



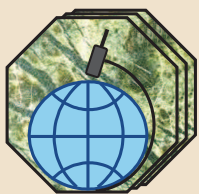
Горно- геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



2003. №2

ТОО "АСБЕСТОВОЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ"



является специализированной организацией и выполняет геологоразведочные работы на Джетыгаринском и Киембаевском месторождениях хризотил-асбеста и на месторождениях других полезных ископаемых в республике Казахстан и Российской Федерации.

Ежегодно только колонковое бурение выполняется в объеме более 20 тыс. пог. м. Многие месторождения региона обнаружены и подготовлены к эксплуатации специалистами предприятия. Накоплен большой опыт по выполнению инженерно-геологических, топогеодезических и гидрогеологических изысканий.

Проводится бурение вертикальных и наклонных скважин (45 град. и более) до глубины 500 м на буровых станках СКБ-5, СКБ-4, УРБ-2АМ.

Буровой парк мобилен, на колесах шасси МАЗ-5334, ЗИЛ-131, имеется реальная возможность выполнения работ в любом регионе Республики Казахстан и приграничных областях Российской Федерации.

На предприятии трудятся опытные, высококвалифицированные специалисты, знающие свое дело, со стажем работы более 20 лет. Ими подготовлены десятки крупных отчетов по месторождениям нерудных и рудных полезных ископаемых и утверждены запасы в различных государственных комиссиях (ГКЗ СССР, ГКЗ РК, ЦКЗ, ТКЗ и т.д.), выпущены две монографии - "Хризотил-асбест Казахстана" и "Полезные ископаемые Джетыгаринского рудного района (Костанайское Зауралье)".

Пользуясь услугами ТОО "Асбестовое ГРП", Вы гарантируете себе успех, мы знаем толк в геологии и бизнесе и всегда рады взаимовыгодному сотрудничеству.

ТОО "Асбестовое ГРП" ПРЕДЛАГАЕТ:

- выполнение геологоразведочных работ на все виды полезных ископаемых, подготовку геологических материалов к ТЭО кондиций, составление проектов и отчетов; ИС-СО-
- выполнение инженерно-геологических изысканий на объектах промышленного и гражданского назначения;
- выполнение гидрогеологических исследований, бурение скважин на воду;
- осуществление эксплуатационной разведки на разрабатываемых и подготовленных к разработке месторождений полезных ископаемых;
- выполнение опытно-экспериментальных, научно-исследовательских, внедренческих работ в области геологии.

Наш адрес:

г. Житикара Костанайской обл., 4 мкр., дом 5а. E-mail: asbestgrp@mosk.ru

Контактные телефоны: 8 314 35 2-22-72; 2-35-60. Факс 8 314 35 2-22-72.



Главный редактор

Н. Н. Джафаров, доктор
геолого-минералогических наук,
академик МИА и ИА РК

Редакционная коллегия:

А. Б. Бегалинов, доктор
технических наук, профессор
О. Б. Бейсеев, доктор геолого-
минералогических наук, профессор
С. Ж. Галиев, доктор
технических наук, профессор
Ф. Н. Джафаров, кандидат
геолого-минералогических наук
(зам. главного редактора)
К. К. Жусупов, кандидат
технических наук
А. Р. Ниязов, доктор геолого-
минералогических наук, профессор
Т. М. Каскевич, инженер-геолог
(секретарь)

Журнал зарегистрирован
Министерством культуры,
информации и общественного
согласия РК 04.02.2003 г.
Свидетельство о регистрации
№ 3561-Ж

Адрес редакции:
459430, г. Житикара, 4 мкр., 5 а
Тел./факс: 8(31435) 2-22-72
E-mail: nizamid@mail.ru,
asbestgrp@mosk.ru

Литературная обработка
Т. Е. Каткова

**Дизайн и компьютерная
обработка**
И. Я. Хафизов

Подписано в печать 01.12.2003
Формат 84x108 1/8 Бум. офсет.
Усл.-печ.л. 3,0. Уч.-изд.л. 5,04.
Тираж 500 экз. Заказ №

ISBN 9965-431-42-7

© ТОО «Асбестовое геологоразведочное
предприятие», 2003

Отпечатано в ТОО «Принт-С», г. Алматы

Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н.
**КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ
ОБОГАЩЕНИЯ ДЖЕТЫГАРИНСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА
КАК ИСТОЧНИК ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВА** 3

Дубовский А. Г.
**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОССЫПЕЙ
ЗОЛОТА И ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ ДРАЖНОЙ
ОТРАБОТКИ В РАЙОНАХ АЛЬПИЙСКОЙ
ОРОГЕНИИ** 8

Кованова Л. И., Маркова О. Ю., Кожевникова В. А.
**ИЗУЧЕНИЕ НАСЫЩЕНИЯ ВОЛОКНА АСБЕСТА
ПРИРОДНЫХ ТИПОВ РУД ПОРОДНОЙ ПЫЛЬЮ
И РАЗЛИЧИЙ В ОБЕСПЫЛИВАНИИ
ПО ФРАКЦИИ -0,075 мм** 15

Альперович Е. В., Виноградова Е. А., Захаров В. И.
**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ
ДИСТАНЦИОННОЙ ОСНОВЫ ПРИ ГЕОЛОГО-
СЪЕМОЧНЫХ РАБОТАХ МАСШТАБА 1:200 000** ... 22

Ахмедов Д. Ш., Еремин Д. И., Жусупов К. К.
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОЙСТВ Lr-
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ
РАСПОЛОЖЕНИЯ СЕТИ РАЗВЕДОЧНЫХ
СКВАЖИН** 27

Джафаров Н. Н., Каскевич Т. М.
**ОСОБЕННОСТИ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ
ПО НЕСКОЛЬКИМ ВАРИАНТАМ ВЕЛИЧИНЫ
БОРТОВОГО СОДЕРЖАНИЯ** 29

Ахмедов Д. Ш., Еремин Д. И., Дарибеков М. Ж.
**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МЕТОДА Ψ-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ
АППРОКСИМАЦИИ ПАРАМЕТРОВ
РУДНЫХ ТЕЛ** 32

Ниязов А. Р., Джафаров Ф. Н.
**ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫЯВЛЕНИЯ
ГИДРОСИЛИКАТНО-ГИДРОКАРБОНАТНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ В КОРАХ
ВЫВЕТРИВАНИЯ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД** 35

Кованова Л. И., Маркова О. Ю.
**РАСХОД ВОЛОКНА II И III СИТ КОНТРОЛЬНОГО
АППАРАТА НА ВЫРАБОТКУ АСБЕСТА
СООТВЕТСТВУЮЩИХ ГРУПП
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИРОДНЫХ ТИПОВ РУД
ДЖЕТЫГАРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ** 37



Editor

N. N. Dzhafarov, *dr. of geological sciences, academician IEA, EA RK*

Editorial board

A. B. Begalinov, *dr. of technical sciences, professor*

O. B. Beiseyev, *dr. of geological Sciences, professor*

S. G. Caliev, *dr. of technical sciences, professor*

F. N. Dzhafarov, *candidate of geological sciences (Co-editor)*

K. K. Zhusupov, *candidate of technical sciences*

A. R. Niyazov, *dr. of geological Sciences, professor*

T. M. Kazkevitch, *engineer-geologist*

The magazine is registered in the Ministry of Culture, Information and Publik Consent of the Republik of Kazakhstan. Certificate of registration № 3561-Ж dated 04.02.2003

Address of editorial office:

*5 a house, microdistrict, 4
Zhitikara Kostanai Region, 459430
Republik of Kazakhstan
Tel./fax: 8(31435) 2-22-72
E-mail: nizamid@mail.ru,
asbestgrp@mosk.ru*

Literature processing

T. E. Katkova

Design and computer processing

I. Y. Hafizov

ISBN 9965-431-42-7

© "Asbestos Geological prospecting enterprise" LTD, 2003

By N. N. Jafarov, F.N. Jafarov

MULTIPURPOSE UTILIZATION OF CONCENTRATION REJECTS AT THE JETYGARINSKY CHRYSOTILE-ASBESTOS DEPOSIT AS A SOURCE OF ENHANCEMENT OF THE PRODUCTIVE EFFICIENCY 3

By A.G. Dubovsky

FORMATION CHARACTERISTICS OF GOLD AND OTHER METAL PLACER DEPOSITS OF DREDGE MINING IN THE REGIONS OF ALPINE OROGENY 8

By L.I. Kovanova, O.Yu. Markova, V.A. Kozhevnikova

SATURATION OF ASBESTOS FIBER OF NATURAL ORE TYPES WITH ROCK DUST AND DIFFERENCES IN DEDUSTING OF -0.075 MM FRACTION 15

By E.V. Alperovich, E.A. Vinogradova, V.I. Zakharov

THE USE OF MODERN REMOTE SOUNDING IMAGE MAP AS A BASE FOR GEOLOGICAL SURVEY AT 1:200 000 SCALE 22

D.Sh. Akhmedov, D.I. Yeregin, K.K. Zhusupov

THE USE OF LP_t- SEQUENCIES FOR OPTIMIZATION OF EXPLORATION DRILL HOLE GRID LOCATION 27

By N.N. Jafarov, T.M. Kaskevitch

CALCULATION OF ORE RESERVES BY SEVERAL CUTOFF GRADE VARIANTS 29

By D.Sh. Akhmedov, D.I. Yeregin, M.Zh. Daribekov

METHODIC PRINCIPLES OF THE USE OF ψ -CONVERSION METHOD FOR APPROXIMATION OF ORE BODY PARAMETERS 32

By A.R. Niyazov, F.N. Jafarov

THE POSSIBILITY TO DISCOVER HYDROSILICATE-HYDROCARBONATE COPPER DEPOSITS IN WEATHERING CRUSTS OF EFFUSIVE ROCKS 35

By L.I. Kovanova, O.Yu. Markova

CONSUMPTION OF FIBER OF THE 2ND AND 3RD SIEVE OF THE TESTING APPARATUS FOR PRODUCTION OF CORRESPONDING TYPES OF ASBESTOS DEPENDING ON NATURAL ORE TYPES OF THE JETYGARINSKY DEPOSIT 37

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ДЖЕТЫГАРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА КАКИСТОЧНИК ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Н. Н. ДЖАФАРОВ, доктор геолого-минералогических наук, академик МИА и ИА РК
ТОО "Асбестовое геологоразведочное предприятие", г. Житикара, Республика Казахстан

Ф. Н. ДЖАФАРОВ, кандидат геолого-минералогических наук
г. Алматы, Республика Казахстан

Предложена принципиально новая схема вторичного обогащения отходов асбестовых руд, позволяющая дополнительно извлекать промышленные продукты: магнетитовый, хромитовый и шпинелевый концентраты, диопсидовые и оливин-форстеритовые пески, золото.

The proposed fundamentally new flowsheet of secondary concentration of asbestos ore rejects allows for additional recovery of industrial products, i.e. magnetite, chromite and spinel concentrates, diopside and olivine-forsterite sands, and gold.

В Казахстане вторичное использование отходов обогащения полезных ископаемых является важной проблемой. Занимая огромные площади, отходы служат источниками загрязнения окружающей среды.

За 38-летний период эксплуатации Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста (г. Житикара Костанайской обл.) на обогатительной фабрике переработано около 230 млн т асбестовых руд. Выход товарного асбеста из руд составляет всего около 6 %, остальные более 200 млн т отходов обогащения вывозятся в отвалы и занимают площади в сотни гектаров. Многочисленными исследованиями установлено в той или иной степени отрицательное воздействие отходов на экологическую обстановку.

Руды месторождений хризотил-асбеста баженковского геолого-промышленного типа приурочены к серпентинизированным перидотитам, дунитам и серпентинитам по ним. Как известно, для этих пород характерны высокие кларки элементов, таких, как магний, железо, платина, хром, кобальт, никель и др. Асбестоносные серпентиниты месторождений также могут быть обогащены золотом, поскольку серпентиниты на контактах частично подверглись лиственитизации и в зонах разломов в них развиты дайки более поздних гранитоидов.

В пределах Джетыгаринского массива ультрамафитов известно более 20 рудных тел хромитов, некоторые из них даже отрабатывались, а в коре выветривания разведаны месторождения никеля и кобальта. В самих асбестовых рудах присутствуют жилы магнетита. Недалеко от асбестового месторождения, в гранитах и древних сланцах, известно несколько месторождений золота. Указанные выше обстоятельства послужили основанием для углубленных минералогических, химических и технологических исследований хвостов асбестовых руд Джетыгаринского и Киембаевского месторождений, которые в течение последних лет выполнялись ТОО «Асбестовое ГРП» за счет собственных средств.

