қарастырылып отырған құрылымның мыс кені минералдануын іздеудің негізгі критерийлері әзірленді. Мысты-порфирлік кендері аралдоғалық вулканизм жағдайында қалыптасатыны, кварц диориттері мен гранодиориттеріне және олардың байланыс маңындағы бөлігіне, кварц-серицит, кварц-турмалин, кварц-калишпат метасоматиттеріне орайластырылғаны көрсетілген. Метасоматиттердің белдемділігі байқалады, мыс кендері шетінде құрамында алтын, мырыш, кадмий, күміс мөлшері жоғары бар пропилиттер, мүйізтастары және шортастары дамиды. Мақалада мыс кендерінің қайталама тік белдемділігі бойынша егжей-тегжейлі деректер келтіріледі және кен орындарының төмен эрозиялық қимасы көрсетіледі.

Түйінді сөздер: мысты-порфирлік кендері, гранодиориттер, вулканогенді-шөкпе қабаттар, кенді алаңы, мүжілу қыртысы, пирит, халькопирит.

F.N. JAFAROV

Almaty, the Republic of Kazakhstan

COPPER PORPHYRY DEPOSITS OF VALERIANOV ZONE

There have been considerable geological features of the copper porphyry deposits of Valerianov zone of Kazakhstan, the total resources of which are estimated at about 5.0 million tonnes of copper. The basic criteria of searching for copper-ore mineralisation of the considered structure are developed. It is shown that copper porphyry ores are formed in

conditions of island-arc volcanism, confined to quartz diorites and granodiorites and their near-contact part, to quartz-sericite, quartz-tourmaline, quartz-kalifeldspar metasomatites. Metasomatite zonation is noted, propylites, hornblendes and skarns with increased content of gold, zinc, cadmium, silver are developed in the frontier areas of copper ores. This article provides detailed data on the secondary vertical zonation of copper ores, low erosional cut of the deposits is also indicated.

Key words: copper porphyry ores, granodiorites, volcanogenic-sedimentary strata, ore field, weathering crust, pyrite, chalcopyrite.

УДК 553.441'3/9
МРНТИ 38.49.17

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЧЕДАННЫХ И КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЛОК-ГАРАБАГСКОЙ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЙ ЗОНЫ МАЛОГО КАВКАЗА



Г.С. ГУСЕЙНОВ¹,
¹канд. геол. мин. наук,
доцент,



И.А. МАМЕДОВ²,
²канд. геол. мин. наук,
доцент,



Ш.А. АБАСОВА³,
³научный сотрудник,

¹⁻³ *Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
¹⁻³ г. Баку, Азербайджанская Республика*

В статье излагаются результаты работ по изучению вопроса сравнительной характеристики месторождений колчеданных формаций Лок-Гарабагской структурно-формационной зоны Малого Кавказа. Сравнительным анализом установлено, что месторождения структурно-формационной зоны обладают рядом сходных и различающих черт. Общие черты имеют рудоконтролирующие структурные факторы, морфологические особенности руд и условия залегания последних, петрохимического состава вулканитов, минерального состава и текстурно-структурных особенностей как полиметаллических, так и медно-колчеданных месторождений, характер окколорудных изменений. Наиболее существенные различия сводятся к следующему: мощность стратифицированной части комплекса.

Юрская структурно-формационная зона приурочена к вулканогенной формации байоского (месторождения Гедабек, Гызылбулаг, Гоша), а верхнемеловая, связана с турон-коньякским вулканизмом (Дагкесаман, Маднеули).

Гедабекское месторождение приурочено к брахиантиклинальной складке, развивающейся на тесте вулканической постройки центрального типа, Гызылбулагское приурочено к вулcano-купольной структуре, Гошинское месторождение к узлу сопряжения двух разнонаправленных разрывных нарушений различного возраста заложения.

Маднеульское месторождение объединяет вулканогенную толщу нижнего сенона, а Дагкесаманское месторождение локализовалось в верхнетурон-нижнеконьякских рудовмещающих породах.

Ключевые слова: колчеданная формация, структурно-формационная зона, вулканизм базальт-андезит-дацит риолитового состава, структурно-морфологический тип месторождений.

Изучены сравнительные характеристики колчеданных (Гедабек, Гызылбулаг, Гоша) и колчеданно-полиметаллических (Дагкесаман) месторождений, расположенных в пределах данной структурно-формационной зоны.

Формирование колчеданных месторождений в ходе развития земной коры от древнейших эпох к более молодым металлогеническим эпохам отражает выявленные общие закономерности эндогенного рудообразования. В частности, направленность и необходимости эволюции колчеданного рудообразования, неразрывно связаны с эволюцией вулканизма рудовмещающих толщ [1].

К колчеданным месторождениям Лок-Гарабагской структурно-формационной зоны Малого-Кавказа относятся: Кедабекское, Кызылбулагское, Гошинское.

Следует подчеркнуть, что месторождения данного региона располагаются в пределах вулканотектонических поднятий, таких как Шамкирское, Агдамское, Гейгельское, представляющих собой области длительного тектономагматического развития. В этих структурах месторождения тяготеют к вулканокупольным поднятиям.

Известны также месторождения, сформированные позднее. Так, с небольшим запаздыванием происходило формирование Дагкесаманского колчеданно-полиметаллического месторождения в Азербайджане и Маднеульского медно-барит-полиметаллического в Грузии, локализованного в позднемеловых кислых вулканитах [2].

Сравнительными анализами установлено, что выше отмеченные месторождения обладают рядом сходных и различающихся черт.

Как известно [3], месторождения колчеданной формации Малого Кавказа относятся к островным дугам, развивающимся на океанической, континентальной коре. К этому типу приурочены многочисленные колчеданные месторождения структурно-формационной зоны (Гедабек, Гызылбулаг, Гоша).

Отличительная черта Малого Кавказа – гомодромный характер развития магматизма и металлогении. Вследствие этого на ранних и поздних этапах эволюции в регионе преобладал вулканизм базальт-андезит-дацит риолитового состава, приведший к формированию месторождений медно и серно-колчеданного составов. На поздних этапах (верхний мел) вулканизм имел тот же последовательно-дифференцированный от базальт-андезито-базальтов до риодацитов, месторождения представлены, в основном, полиметаллическими и барит-полиметаллическими залежами.

Рассматриваемая нами, Лок-Гарабагская структурно-формационная зона Малого Кавказа, развивающаяся в течение юры и мела, представляет собой сложно построенную вулканогенную островную дугу, заложенную на мощной гетерогенной континентальной коре [4].

В структурно-формационной зоне выделяются две группы колчеданных месторождений: юрская, приуроченная к вулканогенной формации байосского (Гедабек, Гызылбулаг, Гоша); верхнемеловая, связанная с турон-коньякским вулканизмом (месторождения Дагкесаман в Азербайджане и Маднеули – в Грузии). Эти две группы месторождений во многом схожи между собой и тесно ассоциируют в пространстве с субвулканическими и экструзивными образованиями дацит-риолитового состава.

Колчеданные месторождения данного региона, возникли при гидротермальных процессах в позднем байосе, когда внедрились субвулканические кислые риолиты. Формирование этих месторождений связано с постмагматической деятельностью глубинных магматических очагов, дающих породы базальт-андезит-дацит-риолитовой формации.

Известны также месторождения, образовавшиеся позднее. Так, через некоторое время происходило формирование колчеданно-полиметаллических месторождений Дагкесаман в Азербайджане и Маднеули

в Грузии, локализованных в позднемеловых кислых вулканитах [2].

Изложенные материалы позволяют сопоставить, сравнить и анализировать колчеданные (Гедабекское, Гызылбулагское, Гошинское) и колчеданно-полиметаллические (Дагкесаманское в Азербайджане, Маднеульское в Грузии) месторождения Лок-Гарабагской структурно-формационной зоны.

Сравнительный анализ показал, что разновозрастные месторождения структурно-формационной зоны обладают рядом сходных и различающихся черт.

Больше общих черт имеют рудоконтролирующие структурные факторы, определяющие пространственное положение колчеданных месторождений, а также морфологические особенности руд и условия залегания последних.

К первому, наиболее распространенному, типу относятся месторождения пластообразной, линзообразной, штокообразной и лентообразной формы, согласные с напластованием тела, представляющие результат гидротермально-осадочного рудоотложения и сопряженные с гидротермально-метасоматическими прожилково-вкрапленными рудами лежащего бока (Гедабек).

Второй структурно-морфологический тип месторождений представляют комбинированные залежи, имеющие форму Т-образных и близких к ним тел (типа биклинали). Субсогласные части таких тел, контролируемые депрессионными структурами, принадлежат к производным гидротермально-осадочного процесса, а крутые апофизы со стороны лежащего бока обладают всеми признаками гидротермально-метасоматического рудоотложения в подводных каналах (Гызылбулаг).

Третий структурно-морфологический тип колчеданных месторождений представлен крутопадающими штокверкообразными телами, жилами, жильными и минерализованными зонами в секущих разрывных нарушениях и оперяющих их трещинах (Гоша, Дагкесаман). Рудные тела контролируются крупными разрывными нарушениями различных направлений и участками их пересечений.

К четвертому структурно-морфоло-

гическому типу относятся месторождения комбинированной формы, в которых почти согласно лежащие с контактами рудовмещающих пород рудные тела пластообразной, линзообразной и лентообразной формы, приуроченные к зонам межформационного и внутриформационного отслаивания и расщепления, пространственно сопрягаются с расположенными в более низких горизонтах жиллообразными залежами и прожилково-вкрапленными рудами. Эти руды локализируются в зонах разрывных нарушений и оперяющих их трещин.

Из приведенного краткого обзора структур колчеданных месторождений видно, что рудоконтролирующие факторы оказываются близкими во всех разновозрастных колчеданосных тектономагматических комплексах. Различия в структурной обстановке определяются не столько возрастом тектономагматического комплекса, сколько особенностями геологического строения, истории развития отдельных частей Лок-Гарабагской структурно-формационной зоны, что, в свою очередь, определяется строением земной коры в этих участках и изменениями тектонического режима в процессе их приуроченности к вулканическим постройкам (к жерловым и склоновым частям локальных вулкано-структур).

Также к числу общих черт относится следующее:

- зависимость компонентного состава руд от зон источника рудного вещества;
- петрохимические особенности вулканоплутонических комплексов;
- близкие физико-химические или, вернее, термодинамические условия;
- преобладание штокверковых и жильных зон над скоплениями массивных руд;
- сходство петрохимического состава вулканитов, выполняющих верхние части разрезов депрессий андезито-базальтового комплекса;
- сходство минерального состава и тектурно-структурных особенностей как барит-полиметаллических, так и медно-колчеданных месторождений;
- характер околорудных изменений.

Смена знаков движений в различных частях Лок-Гарабагской структурно-форма-

ционной зоны, была неодновременной, а интенсивность движений, также как морфологический характер и глубины заложения тех разломов в складчато-глыбовом фундаменте, по которым происходила разрядка тектонических движений и продвижение магматических расплавов в верхних горизонтах литосферы, в разных районах были неодинаковыми. Это обуславливало различия в объеме и строении тектономагматического комплекса.

Наиболее существенные из этих различий сводятся к следующему.

- мощность стратифицированной части комплекса и особенно дифференцированной нижней вулканогенной серии (средняя юра) является значительно большей в центральном и юго-восточном отрезках Лок-Гарабагской зоны по сравнению с ее северо-западными районами, что демонстрирует различные амплитуды прогибания в разных частях зоны.

- состав вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ, особенно той же нижней вулканогенной серии, наиболее интересной с практической точки зрения, испытывает значительные изменения в различных рудных районах. Состав низов нижней вулканогенной серии в Гошинском рудном поле в стратифицированной части комплекса, осадочные и туфогенно-осадочные пачки имеют меньше удельное значение по сравнению с другими рудными районами. Наряду с этим, состав низов нижней вулканогенной серии в Алавердском районе является относительно кислым по сравнению с Гошинским рудным полем. В нижней вулканогенной серии большинства месторождений (Гедабек, Гызылбулаг) верхнебайосская вулканогенная толща, венчающая разрез этой серии, значительную роль играют среднекислые и кислые эффузивы и их пирокластические аналоги.

- верхнемеловой тектономагматический комплекс Маднеульского и Дагкесаман-

ского месторождений объединяет вулканогенную толщу нижнего сенона, накапливающихся в эпоху интенсивного прогибания зон. В Дагкесаманском месторождении в стратифицированной части комплекса лавово-пирокластические фации средне-основного и среднего состава имеют большее удельное значение по сравнению с Маднеульским месторождением.

Формирование колчедановых тектономагматических комплексов в пределах Лок-Гарабагской структурно-формационной зоны сопровождалось интенсивными проявлениями метаморфизма и метасоматоза, связанными с циркуляцией гидротермальных растворов. Анализ имеющегося материала достаточно отчетливо показывает, что развитие метаморфических и метасоматических процессов, как и процессов рудоотложения, находится в причинной зависимости от конкретных условий формирования тектономагматических комплексов и, следовательно, от их строения.

Начальные стадии этих процессов выразились в аутометасоматических преобразованиях основной массы и вкрапленников в вулканогенных породах средне-основного и среднего состава и близких к ним по составу туфогенно-осадочных образованиях. В них развивалась, главным образом, среднетемпературная, кварц-пирит-хлорит-эпидотовая гидротермальная ассоциация, отвечающая среднетемпературной фации (месторождения Гоша, Дагкесаман). В кислых вулканогенных породах, включая и субвулканические образования аналогичного состава, пропилитизация проявилась слабо или вообще отсутствует.

Гидротермальный метасоматоз во всех его фациях (вторичные кварциты, кварц-серицитовые и кварц-серицит-каолиновые метасоматиты и пр.) проявлен почти во всех рассматриваемых месторождениях, но с различной степенью интенсивности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бородаевская М.Б., Кривцев А.И., Ширай Е.П. Особенности раннегеосинклинального вулканизма и оруденения в колчеданных провинциях различных типов // Геология рудных месторождений. – 1976. – №1. – С. 56–63.
- 2 Гугушвили В.И., Апхазова М.А., Багдасарян Г.П. Условия формирования колчеданно-

полиметаллических месторождений Юго-Восточной части Грузии // Сов. Геология. – 1984. – №11. – С. 48–56.

3 Алиев В.И. Некоторые вопросы генезиса колчеданных месторождений Малого Кавказа // Труды Азербайджанского отделения Всесоюзного минералогического общества. – 1981. – Вып. 6. – С. 61–68.

4 Азизбеков Ш.А. Условия образования вулканогенных месторождений Малого Кавказа / В. кн. Геология СССР, Азербайджанская ССР. – Т. XLVII. – М.: Недра. – 1972. – С. 441–503.

Г.С. ГУСЕЙНОВ¹, И.А. МАМЕДОВ², Ш.А. АБАСОВА³

¹⁻³Баку қ., Әзірбайжан Республикасы

КІШІ КАВКАЗДЫҢ ЛОК-ҒАРАБАҒ ҚҰРЫЛЫМДЫ-ФОРМАЦИЯЛЫҚ АЙМАҒЫНЫҢ КОЛЧЕДАН ЖӘНЕ КОЛЧЕДАН-ПОЛИМЕТАЛЛ КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ СИПАТТАМАСЫ

Мақалада Кіші Кавказдың Лок-Ғарабағ құрылымды-формациялық аймағының колчедан формациялары кен орындарының салыстырмалы сипаттамасы мәселесін зерделеу жөніндегі жұмыстардың нәтижелері баяндалады. Салыстырмалы талдаумен құрылымды-формациялық аймағы кен орындарының бірқатар ұқсас және айырмашылық сызықтарға ие екені анықталды, Кен бақылайтын құрылымдық факторлар, кендердің морфологиялық ерекшеліктері және соңғыларының орналасу жағдайлары, вулканиттердің петрохимиялық құрамы, минералдық құрамы және полиметалдық, сондай-ақ мысты-колчедандық текстуралық-құрылымдық ерекшеліктері жалпы сипатқа ие кен орындары, кен маңындағы өзгерістердің сипаты. Неғұрлым елеулі айырмашылықтар мыналарға келіп тіреледі: кешеннің стратификациялық бөлігінің қуаты.

Юра құрылымдық-формациялық аймағы Байо вулканогенді формациясына орайластырылған (Гедабек, Гызылбұлақ, Гоша кен орындары), ал жоғарғы бор аймағы турон-коньяк вулканизміне (Дагкесаман, Маднеули) байланысты.

Гедабек кен орны орталық типтегі жанартау құрылысының сынасында дамитын брахиантклиналды қыртысқа, Гызылбұлақ кен орны жанартау-күмбез құрылымына, Гоша кен орны әртүрлі отырғызу жасындағы екі түрлі бағыттағы ажырау бұзылыстарының түйініне ұштасады.

Маднеули кен орны төменгі сенонның вулканогенді қабатын біріктіреді, ал Дагкесаман кен орны жоғарғы турон-төменгі коньяк кенсыйыстырушы жыныстарда шоғырланған.

Түйінді сөздер: колчедан формациясы, құрылымдық-формациялық аймақ, базальт-андезит-дацит риолиттік құрамның вулканизмі, кен орындарының құрылымдық-морфологиялық типі.