Необходимо отметить, что работы по промышленному использованию отходов обогащения асбестовых руд проводились и раньше. Специальными исследованиями тогда было установлено, что отходы без какой-либо обработки пригодны для баллаستировки железнодорожных путей, как наполнитель для асфальтов дорожного покрытия, крупнозернистая посыпка для мягкой кровли и т. д. и ежегодно для этих целей реализуются сотни тысяч тонн отходов обогащения. Была разработана и опробована в опытно-промышленном масштабе специальная технология для получения магния из серпентинитов, которые являются составляющими отходов

асбестового производства. По оценкам специалистов себестоимость производства магния из серпентинитов самая низкая в мире.

В 1975–1977 гг. под руководством Г. М. Тетерева были выполнены работы по промышленному использованию отходов асбестового производства Джетыгаринского месторождения. Рассматривались возможности извлечения железа, никеля, кобальта, хрома и других компонентов из магнетитового и никель-кобальтового флотоконцентратов [1].

Принципиальное отличие проведенных нами исследований от предыдущих заключается в том, что детальное изучение технологического процесса обогащения асбестовых руд позволило нам сделать вывод о формировании в его ходе техногенного многокомпонентного месторождения. Дело в том, что в процессе извлечения асбеста руды подвергаются многократному дроблению и транспортировке, что создает условия для гравитационного обогащения определенных частей отходов более тяжелыми полезными компонентами.

В методическом плане исследования преследовали цель создания на малогабаритном лабораторном оборудовании такого технологического процесса переработки «хвостов», который обеспечивал бы решение следующих задач:

прибыльность способа переработки, что возможно в случае реализации трех принципов: исключения из технологического процесса дорогостоящей операции «тонкого» дробления, использование наиболее простых и дешевых методов обогащения, расширение ассортимента получаемых товарных продуктов и особо дорогостоящих групп благородных и цветных металлов;

безвредного, с точки зрения экологии, способа переработки за счет исключения из него использования вредных для здоровья человека и окружающей среды активных химических реагентов (кислот, щелочей и т. п.).

Реализация перечисленных выше задач включала два этапа исследований: на I этапе работы с 12 малыми пробами (массой 0,5–2,5 кг) был выполнен тщательный анализ вещественного состава «хвостов», отобранных из разных точек технологической цепи обогатительной фабрики, с тем, чтобы определить круг ценных полезных компонентов и методов их разделения с получением товарных продуктов и кон-

центратов; на II этапе проводились опыты по переработке укрупненных лабораторных проб (массой до 100 кг) на лабораторных аппаратах в последовательности, моделирующей непрерывный технологический процесс на аналогичных промышленных аппаратах большой производительности, т. е. создание способов переработки «хвостов».

Использованное для изучения вещественного состава и технологических свойств «хвостов» лабораторное оборудование, а также выполненные на нем аналитические и технологические исследования осуществлялись квалифицированными специалистами авторитетных лабораторий Института геологических наук НАН РК, Казахского национального технического университета и ТОО ПИЦ «Геоаналитика» (бывшего управления «Южказгеология»).

Малые пробы отбирались в условиях непрерывно действующего производства из пневматических и вибрационных сит, грохотов, перепусков и конвейеров. При ручном отборе проб материал в пробу снимался из нижней части движущегося слоя, поскольку практически именно в нижней половине вибрирующего слоя раздробленной руды концентрируются полезные тяжелые рудные минералы.

Что касается укрупненных проб, то обе эти пробы представляют не нижний, тяжелый слой, а только класс $-0,25$ мм этого слоя. Разъяснение этому вкратце заключается в следующем: в нижнем, тяжелом слое пневмовибрационных аппаратов действительно концентрируются тяжелые минералы, которые в среднем на 60–70 % состоят из сростков тяжелых минералов (магнетита, хромшпинелида, сульфидов, оливина, пироксена и др.) с легкими (серпентин, хризотил-асбест, немалит, брусит, карбонат и др.). И только 30–40 % минералов находятся в освобожденном от сростков виде (за счет предыдущих операций дробления-измельчения) и, будучи представлены самостоятельными зернами, могут быть отделены друг от друга по физическим свойствам (магнитным, гравитационным и др.).

Исследование показало, что основная масса небогатых сростков имеет размеры зерен более 0,25 мм, а потому легко может быть отделена от обогащаемой части индивидуализированных минеральных зерен на сите 0,25 мм. Поэтому в отличие от 12 малых проб укруп-

ненные пробы были представлены материалом только $-0,25$ мм из нижнего слоя конвейеров, сбрасывающих «хвосты» в отвалы.

В результате исследований была разработана принципиальная схема полного технологического процесса обогащения хвостов и выделено несколько видов полезных промышленных продуктов: магнетитовый и хромитовый концентраты, золото, сульфиды никеля и кобальта, оливинные и диопсидовые пески.

Принципиальная схема разработанной технологической цепочки обогащения хвостов показана на рис. 1. Она включает гранулометрическое и гравитационное разделение, магнитную, электромагнитную и вибрационную сепарацию. Основные этапы технологической цепочки и получаемые при этом расчете промышленные продукты представлены на основании годового выпуска «отвальных хвостов» Джетыгаринской обогатительной фабрики, равного 3,2 млн т, и приводятся далее:

1. Как известно, в процессе получения асбестового волокна в отвалы по конвейерам отправляются «хвосты», ежегодный объем которых составляет около 3,2 млн т. Поскольку нас интересуют тяжелые минералы, которые концентрируются в нижней части движущегося потока конвейера, то для переработки отходов обогащения хризотил-асбестовых руд необходимо выделить тяжелый слой из движущегося потока отвальных «хвостов» в объеме 50,0 % от их массы – 1,6 млн т (рис. 2).

2. Просев тяжелой фракции на ситах $-0,25$ мм – выход класса $-0,25$ мм составляет 30 %, т. е. в дальнейшем процесс разделения (сепарации) будет производиться в объеме 480,0 тыс. т (см. рис. 1). Анализы показывают, что концентрация золота в них составляет 0,7 г/т, или 336 кг, из них предположительно 50 % находится в виде самородного, остальные в сульфидах и магнетите.

3. Гравитационной сепарацией на гидrocиклонах исходных «тяжелых хвостов» по классу $-0,25$ мм выделяются примерно в равных частях два продукта: тяжелая фракция с удельным весом минералов более $3,0$ г/см³ (коллективный гравитационный концентрат 50 %) в объеме 240 тыс. т и легкая фракция, что составляет 50 % от исходных «хвостов» в объеме 240 тыс. т и направляется в отвалы. Материал

тяжелой фракции на 80 % и более состоит из индивидуализированных минералов, что обеспечивает возможность их последующего разделения на мономинеральные продукты (концентраты) по их физическим свойствам.

4. Мокрой или сухой магнитной сепарацией коллективного тяжелого гравитационного концентрата получают два продукта: магнетитовый концентрат для выплавки чугуна и стали в объеме 28,8 тыс. т (выход 12 % исходного) и немагнитную фракцию (88 % исходного) в объеме 211,2 тыс. т, которые направляют на сухую или мокрую электромагнитную сепарацию. В магнетитовом концентрате содержание магнетита составляет 75–90 %, а железа – 52–63 %, что является пригодным для производства железа. В этом же концентрате содержание золота составляет 1,1 г/т, или 32 кг.

5. Электромагнитная сепарация немагнитной фракции отходов объемом 211,2 тыс. т проводится на сепараторах с сильным магнитным полем, что позволяет получить:

слабомагнитную фракцию, являющуюся товарным хромитовым концентратом, в объеме 4,14 тыс. т для получения феррохрома и хромитовых солей (2,0 % исходного) и «сросткового утяжелителя» в объеме 37,26 тыс. т (17,6 % исходного);

немагнитную фракцию объемом 169,8 тыс. т (80,4 % исходного), состоящую на 30,0 % из тяжелых силикатов (оливина, форстерита, шпинели, пироксенов), – 50,9 тыс. т, на 49,0 % из легких силикатов (серпентина, асбеста) – 83,2 тыс. т, на 20 % из диопсида (формовочные пески) – 34 тыс. т, небольшого количества (до 1 %) никелевых сульфидов (миллерита, пентландита, пирротина и др.) – 1,7 тыс. т, золота (1,8 г/т) – 304 кг. Хромитовый концентрат состоит в основном из мономинерального хромита с незначительной примесью пирротина, магнетита и серпентина. Магнетит и серпентин в концентрате встречаются в виде сростков.

6. Электрическая сепарация отходов немагнитной фракции объемом 169,8 тыс. т позволяет получить два полупродукта: золото-сульфидный концентрат в объеме 1,7 тыс. т (1 % исходного) и силикатный концентрат в объеме 169,6 тыс. т (99 % исходного). Далее каждый из полученных продуктов направляется на «доводочные» операции.

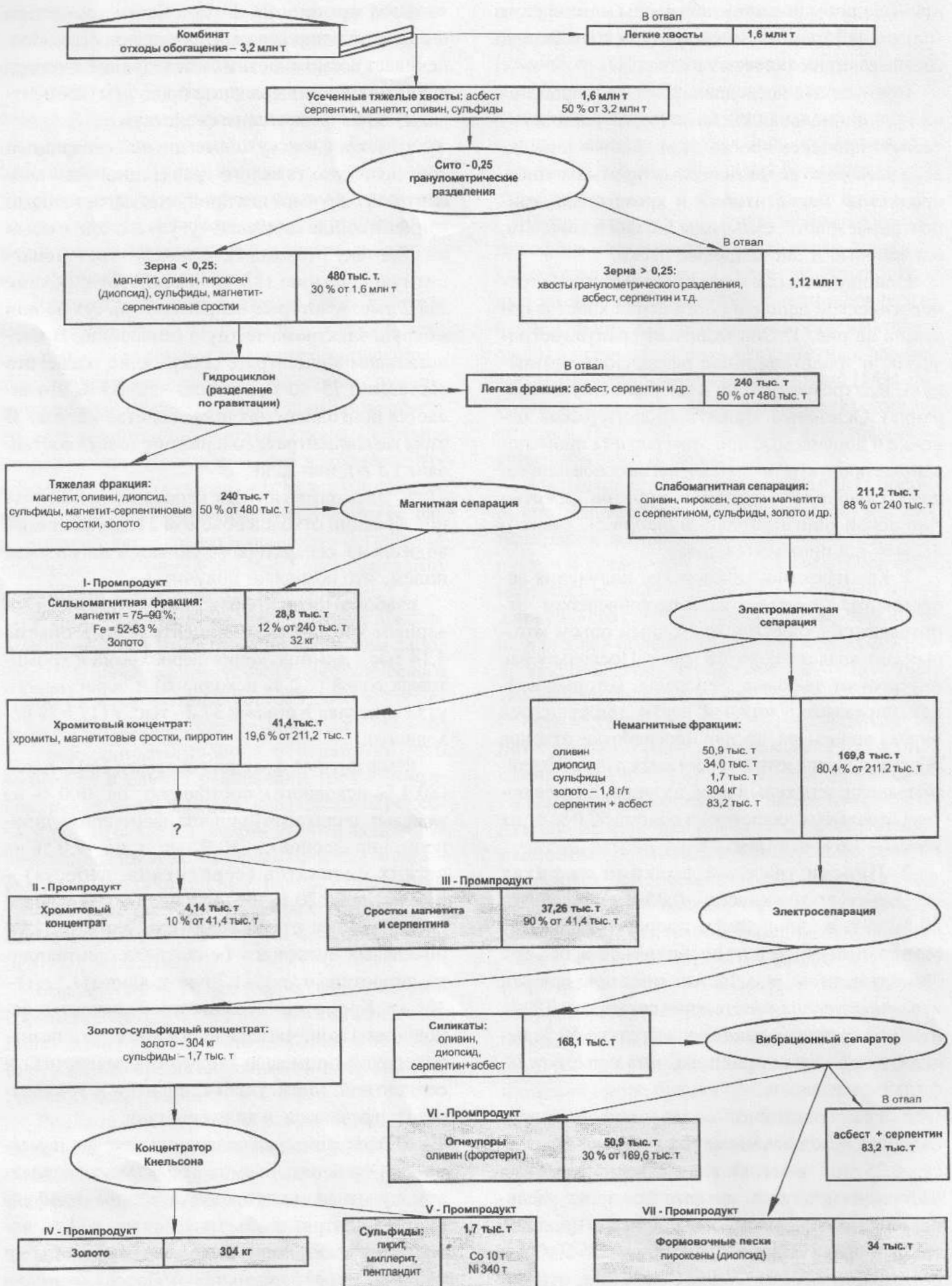
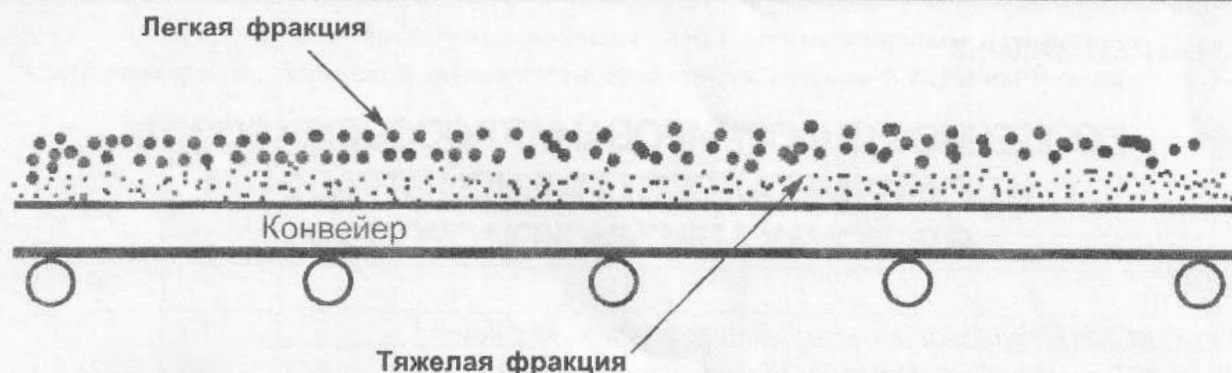


Рис. 1. Схема переработки отходов обогащения



Р и с. 2. Распределение отходов асбестового производства на конвейере 241, 242

7. Золото-сульфидный «проводниковый» продукт подвергается гравитационной сепарации на центробежных сепараторах типа Кнелсона, результатом чего являются материалы (выход 20 % от коллективного гравиконцентрата) в объеме 340 т. Микроасбест-серпентиновый песок (выход 50 %) в объеме 83,2 тыс. т может использоваться в экологических целях при очистке промышленных и бытовых сточных вод от тяжелых металлов.

По разработанной схеме доказано получение следующих товарных продуктов: магнетитового железорудного концентрата со средним содержанием железа 62–65 %; хромитового концентрата со средним содержанием полуторного оксида хрома в среднем 35–40 %; самородного золота высокой пробы (922–996 промилле) в виде золотого шлиха с содержанием металла более 50 %; сульфидного концентрата миллерит-пентландит-пирит-пирротинового состава с содержанием никеля более 20 %, кобальта более 0,5 %, золота 68 г/т, оливин-форстеритового и шпинель-пироксенового песков, отвечающих самым жестким требованиям огне-

упорной, литейно-формовочной и абразивной отраслей промышленности.

Исходя из проведенных расчетов из ежегодных отходов обогащения Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста можно извлечь следующее количество промышленных продуктов:

магнетитовый концентрат, пригодный для производства железа, – 28,8 тыс. т;

товарный хромитовый концентрат – 4,14 тыс. т;

никелевый концентрат в виде сульфидов – 1,7 тыс. т;

диопсидовые пески – 34 тыс. т;

оливин-форстеритовые пески – 50,9 тыс. т.

По предварительным расчетам из ежегодных отходов обогащения Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста можно извлечь также около 300 кг золота.

Проведенные исследования по обогащению «хвостов» асбестовых руд в своем роде являются уникальными. Применение их результатов может существенно повлиять на рентабельность эксплуатации асбестовых месторождений [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Джафаров Н. Н. Хризотил-асбест Казахстана. Алматы, 2000. 180 с.
2. Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. Комплексное использование отходов обогащения руд месторождений хризотил-асбеста // Проблемы открытой разработки недр и обогащения полезных ископаемых: Материалы 1-й Международной научно-практической конференции. Житикара, 2003. С.201-203.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА И ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ ДРАЖНОЙ ОТРАБОТКИ В РАЙОНАХ АЛЬПИЙСКОЙ ОРОГЕНИИ

*А. Г. ДУБОВСКИЙ, кандидат геолого-минералогических наук
ТОО "Laton-Geoservice", г. Алматы, Республика Казахстан*

Изучены закономерности распределения шлихового и тонкого пылевидного золота в аллювиальных и озерных отложениях антропогена. Показана взаимосвязь образования крупномасштабных россыпей золота и геоморфологических, климатических и литологических факторов седиментогенеза. Даны рекомендации по методологии поисков и разведки крупномасштабных россыпей.

Mechanisms of distribution of heavy concentrate and fine pulverized gold in alluvial and lacustrine antropogenic deposits are studied. Interrelation between formation of large-scale gold placer deposits and geomorphologic, climatic, and lithologic factors of sedimentogenesis is demonstrated. Recommendations on exploration methods to be used for large-scale placer deposits are given.

Дражная обработка россыпных месторождений обычна для крупномасштабных объектов районов равнинного и низкогорного рельефа, зон морских и океанических побережий. Спецификой этого метода является прежде всего возможность осуществления добычи продуктивных песков с предельно низким содержанием золота ($0,05-0,1 \text{ г/м}^3$) и других минералов (Ti, Zr, TR). В отличие от добычи шлихового золота кустарным или достаточно механизированным способом из мелких россыпей дражная добыча позволяет улавливать как шлиховое, так и пылевидное золото.

Граница шлихового и нешлихового (тонкого, пылевидного) золота соответствует $\pm 0,2 \text{ мм}$. Выше этого размера, за исключением «плавучего» пластинчатого золота, частицы самородного металла улавливаются при промывке проб на лотках, ниже происходит практически 100 % смыв частиц металла. В рудном золоте такой типичной россыпеобразующей формации, как золотокварцевая, доля частиц шлиховой размерности ($>0,2 \text{ мм}$) не превышает 10 %. В других россыпеобразующих формациях золота этот показатель еще ниже (не более 2–3 %). По этой причине в аллювиальном и других типах литогенеза, сопровождающихся механическим (гравитационным) перераспределением и концентрированием свободного золота, участвует главным образом золото фракции $<0,2 \text{ мм}$ ($> 90 \%$).

Процессы переноса и концентрирования зо-

лота в рыхлых отложениях определяются преимущественно гидродинамикой водных потоков. Главнейшими параметрами в данном случае являются скорость и глубина потока (табл. 1, 2).

Предельные скорости влечения обломочных зерен в водных потоках

При оценке транспортирующей роли потоков выделяются три типа скоростей, характеризующие различные стадии мобильности частиц аллювиального материала:

1. Непередвигающая скорость $V_{0.n}$. При скорости данной величины зерна оцениваемой фракции находятся в состоянии неустойчивого равновесия.

2. Скорость единичного влечения $V_{0.e}$. При этой скорости в движение приходят единичные частицы данной фракции (размера).

3. Скорость массового влечения обломков $V_{0.m}$. В этом случае в движение (перекатывание, частичное всплывание) переходят все частицы рассматриваемого размера и одинаковой плотности. По Г. И. Шамову, для кварца и полевых шпатов аллювия

$$V_{0.e} = 4,6 \sqrt[3]{d} \times \sqrt{h},$$

где d – диаметр частиц, мм; h – глубина потока, м. Для тяжелых минералов плотностью $>3,5 \text{ г/см}^3$ Н. В. Разумихин рекомендует принимать во внимание зависимость

$$V_{0.e} = \sqrt[3]{d} \times \sqrt[16]{h} \times \sqrt{(U_m - 1)},$$

где U_m – плотность минералов [1].

Таблица 1. Предельные размеры (мм) влкомых водным потоком аллювиальных обломков в зависимости от скорости течения и глубины потока (Vo.e.)

Ско- рость, м/с	Кварц (порода)			Ильменит			Золото		
	2 м	1 м	0,5 м	2 м	1 м	0,5 м	2 м	1 м	0,5 м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,5	1,1	1,3	1,5	0,9	1,0	1,2	0,07	0,08	0,9
0,658	2,5	2,9	3,3	2,1	2,3	2,7	0,16	0,18	0,20
0,9	6,65	7,4	8,5	5,4	6,05	6,9	0,40	0,46	0,52
1,0	9,1	10,2	11,7	7,4	8,3	9,4	0,56	0,64	0,72
1,2	15,8	17,8	20,2	12,8	14,4	16,4	0,98	1,1	1,25
1,5	30,8	34,7	39,5	24,9	28,1	31,95	1,91	2,15	2,44
2,0	73,2	82,2	93,6	59,1	66,5	75,7	4,52	5,1	5,8
3,0	246,6	277,4	315,9	199,6	224,4	255,6	15,26	17,16	19,55

Таблица 2. Предельные размеры частиц (мм) массового влечения породных обломков и зерен золота в зависимости от скорости и глубины потока

Скорость потока, м/с	Кварц (порода)			Золото			Отношение размера обломков кварца (пол. шпатов) и золота		
	2 м	1 м	0,5 м	2 м	1 м	0,5 м			
0,65	1,1	1,3	1,5	0,7	0,8	0,9	15,7	16,25	16,7
0,822	2,5	2,9	3,3	0,16	0,18	0,20	16,6	16,1	16,5
1,125	6,65	7,4	8,5	0,40	0,46	0,52	16,25	16,1	16,3
1,250	9,1	10,2	11,7	0,56	0,64	0,72	16,1	15,9	16,25
1,500	15,8	17,8	20,2	0,98	1,1	1,25	16,1	16,2	16,2
1,875	30,8	34,7	39,5	1,91	2,15	2,44	16,2	16,1	16,2
2,500	73,2	82,1	93,6	4,52	5,1	5,81	18,08	16,1	16,1
Среднее по глубинам потока (2,0; 1; 0,5)							16,48	16,11	16,36

Общее среднее отношение размеров обломков к обломкам переносимого одновременно золота 16,3.

Если $V_{o.e.} = 1$, то $V_{o.n.} = 0,75 V_{o.e.}$,
а $V_{o.m.} = 1,25 V_{o.e.}$

По преобладающей (> 50 %) фракции состава аллювиальных частиц конкретного слоя можно ориентировочно судить о скорости и глубине речного потока. Материал крупнее доминирующей фракции является немобильным (реликтовым), более мелкий – заполнителем межзернового пространства данной фракции. Единичные валуны и галька в песке возникают вследствие свала их с крутых бортов водотока, перемежающегося аллювий.

По характеру чередования слоев аллювия различной размерности обломков можно су-

дить о гидродинамическом режиме потока. При выдержанном литологическом составе обломков скорость тем ниже, чем меньше размер обломков. Кварц-полевошпатовые или кварцевые пески аллювия соответствуют скорости течения ниже 0,7 м/с, гравий характерен для скоростей в пределах 0,7–1,0 м/с, галька – 1–1,5 м/с, при более высокой скорости основной объем аллювия представлен валунами. Появление в песках линз или слоев галечника (гравия, валунов) – свидетельство эпизодического, возможно сезонного, увеличения степени концентрирования шлиховых минералов. По этой причине налегание на од-

народном песке валунно-галечников представляет собой, как правило, случай появления ложного плотика, над которым накапливается золото. Последнее появляется вследствие локального перемыва аллювия с выносом мелкообломочного материала и улавливанием транзитного или реликтового золота грубообломочным материалом.

Основные особенности формирования долинного аллювия горных водотоков

Каждый этап углубления речной долины с размывом и выносом предшествующих аллювиальных накоплений начинается после событий, приводящих к стабильному увеличению скорости потока в русле не менее чем на 25 %. В неотектонически активизированных районах типа Джунгарского Алатау и Тянь-Шаня в целом воздымание горных сооружений ведет к террасированию речных долин. По мере углубления долин и роста количества террас современный русловый и пойменный аллювий приобретает в средне- и высокогорной части долин крупновалунно-глыбовый состав с крайне незначительной долей песчано-гравийно-галечного материала. При увеличении скорости потока свыше 3,0 м/с и этот материал становится мобильным, как и самородки золота. Аллювиальный процесс находится в типичной инстративной фазе.

В тальвеговой части долин валунно-глыбовый материал, перекрывающий скальное ложе, а местами бронирующий от размыва глинистый субстрат, временно задерживается. В условиях активного врезания долин в скальный субстрат руслово-пойменные россыпи – явление эфемерное, временное. В субстративном валунно-галечнике в этом случае накапливается немобильное (крупное, самородковое) золото прежних аллювиальных циклов, а также улавливаемое им мобильное золото данного цикла. При появлении валунного слоя русловый поток начинает размывать борта вреза до и ниже уровня данного слоя. При переуглублении русла донный валунистый перемещается в тальвеговую часть вреза. Транспортирующая способность водного потока заметно убывает с глубиной, но тальвеговая валунистая часть русла выполняет роль естественного «обогащительного устройства», аккумулирующего немобиль-

ное (реликтовое) и мобильное транзитное золото. Так формируется сравнительно кратковременно существующий слой субстративного валунного аллювия с песчано-гравийным заполнителем, обогащенным шлиховым и тонким золотом.

В табл. 1 и 2 мобильность золота оценена в расчете на сферическую форму. При уплощенной и пластинчатой формах зерен золота и вследствие его гидрофобности мобильность существенно возрастает (в 2–3 раза).