G.S. GUSEYNOV¹, I.A. MAMEDOV², SH.A. ABASOVA³

¹⁻³City of Baku, The Republic of Azerbaijan

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF PYRITIC AND PYRITE-POLYMETALLIC DEPOSITS OF LOK-GARABAG STRUCTURAL-FORMATION ZONE OF THE LESSER CAUCASUS

This article presents the results of the study of the comparative characteristics of pyritic formation deposits of the Lok-Garabakh structural and formation zone of the Lesser Caucasus. Comparative analysis has established that deposits of the structural and formation zone have a number of similar and distinguishing features. The general features are ore-controlling structural factors, morphological features of ores and conditions for the occurrence of the latter, petrochemical composition of volcanites, mineral composition and texture-structural features of both polymetallic and copper-pyritic deposits, the nature of wallrock alteration. The most significant differences are summarised as follows for the reason: the thickness of the stratified part of the complex.

The Jurassic structural-formation zone is associated with the Bajocian volcanogenic formation (Gedabek, Gyzybulag, Gosha deposits), and the Upper Cretaceous zone is associated with Turonian-Coniacian volcanism (Dagkesaman, Madneuli).

The Gedabek deposit is confined to the brachyanticlinal fold being developed on the body of the volcanic structure of the central type, the Gyzybulag deposit is confined to the volcanic-dome structure, the Goshinsky deposit is confined to the junction of two multidirectional discontinuities of different ages of emplacement.

The Madneuli deposit combines the volcanogenic strata of the Lower Senon, and the Dagkesaman deposit was localized in the Upper Turon-Lower Coniac ore-bearing rocks.

Key words: pyritic formation, structural and formation zone, basalt-andesite-dacite volcanism of rhyolite composition, structural and morphological type of deposits.



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ХРИЗОТИЛОВОЙ И ХРИЗОТИЛЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.Е. ПУНЕНКОВ,

*канд. техн. наук, заведующий кафедрой ГМФ в УГГУ,
главный технолог управления комбината ПАО «Ураласбест»*

*ПАО «Ураласбест, Уральский государственный горный университет,
г. Асбест, г. Екатеринбург, Российская Федерация*

В статье рассматриваются технология производства, проблемы развития хризотиловой и хризотилцементной отраслей в странах СНГ. В статье приводятся сведения о составе и свойствах природных хризотилых волокон, данные по качеству сырьевых материалов цемента и хризотилых волокон, поставляемых на хризотилцементные предприятия, характеристики суспензии с ними, полуфабриката и свойства затвердевших хризотилцементных изделий. Рассмотрены появляющиеся запросы производителей хризотилцементных изделий (шифера, хризотилцементных труб) к горно-обогатительным предприятиям стран СНГ, по качеству поставляемых хризотилых волокон в связи с проявляющимися нарушениями физико-механических свойств шиферной продукции. В статье сделана попытка обобщить совокупные знания двух отраслей о влиянии состава хризотилых смесок, цемента на свойства хризотилцемента и проанализировать, произошли ли какие-либо реальные перемены в качестве поставляемого хризотилового сырья в последние десятилетия.

Ключевые слова: хризотилые волокна, распушка, портландцемент, армирование, пигменты, гидрофобизатор, хризотилцементные изделия, магистральные трещины, высолы, рынок.

Введение

Создание хризотилцементных изделий в конце XIX – начале XX столетий можно назвать важным событием в мировой инженерной практике в связи тем, что они нашли применение в самых разных сферах и отраслях. Эти простые двухкомпонентные материалы имеют длительное время эксплуатации – более 50 лет. Изделия не выделяют и не пропускают токсины и газы, они огнестойки и радиационно безопасны, выдерживают перепады температуры и влажности, не гниют, не ржавеют, функционально надежны и просты в применении. При этом имеют низкую цену по сравнению с другими материалами, в том числе кровельными – металлическими или керамическими. Хризотилцементные изделия надежно адаптированы к климатическим условиям всех регионов мира. Материал и сегодня является востребованным и незаменимым с точки зрения термостойкости и пожаробезопасности.

В России первые хризотилцементные шиферные изделия были изготовлены в виде легкой асбестоцементной кровельной чере-

пицы в 1908 г. в городе Брянске на заводе «Террофазерит» и назывались искусственным шифером, или террофазеритом. Завод выпускал шиферные плитки толщиной 4 мм, размером 30×30 см и 40×40 см. При производстве шифера в смеску входило 19% хризотил-асбеста и 79% портландцемента. Брянский серый шифер начала XX века выдерживал, нагрев до 800°C и 25 циклов попеременного замораживания (до –20°C) и оттаивания, имел прочность на разрыв 10,79 МПа и показатель по ударной вязкости не менее 2 кДж/м², также он обладал огнеупорностью, диэлектрическими и изоляционными свойствами, стойкостью к атмосферным воздействиям и перепадам температуры. Основные химические вещества, входящие в состав брянского шифера террофазерита, – это SiO₂ (16,8%) и CaO (50,3%).

Запуску асбоцементного завода «Террофазерит» в начале прошлого века способствовал открытый в Брянске в 1901 г. завод по производству портландцемента, на котором для получения готового продукта использовали технологию смешивания мела и глины без предварительного высушивания,

с природным содержанием влаги, равным 25-30%. Данный завод являлся поставщиком цемента для шиферного завода «Террофазерит». Так постепенно хризотилцементный кровельный лист (шифер), изготавливаемый небольшими по размеру плитками, начал вытеснять кровельные плоские глинисто-сланцевые плитки, применяемые до того времени в России для облицовки кровли зданий и сооружений. Территориальная близость этих двух заводов, а также их расположение вблизи железнодорожных путей станции Брянск II обеспечивали логистику сбыта продукции и поставки на завод «Террофазерит» уральского хризотил-асбеста [1].

Так в России началось зарождение и развитие асбестоцементной промышленности и уже до 40-ых годов XX века в СССР работали шесть заводов по производству хризотилцементных листов (шифера) в таких городах, как: Ростов-на-Дону, Воскресенск, Краматорск, Сухой Луг, Новороссийск и Вольск.

Примечательно, что «Schiefer» в переводе с немецкого означает природный глинистый сланец, он широко использовался для покрытия кровли домов, зданий и сооружений в Европе в XIX веке и начале XX столетия.

В Европе и в Америке асбестоцементные листы изначально назывались «Этернит» («Eternit»), что значит «вечный» материал. В настоящее время «Eternit» является зарегистрированным товарным знаком для марки фиброцемента и принадлежит бельгийской компании «Etex». Так основатель этой компании в 1905 г. Альфонс Эмсенс запустил завод по производству асбестоцемента «Eternit» в г. Харене недалеко от г. Брюсселя, он приобрел технологию производства у австрийского промышленника Людвиг Хатчека. В начале XIX века инженером Людвигом Хатчеком была разработана технология изготовления нового инновационного и популярного материала в XX веке – асбоцементного плоского кровельного листа и изобретена машина по его изготовлению, которая получила имя своего создателя.

Материалы и методы

Хризотил относится к одному из весьма распространенных в природе видов асбес-

та, к группе серпентинитов. Содержание воды в асбесте группы серпентина-хризотила составляет 13,0–14,5%. Именно хризотил-асбест наиболее широко применяется для изготовления различных материалов [2]. В связи с этим на долю этого минерала приходится почти 100% общемирового производства асбеста.

На территории государств бывшего СССР находятся три основных месторождения хризотилового асбеста: два в России, (самое большое в мире Баженовское (ПАО «Ураласбест»), расположено на Урале; Кiemбаевское (АО «Оренбургские Минералы») – в Оренбургской области, и одно в Казахстане – Джетыгаринское (АО «Костанайские минералы»). Предприятия Российской Федерации и Республики Казахстан являются ключевыми производителями хризотил-асбеста в мире, добывая 67% мирового объема хризотил-асбеста (рис. 1).



Рисунок 1 – Динамика мирового производства хризотил-асбеста в 2023 г.

В России в 2023 г. произведено 598 тыс. т хризотил-асбеста. При этом внутри страны потребляется менее 30% от этого объема, а более 70% асбеста экспортируется как в страны СНГ, так и во многие другие страны мира. На внутреннем рынке России и Казахстана до 90% хризотил-асбеста применяется для производства асбестоцементной продукции. При этом около 7% хризотил-асбеста используется для получения фрикционных изделий (тормозных колодок и накладок для механизмов сцепления) и около 3% – для производства мастик, герметиков, декинга, напольных покрытий и т.д.

В хризотилцементной промышленности стран СНГ задействовано около пятидесяти тысяч работающих граждан. В России и Казахстане с хризотиловой отраслью в общей сложности связаны более 400 000 человек, включая членов семей и население моногородов, и поскольку значительная часть хризотилдобывающих и хризотилцементных предприятий являются градообразующими, то очевидным является тот факт, что от развития данной отрасли и деятельности этих предприятий зависит благосостояние людей [3, 4].

Добыча хризотила ведется также в Китае в провинциях Цинхай (Qinghai), Сычуань (Sichuan), Синьцзян (Xinjiang), Шэньси (Shaanxi), Хэбэй (Hebei), Шаньси (Shanxi), Юньнань (Yunnan), Цзянси (Jiangxi) и Аньхой (Anhui), при этом почти 64% запасов этого минерала сосредоточено в провинции Цинхай.

Крупные месторождения в мире по хризотил-асбесту, кроме выше перечисленных месторождений, это: Блэк-Лейк, Джеффри, Байе-Верте, Кассиар (Канаде), Бразилии (Кана-Брава), Зимбабве (Шабани, Машаба) и т.д.

Основные параметры хризотил-асбеста

Все виды добытого хризотила (хризотил-асбеста) состоят из смеси волокон различной длины и их агрегатов. Агрегаты с недеформированными волокнами размером в поперечнике не менее 2 мм условно называют кусковым хризотил-асбестом, а при толщине менее 2 мм – иголками. Хризотил-асбест с тонкими, деформированными и перепутанными волокнами называют распушенным. Частицы сопутствующей породы размером более 0,4 мм и менее 4,8 мм называют галей, а частицы сопутствующей породы и волокна хризотила, прошедшие через сито контрольного аппарата с размером стороны ячейки в свету 0,4 мм – пылью. Волокна же и частички, прошедшие через еще меньшие отверстия сита (0,075 мм), называют мелкодисперсной пылью.

При существующих технологиях обогащения хризотил-асбестовых руд все мелкоизмельченные фракции пыли и гали не удаляются полностью и присутствуют в распушенном товарном хризотиле. Это является следствием высоких адгезионных характеристик асбестовых волокон: они удерживают

на себе эти частицы и при просеве размолотых продуктов, и при отсасывании их воздушным потоком. Засоренность распушенных волокон мелкоизмельченной и зернистой породой тем сильнее, чем больше распушены волокна в товарном хризотиле.

По старой классификации волокна асбеста различались разной степенью сохранности их агрегатного состояния, то есть имели разную текстуру, и, соответственно, по текстуре волокон асбест делился на следующие группы: жесткий (Ж) – в нем преобладают иголки разной толщины, в основном недеформированные, сохранившие между собой связи и параллельно расположенные в раздавленных пучках; полужесткий (П) – с равным количеством иголок и распушенного волокна; мягкий (М) – с наибольшим количеством распушенного и очень малым количеством игольчатого волокна. Для каждой текстуры указывались средняя длина волокон и степень засоренности их пылью и галей.

Методы обогащения хризотила на фабриках стран СНГ направлены на извлечение из руды максимально большего количества хризотиловых волокон с сохранением их текстуры и длины.

Текстура хризотиловых волокон определяется по скорости фильтрации воды через навеску хризотила на приборе «Шоппер-Риглера» или на установке «УФА». Это одна из важнейших качественных характеристик товарного хризотил-асбеста.

Однако с 1990-х годов этот показатель был упразднен в связи с началом применения на горно-обогатительных предприятиях стран СНГ показателя группы и марочности хризотил-асбеста.

Для определения объема товарного хризотил-асбеста во влажном состоянии применяется лабораторный прибор «Инвертор». Он дает представление о длине, степени распушки и чистоте хризотилового волокна. Степень распушки волокна устанавливается на лабораторном приборе «Элютриатор» или «КРАВ», «ПСХ-2». Удельную поверхность хризотилового волокна определяют на лабораторном оборудовании «Рapid-Тестер» или «ОПА». Прочность хризотиловых волокон в хризотилцементе детерминируется на приборе «Диллон».

В зависимости от длины волокон и содержания пыли и гали товарный хризотил подразделяется на группы и марки. Все просеянные через сита хризотилловые волокна для формирования товарной продукции дифференцируются по их средней длине на девять групп: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6К и 7. Фракционный состав каждой группы с 0 по 6 и 6К определяется на хризотилдобывающих предприятиях мокрым способом на пятиситном гидрокласификаторе типа «Бауэр-Мак-Нетт» или «Турнер-Невалл», а при сухом расसेве – на анализаторе «АДА-02», контрольном аппарате и пневмокласификаторе «ПК-2А». Хризотил-асбест 7 группы делится на четыре марки в зависимости от значения показателя насыпной плотности [5, 6].

Согласно ГОСТ 12871-2013 [7], условное обозначение хризотила должно состоять из марки хризотила (табл. 1) и номера самого стандарта. Например, условное обозначение хризотила 1 группы марки 1-50 будет выглядеть как «Хризотил марки 1-50, ГОСТ 12871-2013».

Физико-химические характеристики хризотил-асбеста

По химическому составу хризотилловый асбест представляет собой водный силикат магния (гидросиликат магния), описываемый формулой $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Он может включать примеси Fe_2O_3 , FeO , Cr_2O_3 , Al_2O_3 , NiO , MnO , CaO , Na_2O и K_2O . В зависимости от количества, содержащегося в хризотиле железа, волокна подразделяются на маложелезистые (суммарное содержание FeO и Fe_2O_3 обычно не превышает 0,5%) и железистые (суммарное содержание FeO и Fe_2O_3 более 0,5%). Часть FeO в хризотилловом волокне изоморфно замещает MgO . Другая количественная часть железа связана с механической примесью магнетита, реже хромита. Химическая структура хризотил-асбеста показана на рис. 2.

Физико-механические свойства хризотилового волокна зависят от наличия примесей и содержания MgO , SiO_2 , FeO , Fe_2O_3 , конституционной воды и других веществ. Известны три вида хризотила: клинохризотил

Таблица 1 – Группы и марки хризотила согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 12871-2013

Группа	Марка	Группа	Марка	Группа	Марка
0	0-80	4	4-40	6	6-55
	0-55		4-30		6-45
1	1-75		4-20		6-40
	1-50		4-10		6-40M
2	2-30		4-5		6-30
	2-22	5	5-80		6-20
	2-15		5-70	6К	6К-45
	2-10		5-65		6К-30
3	3-75		5-60		6К-20
	3-70		5-55	7	6К-5
	3-60		5-50		7-300
	3-50				7-370
					7-450
					7-520

Примечания

1. В обозначении марок: первая цифра показывает группу, вторая – гарантированный минимальный остаток волокна на основном сите контрольного аппарата для хризотила 0-6 и 6К групп и насыпную плотность для хризотила 7 группы.
2. Буква «М» в обозначении марок указывает на повышенное содержание массовой доли фракции менее 0,075 мм.

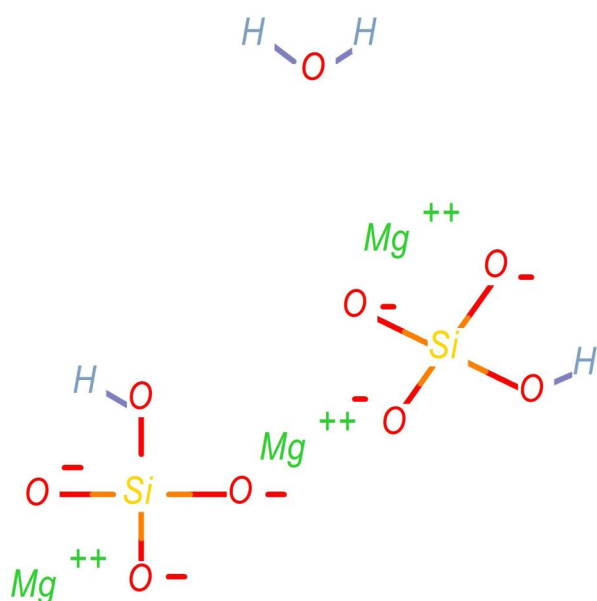


Рисунок 2 – Химическая (молекулярная) структура хризотил-асбеста

(clinochrysotile), ортохризотил (orthochrysotile) и парохризотил (parachrysotile).

Наиболее важные химические элементы, входящие в состав хризотил-асбеста и обеспечивающие ему лучшие текстурные, армирующие и прочностные характеристики в твердеющей смеси с портландцементом – оксид железа, оксид магния, кристаллизационная вода и адсорбированная вода, удерживаемая в технологических процессах.

Химический состав баженовского, киембаевского и джетыгаринского хризотил-

асбеста (по данным 2023 г.) представлен в табл. 2.