Концентрирование золота в аллювии

Концентрирование золота в субстративном аллювии вызвано, по существу, гравитационной отсадкой вследствие погружения частиц в тонкообломочном заполнителе валунистов. Этот процесс стимулируется вызванной турбулентностью потока микровибрацией. Очевидно, аналогичный процесс характерен и для тонкого золота, выпавшего на слой песка при низкой скорости течения. Вибрационное проседание золота осуществляется на глубину 0–2 см. При сезонном размыве поверхности песчаного дна глубина вибрационного воздействия возрастает, что, вероятно, способствует накоплению тонкого золота. Тонкие зрелые полевошпатово-кварцевые пески с модальным размером зерен 0,2–0,3 мм (предел естественного истирания) могут аккумулятировать транзитное золото размерностью не выше 0,02 мм, исключая случаи плавучего (косового) золота размером 0,1–0,2 мм. Более крупное золото в тонких песках равнинной части горных рек может быть только переотложенным из перемываемых более грубых отложений предыдущих аллювиальных циклов (террасы). В соответствии с этим зрелые пойменные пески тем больше обогащены шлиховым золотом и другими тяжелыми минералами, чем выше степень переработки надпойменных террас.

Условия дальнего переноса золота

Существенное обогащение зрелых пойменных песков тонким и шлиховым золотом происходит за счет боковых выносов в пойму золотоносного пролювиального, делювиального материала бортов долины, дельт боковых притоков.

Удаленность россыпей золота от коренных источников и протяженность долинных россыпей возрастают, если гидросеть развита в горном рельефе с сезонно контрастным климатом. Разрушение золотоносных валунов и галек вызывается главным образом замораживанием и размораживанием. Консервированное в обломочном материале транзитного аллювия свободное золото, таким образом, может перемещаться в речных долинах на сотни километров, что характерно для субарктических районов (Чукотка, Верхоянье, Аляска). О дальнем переносе консервированного золота свидетельствуют его слабая окатанность и появление в шлиховых концентратах минералов олова, вольфрама, сульфидов. В подобной ситуации роль шлихового золота в россыпях становится существенной. В титаноциркониевых россыпях зрелых песков концентрируется, как правило, только тонкое золото алевритовой размерности.

На протяжении всего плейстоцена, что по длительности превышает 2 млн лет, климат юго-востока Казахстана был субарктическим, со значительно (на порядок) меньшей интенсивностью стока с высокогорной нивальной зоны при значительно большей продолжительности зимнего периода. В этих условиях аллювиальные обломки в речных долинах и их дельтах подвергались интенсивному морозному выветриванию. Можно уверенно полагать, что процессы россыпеобразования в низкогорных условиях по климатическим условиям были аналогичны таковым в золотоносных районах современной субарктической зоны.

Роль конусов выноса

В горных районах с альпийским типом рельефа, где главные речные долины формируются на протяжении всего антропогена, резко доминирует вынос долинного аллювия. Аккумулятивные террасы появляются в долинах только в пределах субсеквентных грабен. Основная масса выносимого из долин аллювиального материала накапливается в конусах выноса.

По своему генезису материал конусов выноса может быть и пролювиальным, что характерно для мелких долин без постоянного водотока. Конус выноса может рассматри-

ваться как дельта – надводная или подводная (авандельта). Как правило, конус выноса формируется у подножия длительно существующих тектонических уступов. При этом скорость понижения днища долин меньше скорости погружения субстрата равнинной депрессии, примыкающей к уступу. В этой ситуации резкий сброс энергии водотока ведет к формированию веера наносов в виде полукруга в плане ниже линии тектонического уступа. Очевидно, в начальной стадии формирования конуса выноса быстрое заполнение русла водотока грубообломочным аллювиальным материалом ведет к неупорядоченной веерной миграции водотока на примыкающей к уступу равнине. С определенной стадии накопления аллювия смещение русла становится системным однонаправленным: по или против часовой стрелки (с левым или правым вращением).

Распределение обломочного материала по фракциям крупности в конусе выноса полуконцентрически зонально. Грубообломочный материал накапливается у вершинной части конуса выноса, наиболее тонкий – у основания. В конусах зрелой стадии русло и пойма водотока занимают крайнее левое или правое положение с интенсивным врезанием долины в толщу аллювия ранних циклов. Мощность аллювия в конусе выноса может достигать сотен метров и даже первых километров. Каркас аллювия конуса выноса создает глыбово-валунный материал, «пустоты» в котором заполняются алевритопесчано-гравийным материалом инфильтрационного типа.

Механизм формирования россыпных концентраций золота и других тяжелых минералов в аллювии конуса выноса аналогичен русловому в горных долинах, что детально рассмотрено Н. А. Шилов [2].

Структура россыпей в плане в целом веерообразная и в отличие от долинных и террасовых россыпей многослойная. Общей закономерностью является также дифференциация россыпного золота по крупности: в вершине конуса выноса аккумулируется крупное (и самородковое) золото, по периферии – мелкое шлиховое и пылевидное. При этом в первом случае накопление золота в грубообломочном аллювии происходит на глубинах в первые десятки метров при резко неравномерном

гнездово-струйчатом распределении. В средней и периферической частях конуса золото концентрируется ближе к поверхности со сравнительно более равномерным распределением. Поскольку крупное шлиховое золото ($>0,5-1,0$ мм) составляет первые проценты валового свободного золота, то среднее количество его на единицу площади конуса выноса может быть почти одинаковым. Можно достаточно уверенно допускать, что если в вершинной части конуса выноса содержание золота достигает уровня коммерческих концентраций, то таковым его содержание может быть во всем конусе выноса.

Наиболее высокое содержание золота в пределах конуса выноса отмечается в пойме речной долины при ее достаточно интенсивном (десятки метров) врезании в аллювий древних накоплений. Концентрирование золота происходит за счет перемыва более древнего золотоносного аллювия.

Золотоносность прибрежных зон

При выходе периферической части конуса выноса к озерной акватории в береговой зоне бассейна формируются пляжевые и бенчевые россыпи с мелким и тонким золотом и другими шлиховыми минералами. Подводные (бенчевые) россыпи (валы, бары) сложены тонкозернистыми песками с тяжелыми минералами размерностью $0,1-0,4$ мм при содержании их на массу до $10-15\%$. От пляжевых они отличаются повышенной мощностью продуктивных песков и концентрацией их в нижней части песчаных слоев. В пляжевой части береговой зоны полоса концентрации имеет ширину $1-15$ м, мощность продуктивного горизонта до $3-4$ м, длина – километры и десятки километров. Золото мелкое шлиховое и пылевидное. Полезные компоненты прибрежно-озерных песков концентрируются во фракции $0,05-0,2$ мм. Шлиховые минералы накапливаются в отличие от бенча в верхней части песчаных слоев.

Речные долины в эпиозерных впадинах

К числу относительно редких геологических ситуаций относится развитие речных долин в эпиозерных (палеоозерных) впадинах. Типичный пример такой ситуации представляет Жаркентская или Верхнеилийская впади-

на. В рассматриваемом случае к описанному выше механизму россыпеобразования добавляются процесс эоловой сепарации на обнажившихся авандельтах и перемыв озерно-дельтовых отложений в долинах сформировавшихся водотоков. В руслово-пойменных песках эпиозерных долин формируются титаноциркониевые и другие комплексные россыпи с тонким и мелким шлиховым золотом. Продуктивные пески поймы в качестве «торфов» имеют покров песчано-алевритовых (илистых) отложений паводкового типа, мощность которых не превышает $1,5-2,0$ м. Продуктивные пески поймы являются типичным представителем песков высокой степени зрелости, т.е. с отсутствием в песках глинистого компонента. В составе порообразующих минералов (легкая фракция шлиха) резко преобладает кварц размерностью $0,2-0,3$ мм, зерна которого идеально окатаны, что свидетельствует об участии его в эоловых процессах.

Степень обогащения продуктивных песков прибрежно-озерной зоны в первую очередь зависит от продолжительности процесса волновой переработки аллювия конусов выноса. Чем древнее аллювий конуса выноса в акватории озера, тем больше степень сортировки материала и соответственно выше концентрация тяжелых минералов. Россыпи береговой зоны максимально пригодны для дражного способа добычи и переработки. Поскольку бенчевые россыпи близповерхностные, разведка их может вестись с плавающей установки типа «Пахарь», представляющей собой комбинацию черпающего устройства и бутары.

Степень концентрирования золота в конусах выноса

Оценка степени концентрирования золота в конусах выноса горных рек, где разведочные работы никогда не проводились, может быть получена на основе косвенных данных.

Классически выражены конусы выноса у рек северо-востока Джунгарского Алатау: Тентека, Ыргайты, Жаманты. В горной части долины их золотоносны, имеется ряд россыпе-проявлений с суммарными запасами, не превышающими $1-2$ т металла. Формирование долин началось одновременно с альпийской орогенцией и продолжалось в течение всего

антропогена, продолжается и в настоящее время. В связи с высокой скоростью течения водотоков в этих долинах вынос аллювия преобладает над аккумуляцией. Сохраняются лишь реликты аккумулятивных террас (Колпаковский грабен). При скоростях водотоков 2 м/с и выше (табл. 3) практически весь валунный аллювий вовлекается в движение. Русловый и пойменный аллювий голоцена находится в постоянном движении. Аккумуляция аллювия происходит только в конусе выноса у подножия тектонического уступа по Алаколь-Джунгарскому разлому. Соотношение объема вреза речных долин в палеозойский субстрат и объема конуса выноса из данной долины около 10:1. Следовательно, концентрация золота в объеме аллювия относительно его среднего содержания в горных породах палеозоя повышается на один порядок, а если считать, что среднее в этих породах равно кларку, т. е. 5 мг/т, то валовое содержание свободного золота в

массе аллювия конуса выноса приближается к уровню 100 мг/м³. В песчано-алевритовом заполнителе валунно-галечников, доля которого не превышает 30 % объема, концентрация золота составит уже около 300 мг/м³. В отдельных струях, а также в пойменно-террасовом аллювии содержание золота может повышаться еще на порядок, т. е. достигать значения 3 г/м³. Такое содержание зафиксировано в разведочных скважинах в пойме р. Жаманты в пределах конуса выноса на глубинах 20–40 м.

По такой аргументации ресурсы свободного золота в конусах выноса составляют: Тентек – 10 000 т, Жаманты – 3 500 т, Ырғайты – 9 000 т. Шлиховое золото в валовом объеме находится в пределах 1–10 %. Соответственно прогнозные ресурсы его равны 100–1000 т, 35–350 т, 90–900 т. Часть этих ресурсов (10–30 %) будет в форме бенчевых и пляжевых россыпей южного берега оз. Алаколь.

Таблица 3. Характеристика основных рек Семиречья и р. Шу

Река	Район долины реки	Скорость, м/с	Глубина, м	Ширина, м	Тип дна: П-песчаное, Т-каменистое
Шу	25 км выше ст. Шу	0,4	1,58	25	П
	35 км выше ст. Шу	1,2	2,5	40	П
	С. Коккайнар Села Калинина- Благовещенское	0,9	1,2	46	Т
	Г.Токмак и выше по долине	1,2-2,8	50-70	50-70	Т
Или	Ур. Кайерген- Кундузды	0,5-0,7 (до 1,4)	2,0-5,7	260-500	П, Т
Каратал	Район г.Талдыкорган	1,2	0,7-2,8	20-25	Т
	Выше ст. Ушгобе 8 км	1,2	2,0	18	Т
	ниже пос. Новая Жизнь	1,0	1,8-2,5	80-100	П
Аксу	Ст. Матай	0,5	1,5	20	П
Баскан	С. Покатиловка, выше слияния М. и Б. Баскана	2,6	0,8	25	К
		3,0	0,6	10	К
Теректы	Садовое	0,6	0,6	12	К
Лепсы	Петропавловка	1,9	0,8	15-50	К
Тентек	Ущелье выше пос.Ушарал	2,5-2,6	0,7-1,0	60	К
Орта-Тентек		2,5-3,5	0,4-1,0	16-27	К
Шет-Тентек		2,4	0,5	10	К
Ырғайты		2,0-2,6	0,9-2,5	13-15	К

Объем конуса выноса, м³:

Тентек	100 000 000 000
Жаманты	35 000 000 000
Ыргайты	90 000 000 000

Роль россыпеобразующих формаций

Кроме геолого-геоморфологических факторов обязательным условием для формирования россыпей золота является развитие на территории золоторудных объектов со свободным, прежде всего шлиховым, золотом. Практикой золотодобычи во многих районах мира установлено, что прямая зависимость между масштабом рудных объектов и масштабом россыпей золота, как правило, отсутствует.