Как видно из табличных данных, в баженовском хризотил-асбесте присутствует самое большое количество оксида магния, а в волокнах джетыгаринского хризотила – самое низкое его содержание. И, наоборот, в волокнах баженовского хризотил-асбеста отмечено самое малое количество оксида железа, и больше всего его в волокнах джетыгаринского хризотила. Содержание природной и технологической воды самое высокое у хризотилевых волокон Баженовского месторождения. Все это и определяет более мягкую текстуру волокон баженовского хризотил-асбеста. Природные хризотилевые волокна Баженовского месторождения, не обработанные промышленным способом, более распушенные, имеют большую длину и большую удельную поверхность, то есть не требуют значительных затрат энергии на подготовку. Наиболее жесткая структура у джетыгаринских волокон, но они менее насыщены мелкодисперсной пылью, требуют больше энергии и времени для распушки.

Разница свойств хризотил-асбеста вышеперечисленных трех месторождений обуславливается некоторым отличием показателей его волокон. В зависимости от прочности различают на три разновидности волокон: нормальные (с высокой прочностью), ломкие (с пониженной прочностью) и полу-

Таблица 2 – Химический состав хризотилевых волокон из разрабатываемых в России и Казахстане месторождений, %

Химические соединения	Месторождения хризотилового волокна		
	Баженовское	Джетыгаринское	Киембаевское
SiO ₂	42,10	44,40	44,69
MgO	41,99	39,33	39,86
Al ₂ O ₃	0,53	0,84	0,30
Fe ₂ O ₃	1,30	1,88	1,54
FeO	0,24	0,49	0,42
CaO	0,03	Следы	Следы
K ₂ O + Na ₂ O	Следы	Следы	Следы
H ₂ O + 105° (химически связанная)	12,99	12,03	12,02
H ₂ O – 105° (адсорбционная)	1,42	0,80	0,70

ломкие, что определяет области их применения и дозировки в производстве хризотилцемента. Тем не менее, при всех различиях данных видов добываемого асбеста все они (и именно только волокна хризотилового асбеста) обеспечивают самые существенные преимущества свойств шифера [7, 8].

Хризотилцемент

Присутствие в цементной матрице армирующих хризотиловых волокон делает хризотилцемент композиционным материалом. Адгезионные и прочностные характеристики волокон из любого указанного хризотил-асбеста трех месторождений в смесях с тонкомолотым цементом дают готовым хризотилцементным изделиям хорошие эксплуатационные свойства.

При производстве хризотилцементных изделий используются два основных сырьевых компонента: хризотил-асбест и портландцемент.

Основная продукция современной хризотилцементной отрасли (рис. 3) – плоские и волнистые, непрессованные и прессованные листы, а также напорные и безнапорные трубы. При изготовлении листов в сырьевые смеси вводится 13–15% хризотил-асбеста, при производстве труб – 17–18%. Для всей этой продукции применяют в основном хризотил-асбест 3–6 групп: для листов большего размера – 5–6 групп, меньшего – 4 группы, в производстве труб – преимущественно 3–4 групп.

Применение хризотилцемента

Хризотилцементные листы разного размера находят широкое применение в создании и облицовке стен зданий и обустройстве кровель. Большеразмерные и конструкционные изделия, усиленный шифер используются при изготовлении стеновых и каркасных панелей, фасадных и декоративных листов, изделий специального назначения, например, электроизоляционных деталей, плит для заборов.

Хризотилцементные трубы выпускаются напорные и безнапорные диаметром от 100 мм до 500 мм, они используются для транспортировки питьевой и технической воды, в качестве опор при сооружении зданий. Безнапорные трубы применяются как эффективная альтернатива стальным

трубам в строительстве сетей канализации, мусоропроводов, для прокладки телефонных кабелей, сооружения столбчатых фундаментов небольших строений и в качестве опорных столбов заборов [9].

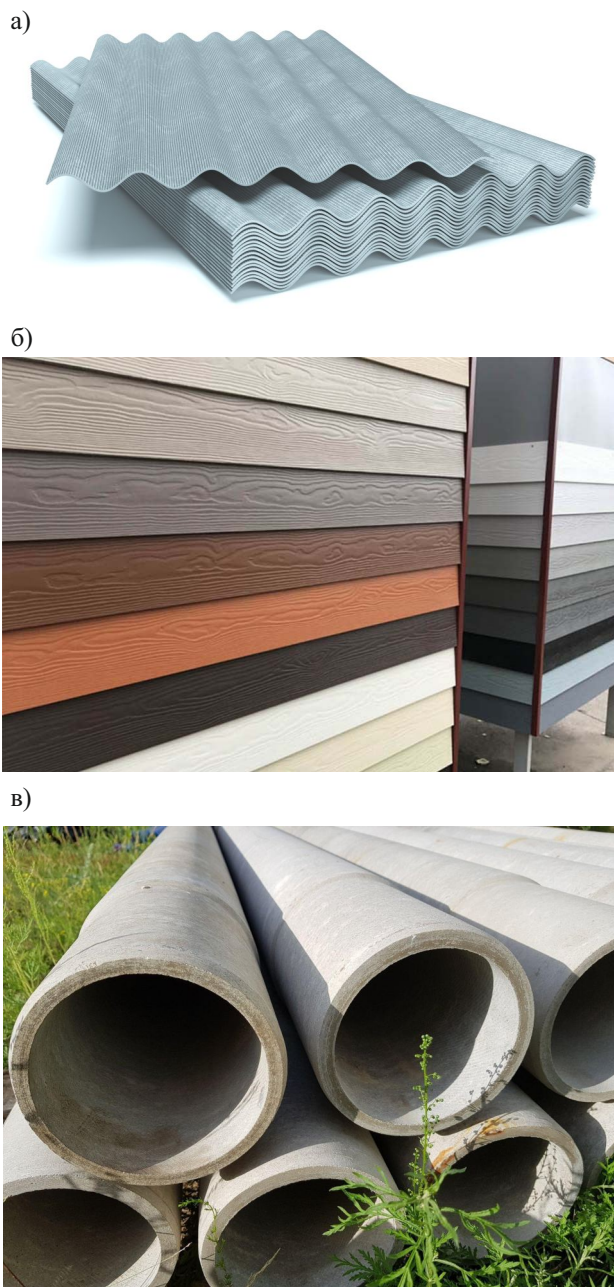


Рисунок 3 – Образцы хризотилсодержащих изделий:
а) Серый хризотилцементный лист-8-ми волновой производства Народное Предприятие Знамя» (ЗАО НП «Знамя») Россия, Свердловская область, г. Сухой Лог;
б) Хризотилцементный фибро-сайдинг ПАО «Ураласбест»;
в) Хризотилцементные напорные трубы (АО «Лато»).

Напорные и безнапорные хризотилцементные трубы также используются для мелиоративных и оросительных систем и в качестве обсадных труб для колодцев, трубопроводов газовой и нефтяной промышленности и т.д. Они обладают большой прочностью, хорошо выдерживают внутреннее давление, не подвержены коррозии, стойки к длительному воздействию горячего (до 130°C) теплоносителя (воды) и имеют срок службы более 35 лет. Эти трубы высоконадежны при эксплуатации в разных климатических условиях, в том числе при отрицательных температурах окружающей среды (например, в Якутии, где температура может опускаться до -65°C).

В мире до 2000 г. было проложено более 2,5 млн км хризотилцементных трубопроводов: в частности, около 40 000 км в Нидерландах (сети питьевого водоснабжения), более 1,5 млн км в России и 250 000 км в Казахстане, более 700 000 км в Канаде.

В России многие десятилетия широко производятся и применяются неокрашенные и окрашенные кровельные хризотилцементные листы (шиферные изделия). Общая доля окрашенных изделий, используемых в различных покрытиях, кровлях, стенах, заборах, составляет порядка 55%, а в малоэтажном и сельском строительстве этот показатель доходит до 80%.

При изготовлении текстильных изделий, плетенных и тканевых набивок, электроизоляционных лент и шнуров, дисков сцепления, тормозных лент применяются хризотилловые волокна 0–3 групп.

Хризотилловые волокна трубных групп успешно используются в процессе микроармирования ячеистых материалов, а именно при микроармировании пены с целью повышения ее качественных показателей для получения ячеистых бетонов (пенобетона).

Из хризотил-асбеста 4 и 5 групп изготавливают хризотилловую бумагу и картон. Хризотил 3 и 4 групп используется для производства хризотилрезинových листов (клингерита), термоизоляционных материалов (хризотиловой ваты, теплоизоляционного шнура, хризотилового гофрированного картона). Из хризотила 5–7 групп в комплексе с диатомитом, другими материалами

и минеральными веществами изготавливаются тепло- и термоизоляционные материалы, резинотехнические и минерально-полимерные композитные изделия (шпалы, заборные и террасные доски, лаги, штакетники, фасадные панели), пластмассы, линолеум, хризотилбитумные материалы (рубероид, дорожное покрытие, стабилизирующие добавки к асфальтобетону), облицовочные и напольные плиты, наполнители, ремонтно-восстановительные составы, мастики, пено-асбест, асфальтобетонные, строительные смеси и смеси с содержанием каменноугольных смол, напыляемые штукатурные составы, краски, хризотилмагнетизальные порошки, клеи, одеяла и т.д. Хризотил специального назначения марок АСН-3, АСН-4, АСН-5, АСН-6, АСНП-5 применяется для производства конструкционных клеев, диафрагм хлорных электролизеров, звуко- и шумопоглощающих прокладок, а также для изготовления паронита, безусадочных прокладок к двигателям внутреннего сгорания. При производстве сепараторной бумаги, применяемой в авиа- и судостроении, употребляется обезжелезненный апоультрамафитовый хризотил-асбест. За последние 20 лет производство хризотилцемента в России снизилось более 70%, а доля кровли из хризотилцементного листа уменьшилась на 20,4%.

Негативным фактором снижения деловой активности хризотилцементных предприятий, является увеличение срока (периода) оборачиваемости оборотных активов. В результате чего, дополнительно привлекаются средства в оборот предприятий. Это отразилось на их ликвидности и платежеспособности. Хотя в последние годы делается много усилий хризотилцементными предприятиями России по снижению срока оборачиваемости своих оборотных активов. Предпринимается ряд экономических решений по снижению потерь выручки от реализации.

В табл. 3 приведены основные действующие на 2024 г. предприятия стран бывшего Советского Союза, производящие хризотилцементные листы и трубы. Многие заводы и комбинаты, указанные в данной таблице, производят напорные и безнапор-

Таблица 3 – Заводы Российской Федерации и страны СНГ по производству хризотилцементных труб и хризотилцементных листов (шифера) в 2024 г.

№	Название страны, населенного пункта, где расположено предприятие	Название предприятия, компании
1	2	3
Российская Федерация		
1	Республика Мордовия, Чамзинский р-н, р. п. Комсомольский	«ЛАТО», Республика Мордовия ОАО «Оренбургские минералы»
2	г. Рязань, ул. Прижелезнодорожная, 26	«Фибратек»; ОАО «Оренбургские Минералы»
3	г. Фокино Брянская область	ООО «Брянский Фиброцементный Завод» («БФЗ»); группа компаний BF Tech-ПАО «Ураласбест»
4	Республика Башкортостан, г. Стерлитамак,	ООО «Стерлитамакский фиброцементный завод» («СФЗ»); группа компаний BF Tech-ПАО «Ураласбест»
5	г. Белгород	«БЕЛАЦИ»; ПАО «Белгородасбестоцемент» группа компаний BF Tech-ПАО «Ураласбест»
6	г. Крымск, Краснодарский край, Крымский р-н	ООО «Черноморский фиброцементный завод» («ЧФЗ») группа компаний BF Tech-ПАО «Ураласбест»
7	г. Красноярск	ООО «Комбинат «Волна»
8	г. Сухой Лог, Свердловская обл.	Народное Предприятие Знамя» (ЗАО НП «Знамя»); («Сухоложскасбестоцемент»)
9	г. Михайловка, Волгоградская область	ОАО «Себряковский комбинат асбестоцементных изделий» («СКАИ»)
10	Республика Бурятия, Кабанский район, пос. Каменск	Тимлюйский шиферный завод
11	г. Новоульяновск, Мордовия	ООО «Новоульяновский шиферный завод»
Содружество Независимых Государств		
12	Республика Казахстан, г. Шымкент	«Шымкентский шиферный завод», ТОО «Tectum Engineering» (АО «Костанайские минералы»)
13	Республика Казахстан, г. Семипалатинск	«Семипалатинский асбестоцементных изделий», ТОО «Семей Курылыс Материалдары» (АО «Костанайские минералы»)
14	Республика Узбекистан, г. Ахангаран Ташкентской обл.	«Ахангараншифер»
15	Республика Узбекистан, Ташкентская область, Бекабад	«Бекабадшифер», АО
16	Республика Узбекистан, Ферганская область, г. Кувасай	«Кувасайшифер хризотил», ООО
17	Республика Узбекистан, г. Самарканд	«Shifer Zavod»
18	Республика Узбекистан, Навоийская область, Навои - 3	«Qizilqumsement», АО
19	Республика Узбекистан, г. Ташкент, Бектемирский район	«Super house roof», СП ООО
20	Республика Узбекистан, Андижанская область, Асакинский район, ССГ Зарбдар	«Эверест асбест», ООО

1	2	3
21	Республика Узбекистан, Ферганская область, г. Куvasай, село Исфайрамсой, ССГ Чек	«Building materials production and trading group»
22	Республика Узбекистан, Ферганская область, Учкоприкский район, село Кенагас ССГ Кенагас, промышленная зона Какир	«Долина гранд шифер», ООО
23	Республика Узбекистан, Ферганская область, Узбекистанский район, город Яйпан	«Сардор Сибел», ООО
24	Республика Узбекистан, Хорезмская область, Ургенчский район, Ходжибойлар ССГ «Айбу»	«Xudargan umid», ООО
25	Республика Узбекистан, Сурхандарьинская область, г. Термез	«Surkhon shifer», ООО
26	Республика Беларусь, Могилевская область, Кричевский район, Краснобудский с/с	«КМБ-Восток», ОАО «Кричевцементношифер»
27	Республика Таджикистан, г. Бохтар, Хатлонской обл.	«Бохтар шифер»
28	Кыргызская Республика, г. Кызыл-Кия	«Кант-ТШП»
29	Кыргызская Республика, Чуйская область, г. Кант, ВПЗ	ОсОО «Кант Курулуш»
и другие предприятия отрасли....		

ные хризотилцементные муфты, и трубы длиной от 2950 мм до 5950 мм, с проходным сечением 100–500 мм, толщиной стенки от 9 мм до 34 мм и весом трубы от 24 кг до 500 кг.

Наибольшее количество заводов по производству хризотилцементной продукции в странах СНГ действует в Республике Узбекистан. Лидером по количеству предприятий по выпуску хризотилцементной продукции в Узбекистане является Ферганская область, на 2024 г. там функционируют 16 предприятий. В 2024 г. более 7% мирового потребления хризотил-асбеста приходится на Узбекистан. Основным поставщиком хризотилового волокна в Узбекистан является Казахстан АО «Костанайские минералы». Узбекистан, запуская новые линии, наращивает темпы потребления горного волокна, модернизирует производство, внедряет новое оборудование. Импорт хризотила в 2023 г. в Узбекистан составил 37 млн (\$) долларов США.

В России и других странах-участниках Таможенного союза выпускаются следующие виды безнапорных хризотилцементных труб: обычные по толщине стенки трубы с маркировкой БНТ и тонкостенные БНТТ.

Эти трубы должны выдерживать испытательное гидравлическое давление не менее 0,4 МПа, нагрузку на раздавливание от 3136 до 6116 Н в зависимости от диаметра и толщины стенки.

К качественным характеристикам хризотилцементных напорных труб относятся следующие показатели: температура транспортируемых веществ – до 115°C; наружный диаметр – 116–514 мм; рабочее давление – 0,3–1,6 МПа; величина гидравлического давления при испытании на водонепроницаемость – от 1,2 МПа до 3,2 МПа; минимальная нагрузка на раздавливание – от 8 кН до 45 кН.

Для безнапорных хризотилцементных труб диаметром 100 и 150 мм минимальная нагрузка на изгиб составляет 1764 Н и 3920 Н соответственно, а для напорных хризотилцементных труб она выше – 4000 Н и 14 500 Н. Напорные трубы и муфты производятся как для водопроводов, так и для теплопроводов. Показатель теплопроводности напорных хризотилцементных труб составляет 0,8 ккал/(м·ч·°C) (0,9 Вт/(м·K)), что существенно (в 60 и более раз) ниже аналогичного показателя стальных труб. Срок службы хризотилцементных труб намного выше, чем стальных (35 и более лет против 6–8 лет), и существенно (в 2–4 раза) ниже стоимость по сравнению со стальными и полимерными трубами.

Хризотилцементные трубы более устойчивы к воздействию внешней среды по сравнению со стальными трубами. Они не подвержены гниению, коррозии, развитию бактерий и грибов, не проводят электри-

ческий ток, на их внешней поверхности не образуется конденсат при движении холодной воды. Кроме того, они устойчивы к щелочной и слабокислой среде, имеют низкий коэффициент температурного удлинения, не требуют спаечных и сварочных работ при монтаже. Не теряют свою функциональность при внутреннем давлении до 58 атмосфер (5,8 МПа) и температурных показателях до 200°C. Внутренняя поверхность напорных хризотилцементных труб не «зарастает» различными транспортируемыми продуктами, что позволяет избежать дополнительного гидравлического сопротивления.

Плоские хризотилцементные листы выпускаются по ГОСТ 18124–2012 двух типов: непрессованные и прессованные. Волнистые листы изготавливаются по ГОСТ 30340–2012 двух видов, определяемых высотой и шагом волны: 40/150 с симметричными и 51/177 с асимметричными кромками, где в числителе указана высота, в знаменателе – шаг волны в миллиметрах. Выпускаются неокрашенные (серые) и окрашенные листы. Для кровель с углом наклона не менее 12 градусов применяют волновой шифер. В зависимости от толщины и профиля лист шифера может весить от 18 кг до 27 кг.

Важными показателями качества для производства хризотилцементных листов (прессованных и непрессованных) плоских и волновых, окрашенных и неокрашенных являются: морозостойкость – F25 и выше по заказу (число циклов замораживания/оттаивания); прочность на изгиб – 16–19 МПа; плотность листа – 1,6–1,7 г/см³; ударная вязкость – 1,5–1,6 кДж/м²; водонепроницаемость – не менее 24 часов; сосредоточенная штамповая нагрузка – 150–220 кгс (1500–2200 Н); испытательная планочная нагрузка – не менее 300 кгс (3000 Н); остаточная прочность – не менее 90% и т.д.

Немаловажным фактором является и более выгодная цена хризотилцементных изделий по сравнению с аналогичными изделиями из металла, керамики и других материалов. Все эти данные являются аргументами в пользу хризотилцементных материалов.

Технология производства

При производстве хризотилцементных изделий используются три основных

сырьевых компонента: хризотил-асбест, портландцемент и вода (рис. 4).

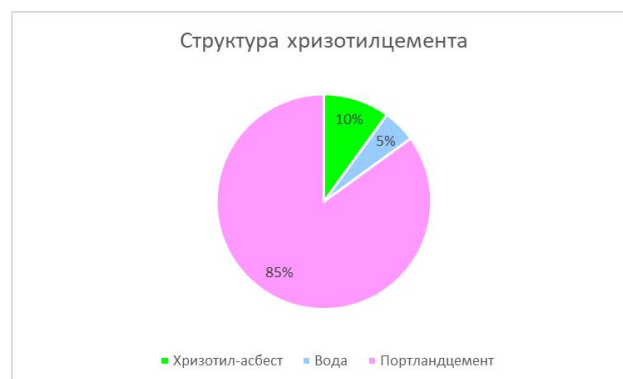


Рисунок 4 – Средний состав хризотилцемента

Присутствие в цементной матрице армирующих хризотилых волокон делает хризотилцемент композиционным материалом. Адгезионные и прочностные характеристики волокон любого указанного выше хризотил-асбеста трех месторождений в смесях с тонкомолотым цементом обуславливают хорошие эксплуатационные свойства готовых хризотилцементных изделий. Совместная работа затвердевшего цементного камня, армированного высокодеформативными и прочными хризотил-асбестовыми волокнами, резко повышает его сопротивляемость растягивающим и ударным нагрузкам. Благодаря этому, изделия из хризотилцемента приобретают ценные строительные свойства, такие как легкость, прочность, огне- и морозостойкость, устойчивость к коррозии и гниению и, в результате долговечность при малой толщине.

Установлено, что при производстве всех видов хризотилсодержащих материалов и изделий на качество продукции влияют характеристика и свойства портландцемента, длина хризотилых волокон и их насыщенность мелкодисперсной пылью. Особенно это относится к затвердевшей цементной матрице хризотилцемента.

Известны три способа производства хризотилцементных изделий, в зависимости от количества применяемой воды: мокрый, полусухой и сухой. Процесс распушки хризотилых волокон на хризотилцементных

заводах также производится тремя способами: сухим, мокрым и комбинированным. В России и других странах СНГ хризотилцементные изделия изготавливаются преимущественно традиционным мокрым способом на листоформовочных и трубоформовочных машинах.

При мокром способе изделия формируют, используя асбестоцементные суспензии, содержащие 8–16% асбеста и цемента и 84–92% воды. При полусухом способе изделия получают из концентрированной сметанообразной массы, включающей 20–40% воды. При сухом способе производство изделий осуществляется из увлажненной асбестоцементной смеси с содержанием воды 12–16%. При этом последовательность технологических операций общая для всех способов производства асбестоцементных изделий: приготовление шихты асбеста, распушка асбеста, смешение его с цементом и водой, формование изделий, их твердение, механическая обработка.

Технология мокрого способа производства хризотилцементных изделий показана на рис. 5. Она включает следующие основные этапы: приготовление шихты из хризотил-асбеста определенных групп и марок для получения смеси требуемого состава; гидрораспушка хризотилых волокон (осуществляется в два этапа: обминание (раздавливание) пучков хризотилых волокон в бегунах и расщепление размятых пучков на отдельные волокна в голлендерах или гидропушителях); смешение волокон хризотила с цементом и водой; формование изделий и их твердение; механическая обработка.

Кроме трех основных компонентов (хризотил-асбеста, портландцемента и воды) на хризотилцементных предприятиях применяются также добавочные материалы – пластификаторы, модификаторы, полимеры, уплотняющие добавки, гидрофобизаторы, пигменты, целлюлоза, зола и другие. Важно учитывать, что вводить дополнительные вещества необходимо с учетом увеличения фильтруемости хризотиловой суспензии на стадии формования наката, а не ее уменьшения. Правильно подобранные добавки не только экономят портландцемент при производстве хризотилцементных изделий (учиты-

вая, что доля цемента в смеси значительная), но и позволяют даже увеличивать прочность хризотилцементных изделий.

Рассмотрим подробнее процесс производства хризотилцементных изделий из хризотилцементной суспензии мокрым способом. Мешки с хризотил-асбестом определенной группы и марки по 50 (40) кг поступают с интервалом 0,5–1,0 м друг от друга на ленточный транспортер и далее идут в растарочную машину, где они вскрываются дисковыми ножами. Освобожденные мешки захватывающим устройством удаляются в накопитель, а брикеты хризотилового волокна направляются в вертикальный разрыхлитель с колосниковой решеткой, где хризотил подвергается механическому воздействию. Разрыхленный хризотил с помощью трубчатого шнека попадает в расходный бункер с дозатором, откуда далее поступает в бегуны на первую стадию распушки, куда подается вода для увлажнения хризотила до 30%.

Бегуны представляют собой два тяжелых катка, изготовленных из чугуна или гранита, совершающих круговые движения в чаше. Производительность бегунов составляет 500 кг/ч, поэтому для их эффективной работы масса одной порции поступающего в них хризотила не должна превышать 400 кг. Здесь хризотиловая масса обрабатывается в течение 12–20 минут (из расчета одна минута на 10 кг хризотила). Небольшое количество воды в пучках волокон, находящихся под давлением катков, способствует ослаблению связи между волокнами хризотила и отделяет их друг от друга. Истирающее действие катков нарушает взаимное расположение волокон по отношению друг к другу. Также в бегунах происходит перемешивание разделенных волокон между собой. Процесс распушки хризотилых волокон на хризотилцементных заводах России и других стран СНГ, где применяется мокрый способ формования, в большинстве случаев является двухстадийным. На обеих стадиях хризотил увлажняется.

Следует отметить, что хризотил 6 и 7 групп содержит много гали и пыли, это негативно сказывается на технологическом процессе производства изделий. При распушке волокон хризотил-асбеста в бегунах

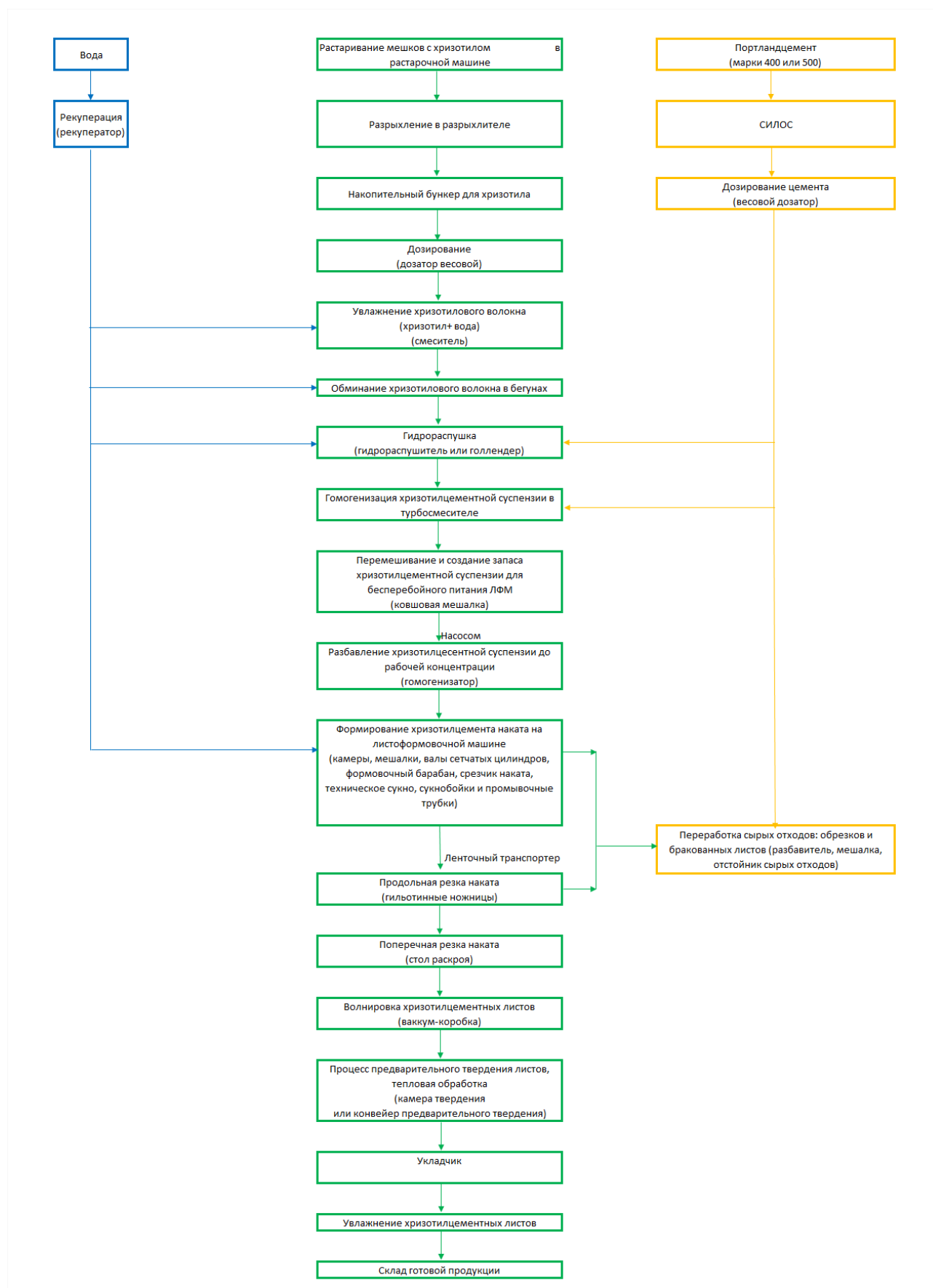


Рисунок 5 – Производство хризотилцементных изделий (волнистый шифер)

острые грани гали и более мелкие частицы пород укорачивают хризотилловые волокна, в результате чего их длина становится меньше. Это приводит к снижению удельной поверхности волокон, что обуславливает падение их адсорбционной активности. Практика показала, что с введением в смеску увеличенного содержания коротких волокон хризотил-асбеста 6 и 7 групп ухудшаются армирующие свойства хризотилового волокна в цементном камне и, как следствие, снижается качество готовых изделий. Кроме того, больше таких волокон осаждается на дне голлендеров, мешалок, особенно в ваннах сетчатых цилиндров формовочных машин, увеличивается унос хризотила через сеточную часть, возникает необходимость более частых остановок оборудования для чистки. И наоборот, увеличенная благодаря распушке, удельная поверхность хризотилового волокна повышает его адсорбционную активность по отношению к гидроксидам щелочных и щелочноземельных металлов (цементному камню).

Первый этап распушки хризотил-асбеста является наиболее щадящим для волокон, так как хризотил подается увлажненным.

Для придания эластичности хризотилковым волокнам и снижения их хрупкости, предотвращения повреждения (укорачивания) волокна увлажняются осветленной рекуперационной водой до 30–50%. Соотношение твердой фазы к жидкой составляет 5:1.

Хризотилловые волокна в смесителях в течение 3–5 дней насыщаются водой и увеличиваются в объеме, затем подаются в бегуны, где хорошо увлажненные пучки хризотилловых волокон обминаются вращающимися тяжелыми катками (валами). Этот метод, примененный впервые на хризотилцементных заводах в Бразилии, способствует увеличению сопротивления излому хризотилового волокна при обработке на бегунах, вследствие чего волокна легче распушаются. Распушка хризотил-асбеста в бегунах повышает сорбционную способность волокон и достигает на первом этапе подготовки 30–32%. Необходимо заметить, что для обминания хризотила вместо бегунов все большее распространение получает применение валковой машины, которая позволяет производить данную опера-

цию непрерывным потоком с хорошими показателями предварительной распушки.

Далее в процессе производства хризотиловая суспензия насосом перекачивается в гидрораспушитель или во вращающийся барабан голлендера, где на волокна хризотила оказывают интенсивное воздействие вращающиеся водяные потоки. В течение 6–8 минут происходит второй (окончательный) этап гидрораспушки хризотилловых волокон с подачи большего объема воды. Степень распушки хризотила на этом этапе должна достигать не менее 8–95%. При распушке хризотил-асбест расщепляется на тонкие волокна, образуя в своей массе армирующую сетку, что позволяет удерживать и закреплять на поверхности волокон частички цементного камня, обеспечивая тем самым хризотилцементным изделиям высокую прочность.

Следует отметить, что прямоточная или оборотная (рекуперационная) вода, используемая для выполнения всех технологических операций производства хризотилцемента (распушки хризотила, промывочных работ и т.д.), не должна содержать глинистых примесей, органических веществ, минеральных солей, продуктов разложения. Температура применяемой в технологическом цикле воды должна составлять от 30°C до 40°C. Рекуперационную воду для этого процесса отбирают из нижней части рекуператоров, она должна иметь показатель pH не менее 8,5 (то есть щелочную среду), содержание взвешенных веществ не должно превышать 100 мг/л.

После распушки в гидрораспушителе происходит смешивание в турбосмесителе или голлендере перекачиваемой насосом хризотиловой суспензии с 650–800 кг портландцемента марок 400 или 500. Затем в целях создания гомогенности и запаса для бесперебойного снабжения листоформовочных (трубоформовочных) машин и перемешивания в ковшовую мешалку подают хризотилцементную суспензию и осветленную рекуператорами воду до требуемой концентрации смеси. В начале гидратации основных клинкерных минералов с целью исключения ухудшения фильтрационных и формовочных свойств полуфабрикат находится в гомогенизаторе не дольше 30 минут.

Хризотилцементная масса сравни-

тельно быстро, за 8–10 минут, приобретает достаточную однородность, так как мельчайшие зерна цемента, несущие на поверхности высокий отрицательный электрический заряд, быстро контактируют с развитой поверхностью тонковолокнистого хризотил-асбеста, несущей также высокий, но положительный заряд в водной щелочной среде, и прочно удерживаются на ней. При этом происходит процесс адгезии цемента к хризотилловому волокну. Для получения подвижной суспензии необходимо на одну массовую часть сухой хризотилцементной смеси добавлять не менее четырех или пяти массовых частей воды. Допустимая степень разубоживания хризотилцементной суспензии устанавливается расчетом технолога в зависимости от применяемых групп и марок хризотила, а также марки портландцемента в смеси.

Из ковшовой мешалки с помощью дозатора готовая хризотилцементная масса отправляется по желобу в три или четыре металлические ванны, внутри которых находятся лопастные мешалки для перемешивания поступающей суспензии и три или четыре вала круглосетчатых цилиндров листоформовочной машины. Для поддержания должной консистенции и щелочности мокрой хризотилцементной массы из нижней части рекуператора в желоб также поступает рекуперационная вода.

Хризотилцементная суспензия, поступающая в листоформовочную машину, состоит из 3–14% (или 55–60%) сухого вещества (с содержанием в нем 15% хризотила и 85% портландцемента) и 86–97% (или 40–45%) воды.

В листоформовочной, как и в трубоформовочной, машине происходит формирование хризотилцементного наката (полуфабриката). Надо отметить, что из всех перечисленных процессов производства хризотилцементных изделий процесс формования является основным, определяющим главные технологические и экономические показатели предприятия.