В формировании россыпей золота ведущая роль принадлежит золото-кварцевой рудной формации. На 95 % и выше эта формация представлена рудопроявлениями, запасы металла в которых не превышают первых килограммов. Образование аллювиальных россыпей обеспечивается в первую очередь достаточно широкой распространенностью в долинах рек мелких рудопоявлений золота с концентрацией металла в рудоносном кварце много ниже предела коммерческого содержания его в рудах. К формированию россыпей имеют отношение кварцево-жильные проявления ряда цветных и редких металлов, в которых присутствует свободное золото даже в крайне низких содержаниях (доли г/т). Типичным случаем в этом отношении являются высокотемпературные кварцевые жилы и зоны штокверкового окварцевания в гранитах с вольфрамовым и висмутовым оруденением. В ряде случаев они представляют собой золото-висмут-вольфрамовую рудную формацию восточносибирского типа. На верхнем уровне эрозионного среза месторождений данного типа развито золото размерностью 0,01–0,02 мм, на глубинных уровнях появляется и шлиховое золото размерностью 0,5 мм и более.

В золото-кварцевом типе руд золото имеет пробность свыше 950. Присутствие в россыпях золота с меньшим числом пробности свидетельствует об иных источниках металла. Сравнительно низкопробное золото связано с золото-сульфидным типом оруденения. При достаточной распространенности рудопоявле-

ние этого типа становится существенным источником питания россыпей. Основная масса мелкого шлихового и пылевидного золота россыпей связана с золото-сульфидным и другими типами минерализации. Отсутствие тонкого золота в изученных россыпях указывает прежде всего на дефектность опробования, а не на отсутствие его в этих россыпях. Когда шлиховое опробование совмещается с золотометрическим анализом, то обнаруживаются случаи «весового» содержания тонкого золота при полном отсутствии «знаков» шлихового золота. Можно уверенно считать, что доля мобильного нешлихового золота превышает долю шлихового в 10–100 раз, а доля тонкого золота в россыпях на порядок и более выше доли шлихового в объеме запасов. При анализе рудной золотоносности районов водосборных бассейнов, питающих аллювиальные россыпи как долинного типа, так и конусов выноса, в ориентировке на выявление россыпей дражной обработки предпочтение следует отдавать:

- 1) бассейнам максимального размера;
- 2) бассейнам с высокой интенсивностью расчленения склонов долин и водоразделов;
- 3) бассейнам с наибольшей плотностью не только золоторудной, но и иной рудной минерализации кварцево-сульфидного и кварцевого типов.

В ориентировке поисков на основе анализа материалов предшествующих геолого-съемочных и поисковых работ нужно учитывать следующее:

1. Поисковые работы практически никогда не ориентировались на выявление долинных и россыпей конуса выноса по причинам в первую очередь технического характера, обусловленного сложностью бурения и проходки выработок в обводненных валунистых отложениях.

2. Поисковые работы на россыпи золота ставились только в случае выявления в долинах следов древних разработок. Традиционно использовавшийся шлиховой метод поисков мог привести к выявлению золоторудных объектов золото-кварцевой формации. Иные типы золоторудной минерализации (сульфидной, черносланцевой), поставляющие в бассейны транзита мелкое единичное знаковое золото, не могли быть обнаружены.

Основные особенности методики поисков

Совершенно очевидно, что методология и конкретная методика поисков крупномасштабных россыпей золота весьма существенно отличаются от таковых в традиционном варианте. Прежде всего это касается оценки роли тонкого золота и значения не одной, а многих россыпеобразующих формаций, исключая формации со сверхтонким золотом в сульфидах. В целом же вопрос коренных источников россыпного золота для крупномасштабных объектов перестает быть определяющим. Главное значение приобретают геоморфологический, климатический и литологический факторы седимен-

тогенеза антропогенного периода. Шлиховой метод поисков должен обязательно сочетаться с геохимическим. При этом технический уровень геологоразведочных работ должен быть иным. На наземных россыпях необходимо применение передвижных обогатительных установок типа ПОУ-4-2М, ПОУ-6, включающих барабанный дезинтегратор, обогатительный шлюз для класса -8+2,5 мм, центробежный сепаратор для песков мельче 2,5 мм и доводочный сепаратор. При разведке россыпей скважинами возможно применение установки «Проба 2М», ОУР-1, ОУР-2Б (отсадочные машины + концентриционные столы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Словарь по геологии россыпей. М.: Недра, 1985. С.119-120.
2. Основы учения о россыпях. М.: Наука, 1981.

УДК 622.794.7:622.367.6

ИЗУЧЕНИЕ НАСЫЩЕНИЯ ВОЛОКНА АСБЕСТА ПРИРОДНЫХ ТИПОВ РУД ПОРОДНОЙ ПЫЛЬЮ И РАЗЛИЧИЙ В ОБЕСПЫЛИВАНИИ ПО ФРАКЦИИ -0,075 мм

Л. И. КОВАНОВА, кандидат технических наук;

О. Ю. МАРКОВА, инженер;

В. А. КОЖЕВНИКОВА, инженер

Институт ОАО «НИИпроектасбест», г. Асбест, Российская Федерация

Изучена тонкодисперсная фракция волокна хризотил-асбеста (менее 0,075 мм), влияющая на качество товарной продукции. Приведены характеристики природных типов волокна при различной влажности и способности насыщения породной пылью. Даны оптимальные рекомендации по шихтовке природных типов руд, улучшающие процесс обеспыливания товарного асбеста.

Fine-dispersed (<0.075 mm) chrysotile-asbestos fiber fraction having influence on the quality of marketable products is studied. Characteristics of natural types of fiber at different humidity and rock dust saturation capacity factors are given. The optimum recommendations on burdening are given for natural ore types in order to improve the process of marketable asbestos dedusting.

Товарный асбест включает в себя наравне с длиноволокнистой фракцией (более 1,18 мм) тонкодисперсную (менее 0,075 мм), состоящую в основном из пылевидных частиц вмещающих пород.

С потребительской точки зрения длиноволокнистая фракция улучшает качество то-

варной продукции, а тонкодисперсная ухудшает.

Процесс технологической переработки руды неизбежно ведет к насыщению волокна породной пылью, степень насыщения которой зависит от качества самого волокна, состава вмещающих пород и влажности продукта.

Изучение способности волокна исходной руды к насыщению породной пылью и последующему обеспыливанию позволит определить технологические свойства волокна разных природных типов.

Для выполнения исследований в течение 2000–2002 гг. был накоплен материал волокна керна скважин эксплуатационной разведки с геологической привязкой.

На рис.1 приведена схема исследований волокна природных типов руд Киембаевского месторождения и породной пыли разного состава; операции распушки и обеспыливания по времени имитируют промышленный процесс.

Подготовка породной пыли разного состава (апоперидотитовых серпентинитов, рассланцованных серпентинитов, перидотитов и аподунитовых серпентинитов) представлена на рис. 2.

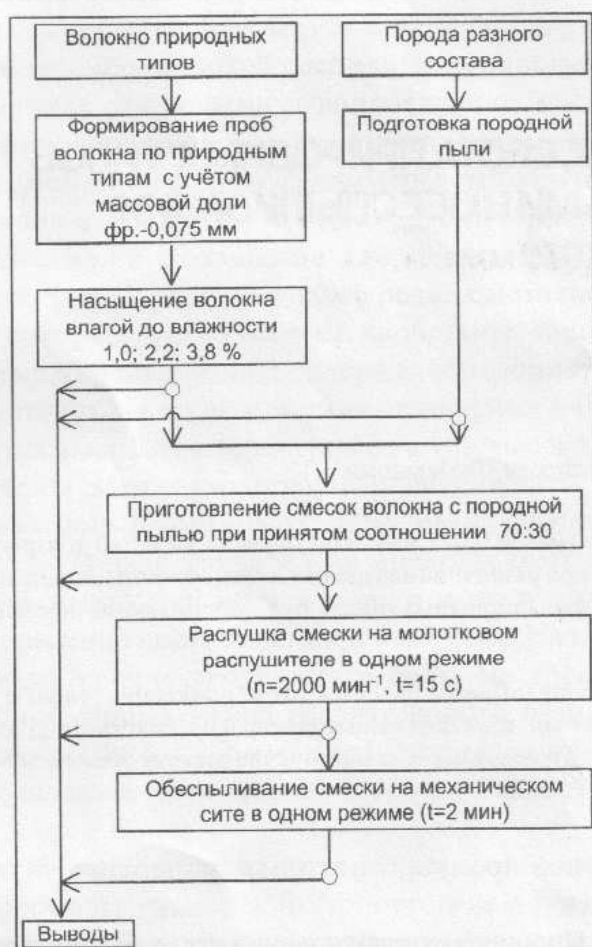


Рис. 1. Схема исследований волокна и породной пыли. O – отбор и определение фракционного состава и степени распушки

Характеристика породной пыли по микроскопическим исследованиям и фракционному составу, приведенная в табл. 1, показывает, что минеральный состав изученных типов породной пыли характеризуется присутствием мелких зерен (серпентина, оливина и магнетита), крупных зерен (серпентина, сростков серпентина с оливином, хромшпинелида) и жилок асбеста длиной 0–2 мм. Доля оливина в сростках для пыли перидотитов составила 10 %, для апоперидотитовых серпентинитов – от 0 до 8–10 %, для пыли рассланцованных серпентинитов и аподунитовых серпентинитов – от 0 до 5 %. Вредные примеси, представленные магнетитом и хромшпинелидом, присутствуют в количестве 2–3 % в пыли апоперидотитовых серпентинитов, перидотитов и аподунитовых серпентинитов и 5–10 %, в том числе 1 % немалита, в пыли рассланцованных серпентинитов. Таким образом, пыль рассланцованных серпентинитов характеризуется наибольшим содержанием вредных примесей.

Микроскопические исследования породной пыли по крупности и определению фракционного состава на пневматическом классификаторе ПК-2А показали следующее:

в породной пыли перидотитов преобладание крупных частиц размером 0,44 мм указывает на более высокие прочностные свойства перидотитов; массовая доля фракции $-0,075$ мм в пыли составляет 54 %;

в породной пыли апоперидотитовых серпентинитов преобладание крупных и средних частиц, максимальный размер которых составляет 0,32 мм, указывает на снижение прочностных свойств этой породы в сравнении с перидотитами; массовая доля фракции $-0,075$ мм в пыли находится на уровне 53 %;

в породной пыли аподунитовых серпентинитов максимальная крупность частицы составила 0,39 мм с преобладанием средних и мелких частиц, что характеризует низкую прочность аподунитовых серпентинитов в сравнении с перидотитами и апоперидотитовыми серпентинитами; массовая доля фракции $-0,075$ мм в пыли составила 58 %;

в породной пыли рассланцованных серпентинитов преобладание мелких и средних частиц, максимальный размер которых равен 0,29 мм, свидетельствует о низких прочностных



Рис. 2. Схема подготовки породной пыли.

Примечание: S – ширина разгрузочной щели, ДЛЩ – дробилка лабораторная щековая с размером приемного отверстия 80x150, 75Т-ДрМ – лабораторный истиратель

свойствах в сравнении с рассмотренными выше типами породной пыли; массовая доля фракции $-0,075$ мм в пыли равна 55 %.

Высокими прочностными свойствами обладают перидотиты, более низкими – апоперидотитовые рассланцованные и аподунитовые серпентиниты, что согласуется с усредненными значениями коэффициента крепости по шкале М. М. Протодьяконова: перидотиты – 8–16 ед., серпентиниты – 5–7 ед. [1].

Волокно природных типов 1, 2, 3 и 6 (табл. 2) с влажностью 1,0; 2,2; 3,8 % насыщалось породной пылью разного состава согласно приведенной схеме (см. рис. 1) в соотношении 70:30. Результаты насыщения и обеспыливания волокна природных типов и разной породной пыли при влажности 1,0 % [2] приведены в табл. 3.

Волокно природных типов для выявления различий в технологических свойствах подготовлено по качественной характеристике близкого уровня: по массовой доле фракции $-0,075$ мм 30–35 % и степени распушки по прибору Ригдена 5,9–6,4 тыс. $\text{см}^2/\text{г}$.

Низкий уровень насыщения (4 абс. %) с породной пылью перидотитов характерен для волокна из апоперидотитовых серпентинитов (тип 1), что объясняется преобладанием доли

крупных частиц в пыли перидотитов; с породной пылью рассланцованных серпентинитов – максимальный уровень насыщения (20 абс. %).

Уровень обеспыливания по фракции $-0,075$ мм волокна из апоперидотитовых серпентинитов (4–18 абс. %) обеспечивает уровень насыщения 4–20 абс. %.

Волокно из рассланцованных серпентинитов (тип 2) с пылью аподунитовых серпентинитов обеспыливается по фракции $-0,075$ мм на 5 абс. %, а насыщается на 10 абс. %, т. е. насыщение тонкодисперсной пылью в 2 раза выше, чем процесс обеспыливания.