Влажная хризотилцементная масса отфильтровывается на круглосетчатых цилиндрах и в виде слоев пленки снимается с них техническим бесконечным сукном (лентой), которое движется к форматному бара-

бану листоформовочной машины. При этом на все металлические сетки вращающихся барабанов постоянно набираются из суспензии тонкие слои хризотилцемента. Слои частично обезвоживаются за счет фильтрации воды сквозь сетку и уплотнения на ней под воздействием гидростатического давления. Вода из барабанов отводится в рекуператоры (сгустители), а собранная в ней не унесенная сукном часть хризотилцементной массы затем возвращается в производство. Очищенная вода из рекуператоров используется для промывки сеток и сукна, а также для разжижения хризотилцементной массы.

Сукно из прочных материалов, проходя над барабанами, пропускает через себя воду, формирует в вакуум-коробке (при разряжении до 300 мм рт. ст.) на поверхности пленку из цемента и волокон хризотил-асбеста и переносит обезвоженную хризотилцементную пленку на поверхность форматного барабана, навивая на него слой за слоем для формирования листа или трубы определенной толщины. При этом слои дополнительно уплотняются между вращающимися металлическими цилиндрами. После прохождения трех ступеней отжатия прессовыми валами листоформовочной машины (давление первого вала прессовой части 0,2–0,4 МПа, второго подпрессовочного вала 10,0–12,0 МПа, третьего пресс-вала 40,0 МПа) хризотилцементная пленка содержит 25% влаги. Далее отжатая (вакуумированная) хризотилцементная пленка набивается на форматный крутящийся барабан, образуя накат.

Полученный на данном этапе на листоформовочной машине отфильтрованный до необходимой плотности хризотилцементный полуфабрикат автоматически, по достижении требуемой заданной для выпускаемой продукции толщины, по сигналу толщиномера срезается по образующей с форматного барабана срезчиком наката и подается с помощью ленточного транспортера на гильотинные ножницы. После операции продольной резки, которая осуществляется с двух сторон, хризотилцементный накат направляется на стол раскрытия поперечной резки. Раскрытием наката производится на листы нужных размеров и форм с обрезкой кромок.

Техническое сукно, имеющее замкну-

тый цикл работы, подвергается очистке (для этого используются промывочные трубки и сукно-бойка), затем направляется обратно к сетчатым цилиндрам листоформовочной машины.

Далее, в зависимости от вида выпускаемой готовой продукции, хризотилцементные листы проходят процесс прессования. Для дополнительного уплотнения при производстве плоских прессованных хризотилцементных листов, где уложенные в стопы пневмоукладчиком листы прессуют под высоким давлением (от 20 МПа до 40 МПа) на гидравлическом прессе, либо хризотилцементный полуфабрикат (сырой накат) проходит процесс волнирования при производстве волнистых хризотилцементных листов, на котором с помощью вакуумного волнировщика листу придается необходимая форма.

Изготовление хризотилцементных труб и муфт разного диаметра реализуется на трубоформовочных машинах, работающих по такому же принципу, что и листоформовочные. Они имеют практически идентичную конструкцию (ванны, сетчатые цилиндры, вакуумобезвоживающие и очищающие сукно устройства и т.д.), но несколько отличаются: по сравнению с листоформовочной машиной используется обычно один или два сетчатых цилиндра, помещенных в ванны (камеры). Вместо формовочного барабана установлены съемные металлические скалки размером от трех до шести метров.

Принципы формования труб те же, что и хризотилцементных листов. По окончании процесса навивания хризотилцементных слоев будущей трубы форматную скалку снимают и устанавливают новую. Для облегчения извлечения скалки из сформованной хризотилцементной трубы ее диаметр несколько увеличивают. Для этого с помощью металлических клиньев немного растягивают сетку у концов трубы и затем развальцовывают трубу на специальном каландре. Диаметр металлических скалок соответствует внутреннему диаметру формируемых хризотилцементных труб. Снятые со скалок влажные трубы проходят термовлажностную обработку на конвейере твердения, где они вращаются вокруг собственной оси для обеспечения цилиндрической формы. Затем торцы труб

обрезаются дисковыми пилами.

Для изготовления муфт хризотилцементные напорные трубы разрезают. Внутреннюю часть трубы растачивают для последующего уплотнения ее резиновыми кольцами [10–11].

Волнированные или плоские спрессованные хризотилцементные листы направляются на конвейер или в камеру предварительного твердения, а затем пневмоукладчиком складываются в стопки и отправляются на 10–16 часов в камеру увлажнения (пропарочную камеру) на термовлажностную обработку при температуре 50–60°C и относительной влажности 90–95%. Хризотилцементные трубы помещаются в бассейн с водой на 3–8 суток при температуре не ниже 20°C.

Для более быстрого твердения хризотилцементных листов или труб на некоторых заводах используются автоклавы, в которых происходит гидратация цемента и твердение хризотилцементных изделий.

С целью достижения необходимой прочности и получения, заданных физико-механических свойств хризотилцементные листы или трубы (муфты) помещаются на теплый склад на 5–7 суток. Окончательные декоративные характеристики готовым изделиям придает их окраска, произведенная в процессе производства или после твердения. На хризотилцементных заводах в Бразилии, России и Казахстане обрезки и брак перерабатываются и направляются снова в процесс производства.

Для обеспечения длительного применения хризотилцементных материалов важным является сохранение их эксплуатационных характеристик, таких как устойчивость при короблении и ультрафиолетовом излучении, исключение склонности к образованию высолов и долговечность окрашенной поверхности. Из перечисленных параметров самыми значимыми, позволяющими существенно увеличивать объемы применения хризотилцементных изделий в строительстве, являются долговечность декоративных покрытий и исключение образования на них высолов (белого налета). Это требование является наиболее острым по отношению к неокрашенной (серой) продукции, и особенно к окрашенной – именно снижение и исклю-

чение высолообразования.

Сохранность начального состояния поверхности хризотилцементного изделия зависит от степени гидрофобизации его поверхности.

С 2006 г. по 2022 г. в России, Казахстане, Белоруссии и на Украине научными институтами были проведены исследования, а хризотилцементными заводами – промышленные эксперименты, направленные на изучение явления образования высолов на поверхности хризотилцементных листов. Изыскания показали, что соляной налет является результатом образования гидроксида кальция на наружных слоях композитного материала. Причина образования высолов заключается в разной скорости гидратации свободного оксида кальция во внутренних и наружных слоях хризотил-цементного листа. Экспериментально было определено, что для снижения вероятности появления высолов на шифере необходимо использовать в производстве продукции портландцемент с минимальным (до 1%) содержанием свободного оксида кальция и обрабатывать сформованные хризотилцементные листы кремнийорганическими гидрофобизаторами на основе водной эмульсии силана и силоксанов.

Установлено также, что хризотилцементные материалы пронизаны большим количеством пор и капилляров, и это может обеспечивать им нежелательное избыточное водопоглощение. Обработка хризотилцементных изделий гидрофобизаторами и полимерными красками позволяет уменьшить воздействие этого фактора (рис. 6).



Рисунок 6 – Фиброцементный сайдинг, содержащий хризотилвые волокна с покраской и тиснением

При окрашивании хризотилцементных плоских и волнистых листов важно использовать краски с высокими адгезионными характеристиками, содержащие светостойкие пигменты, устойчивые к ультрафиолету, и обеспечивающие хризотилцементным листам защиту от воздействия факторов окружающей среды, повышенную водо- и морозостойкость. Наиболее широкое применение на шиферных заводах России и других стран СНГ с 2000-х годов нашли краски с полимерным порошковым составом [12].

Качество хризотилового волокна

В настоящее время, хризотилцементные (фиброцементные) предприятия в своих запросах указывают на необходимость проводить на хризотил-асбестовых горно-обогатительных предприятиях усиленный контроль фракционного состава хризотилвых волокон, что особенно важно для волокон классов фракций +1,18 мм и -0,075 мм, удельной поверхности волокон, их объема во влажном состоянии. Это позволит обеспечивать однородность этих показателей в рамках партии и полное соответствие партии требованиям ГОСТ или утвержденных ТУ.

Для хризотил-асбестовых горно-обогатительных предприятий стран СНГ возникла необходимость систематического определения не только содержания хризотил-асбеста с помощью контрольного аппарата, но и его фракционного состава с использованием пневматического классификатора ПК-2А или гидроклассификатора типа Бауэр-Мак-Нетт (содержания волокон классов +1,18 мм и -0,075 мм). Такие определения необходимо проводить на стадии эксплуатационной разведки по аналогии с методиками зарубежных хризотил-асбестовых горно-обогатительных предприятий.

Исследования показали, что с увеличением удельной поверхности хризотил-асбеста улучшается его армирующая способность и становится прочнее сцепление волокон с цементным камнем. Это является результатом сложных физико-химических процессов адсорбции зерен цемента на поверхности волокон хризотила. Поэтому в процессе изготовления хризотилцемента необходимо стремиться к максимально возможному разделению и распушению хризотилвых волокон для того, чтобы наиболее полно использовать

их армирующую способность. Немаловажную роль для добывающих и обогащающих хризотил-асбест предприятий России и Казахстана играет более полное использование волокон, остающихся на четвертом сите контрольного аппарата (класс $-1,35 \text{ мм} +0,4 \text{ мм}$). Их использование отражается на качестве и объемах хризотила и хризотилцементных изделий, получаемых на горно-обогатительных предприятиях и хризотилцементных заводах. В ходе исследований и на основании накопленного опыта работы на хризотилцементных заводах выявлена отрицательная роль перенасыщения состава хризотил-асбеста волокнами класса $-0,4+0,0 \text{ мм}$ (то есть пылью) и особенно фракцией мелкодисперсной пыли класса $-0,075 \text{ мм}$.

Многие современные мировые хризотилцементные заводы применяют в качестве добавок к основным компонентам, образующим фиброцементные изделия, таким как хризотил и портландцемент, еще и золу, целлюлозу, полипропилен. При производстве фиброцементных изделий заводы используют золу (от 15% до 30%), переработанные отходы собственного производства (от 2% до 3%) и переработанную целлюлозу (от 3% до 4%). Внедрением инноваций в технологии производства плоских и гофрированных фиброце-

ментных листов отмечены заводы компании «Everest», «Fiber Cement Board Plant», ООО «Комбинат Волна», «ETERNIT» корпорации «SAMA» (предприятие Бразилии) (рис. 7) и др.

Исходя из вышеизложенного, выделим основные цели, стоящие перед хризотилцементной отраслью, и в частности перед сферой производства хризотилцементных изделий – это достижение однородности и требуемого фракционного состава хризотиловых волокон, необходимой степени их распушки, стойкости и равномерности цвета готовой продукции, а также предотвращения образования высолов и трещин на листах и панелях.

В целом перед производителями хризотиловых волокон и хризотилцементных изделий стоят общие задачи – снижение себестоимости и улучшение качества выпускаемой готовой продукции, расширение ее ассортимента и рынков сбыта.

Выводы

Хризотил-асбестовая отрасль в мире развивается, выдерживает кризисы и рыночную конкуренцию. Производители горного льна, как и производители хризотилцементной продукции, в последние годы оптимизируют свои затраты и расходы на производство, логистику, снижают свои потери, модернизируют и расширяют свой ассортимент, обнов-



Рисунок 7 – Фибро-хризотилцементное предприятие Бразилии «ETERNIT» корпорации «SAMA»

ляют новым и современным, улучшенным оборудованием. Заводы и фабрики совершенствуют свою технологию, постоянно расширяют ассортимент продукции, улучшают ее качество. В настоящее время в строительной массовой индустрии и в индивидуальном строительстве все больше повышается спрос на окрашенные хризотилцементные изделия (хризотилцементные листы, сайдинг).

В отрасли последние десять лет широко используются технологии окраски шиферных изделий. Окрашенные хризотилцементные изделия, плоские и волнистые листы (шифер) имеют большую популярность в строительной отрасли стран СНГ, Средней и Юго-Восточной Азии, Южной Америки, Африки. Применение полимерного покрытия для хризотилцементных листов при использовании гидрофобизаторов повысило качество и долговечность хризотилцементной продукции, делает ее конкурентной на международном рынке.

Увеличение удельной поверхности

хризотил-асбеста перед формированием хризотилцементного полуфабриката улучшает его армирующую способность и сцепление волокон с цементным камнем, что является результатом сложных физико-химических процессов адсорбции зерен цемента с волокнами хризотила. Немаловажную роль играет для получения хорошего качества хризотилцементных изделий и оптимальной себестоимости производства на хризотилцементных предприятиях является фракционный состав хризотил-асбеста (волокна класса: +1,18 и -0,075 мм), поставляемый горнообогатительными предприятиями.

Рынок потребления в мире и странах СНГ хризотил-асбеста и хризотилцементной продукции за последние 50 лет сильно изменился. В основном рынок сбыта, сосредоточен в Азиатско-Тихоокеанском регионе и странах СНГ. Применяется хризотил-асбест сегодня в большей степени в строительной отрасли, но находит и новое применение в химической, машиностроительной и других секторах промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Комаров Ю.Т. 100-летний юбилей Брянского асбестоцементного завода // Строительные материалы. – 2008. – №9. – С. 34–35.
- 2 Уиттакер Э.Д.В. Структура и свойства асбеста // Справочник по структуре текстильных волокон: натуральные, регенерированные, неорганические и специальные волокна. – 2009. – С. 425–449.
- 3 Шкаредная С.А. Асбестосодержащие изделия и строительные материалы / С.А. Шкаредная, Т.М. Каскевич // Горно-геологический журнал. – 2005. – №2. – С. 37–39.
- 4 Robert L. Virta. Асбест: геология, минералогия, горное дело и использование // Геологическая служба. – 2022. – С. 28.
- 5 Пуненков С.Е. Хризотил-асбест и ресурсосбережение в хризотил-асбестовой отрасли / С.Е. Пуненков, Ю.С. Козлов // Горный журнал Казахстана. – 2022. – №1. – С. 5–10.
- 6 Сводные данные о минеральных товарах за 2022 год. USGS. Геологическая служба. 2022. – 204 с.
- 7 Кагановский О.С., Градобоев О.В., Плагин А.А. Высокоэффективные композиционные материалы на основе минеральных и синтетических волокон: проблемы производства хризотил-цемента // Сб. науч. тр. Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Харьков: УкрДУЗТ. – 2013. – Вып. 138. – С. 50–47.
- 8 Пуненков С.Е. Современное состояние и перспектива развития хризотил-асбестовой отрасли в Бразилии // Строительные материалы. – 2011. – № 5. – С. 20–21.
- 9 Чесноков В.С. Хризотилцементные напорные трубы: практика применения в тепло-трассах / В.С. Чесноков, В.А. Бабищ // Строительные материалы. – 2008. – № 9. – С. 13–15.

10 Ободович О.М. Увеличения степени распушки асбестовых волокон с помощью гидромеханической обработки / О.М. Ободович, О.М. Недбайло, О.Г. Чернишин, А.Е. Недбайло // Керамика: наука и жизнь. – 2021. – №1 (50). – С. 26–29.

11 Кухта Т.Н. Повышение долговечности полимерного покрытия асбестоцементных листов при использовании гидрофобизатора // Строительные материалы. – 2010. – №1. – С. 58–60.

12 Урецкая Е.А. Технологические особенности поверхностной гидрофобизации асбестоцементного шифера / Е.А. Урецкая, Т.Н. Кухта // Строительная наука и техника. – 2008. №6 (21). – С. 95–100.

ПУНЕНКОВ С.Е.

Асбест қ., Екатеринбург қ., Ресей Федерациясы

ХРИЗОТИЛ ЖӘНЕ ХРИЗОТИЛЦЕМЕНТ ӨНЕРКӘСІБІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАЙ-КҮЙІ ЖӘНЕ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Мақалада өндіріс технологиясы, ТМД елдерінде хризотил және хризотилцемент салаларын өндіріс технологиясы және дамыту мәселері қаралады. Мақалада табиғи хризотил талшықтарының құрамы мен қасиеттері туралы мәліметтер және хризотилцемент кәсіпорындарына жеткізілетін цемент пен хризотил талшықтарының шикізат материалдарының сапасы жөніндегі деректер, олармен суспензияның, жартылай фабрикаттың сипаттамалары және қатып қалған хризотилцемент бұйымдарының қасиеттері келтіріледі. Шифер өнімдерінің физикалық-механикалық қасиеттерінің байқалатын бұзылуына байланысты жеткізілетін хризотил талшықтарының сапасы бойынша ТМД елдерінің тау-кен байыту кәсіпорындарына хризотилцемент бұйымдарын (шифер, хризотилцемент құбырлары) өндірушілердің пайда болған сұраныстары қаралды. Мақалада хризотил қоспалары, цемент құрамының хризотилцемент қасиеттеріне әсері туралы екі саланың жиынтық білімін жинақтауға және соңғы онжылдықтарында жеткізілетін хризотил шикізаты ретінде қандай да бір нақты өзгерістер болғанын талдауға әрекет жасалды.

Түйінді сөздер: хризотил талшықтары, қопсыту, портландцемент, арматуралау, пигменттер, гидрофобизатор, хризотилцемент бұйымдары, магистральдық жарықтар, тұздардың кристалдануы, нарық.

PUNENKOV S.E.

Asbest, City of Yekaterinburg, Russian Federation

CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF CHYSOTILE AND CHYSOTILE CEMENT INDUSTRIES

The production technology and the problems of the development of the chrysotile and chrysotile cement industries in the CIS countries are considered in this article. It provides information on the composition and properties of natural chrysotile fibers and the data on the quality of raw materials of cement and chrysotile fibers which are supplied to chrysotile cement plants, the characteristics of the suspension with them, the semi-finished product and the properties of hardened chrysotile cement products. Emerging requests of manufacturers of chrysotile cement products (slate, chrysotile cement pipes) to mining and processing enterprises of the CIS countries on the quality of chrysotile fibers supplied due to violations of the physical and mechanical properties of slate products are considered. In this article an attempt is made to summarize the combined knowledge of the two industries on the influence of the composition of chrysotile mixtures, cement on the properties of chrysotile cement and to analyze whether there have been any real changes in the quality of chrysotile raw materials supplied over the past decades.

Keywords: chrysotile fibers, fiber opening, portland cement, reinforcement, pigments, water repellent agent, chrysotile cement products, mainline cracks, efflorescence, market.

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СКВАЖИН С УЧЕТОМ АНОМАЛЬНЫХ СВОЙСТВ НЕФТИ И СКИН-ФАКТОРА



С.А. ИСАЕВА¹,
¹докторант,



Х.Э. АЛИЯРОВА²,
²научный сотрудник,



С.Б. МАМЕДОВА³,
³научный сотрудник,

*Государственный университет нефти и промышленности,
г. Баку, Республика Азербайджан*

Большие возможности геологии и геофизики дают возможность обеспечивать большой шаг в развитие гидродинамического моделирования и частичной имитации всего жизненного цикла разработки и эксплуатации аномальных нефтяных месторождений. В сочетании с математическим подходом к проблемам разработки углеводородных месторождений в ряде случаев дает возможность получить эффект при добыче аномальных месторождений. Если учесть новые возможности, которые дает применение наклонных и горизонтально-разветвленных скважин и возможность эксплуатации морских месторождений нефти и газа можно констатировать как происхождение научно-технической революции. Это дает возможность повышению эффективности всех технологических процессов добычи и углеводородов. Исходя из выше сказанного, особое внимание должно уделяться к месторождениям с высоким содержанием асфальтена, смол и парафинов. В этой работе рассматриваются вопросы подземной гидравлики, связанные аномальной нефтью и скин-фактором.

Ключевые слова: аномальные свойства, скин-фактор, фильтрация, интерференция скважин, анизотропность пласта, призабойная зона пласта, радиальная фильтрация.

Интерференция скважин обусловлена тем, что под влиянием работы, остановки или изменения режима работы, одной группы эксплуатационных скважин изменяются дебиты и забойные давления другой группы скважин, работающих в том же самом пласте. Таким образом, на практике первые скважины называют возмущающими, а вторые – реагирующими.

Методы исследования

В работе предлагается математическая модель, которая представляет собой приближенное описание поведения данного объекта с помощью математических символов. Отметим, что процесс математического моделирования-изучаемого объекта матема-

тической модели можно разделить на взаимосвязанные группы:

1. Основная формулировка в математических терминах процессов, описывающих поведение объекта;
2. Получение путем исследования модели выходных данных для дальнейшего сопоставления;
3. На основе промыслового и лабораторного исследования, адаптация модели;
4. На основе наблюдений и, расчетов, анализ модели, ее модернизация по мере накопления новой, дополнительной информации об изучаемом (пласт, скважина) объекте.

Отметим, что каждый этап имеет свою информационную основу.

Первый этап требует от исследователя глубоких знаний по рассматриваемому объекту. При этом в качестве наиболее используемого метода физических процессов применения гипотеза оплошности, законы и методы механики жидкости и газа.

Ко второму этапу относится решение прямой задачи для конкретного объекта (пласта, скважины).

К третьему этапу относится моделирование данных адаптационных математических моделей по наблюдениям.

Более детально в четвертом этапе моделирования по мере накопления информации по объекту уточняется. В данном случае можно говорить о постоянстве действующей технологической модели пласта, скважины, месторождения.

Отметим, что для описания реальных физических процессов необходимо использовать различные уравнения и методы описания. Как отмечалось, в качестве используемого и разработанного метода описания физических процессов в нефтяном деле, применяются макроскопический метод, в основе которого лежит гипотеза сложности, законы и методы механики сложной среды [1–3].

Очень часто расчеты оценки изменения производительности реагирующих скважин не соответствуют промысловым наблюдениям. Такое количественное расхождение между результатом фактических наблюдений и теорией может быть объяснено многими параметрами, в том числе скин-фактором и аномальными свойствами нефти.

Аномальные свойства нефти, как неоднородность по проницаемости, анизотропность самого пласта, могут в некоторых случаях – ослабить эффект интерференции скважин, а в других случаях – усилить. Эффект интерференции между скважинами может измениться при возникновении в призабойной зоне пласта скин-фактора [4].

При одномерной радиальной фильтрации неньютоновской нефти с вязко-пластичными свойствами, скорость фильтрации определяется как

$$\frac{dP}{dr} = - \left(\frac{\eta}{k} \vartheta + \frac{\alpha \tau_0}{\sqrt{k_1}} \right) (1),$$

где $\frac{dP}{dr}$ – градиент давления;

η – структурная вязкость жидкости;

k – проницаемость по жидкости;

k_1 – проницаемость по воздуху;

τ_0 – предельное напряжение сдвига;

α – коэффициент;

ϑ – скорость фильтрации.

Площадь поперечного сечения пластам можно определить, как:

$$F = 2\pi r h (2),$$

где h – мощность пласта.

Решая совместно уравнение (1) и (2), имеем:

$$Q = \frac{2\pi r h k}{\eta} \left(\frac{dP}{dr} - \frac{\alpha \tau_0}{\sqrt{k_1}} \right) (3),$$

где Q – объемный расход жидкости.

Решим данное уравнение относительно давления:

$$\frac{Q \eta}{2\pi h k} r \cdot dr + \frac{\alpha \tau_0}{\sqrt{k_1}} dr = dP (4)$$

Примем следующие граничные условия с учетом скин-зоны:

$$r = R_k; P = P_k; r = R_c; P = P_c; r = R_s,$$

где R_c – радиус скважины;

R_k – радиус контура питания;

R_s – радиус скин-зоны;

P_k – давление на контуре питания;

P_c – давление на забое скважины.

Решая интегралы и подставляя граничные условия, находим:

$$\frac{Q \eta}{2\pi h k} \left[\frac{k}{k_s} \ln \frac{R_s}{R_c} + \ln \frac{R_k}{R_s} \right] + \frac{\alpha \tau_0}{\sqrt{k_1}} (R_k - R_c) = P_k - P_c (5)$$

Чтобы данное уравнение не теряло смысловое значение, введем в уравнение $\ln \frac{R_s}{R_c}$, отнимем и прибавим данное выражение:

$$\frac{Q \eta}{2\pi h k} \left[\frac{k}{k_s} \ln \frac{R_s}{R_c} + \ln \frac{R_k}{R_s} + \ln \frac{R_s}{R_c} - \ln \frac{R_s}{R_c} \right] + \frac{\alpha \tau_0}{\sqrt{k_1}} (R_k - R_c) = P_k - P_c (6)$$

Проведем группировку:

$$\frac{Q \eta}{2\pi h k} \left[\left(\frac{k}{k_s} + 1 \right) \ln \frac{R_s}{R_c} + \ln \frac{R_k}{R_s} \right] + \frac{\alpha \tau_0}{\sqrt{k_1}} (R_k - R_c) = P_k - P_c (7)$$

Допустим, что до внутренней границы движется неньютоновская жидкость с вязко-пластичными свойствами:

$$Q = \frac{k F}{\eta} \left[\frac{P'_k - P_k}{L - L_k} - \frac{\alpha \tau_0}{\sqrt{k_1}} \right] (8),$$

где P'_k – давление на контуре (контур питания) пласта.

Примем, что $F = 2\delta h$,
где 2δ – расстояние между скважинами.

При $L_k = R_k$ имеем:

$$Q = \frac{2\delta kh}{\eta} \left[\frac{P'_k - P_k}{L - R_k} - \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} \right] \quad (9)$$

Решим данное уравнение относительно перепада давления:

$$P'_k - P_k = \frac{Q(L - R_k)}{2\delta kh} + \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} (L - R_k) \quad (10)$$

Общий перепад можно определить согласно [3, 4]

$$\Delta P = \Delta P_B + \Delta P_H \quad (11)$$

С учетом вышеизложенного, имеем:

$$\Delta P = (P_k - P_c) + (P'_k - P_k) = P'_k - P_c \quad (12)$$

В окончательном виде получим:

$$\Delta P = \frac{Q\eta}{2kh} \left\{ \frac{1}{\pi} \left(S + \ln \frac{\delta}{2R_c} \right) + \frac{L}{\sigma} \right\} \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} (L - R_c) \quad (13)$$

Предположим, что в ряду n количество скважин. Вычислим значение общего дебита для n количества скважин, при этом общая добыча:

$$\Sigma Q = Q \cdot n \text{ или } Q = \frac{\Sigma Q}{n}$$

Учитывая выше найденное значение, в предыдущее уравнение и введя обозначение $B = 2\sigma \cdot n$ и $\sigma = \frac{B}{2n}$ вычислим общий дебит скважины [1].

$$\Sigma Q = \frac{\frac{2\pi kh}{\eta} n L \left[\frac{P_k - P_c}{L} - \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} \left(1 - \frac{R_c}{L} \right) \right]}{\left(S + \ln \frac{B}{4nR_c} \right) + \frac{2nL}{B}} \quad (14)$$

Если предположить, что $\tau_0 = 0$, не учитывая скин-фактор, то имеем уравнение, полученное академиком А.Х. Мирзаджанзаде [1].

Если расстояние между скважинами принять равным нулю, то в этом случае ряд скважин можно заменить галереей. В этом случае процесс фильтрации происходил бы для вязко-пластичной жидкости без учета скин-фактора и имел бы вид:

$$Q_{max} = \frac{kF}{\eta} \left[\frac{P_k - P_r}{L} - \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} \right] \quad (15),$$

где $P_k - P_r = \Delta P$ – потери давления на преодоление общих сопротивлений.

P_k – давление на контуре питания;

P_r – давление на галерее.

Из выше приведенного уравнения (15) видно, что если бы движение происходило по данной модели, то дебит однородной вязко-пластичной нефти был бы максимальным.

Результаты исследования

Предложена новая методика исследования влияния аномальных свойств нефти на производительность скважины. Анализы показывают, что начальное касательное напряжение влияет на процесс фильтрации. Это в конечном виде влияет на объемный расход скважины. Определив расход, можно, в частности, проводить дополнительные работы по улучшению производительности скважин.

Заключение

Из многочисленно проведенных экспериментов и промысловых исследований установлено, что некоторые нефти имеют аномальные свойства. Нефти с аномальными свойствами не подчиняются законам фильтрации неньютоновских нефтей, что создает при добыче дополнительные сложности.

В этой статье рассмотрена и предложена модификация обобщенного уравнения фильтрации с аномальными свойствами, которая с учетом скин-фактора фильтруется в пласте. С начальным предельным напряжением сдвига, данная фильтрующаяся жидкость вязко-пластичная. Также отметим, что при интерференции скважин производительность зависит от начального предельного напряжения сдвига и от скин-фактора.

Показано, что влияние интерференции скважин уменьшается с увеличением предельного напряжения сдвига.

Данная методика дает возможность учесть совокупность влияния скин-зоны, а также вязко-пластичных свойств нефти на производительность отдельных скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1 Мирзаджанзаде А.Х. «Вопросы гидродинамики вязко-пластичных и вязких жидкостей в нефтедобыче», Баку, 1959, 348 с.

2 Хоркин Я. «Исследование фильтрации асфальтосодержащих нефтей» АНХ, № 10, 1966.

3 Мирзаджанзаде А.Х, Хасанов М.М., Бахтизин Р.Н. «Моделирование процессов нефтедобычи» М-И, Институт компьютерных исследований. 2004, 368 с.

4 Теслюк Е.В., Теслюк Р.Е. «Термогидродинамика проектирование разработки нефтяных месторождений» М. «Грааль» 2013, 564 с.

С.А. ИСАЕВА¹, Х.Э. АЛИЯРОВА², С.Б. МАМЕДОВА³

Баку қ., Әзербайжан Республикасы

МҰНАЙДЫҢ ЖӘНЕ СКИН-ФАКТОРДЫҢ ҚАЛЫПСЫЗ ҚАСИЕТТЕРІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ҰҢҒЫМАЛАРДЫҢ

Геология мен геофизиканың үлкен әлеуеті гидродинамикалық модельдеуді және қалыпсыз мұнай кен орындарын игеру мен пайдаланудың бүкіл өмірлік циклін ішінара еліктеуді дамытуда үлкен қадам жасауға мүмкіндік береді. Көмірсутек кен орындарын игеру мәселеріне математикалық тәсілмен үйлесімде бірқатар жағдайларда қалыпсыз кен орындары өндіру кезінде әсер алуға мүмкіндік береді. Егер көлбеу және көлденең тармақталған ұңғымаларды қолданудың жаңа мүмкіндіктерін және теңіз мұнай мен газ кен орындарын пайдалану мүмкіндіктерін ескерсек, ғылыми-техникалық революцияның шығу тегі ретінде айтуға болады. Бұл көмірсутектерін өндірудің барлық технологиялық үдерістің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, құрамында асфальтені, шайыры мен парафині мөлшері жоғары кен орындарына ерекше назар аударылуы тиіс. Бұл жұмыста қалыпсыз мұнайға және скин-факторға байланысты жер асты гидравликасының мәселелері қаралады.

Түйінді сөздер: қалыпсыз қасиеттері, скин-фактор, сүзгілеу, ұңғымалардың интерференциясы, қабаттың анизотроптығы, қабаттың кенжар аймағы, радиалды сүзгілеу.

S.A. ISAEVA¹, Kh.E. ALIYAROVA², S.B. MAMEDOVA³

Baku, The Republic of Azerbaijan

WELL INTERFERENCE CONSIDERING ABNORMAL OIL PROPERTIES AND SKIN FACTOR

Great opportunities of geology and geophysics give an opportunity to provide a big step in the development of hydrodynamic modelling and partial simulation of the whole life cycle of development and operation of abnormal oil fields. In combination with a mathematical approach to the problems of hydrocarbon field development in some cases gives the opportunity to obtain an effect on the production of abnormal oil fields. If we take into account the new opportunities given by the use of inclined and horizontal-branch wells and the possibility of operation of offshore oil and gas fields can be stated as the origin of the scientific and technological revolution. It gives an opportunity to increase the efficiency of all technological processes of production and hydrocarbons. Based on the above, special attention should be given to the fields with high content of asphaltene, resins and paraffins. This article deals with underground hydraulics issues related to abnormal oil and skin factor.

Keywords: abnormal properties, skin factor, filtration, well interference, formation anisotropy, near well-bore formation, radial filtration.

НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ

Готовится геологоразведка в Актюбинской области

По сообщению QazaqGaz, компания заключила с Шеврон Мунайгаз соглашение о сотрудничестве по вопросам геологоразведки на участке Жалибек. Оно касается, прежде всего, территории вблизи месторождений Жанажол и Урихтау.

Данный проект подготавливался на протяжении года. Его реализацию поддерживают Самрук-Қазына и Минэнерго РК. В соответствии с соглашением, на первом этапе Chevron займется обработкой имеющихся сейсмических данных и разработкой технических интерпретаций.

По словам председателя правления QazaqGaz, компания рассчитывает, что геологоразведка потенциального газового и газоконденсатного месторождения на участке Жалибек способствует развитию ресурсной базы и экономического потенциала страны. К тому же он отметил привлечение газовой отрасли Казахстана международных инвесторов, что актуально в контексте поручения президента по интенсификации геологоразведки на газ.

По словам управляющего, директора Евразийского подразделения Chevron, компании предполагают расширение сотрудничества в дальнейшем.

Chevron в 1993 г. стала первой международной энергетической компанией в Казахстане. Сейчас она участвует в реализации ряда проектов: по разработке нефтяных и газоконденсатного месторождений Тенгиз, Королевского и Карачаганакского, экспорту нефти и производству полиэтиленовых труб.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_gotovitsya_geologorazvedka_v_aktyubinskoy_oblasti1.html

Рост объемов добычи углеводородов опережает темпы восполнения их запасов

2 июля прошлого года ОПЕК обнародовала ежегодный статистический бюллетень, в котором, в том числе, оценено соотношение между добычей углеводородов и восполнением их запасов.

По данным организации, доказанные запасы нефти продолжают возрастать с 2022 г. В прошлом году они достигли 1,569515 трлн барр., повысившись на 0,4%.

Лидирующим регионом по запасам нефти является Ближний Восток, где сосредоточено 871,182 млрд барр., что составляет 55,5% от глобальных запасов. В прошлом году отмечен рост на 0,1%. Ведущее место здесь занимает Саудовская Аравия с 267,23 млрд барр., или – 17% от глобальных запасов. В Иране – 208,6 млрд барр. (13,3%), в Ираке – 145,019 млрд барр., в ОАЭ – 113 млрд барр.