Волокно из перидотитов и аподунитовых серпентинитов (типы 3 и 6) независимо от состава породной пыли имеет близкий уровень насыщения (6–8 абс. %), при этом уровень обеспыливания составляет 3–5 абс. %, или в 1,5–2,0 раза ниже, исключение составляют смеси с пылью рассланцованных серпентинитов, где абсолютные отклонения массовой доли фракции $-0,075$ мм при насыщении волокна и его последующем обеспыливании одинаковы.

Таким образом, массовая доля фракции $-0,075$ мм в волокне изученных природных типов руд (1, 2, 3, 6) после обеспыливания находится на одном уровне с исходным волокном (разница составляет 1–2 абс. %). В связи с тем что волокно аподунитовых и апоперидотитовых рассланцованных серпентинитов имеет более низкий уровень обеспыливания, при переработке рассланцованных руд не рекомендуется в шихту добавлять аподунитовые серпентиниты, и наоборот, так как процесс обеспыливания будет затруднен, особенно при увеличении влажности исходной руды. Следовательно, в перерабатываемой шихте из труднообеспыливаемых руд должны быть рассланцованные серпентиниты или аподунитовые серпентиниты.

Полученные результаты по насыщению асбестового волокна с разным качеством исходного продукта по фракции $-0,075$ мм в зависимости от влажности, приведенные в табл. 4, показали [3], что сильнее происходит насыщение пылью продукта с низкой массовой долей фракции $-0,075$ мм (менее 30 %): для влажного продукта – 10,5 %, для сухого – 8,8 %. Не насыщается породной пылью сухое волокно с высокой массовой долей фракции $-0,075$ мм в исходном продукте более 40 %, влажное волокно с такой же массовой долей по фракции $-0,075$ мм

Таблица 1. Характеристика породной пыли

Породная пыль	Микроскопические исследования						Массовая доля фракции -0,075 мм, % (ПК-2А)	
	Преобладание частиц по крупности	Крупность частиц, мм		Минеральный состав				
		Максимальная	Длина жилки асбеста	Мелкие зерна	Крупные зерна	В том числе доля оливина, %		Вредные примеси
Анопериidotитовых серпентинитов	Крупные частицы, средних немного меньше	0,32	Одиночные до 0,25	Серпентины	Серпентины, сростки с оливином	От 0 до 8-10	Хромшпинелиды (1%), магнетит (2%)	53
Расслаивающихся серпентинитов	Крупных не более 5%, мелкие и средние частицы	0,29	До 1-2	Серпентины	Серпентины, хромшпинелиды, сростки серпентина и жилки асбеста	От 0 до 5	Магнетит (2-7%), хромшпинелиды (2%), немагнит до 1%, брусит	55
Перидотитов	Крупные частицы, средних 10%, присутствуют мелкие	0,44	Единичные до 0,2-0,5	Серпентины, оливины, хромшпинелиды	Серпентины, оливины, хромшпинелиды	10	Магнетит (1-3%), хромшпинелиды (1%)	54
Анодуитовых серпентинитов	Крупных 10%, мелкие и средние частицы	0,39	Основные 0,04-0,08, до 0,4 редко, единичные жилки до 1	Серпентины	Серпентины, хромшпинелиды	От 0 до 5	Магнетит до 1-2%, хромшпинелиды до 1%, брусит	58

Таблица 2. Минералого-петрографический состав природных типов руд изученного волокна

Природный тип	Минералого-петрографический состав
1	Серпентинитовые руды без ядер перидотитов
2	Серпентинитовые руды, в различной степени рассланцованные
3	Перидотито-серпентинитовые руды (ядер перидотитов менее 50 %)
6	Серпентинитовые руды по полосчатому комплексу (аподунитовых разностей менее 50 %)

дополнительно насыщается породной пылью на 5,4 абс. %.

Абсолютное уменьшение фракции -0,075 мм (табл. 5) и эффективность обеспыливания для волокна с разными типами породной пыли при влажности 1,0 % находятся на одном уровне [4]: абсолютное уменьшение фракции -0,075 мм – 6,3–5,5 % и эффективность обеспыливания – 13,5–17,5 %. Увеличение влажности более чем на 2,2 % затрудняет процесс обеспыливания волокна только с пылью рассланцованных серпентинитов: абсолютное уменьшение фракции -0,075 мм снижается с 6,0 до 4,3 %, или в 1,4 раза, эффективность обеспыливания – с 17,0 до 10,6 %, или в 1,6 раза. Это можно объяснить более крепким налипанием на влажном волок-

не частиц породной пыли рассланцованных серпентинитов из-за повышенной массовой доли вредных примесей магнетита, немалита, офита и брусита.

Результаты исследований показывают, что увеличение влажности исходной руды в цехе обогащения приводит к снижению эффективности обеспыливания и для обеспечения оптимальной эффективности обеспыливания волокна на уровне 15,0–15,2 % влажность исходной руды после сушки не должна превышать 1,8 %. Влажность руды на асбестообогажительных фабриках комбинатов после сушки должна составлять в среднем 1,6–1,8 %, что соответствует оптимальному режиму работы по этому параметру.

Выводы

Результаты исследований насыщения волокна керн скважин эксплуатационной разведки разной влажности (1,0; 2,2; 3,8 %) породной пылью с последующим обеспыливанием показали:

1) Волокно разных природных типов при влажности 1,0 % после обеспыливания по массовой доле фракции -0,075 мм достигает уровня исходного волокна. Исключением является волокно аподунитовых рассланцованных серпентинитов (2 тип) с пылью аподунитовых серпентинитов, где в обеспыленном волокне разница по массовой доле фракции -0,075 мм выше на 5 абс. % в сравнении с исходным. Подача одновременно руд рассланцованных серпентинитов (тип 2) с аподунитовыми серпен-

тинитами (тип 6) в цех обогащения ухудшит процесс обеспыливания.

2) Продукт с низкой массовой долей фракции -0,075 мм (менее 30 %) сильнее насыщается породной пылью и составляет независимо от его влажности, 8,0–10,5 %.

3) Продукт с высокой массовой долей фракции -0,075 мм (более 40 %) во влажном состоянии дополнительно насыщается породной пылью до 5,4 %, а в сухом продукте увеличения этой фракции не происходит.

4) Изученные типы породной пыли при влажности 1,0 % по абсолютному уменьшению фракции -0,075 мм в волокне и эффективности обеспыливания его находятся на одном уровне, увеличение влажности более 2,2 %

Таблица 3. Результаты насыщения и обеспыливания волокна изученных типов по фракции -0,075 мм при влажности 1,0 %

Тип волокна	Исходное волокно		Тип породной пыли	Волокно после			
	Массовая доля фр. - 0,075 мм, %	Удельная площадь поверхности по Ригдену, тыс. см ² /г		насыщения		обеспыливания	
				Массовая доля фр. - 0,075мм, %	Δ абс., %	Массовая доля фр. - 0,075 мм, %	Δ абс., %
1	35	6,3	Апоперидотитовые серпентиниты	42	7	35	7
			Перидотиты	39	4	35	4
			Аподунитовые серпентиниты	43	8	36	7
			Рассланцованные серпентиниты	55	20	37	18
			<i>Диапазон</i>	39 ÷ 55	4 ÷ 20	35 ÷ 37	4 ÷ 18
			<i>Среднее</i>	45	10	36	9
2	30	5,9	Апоперидотитовые серпентиниты	39	9	30	9
			Перидотиты	36	6	29	7
			Аподунитовые серпентиниты	40	10	35	5
			Рассланцованные серпентиниты	36	6	30	6
			<i>Диапазон</i>	36 ÷ 40	6 ÷ 10	29 ÷ 35	5 ÷ 9
			<i>Среднее</i>	38	8	31	7
3	34	6,4	Апоперидотитовые серпентиниты	40	6	37	3
			Перидотиты	41	7	36	5
			Аподунитовые серпентиниты	41	7	36	5
			Рассланцованные серпентиниты	40	6	33	7
			<i>Диапазон</i>	40 ÷ 41	6 ÷ 7	33 ÷ 37	3 ÷ 7
			<i>Среднее</i>	40	6	35	5
6	30	5,9	Апоперидотитовые серпентиниты	36	6	33	3
			Перидотиты	36	6	33	3
			Аподунитовые серпентиниты	36	6	32	4
			Рассланцованные серпентиниты	38	8	31	7
			<i>Диапазон</i>	36 ÷ 38	6 ÷ 8	31 ÷ 33	3 ÷ 7
			<i>Среднее</i>	36	6	32	4

Таблица 4. Насыщение породной пыли асбестового волокна с разным качеством исходного продукта по фракции -0,075 мм и влажностью от 1,0 до 3,8 %

Влажность в исходном волокне, %	Массовая доля фракции -0,075 мм в исходном продукте, %	Увеличение фракции -0,075 мм после насыщения пылью, %
3,8	30	10,5
	40	5,4
2,2	40	1,6
1,0	30	8,8
	40	0,6

Таблица 5. Абсолютное уменьшение массовой доли фракции -0,075 мм после обеспыливания и эффективность обеспыливания волокна по фракции -0,075 мм при разной влажности

Влажность исходного волокна	Тип породной пыли								Средняя эффективность обеспыливания, %
	Апоперидотитовых серпентинитов		Перидотитов		Аподунитовых серпентинитов		Рассланцованных серпентинитов		
	Абсолютное уменьшение	Эффективность обеспыливания	Абсолютное уменьшение	Эффективность обеспыливания	Абсолютное уменьшение	Эффективность обеспыливания	Абсолютное уменьшение	Эффективность обеспыливания	
1,0	5,5	17,5	6,3	13,5	6,0	15,6	6,0	17,0	15,9
2,2	6,2	16,1	5,8	14,6	6,0	15,5	4,8	12,2	14,6
3,8	6,0	14,9	5,5	14,5	6,0	15,2	4,3	10,6	13,9

Примечание. Массовая доля фракции -0,075 мм в исходном волокне более 40 %.

затрудняет процесс обеспыливания волокна только с породной пылью апоперидотитовых рассланцованных серпентинитов, где происходит снижение как абсолютного уменьшения тонкодисперсной фракции с 6,0 до 4,3 %, так

и эффективности обеспыливания с 17,0 до 10,6 %.

5) При обогащении руд рассланцованных серпентинитов влажность исходной руды после сушки не должна превышать 1,8 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по проектированию рудных обогатительных фабрик: В 2-х кн. / Под ред. *О.Н. Тихонова* и др. М.: Недра, 1988. Кн.1/*В.Ф. Баранов, П.С. Вольфсон* и др. 33 с.
2. Исследование обогатимости природных типов руд Кiemбаевского месторождения. Т.1: Отчет о НИР/НИИпроектасбест; *Л. И. Кованова, В. А. Зырянов*. Инв. № 4335. Асбест, 2000. 224 с.
3. Исследование фракционного состава и степени распушки хризотил-асбеста природных типов руд и закономерности их распределения на Кiemбаевском месторождении. Т.1: Отчет о НИР/НИИпроектасбест; *Л. И. Кованова, В. А. Зырянов*. Инв. № 4364. Асбест, 2001. 76 с.
4. Исследование влияния фракционного состава и степени распушки хризотил-асбеста природных типов руд Кiemбаевского месторождения на технологические показатели обогащения. Т.1: Отчет о НИР/НИИпроектасбест; *Л. И. Кованова, В. А. Зырянов*. Инв. № 4395. Асбест, 2002. 88 с.

УДК 528.7.044

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ОСНОВЫ ПРИ ГЕОЛОГОСЪЕМОЧНЫХ РАБОТАХ МАСШТАБА 1:200 000

Е. В. АЛЬПЕРОВИЧ, инженер-геолог;

Е. А. ВИНОГРАДОВА, инженер-геолог;

В. И. ЗАХАРОВ, инженер

ЗАО "Жамбыл Дидар", пос. Мирный, Жамбылская область, Республика Казахстан

Приведены современные методы космических съемок при картографировании, позволяющие быстро, качественно и дешево выявлять геологические объекты и прогнозировать месторождения полезных ископаемых.

Modern methods of space surveys allowing to quickly, reliably and cost-effectively identify geological objects for the map-making purposes and to forecast the location of mineral deposits are described.

За долгие годы геологосъемочной практики в ее практику вошло обязательное применение материалов аэрофотокосмической съемки (МАКС). Вначале это были лишь аэрофотоматериалы (снимки, схемы, планы), затем к ним добавились высотные аэрофотоматериалы, а еще позднее – материалы космического зондирования земной поверхности. Все инструктивные документы по геологосъемочным работам предусматривали применение этих материалов в различном качестве и разных объемах в зависимости от масштаба работ. В настоящее время в мире наряду с рядовыми аэрофотоматериалами производится большое количество различных по

своему качеству и масштабу аэрокосмических информационных продуктов, ориентироваться в которых рядовому исполнителю геологосъемочных работ достаточно сложно. Однако современные условия требуют от него качественного картографирования с использованием ограниченных финансовых средств. Встает вопрос о создании в процессе подготовительных работ ГСР-200 на основе материалов дистанционного зондирования (МДЗ) дистанционной основы (ДО). Последняя должна быть нормализована к топографической основе в проекции Гаусса-Крюгера и максимально информативна в геологическом смысле.

Следует подчеркнуть, что современные системы космических съемок обеспечивают получение материалов, по своим параметрам, прежде всего по разрешающей способности, сопоставимых в ряде случаев с материалами аэрофотосъемок и удовлетворяющих требованиям среднемасштабного геологического картографирования. Эти материалы имеют стоимость на порядок (несколько порядков) ниже стоимости материалов аэрофотосъемки новых залетов. Значительно большая (на несколько порядков) площадь захвата кадра космическими аппаратами облегчает технологическую обработку и, следовательно, положительно сказывается на качестве и стоимости нормализованных материалов.

Современные информационные базы для составления Госгеолкарт-200 немислимы без использования ГИС-технологий, что делает обязательным использование МДЗ как в цифровой, так и в аналоговой форме. Они представляют собой исходный материал, позволяющий получать информацию, которая не выявляется или выявляется неполностью другими методами. Лишь интегрированная обработка МДЗ, геологических, геохимических и геофизических данных по ГИС-технологиям может обеспечить создание *современного геоинформационного продукта – Государственной геологической карты Республики Казахстан масштаба 1:200 000.*

Современная дистанционная основа состоит из двух частей: фактографической (ФЧ) и интерпретационной (ИЧ). Первая имеет две формы представления – аналоговую и цифровую.

Нормализованные МДЗ подготавливаются в цифровой и аналоговой формах, а результаты формализованных преобразований этих материалов – в цифровой форме. Применяемые для составления ФЧ МДЗ подразделяются на базовые, оптимально обеспечивающие геологическое картографирование, и дополнительные, обеспечивающие решение отдельных специальных задач. Исходные МДЗ должны быть одновременно детальными и обзорными и представлены в нескольких информативных спектральных каналах. Следовательно, МДЗ должны выявлять минимальные по размерам объекты, подлежащие картографированию, и по возможности внемасштабные объекты, имею-

щие важное значение для понимания геологического строения района, поисков полезных ископаемых и решения геолого-экологических задач.

Для целей геологического картографирования разрешающая способность МДЗ должна быть не менее 20–30 м на местности. Однако с учетом необходимости выявления внемасштабных объектов эту характеристику необходимо уменьшить вдвое, т. е. до 10–15 м. Обзорность материалов должна отображать положение картографируемой площади в общей геологической структуре района, для чего необходимо охватить территорию в 3⁰ по долготе и 2⁰ по широте, в центре которой должен находиться лист карты. В таких случаях следует прибегать к материалам более высокого уровня генерализации. Материалы должны иметь значительную, не менее 100x100 км, сцену (для фотографических систем) или не менее 100 км полосу обзора (для сканерных систем). В таблице приводятся характеристики систем космосъемок, материалы которых могут быть использованы для составления ФЧ ДО.

В Российской Федерации для создания ФЧ ДО принято использовать материалы российской фотографической съемочной системы МК-4. Эти материалы обеспечивают необходимую детальность (лучшую, чем наиболее распространенная в других странах система Land sat TM), а потому определены российскими нормативными документами в качестве базовых. Последние годы для наиболее открытых районов Российской Федерации используются в качестве базовых материалов данные сканерной системы ЕТМ+, которые до недавнего времени были мало доступны, ввиду чего не могли использоваться регулярно. По сравнению с МК-4 данные ЕТМ+ имеют дополнительные спектральные диапазоны, в том числе средний инфракрасный, представленный двумя спектральными каналами. Материалы ЕТМ+ в отличие от фотографических и многих сканерных систем носят измерительный характер. В своей практике при составлении ФЧ ДО мы используем материалы ЕТМ+, прошедшие радиометрическую и геометрическую коррекцию. Все компоненты ДО трансформированы в проекцию советских топографических карт масштаба 1:200 000, т. е. проекцию Гаусса–Крюгера.

Технические характеристики некоторых космических съемочных систем

Характеристики	МК-4	КФА-1000	КАТЭ-200	ТК-350	МСУ-Э	МСУ-СК	Landsat TM	ETM	NOAA AVHRR
Вид съемки	Фотографическая	Фотографическая	Фотографическая	Фотографическая	Сканерная	Сканерная	Сканерная	Сканерная	Сканерная
Разрешение на местности, м	10-15	5-8	30-40	10	Размер пиксела 45x32 (один прибор); 45x64 (два прибора)	170- в 1-4 каналах; 500 - в 5 каналах	28 (120 - в 7 каналах)	30 (60 в 6 канале, 15 в 8 канале)	1000
Спектральные диапазоны, мкм	0,46-0,51 0,52-0,57 0,64-0,69 0,81-0,90 0,57-0,81 (спектральная зональная) в естественных цветах	0,57-0,1 (спектральная зональная)	0,50-0,60 0,60-0,70 0,70-0,84 0,57-0,81 (спектральная зональная)	0,57-0,90	0,50-0,60 0,60-0,70 0,80-0,90	0,50-0,60 0,60-0,70 0,70-0,80 0,80-1,00 10,30-11,80	0,45-0,52 0,52-0,60 0,63-0,69 0,76-0,90 1,55-1,75 2,08-2,35 10,40-12,60	0,45-0,515 0,525-0,625 0,63-0,690 0,75-0,90 1,55-1,75 10,40-12,50 2,09-2,35 0,52-0,90	0,55-0,90 0,72-1,10 3,55-3,93 10,50-11,50 11,50-12,50
Размер сцены для фотографической системы; полоса обзора для сканерной системы, км	160x160	80x80	250x250	300x200	45- 1 прибор, 80- 2 прибора. Виртуальная полоса 1000	600	185	185	3000

ДО состоит из серии попланшетных фотопланов, которые можно подразделить на три группы: изображения в отдельных спектральных каналах, композиты данных отдельных спектральных каналов, препараты изображений. Все они записаны в цифровой форме и могут быть распечатаны потребителем в аналоговом виде целиком или в виде отдельных фрагментов в любом необходимом масштабе, который позволит разрешающая способность материалов. Масштаб 1:50 000 – далеко не предел. Это позволяет иметь в маршруте материал для геологического картирования разной степени детальности и обзорности. Надобность в аэрофотоснимках практически отпадает. Основа для полевого картирования легко изготавливается на полсвой базе в любом количестве и масштабе с помощью рядового компьютера и принтера.

В состав ФЧ входят космофотопланы по материалам съемок в отдельных спектральных каналах ЭМВ: видимые синий, зеленый, красный; ближний и два средних инфракрасных; тепловой и панхром. Всего 8 космофотопланов, каждый из которых представлен в трех видах: в графическом формате «tif», позволяющем сделать просмотр в программе «Corel Draw» и распечатать материал в любом масштабе на лобом удобном для исполнителя материале; в геоинформационном формате «img» для непосредственной интеграции в ГИС ГК-200 с тем, чтобы использовать их в качестве базового слоя в картосоставительском процессе; в геоинформационном формате «img», прошедшие лишь геометрическую и радиометрическую коррекцию, но не отредактированные для визуального восприятия в целях сохранения их измерительного потенциала. Материалы снабжены зарамочным оформлением (градусной сеткой, метрическими координатами, масштабной линейкой) для удобства работы с ФЧ вне ГИС-оболочек.

В состав ФЧ ДО входят композиты, например композит по материалам съемок в видимых синем, зеленом и красном диапазонах (композит видимого диапазона, BGR) или композит по материалам съемок в инфракрасных диапазонах (композит инфракрасного диапазона, 11, 12, 13). Возможны любые сочетания, что зависит от конкретных особенностей территории и необходимости для проводимых исследований.

Композиты визуализированы и сформированы согласно правилу: большая длина волны съемки – большая длина волны визуализации. Последняя осуществляется в цветовом RGB-пространстве. Следует учесть, что ETM+ имеет съемочные RGB каналы, а потому композит видимого диапазона получается в естественных цветах. Композиты, как и изображения в отдельных спектральных диапазонах, представлены обычно в «tif» и «img» форматах.

В комплект препаратов входят результаты необучаемых классификаций и пространственно-частотных фильтраций (высоко- и низкочастотная фильтрации, материалы структурометрического анализа). Необучаемая классификация по спектральным признакам обычно производится на 10 классов по данным 6 спектральных каналов (видимый и инфракрасный диапазоны). Низкочастотная фильтрация хорошо подчеркивает основные структурные элементы; высокочастотная, наоборот, позволяет выделить наиболее мелкие структурные и вещественные комплексы, ее также целесообразно использовать картосоставителю для рисовки карты, поскольку она позволяет наиболее точно изобразить на карте границы геологических объектов. Особое место среди препаратов занимает формализованный анализ структуры изображения – структурометрия. Аналогично разложению электромагнитного излучения на компоненты с определенной длиной волны (частоты ЭМВ) и построению изображения по излучению в отдельных спектральных каналах изображение как двухмерное поле яркости может известными математическими средствами быть разложено по двухмерным ортогональным функциям (пространственным частотам) и затем восстановлено по участку спектра той или иной области пространственных частот. Такие структурированные изображения позволяют анализировать элементы изображения определенного структурного уровня, которые, в свою очередь, коррелируют с определенным масштабным уровнем геологических структур. Исходным материалом для структурометрического анализа служат материалы ближнего инфракрасного канала, высокочастотной фильтрации, панхром. ФЧ ДО на каждый номенклатурный лист обычно содержит 6–7 препаратов, каждый из которых, в свою очередь, представляется в форматах «tif» и «img».

Подчеркнем, что количество и номенклатура препаратов не ограничиваются прилагаемыми к ФЧ ДО. Составители геологической карты могут производить различные препараты по своему усмотрению. В частности, в наших казахстанских условиях чрезвычайно эффективной оказалась инверсия изображения, которая позволяет уточнять отдельные элементы геологических тел и структур. Она чрезвычайно эффективна при проведении полевых и камеральных работ на участках с наиболее сложной структурой.

Фактографическая часть современной дистанционной основы представляет собой достаточно объемный и высокоинформативный продукт по сравнению с рядовыми аэрофотоснимками, схемами и планами прежних лет. Он позволяет решать широкий круг задач, связанных с проведением ГСР-200 и составлением результирующего комплекта карт. К ним относятся:

- уточнение формы, морфологии и взаимоотношений известных на изучаемой территории геологических объектов и выявление новых объектов;

- анализ закономерностей размещения и прогноз полезных ископаемых;

- геоморфологические исследования;

- оценка геолого-экологической обстановки и прогноз ее развития.

Подводя итоги, следует отметить:

1. Несомненно, что применение современной дистанционной основы повышает точность

нормализации используемых материалов, качество, детальность и скорость составления геологических карт, снижая одновременно стоимость их составления.

2. Использование современной дистанционной основы при полевых исследованиях предоставляет возможность проводить съемочные маршруты, имея в качестве основы документ, одновременно нормализованный и фотографический, всегда преобразуемый в необходимый масштаб.

3. Дистанционная основа позволяет внедрить в практику измерительные методы интерпретации материалов, а использование быстро получаемых препаратов – выявлять новые, не видимые глазом подробности геологического строения с достаточной степенью точности.

В связи с этим насущными задачами государственной геологической службы Республики Казахстан являются:

1. Создание документа, регламентирующего основные требования к фактографической части дистанционной основы как обязательной составляющей базы данных для ГСР-200, т. е. необходимо подготовить государственный стандарт.

2. Подготовка методического пособия по использованию и интерпретации современной дистанционной основы в процессе ГСР-200 с тем, чтобы облегчить работу геологосъемочных коллективов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОЙСТВ LP_1 -ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ СЕТИ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН

Д. Ш. АХМЕДОВ, кандидат технических наук;

Д. И. ЕРЕМИН, аспирант;

К. К. ЖУСУПОВ, кандидат технических наук

Институт горного дела им. Д. А. Кунаева РГП «ИЦ КПМС РК»,

г. Алматы, Республика Казахстан

Предложена идея использования метода LP_1 -последовательностей, совмещенного с технологией спутниковой навигации для оптимизации разведочной сети скважин.

The idea to use the method of LP_1 -sequences alongside with satellite navigation technology for optimization of exploration drill hole grid location is proposed.