Далее по объему запасов следует Латинская Америка, содержащая 343,616 млрд барр., или – 21,9% от мировых запасов. В 2023 г. произошел рост на 0,4%. Основной вклад внесла Бразилия, повысившая запасы на 12,2% до 14,856 млрд барр. Лидером является Венесуэла с 303,008 млрд барр., или – 19,3% от глобальных запасов, однако здесь произошло сокращение на 1%.

В странах ОПЕК запасы нефти в 2023 г. возросли на 0,03% до 1,241331 трлн барр. Это 79,1% от мировых запасов. В ОПЕК+ запасы выросли на 0,04%, до 1,37788 трлн барр. и составили 87,8% от глобальных.

Наиболее интенсивно, помимо Бразилии, запасы нефти в прошлом году выросли в Индии (на 11% до 4,849 млрд барр.) и США (на 5,4% до 45,271 млрд барр.). Наибольшее сокращение отмечено в Великобритании. Оно составило – 16,7%, вследствие чего запасы достигли 1,5 млрд барр. В России запасы остались неизменными в 80 млрд барр., что составляет 5,1% от глобальных запасов.

Мировая добыча нефти в прошлом году выросла на 424 тыс. барр./сут. или 0,6%, достигнув 72,242 млн барр./сут.

При этом в ОПЕК показатель сократился на 960 тыс. барр./сут. или 3,5% до 26,799 млн барр./сут., что составляет 36,6% от глобальной добычи. В ОПЕК+ также произошло снижение на 1,116 млн барр./сут. или 2,6%, до 41,754 млн барр./сут.

Таким образом, мировой рост добычи нефти пришелся на страны, не входящие в ОПЕК+. Он составил 1,54 млн барр./сут. или 5,1%. В результате общий их показатель достиг 31,487 млн барр./сут.

Наибольший рост добычи отмечен в Ливии. Он составил 21,1%, что позволило достичь показателя в 1,189 млн барр./сут. В Габоне добыча возросла на 17,1% до 223 тыс. барр./сут., в Бразилии – на 12,6% до 3,402 млн барр./сут., в Иране – на 11,9% до 2,859 млн барр./сут.

Лидером по добыче нефти стали США с показателем 12,927 млн барр./сут. Этому способствовал рост на 8,5%. В Саудовской Аравии с показателем 9,606 млн барр./сут. наоборот произошло сокращение на 9,3%. В России также отмечено снижение на 1,7%, что не помешало занять ей третье место с 9,592 млн барр./сут. В Китае добыча выросла на 2,1% до 4,181 млн барр./сут., в Ираке сократилась на 7,5% до 4,118 млн барр./сут.

Наибольшее снижение добычи отмечено в Великобритании. Оно составило 645 тыс. барр./сут. или 10,8%. Глобальные запасы газа в 2023 г. возросли на 0,3% до 206,434 трлн м³.

Лидером по запасам газа является Россия с 44,15 трлн м³. Второе место занимает Иран с 33,988 трлн, третье – Катар с 23,831 трлн, далее следуют США (17,41 трлн) и Туркменистан (13,95 трлн).

Мировая добыча газа возросла на 0,6% до 4,282908 трлн м³.

Ведущую позицию заняли США с 1,073 трлн м³, где произошел рост добычи на 4%. В России наоборот отмечено сокращение на 5,5% до 636,9 млрд м³. Иран повысил добычу на 4,9% до 275 млрд м³, Китай – на 6,1% до 226,803 млрд м³, Катар – на 0,3% до 211,058 млрд м³.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_rost_obyemov_dobyichi_uglevodorodov_operejaet.html

Усовершенствована технология извлечения золота из сульфидных руд двойной упорности

Все чаще приходится извлекать золото из руд и концентратов с двойной упорностью, обусловленной ассоциацией металла с пиритом, арсенопиритом и органическим углеродом. Существует несколько технологических схем переработки таких руд.

Одна из них подразумевает сверхтонкий помол сырья в бисерной мельнице, его окисление при атмосферном давлении и последующее цианирование. Однако сверхтонкое измельчение руд активизирует поверхность углистого вещества, что повышает сорбционную активность концентрата. Это сокращает степень извлечение золота.

НПО РИВС разработан способ решения этой проблемы. Его суть состоит в использовании реагента-подавителя в виде ртути в процессе измельчения руды. При окислении добавляют защелачивающие реагенты.

К концу окисления углистое вещество сорбирует ртуть, что снижает сорбционную активность сырья, повышая извлечение золота при последующем цианировании.

Экспериментальным путем ученые установили влияние ртути на сорбционную активность флотоконцентрата, показатели извлечения золота при цианировании и оптимальный расход ртути. Так, извлечение золота при использовании ртути возросло с 64% до 91%.

Важным достоинством усовершенствованной технологии является экономичность. Она обусловлена простотой оборудования за счет низкой агрессивности рабочих сред. Кроме того, данную технологию, возможно, использовать для обработки других концентратов.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_usovershenstvovana_tehnologiya_izvlecheniya1.html

На Марсе обнаружена элементарная сера

30 мая в ходе изучения канала Gediz Vallis марсоходом Curiosity был раздавлен камень, который, как, оказалось, состоит из кристаллов элементарной серы. Это первый случай обнаружения чистой серы на Марсе притом, что данный регион богат сульфатами.

Самородная сера на Земле образуется несколькими способами. Часть их связана с вулканизмом. Так, сера осаждается из вулканических газов на стенках кратеров, а также выпадает из гидротермальных растворов. Кроме того, возможно окисление сероводорода в нефтегазовых залежах. К тому же существует биохимический способ, предполагающий перевод сульфатов сульфатредуцирующими бактериями в сероводород и окисление последнего другими микроорганизмами. Наконец, формирование серы, возможно, за счет разложения серосодержащих минералов, таких как гипс и пирит.

Предполагается, что на Марсе основным механизмом образования самородной серы являлся вулканизм. Также возможно участие химического взаимодействия атмосферы со следами диоксида серы с грунтом.

В районе исследования было обнаружено множество камней, состоящих из кристаллов серы. Однако они оказались слишком мелкими и хрупкими для отбора в качестве проб. Поэтому для бурения был выбран пласт породы, названный Мамонтовыми озерами. 18 июня Curiosity осуществил 41 по счету бурение и отобрал измельченную породу для анализа. Далее марсоход вернулся к исследованию Gediz Vallis.

Канал Gediz Vallis расположен у горы Эолила. Предполагается, что он имеет флювиальное происхождение и был выработан водно-грязевыми потоками, о чем свидетельствует гряда обломочного материала, протягивающаяся более чем на 3 км вдоль склона.

Curiosity изучает канал с конца прошлого года. Цель исследования состоит в установлении происхождения и эволюции данного ландшафта.

По результатам изучения обломочного материала установлено, что он имеет как флювиальное, так и оползневое происхождение.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_na_marse_obnarujena_elementarnaya_sera.html

Обнаружен новый источник кислорода на Земле

Считается, что единственным источником кислорода на Земле являются фотосинтезирующие организмы. На основе этого положения строятся теории о развитии жизни. Так, предполагается, что кислород на планете появился около 3 млрд лет назад в связи с деятельностью цианобактерий, после чего началось развитие более сложных форм.

Однако сотрудниками SAMS обнаружен новый источник кислорода на дне океана, не связанный с биосферой. Открытие сделано в ходе изучения последствий глубоководной добычи полезных ископаемых в зоне Тихого океана Кларион-Клиппертон. Ученые зафиксировали повышенную концентрацию кислорода в придонных слоях воды, которую изначально приняли за ошибочные показания глубоководных датчиков. Исходя из научно-обоснованных закономерностей о поглощении кислорода в глубинных слоях Мирового океана, исследователи перекалибровали датчики, однако они продолжили выдавать аномальные показания. В связи с этим ученые решили проверить данные альтернативным методом, основанным на другом принципе, и получили аналогичные результаты.

Исследователи выяснили, что образование кислорода связано с полиметаллическими конкрециями, содержащими Cu, Co, Mn, Ni, Li. Механизм, предположительно, состоит в электролизе морской воды или процессе расщепления ее молекул электрическим током. Отмеченные элементы относятся к проводникам и при взаимодействии с морской водой могут генерировать электричество. Хотя по результатам исследования ученые установили, что поверхности конкреций выделяют 0,95 В при том, что электролиз осуществляется при 1,5 В, они полагают, что скопления данных образований могут давать большие значения.

На основе полученных результатов исследователи утверждают, что возможно переосмысление зарождения и эволюции жизни на Земле.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_obnarujen_novyiy_istochnik_kisloroda_na_zemle.html

В лунном грунте обнаружена вода

Следы воды в лунном грунте были обнаружены по результатам изучения образцов 60-70 гг. прошлого века. К тому же в 2020 г. ее наличие на Луне подтверждено НАСА.

Пятая китайская лунная миссия «Чанъэ-5» доставила образцы лунного грунта 17 декабря 2020 г. Это были первые пробы с момента возвращения советской Луна-24 в 1976 г.

Новое исследование данных образцов также было посвящено изучению содержания воды. Ученые отметили, что пробы «Чанъэ-5» отобраны с гораздо более высоких широт в сравнении с более ранними образцами, поэтому на основе их изучения можно определить формы воды на Луне.

По результатам в лунном грунте обнаружен – новограбленовит, содержащий воду в количестве около 41 масс. %. Это гидратированный минерал $(\text{NH}_4)\text{MgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Исходя из этого, ученые полагают, что вода на освещенных Солнцем участках Луны существует в виде гидратированных солей.

В данный момент на Луне работает лунный зонд «Чанъэ-6». В прошлом месяце он отобрал первые пробы с обратной стороны спутника.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_v_lunnom_grunte_obnarujena_voda.html

Предполагается связь сейсмической активности на юге США с добычей углеводородов

По сообщению Геологической службы США, с 22 июля на западе Техаса произошла серия землетрясений. Сейсмическая активность началась у г. Скарри и вызвала разрушения домов и инфраструктуры населенного пункта. За прошедшую неделю зафиксировано 103 толчка. Мощнейший из них имел амплитуду 4,9 балла, его очаг располагался на глубине 1,5 км.

Геологическая служба отмечает, что сейсмическая активность нетипична для Техаса, и 99% местных землетрясений связана с добычей углеводородов из сланцевых пластов методом гидроразрыва пласта. Исследованием связи между сейсмической активностью и нефтегазодобычей занялась Железнодорожная комиссия Техаса, регулирующая данную отрасль.

Техас является развитым нефтегазодобывающим районом. Сейсмическая активность стала проявляться здесь с 1970 г. Уже оглашалась версия ее связи с использованием метода ГРП. Сильнейшие землетрясения достигали магнитуды около 6 баллов и вызывали значительные разрушения.

Подобная обстановка наблюдается в Оклахоме, где в связи с этим несколько лет назад население подало иск против 27 нефтегазовых компаний.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_predpolagaetsya_svyaz_seysmicheskoy_aktivnosti_na.html

Установлено происхождение сапфира

Предполагается, что сапфир формируется в глубинных слоях земной коры в условиях высоких давлений и температур. Исходный материал представлен оксидом алюминия с примесями микроэлементов, включая Si, Fe, Co, Mg, Pb, Cr, Ti, V, B. Однако механизм данного процесса до сих пор был не установлен.

Таким образом, по составу сапфир относится к группе корунда. Его цвет обусловлен примесями железа и титана, которые, взаимодействуя с кристаллической решеткой, поглощают световые волны преимущественно в красной и желтой частях спектра, оставляя в основном синюю.

Также к группе корунда относится рубин. Его окраска определяется преобладанием среди примесей хрома.

Считается, что происхождение этих минералов связано с преобразованием древних вулканических пород, обедненных диоксидом кремния и насыщенных натрием и калием.

Новое исследование Гейдельбергского университета было посвящено изучению процесса образования сапфира. Методика состояла в анализе на изотопы кислорода 223 образцов минерала из нагорья Айфель на западе Германии. Этот регион известен обширными излияниями магмы на поверхность, происходившими около 700 тыс. лет. При этом большинство образцов было отобрано в речных отложениях, и лишь некоторые – в эффузивных породах. По словам ученых, это обусловлено вымыванием зерен минерала из магматических пород и последующим отложением среди аллювия, благодаря его прочности. Высокая плотность сапфира упрощает его отбор в речных отложениях, сложенных более легким материалом.

По результатам установлено, что возраст изученных минералов соответствует времени начала проявления вулканизма в регионе. Полученные данные свидетельствуют о том, что сапфиры находились под воздействием высоких температур не очень долго. Это противоречит теории об их образовании в нижних слоях земной коры или в верхней мантии. Оказалось, что сапфир имеет контактово-метасоматическое происхождение, связанное с термическим и химическим воздействием расплава на вмещающие породы. Изученные образцы сформировались на глубинах 5–7 км.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_ustanovleno_proishojdenie_sapfira.html

О будущем отраслей синтетических и натуральных бриллиантов

В обзорах рынка бриллиантов многие аналитики предсказывают сокращение доли ювелирных синтетических алмазов.

Так, в пресс-релизе Rapaport «Алмазная промышленность под давлением на фоне низких продаж», выпущенном в прошлом месяце, эксперты предсказали падение рынка свадебных украшений с искусственными бриллиантами уже в следующем году. По их оценкам, в этом году синтетические алмазы сохранят лидерство в отрасли. Основной причиной называется последовательное снижение стоимости LGD, вследствие чего они перестают соответствовать статусу для помолвочных украшений. В связи с этим предполагается возврат потребителей к ювелирным изделиям с натуральными алмазами.

Аналогичные выводы приведены в исследовании Boston Consulting «Будущее отрасли природных алмазов». Эксперты считают, что со временем синтетические бриллианты вследствие снижения стоимости перейдут в категорию высококачественной бижутерии вроде искусственного муассанита, кубического циркония, изумрудов, рубинов, сапфиров.

Снижение цены LGD обусловлено расширением отрасли ввиду низкого порога входа, доступности технологий и высокой маржи. Вследствие этого усиливается конкуренция, и предложение начинает превышать спрос.

Ситуация стабилизируется по достижении стоимостью порога, который определяет разницу между драгоценными камнями и бижутерией. В результате рынки природных и синтетических алмазов будут разделены.

Однако существует альтернативная точка зрения, учитывающая противоречия данной модели.

Так, стоимость естественных алмазов также снижается, хотя и медленнее в сравнении с синтетическими. Считается, что это вызвано более фундаментальными причинами, чем рост конкуренции и баланс спроса и предложения. Высокая цена драгоценных камней была исторически обусловлена рыночными особенностями данной отрасли: основные производители действовали картелем, что позволяло получать им сверхприбыль, часть которой использовалась на маркетинговые программы, нацеленные на расширение аудитории потребителей. Это обеспечивало высокую защищенность добытчиков, в то время как основные риски приходились на огранщиков и дилеров. Однако в текущем столетии рынок утратил монополистическую организацию по тактическим и политическим соображениям. О связи текущих тенденций в алмазной отрасли с разрушением внутренних ее механизмов свидетельствует интенсивное подорожание других драгоценных камней. Вследствие этого началась конкуренция между производителями алмазов. К тому же провалилась программа маркетинга из-за неправильного подхода. На основе этого предполагается дальнейшее падение цен, сдерживаемое пока нарабатанным потенциалом отрасли.

Этой позиции соответствует точка зрения, предполагающая, что высокая стоимость естественных алмазов обусловлена только влиянием маркетинга и не связана с ограниченным количеством их запасов. Для подкрепления проводится аналогия с другими ископаемыми ресурсами, запасы которых также ограничены, но их цены существенно колеблются.

Сторонники данной теории считают, что выбор потребителей между природными и искусственными бриллиантами определяется в основном не разницей в ценах. По их мнению, более важным фактором является экологичность производства LGD. На основе этого прогноз об изменении их статуса при снижении стоимости считается некорректным. Более того, экологичность производства стала основой программы контрмаркетинга, состоящей в критике натуральных бриллиантов. Причем, предполагается, что она реализуется спонтанно, без централизованного управления. Таким образом, рост конкуренции между производителями будет приводить к вытеснению природных алмазов.

Из этой позиции можно объяснить переход искусственных корундов в категорию ювелирных отсутствием у потребителей экологических запросов, т. к. освоение технологий их производства произошло на рубеже XIX и XX в.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_o_buduschem_otrasley_sinteticheskikh_i_naturalnykh.html

Установлен источник магмы вулкана Этна

Извержение вулкана Этна произошло 3,93 тыс. лет назад. Оно принадлежит к субплинианскому катастрофическому типу и характеризуется индексом эксплозивности VEI=4. К данному типу относятся недавние извержения Эйяфьядлайёкюдля (2010 г.), Мерапи (2010 г.) и Семеру (2021 г.). Однако для базальтовых магм не характерна столь сильная эксплозивность.

Этна сформировал стратифицированные отложения тефры, которые стали объектом международного исследования с участием лаборатории геохимии магматических и метаморфических пород ГЕОХИ им. В.И. Вернадского РАН.

Ученые обнаружили в отложениях вкрапленники высокомагнезиального оливина с закаленными расплавленными включениями размером до 0,1 мм, представленными микрофрагментами магмы, захваченными в недрах при кристаллизации оливина-хозяина. В Институте Минералогии Ганновера данные частицы сгомогенизировали и закалили на IHPV при 400 МПа и 1330°C для оценки исходного содержания летучих компонентов в первоначальных магмах методом ионно-зондового анализа включений.

По результатам установлено, что концентрация CO₂ в расплаве составляла до 1 масс. %, H₂O – до 6. Столь высокие содержания летучих компонентов в первичных магмах

зафиксированы впервые. Углекислый газ в них был связан с мантийным углеродом, предположительно, субдукционного происхождения, а не с осадочными карбонатами, как считалось ранее.

Такие насыщенные летучими компонентами магмы начинают кристаллизоваться на глубине более 30 км, ниже границы Мохоровичича. Таким образом, расплав Этны имел мантийное происхождение.

На основе моделирования профилей содержания воды и форстерита в оливине, полученных методами ИК-спектроскопии и электронно-зондового микроанализа, установлено, что подъем магмы к поверхности занял от 2–3 ч до 1–5 сут. Причем, верхнюю часть земной коры мощностью менее 15 км, расплав преодолел за 5–45 мин. со скоростью 0,35–3 км/мин (средняя – ~1 км/мин).

Ученые утверждают, что эксплозивный характер извержения и быстрый подъем расплава из мантии к поверхности были обусловлены высокой концентрацией летучих компонентов.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_ustanovlen_istochnik_magmyi_vulkana_etna.html

На Марсе обнаружена подземная жидкая вода

Предполагается, что более 3 млрд лет назад на поверхности Марса была распространена жидкая вода в виде водоемов и водотоков. В результате исчезновения атмосферы и магнитного поля она была утрачена.

В настоящее время вода присутствует здесь в виде льда. Сначала он был обнаружен на полюсах, а относительно недавно – в более низких широтах под поверхностью. Однако объемы льда хотя и значительны, но не соотносятся с предполагаемым количеством воды на древнем Марсе.

Так, на основе геофизических изысканий установлено, что ранее на планете было столько воды, что она могла покрыть поверхность 140-м слоем. Однако предполагается, что вода концентрировалась в северном полушарии, достигая в некоторых районах глубины более 1,6 км. Считается, что большая часть марсианской воды испарилась либо осталась в подземных резервуарах.

Новое исследование Института океанографии Скриппса при Калифорнийском университете в Сан-Диего было посвящено поиску мест сосредоточения воды на Марсе и оценке их объемов. Методика состояла в анализе сейсмических данных Равнины Элизий зонда InSight 2018–2022 гг.

Прошлый анализ скоростей сейсмических волн свидетельствовал о наличии резервуара воды на глубине 20 км, а также о высокой пористости пород между отметками 8–20 км. В то же время скорость сдвиговых волн указывала на то, что верхний слой коры мощностью 300 м сложен сухими осадочными породами. Однозначно определить наличие резервуара жидкой воды не удалось.

В новом исследовании ученые поставили цель установить наличие воды в пористом слое на глубине до 50 км. Для этого они заново проанализировали данные сейсмических скоростей, и плотности для средней части коры между отметками 11,5–20 км. Полученные результаты внесли в модель, основанную на математической теории физики горных пород.

Выбор данного интервала глубин обусловлен наибольшей надежностью сейсмических данных, а также достаточно высокими современными температурами на поверхности Марса для существования жидкой воды в верхней части средней коры.

По результатам установлено, что изученный слой коры представлен трещиноватыми магматическими породами, насыщенными жидкой водой. Ее количества достаточно для заполнения каньонов, представленных ранее древними океанами, и, возможно, больше в случае равномерного распределения.

Ученые подчеркивают, что для подтверждения выводов требуется больше геофизических и минералогических данных.

По словам исследователей, изучение круговорота воды на Марсе способствует пониманию эволюции планеты, ее климата, рельефа и геологии. К тому же новые результаты могут повлиять на будущие пилотируемые миссии, а также иметь значение для поисков потенциальной жизни.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_na_marse_obnarujena_podzemnaya_jidkaya_voda.html

Обнаружен второй крупнейший алмаз

По сообщению Lucara Diamond, на месторождении Карове на северо-востоке Ботсваны обнаружен алмаз массой 2492 карата. Образец пока не получил названия. Компания не сообщила о дальнейшей судьбе бриллианта.

Находка сделана с использованием специальной рентгеновской технологии Mega Diamond Recovery X-ray Transmission. Она нацелена на обнаружение и извлечение в целом виде крупных образцов. Компания использует данную технологию с 2017 г.

Данный алмаз стал вторым крупнейшим за всю историю. Первым был Куллинан массой 3106,75 карата, обнаруженный в 1905 г. в Южной Африке. Однако его раскололи на более чем сотню частей в начале XX в. Самая крупная из них – Большая звезда Африки массой 530,2 карата – является элементом скипетра короля Эдуарда VII. Таким образом, новый алмаз стал крупнейшим существующим образцом.

В 2015 г. на Карове был обнаружен алмаз Lesedi La Rona массой более 1100 карат. Его продали спустя 2 года неограниченным за 53 млн. \$. В 2019 г. был найден еще один крупный образец – Sewelô массой 1758 карат, однако ювелирным качеством обладали только его отдельные участки, поэтому в 2020 г. компания занялась его обработкой по частям совместно с Louis Vuitton. Предпоследней находкой стал Lucara массой 1080 карат категории Iia.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_obnarujen_vtoroy_krupneyshiy_almaz.html

Зафиксировано повышение концентрации трития в морской воде после сбросов с Фукусимы-1

На АЭС Фукусима-1 накоплено более 1,25 млн. т воды, использованной для охлаждения поврежденных реакторов при аварии в марте 2011 г. С августа 2023 г. ТЕРСО ведет их сброс в Тихий океан с предварительной фильтрацией через ALPS, представляющую собой систему абсорбционных колонн для удаления радиоактивных материалов. Однако тритий невозможно извлечь из воды традиционными методами очистки вроде сорбции, экстракции, выпаривания и др. Поэтому для снижения его концентрации используют разбавление морской водой, после чего производят сброс по подводному тоннелю, оканчивающемуся в 1,03 км от побережья.

По данным МАГАТЭ, эта технология обеспечивает достаточную степень очистки. Так, в 7 партии концентрация трития была значительно ниже эксплуатационного предела в 1500 Бк/л. Однако ряд стран, включая Россию и Китай, обеспокоены ситуацией.

За 7 этапов было сброшено 55 тыс. м³ воды. 17 мая – 4 июня и 28 июня – 16 июля произошли 6 и 7 сбросы соответственно.

Для оценки их последствий ТОИ ДВО РАН была организована научная экспедиция Дальневосточного отделения РАН. Экспедиция научно-исследовательского судна Академик Опарин проходила с 4 июня по 15 июля в рамках Межведомственной федеральной научной программы «Экологическая безопасность Камчатки и прилегающих акваторий». В ней приняли участие НИЦ Курчатовский институт, СахГУ, СевГУ, ДВФУ и СПбГУ.

Исследования осуществлялись в северо-западной части Тихого океана, Охотском и Японском морях, а именно в основной ветви течения Куроисио, отделяющихся от нее на юг и на север крупных вихревых образований и районе взаимодействия Куроисио и Ойяисио. В ходе экспедиции проведен комплекс гидрологических, гидрохимических, биологических, газогеохимических и радиоизотопных исследований и отбор проб морской воды с поверхности и различных глубин в совокупном количестве более 120 т. Для обнаружения трития сотрудниками лаборатории нелинейной динамики выполнялся расчет переноса вод течениями, результаты которого передавались на судно.

По результатам установлена повышенная концентрация трития в основной ветви течения Куроисио, что соответствует схеме течений региона, а также в районе Южных Курильских островов.

Таким образом, результаты экспедиции подтверждают привнос трития со сбросом загрязненных вод с Фукусимы-1. Однако для выдвижения корректных выводов считается необходимым проведение дополнительных исследований. Так, по результатам исследований Приморского управления Роспотребнадзора в июне 2024 г., после сброса, в морской воде не обнаружено превышения содержания трития.

24 августа начался 8 этап сброса загрязненных вод с Фукусимы-1. В тот же день стартовала новая научная экспедиция ТОИ ДВО РАН длительностью 29 суток на научно-исследовательском судне Профессор Гагаринский. В этот раз в работах примет участие ТИБОХ им. Г. Б. Елякова ДВО РАН. Данная экспедиция продолжит работы предыдущей, однако нацелена на детальное изучение акватории Курильских островов и южной части Охотского моря. Запланирован отбор проб воды, донных отложений и биоты, изучение структуры течений и характера водообмена между Охотским морем и Тихим океаном, исследование переноса вод через пролив Курильской гряды, изучение процессов газообмена, биогеохимических характеристик воды и их изменчивости под антропогенным влиянием.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_zafiksirovano_povyishenie_kontsentratsii_tritiya.html

Раскрыт механизм образования месторождений самородного золота

Во вселенной источниками золота являются сверхновые и столкновения нейтронных звезд. В результате оно рассеивается по космическому пространству и попадает в пылевые протопланетные диски. При формировании планет металл осаждается в их недрах. Сейсмическая активность и удары астероидов могут привести к его подъему к поверхности.

Золото рассредоточено в недрах в виде небольших хлопьев, однако в некоторых случаях оно может сливаться в крупные самородки. Месторождения самородного золота приурочены к горным районам по всему миру. Из них добывают 75% сырья.

В основном залежи самородного золота связаны с кварцевыми жилами и имеют гидротермальное происхождение. Механизм их образования состоит в подъеме флюидов температурой 200–650°C и давлением 1–5 КБАР при землетрясениях по образующимся трещинам. Формирование кварцевых жил происходят за сотни-тысячи таких событий.

Процессы инфильтрации растворов и осаждения золота из флюидов изучены, однако по сей день оставался неизвестным механизм образования крупных золотых самородков в кварцевых жилах.

Известно, что растворимость золота во флюидах составляет 1 ppm. Следовательно, для осаждения 10 кг металла требуется 10 млн кг воды. Это противоречит тому, что жилы состоят из десятками-сотнями кг кварцево-золотых конгломератов, содержащих более половины золота.

Данное противоречие можно объяснить концепцией золотых наночастиц, исключая ограничение растворимости. Однако неизвестно, почему они концентрируются в крупные агрегаты.

Новое исследование, проведенное под координацией Университета Монаша, было посвящено выяснению данного вопроса.

Ученые обратили внимание на пьезоэлектрические свойства кварца. Они состоят в электризации противоположных сторон кристаллов при деформации ввиду отсутствия центра симметрии. В результате между ними возникает напряжение, пропорциональное приложенному усилию. В кристаллических массах, включая жилы, также проявляются пьезоэлектрические свойства, усиливающиеся в направлении ориентации кристаллов.

Исследователи изучили 12 пластин кварца из рудника Fosterville в штате Виктория методом нейтронографии. Суть методики состоит в помещении проб в камеры с различными растворами, содержащими золото в виде наночастиц и комплексов с гидросульфидами и хлоридами, и имитации сейсмических волн различной частоты линейным приводом.

По результатам ученые пришли к выводу, что во время сейсмических деформаций наибольший потенциал в жиле проявляется у идеально ориентированных кристаллов на стыке с золотом, выполняющим роль проводящего материала. Потенциал возникает при малейших деформациях кристаллов, вызываемых тысячами афтершоков от каждого землетрясения. Это ведет к осаждению наночастиц золота на поверхности кристаллов кварца, действующих как электрод. Таким образом, растут крупные золотые самородки, проявляя склонность металла к осаждению на существующих частицах вместо образования новых.

Данные выводы могут объяснить приуроченность самородков золота к трещинам в кварцевых жилах. Это обусловлено мгновенным проявлением пьезоэлектрического потенциала, что приводит к образованию крупных кусков золота в кварце.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_raskryit_mehanizm_obrazovaniya_mesto_rojdeniy.html

Установлены экологические последствия высыхания Средиземного моря в конце миоцена

В 1970 г. морские геологи и геофизики подтвердили наличие слоя соли мощностью 1–3 км в большинстве глубоководных частей Средиземного моря, содержащего в совокупности около 1 млн м³ отложений. Это свидетельствует об иссушении данного бассейна в результате относительно непродолжительного отделения от Мирового океана, длившегося около 190 тыс. лет.

Было установлено, что причиной этого стало закрытие Рифейского пролива, представляющего собой соединительный канал между Средиземным морем и Атлантическим океаном. Из-за засушливого климата региона вода стала быстро испаряться. О вызванных этим изменениях базиса эрозии свидетельствуют ущелья, возникшие в результате врезания впадающих в море рек. В результате сначала произошло насыщение вод солью, а затем – формирование солевых отложений. В глубочайших частях моря остались озера.

Данное событие, произошедшее 5,96 млн лет назад, известно как Мессинский кризис (пик) солёности. Оно привело к крупнейшему вымиранию после падения метеорита в конце мезозоя.

Новое исследование, проведенное под координацией Венского университета в сотрудничестве с Испанским национальным исследовательским советом и с участием сотрудников 25 европейских институтов, было посвящено изучению экологических последствий Мессинского кризиса солёности. Методика состояла в анализе данных об окаменелостях Средиземного моря за период 12–3,6 млн лет назад.

По результатам установлено, что большинство видов местной морской биоты исчезло, и было замещено атлантическими видами при дальнейшем воссоединении моря с Мировым океаном.

Так, по данным более 750 научных источников исследователи собрали информацию о 22932 случаях присутствия в Средиземном море 4897 видов. До кризиса солёности здесь обитало 779 эндемиков, после осталось 86. Например, исчезли все тропические кораллы, населявшие Средиземное море до кризиса. Среди сохранившихся видов - сардины и сирены.

Однако из-за ограниченности и фрагментарности окаменелостей нет уверенности в эндемичности данных видов. Также неизвестно, как эндемикам удалось пережить неблагоприятный период. Так, нет данных о климатических условиях региона в данное время. На основе расчетов предполагается, что температура на отметке 4 км ниже уровня моря составляла до 80°C, давление – 1,45–1,71 атм. Влажность неизвестна. Предполагается, что неглубокие районы были сухими. Наконец, нет единого мнения о степени высыхания моря. В основном считается, что на дне сохранилось 3-4 крупные озера, с речным питанием.

Установлено, что трансформация популяций после восстановления Средиземного моря была обусловлена замещением вымерших видов атлантическими, а не адаптацией выживших организмов к новым условиям, так как данный процесс произошел быстро. Так, некоторые виды вроде белых акул и дельфинов не встречались здесь до этого. К тому же после воссоединения моря с океаном фаунистическое биоразнообразие западного Средиземноморья сравнялось с восточным.

Результаты исследования демонстрируют катастрофическое воздействие на экосистемы изоляции Средиземного моря от Мирового океана, а также длительность восстановления биоразнообразия после столь масштабного вымирания, которое заняло в данном случае 1,7 млн лет.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_ustanovleniyi_ekologicheskie_posledstviya.html

Обнаружен крупный ювелирный алмаз в Ботсване

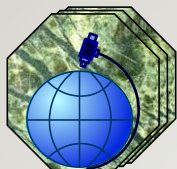
По сообщению Lucara Diamond Corporation, на руднике Карове, на северо-востоке Ботсваны, обнаружен ювелирный алмаз массой 1094 карата.

Глава компании утверждает, что по характеристикам он похож на образец массой 692 карата, найденный на южном участке месторождения в августе прошлого года и проданный более чем за 13 млн \$.

За несколько недель до этого на руднике Карове был обнаружен 2492-каратный алмаз. Всего на месторождении с 2012 г. добыто 6 образцов массой более 1 тыс. карат. Последние две находки приурочены к проекту подземного расширения, нацеленному на доступ к более глубоким частям South Lobe с преобладанием руды EMPKS. Предполагается за счет расширения продлить срок эксплуатации рудника до 2040 г.

Источник: https://catalogmineralov.ru/news_obnarujen_krupnyiy_yuvelirnyiy_almaz_v_botsvane.html

На лицевой стороне обложки журнала размещено фото «Каменный дельфин» – фрагмент разрушения матрацевидных гранитоидов Джеты-Каринского массива («Каменное озеро»), расположенного в Житикаринском районе Костанайской области. Фото из архива Джафарова Тарлана



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 стандартам KAZRC**
- **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**
- **E-mail: nizamid@mail.ru; agrpgeol@mail.ru**

Адрес редакции:

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

E-mail: nizamid@mail.ru

Наш сайт в интернете: www.nizamid.ru

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

На лицевой стороне обложки журнала размещено фото «Каменный дельфин» – фрагмент разрушения матрацевидных гранитоидов Джеты-Каринского массива («Каменное озеро»), расположенного в Житикаринском районе Костанайской области. Фото из архива Джафарова Тарлана

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



ТОО «АГРП»
110700, г. Житикара, Республика Казахстан
тел.: 8 (71435) 2-22-72; 2-35-60
e-mail: nizamid@mail.ru