Одна из основных целей расположения сети разведочных скважин — выявление и уточнение контуров рудных тел. В практике ведения геологоразведочных работ сеть буровых скважин располагают в виде правильной прямоугольной сети, покрывающей предполагаемый район залегания рудного тела. Однако сами рудные тела в плане, как правило, далеко не всегда имеют правильную форму (см. рисунок). На рисунке показана прямоугольная сетка скважин, покрывающая прямоугольную область залегания рудного тела. Как видно из рисунка, из 77 предполагаемых к бурению скважин лишь 20 попадают в рудное тело. Если же разбросать в той же прямоугольной области точки устьев скважин случайным образом, то из 25 случайных чисел 12 попадают в рудное тело.

Из приведенного небольшого примера видно, что прямоугольная сетка скважин не является оптимальной в смысле максимизации числа скважин, попадающих в рудное тело. Даже простой генератор случайных чисел может более продуктивно покрыть область залегания рудного тела.

Здесь наиболее оптимальным может быть использование равномерно распределенных случайных последовательностей. В этом классе таких последовательностей наиболее подходя-

щей для решения поставленной задачи является LP_1 -последовательности.*

Наиболее замечательным свойством LP_1 -последовательностей является следующее:

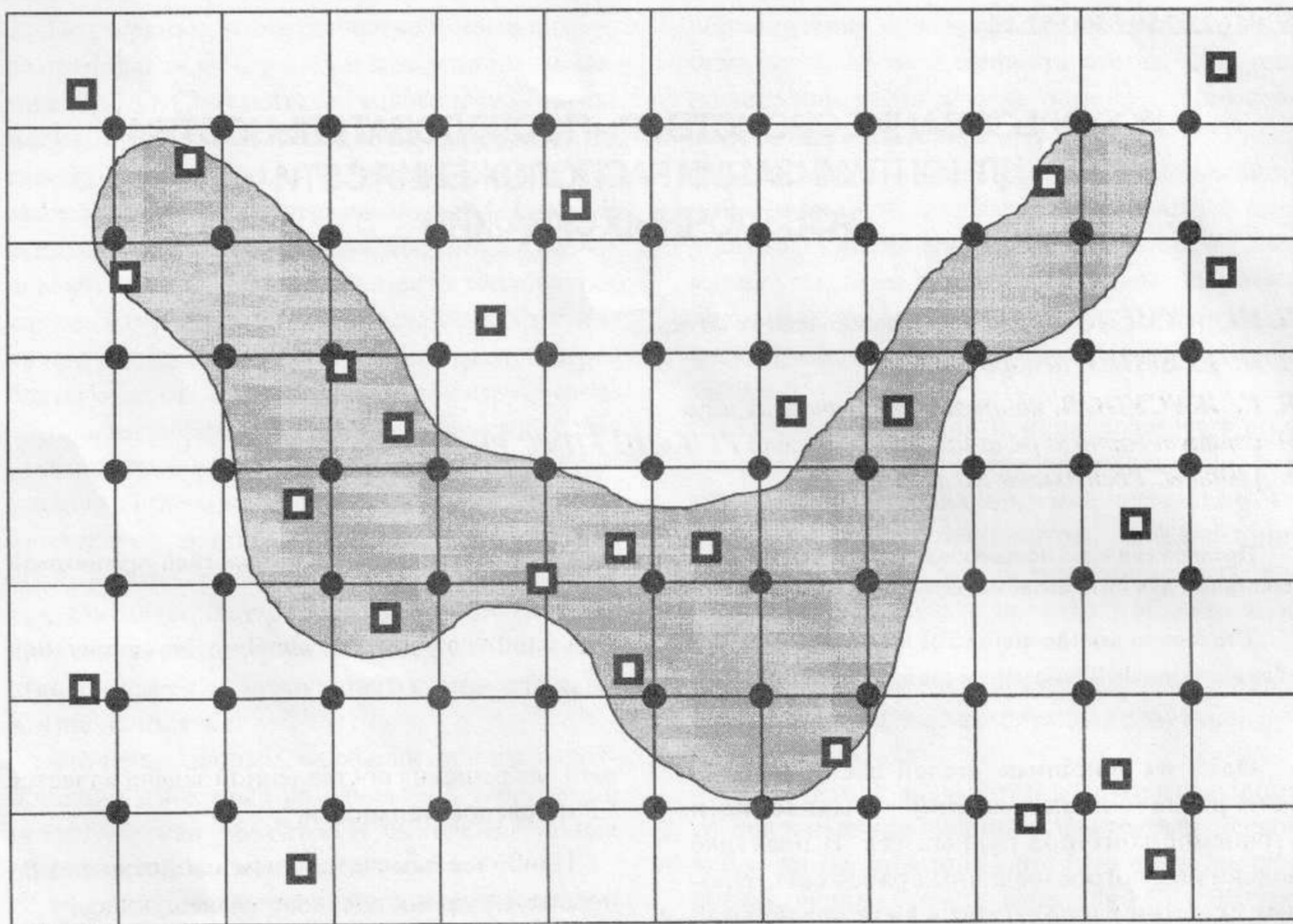
$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{S_N(\Pi)}{N} = V_{\Pi},$$

где для нашего случая: Π — двухмерная прямоугольная область; $S_N(\Pi)$ — количество точек, принадлежащих Π ; V_{Π} — площадь прямоугольника.

Применительно к оптимизации расположения разведочных скважин в прямоугольной области бурения свойство LP_1 -последовательности равномерно заполнять области позволяет перейти к следующей методике построения сети скважин. Пусть проектируется сеть буровых опробований на прямоугольной сетке с числом скважин N . Тогда при распределении устьев скважин на основе LP_1 -последовательностей имеется возможность:

получения большей информации о конфигурации рудного тела, чем при прямоугольной сетке бурения, за счет большего попадания в рудное тело при одинаковом числе буровых опробований;

* *Соболь И. М., Статников Р. Б.* Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. М.: Наука, 1981. 110 с.



Варианты плотности разведочной сети в пределах рудного тела

- – устья скважин при прямоугольной сетке бурения;
- – устья скважин при случайной сетке бурения

получения такого же количества информации, что и при прямоугольной сетке скважин, но за меньшее число буровых опробований.

Следующим вопросом является физическое расположение буровых установок в полевых условиях вычисленных на основе LP_1 -последовательностей координат устьев скважин. Для этого можно использовать любой из спутниковых навигационных приборов.

Таким образом, в статье излагается идея использования равномерно распределенных последовательностей, совмещенных с технологией спутниковой навигации, для оптимизации расположения сети геологоразведочных скважин. Однако эта идея требует дальнейших научных исследований и практических экспериментов, которые могли бы подтвердить правильность высказанных предположений.

ОСОБЕННОСТИ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ПО НЕСКОЛЬКИМ ВАРИАНТАМ ВЕЛИЧИНЫ БОРТОВОГО СОДЕРЖАНИЯ

Н. Н. ДЖАФАРОВ, доктор геолого-минералогических наук, академик МИА и ИА РК;

Т. М. КАСКЕВИЧ, инженер-геолог

ТОО "Асбестовое геологоразведочное предприятие", г. Житикара, Республика Казахстан

Рассмотрены особенности подсчета запасов полезного ископаемого по нескольким величинам бортового содержания полезного компонента, и предложена упрощенная методика подсчета.

Peculiarities of mineral reserve calculation using several cutoff grades of the useful component are reviewed and the simplified reserve calculation method is proposed.

Подсчет запасов полезного ископаемого представляет собой важный фактор для промышленной оценки месторождения и выполняется по конкретным кондициям, которые разрабатываются на основе технико-экономических расчетов. Одним из основных параметров кондиций для месторождений, где отсутствуют четкие границы оруденения, является величина бортового содержания полезного компонента – наименьшее содержание, по которому определяется промышленный контур рудного тела [1]. Для выбора оптимального бортового содержания первоначально запасы полезного ископаемого подсчитываются по нескольким величинам бортового содержания, чтобы в дальнейшем выбрать из них наиболее экономичный и оптимальный вариант.

За последние 20 лет нами неоднократно выполнялись подсчеты запасов хризотил-асбеста по Джетыгаринскому (Казахстан) и Кимбаевскому (Россия) месторождениям по разным вариантам бортовых содержаний. Результаты были рассмотрены ГКЗ СССР, и были утверждены кондиции для подсчета запасов [2]. В настоящее время завершается составление проекта эксплуатационных кондиций Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста, одного из крупнейших в мире в своем роде. По результатам этих работ накопился определенный опыт, и, по нашему мнению, он может быть полезен и применен для других месторождений полезных ископаемых, тем более что в настоящее время в стране отмечается повышенный интерес к месторождениям различных полезных ископаемых.

Для подсчета запасов по нескольким вариантам бортового содержания рудное тело оконтуривается по каждому варианту отдельно, и по мере уменьшения величины бортового содержания в контур рудного тела включаются более бедные пробы, содержание полезного компонента в которых, как правило, находится между соседними бортовыми содержаниями. В результате происходит разубоживание руд, и вариант с бедным бортовым содержанием отличается от богатого уменьшением содержания полезного компонента. Несмотря на снижение содержания, происходит прирост запасов руды и полезного ископаемого, поскольку вариант с более бедным бортовым содержанием включает в себя запасы руды и полезного компонента предшествующего варианта и прироста. На рис. 1 приведены схематические контуры рудного тела по разным вариантам бортовых содержаний. Однако опыт подсчета запасов на Джетыгаринском месторождении хризотил-асбеста показал, что при обычной существующей методике не всегда выдерживаются перечисленные выше закономерности. Содержание асбеста в приращиваемых запасах руды не находится между двух соседних вариантов, а иногда в отдельных блоках, несмотря на увеличение запасов руды, запасы асбеста даже уменьшаются. Проведенный анализ показал, что не всегда увеличение запасов руды соизмеримо со снижением содержания асбеста, часто при переходе от варианта к варианту в контур подсчета запасов прибавляется небольшое количество проб с бедным содержанием асбеста, а контуры запасов существен-

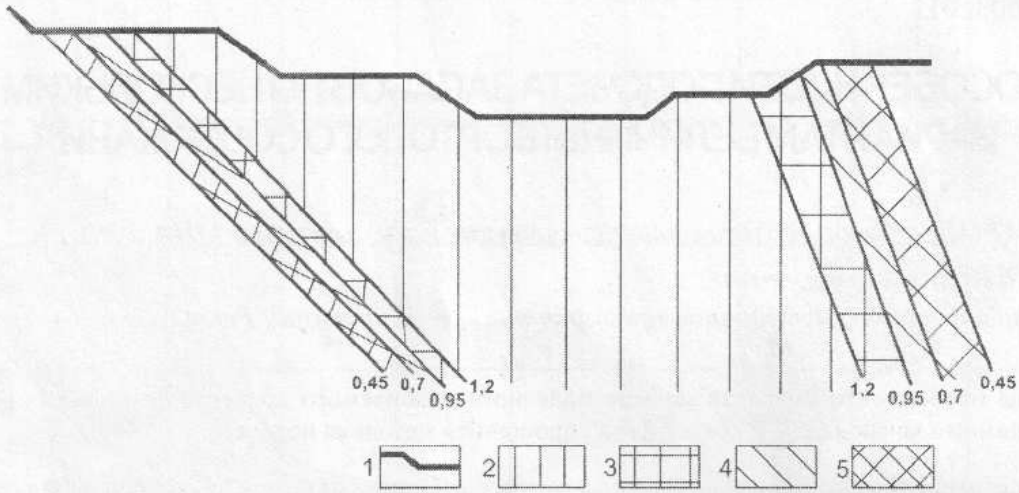


Рис. 1. Усредненный схематический разрез поварьантного оконтуривания рудного тела на примере Джыстыгаринского месторождения хризотил-асбеста: 1 – контур действующего карьера, 2–5 варианты бортового содержания: 2 – 1,2 % условного 3-го класса крупности, 3–5 – приросты вариантов бортового содержания: 3 – 0,95 %, 4 – 0,70 %, 5 – 0,45 %

но меняются, и наоборот. В результате этого содержание асбеста в новом контуре уменьшается незначительно, а запасы руды увеличиваются, что приводит к “искусственному” завышению запасов асбеста или их занижению. Для решения этой проблемы при подсчете запасов по нескольким вариантам бортовых содержаний нами применен «метод прироста», результаты которого апробированы ГКЗ СССР в 1983 и 1988 гг. [2]. Далее излагается суть предлагаемого метода.

При переходе от варианта с высоким бортовым содержанием (b_1) к варианту с относительно бедным бортовым содержанием (b_2) в приращиваемых запасах содержание полезного компонента (ΔC) определяется следующим образом:

$$b_1 > \Delta C = \frac{(P_2 - P_1)}{Q_2 - Q_1} \times 100 \% < b_2, \quad (1)$$

где P_1 и Q_1 – запасы полезного ископаемого и руды для варианта с высоким бортовым содержанием; P_2 и Q_2 – запасы полезного ископаемого и руды для варианта с относительно бедным бортовым содержанием.

Если учесть, что

$$P_2 = \frac{Q_2 \times C_2}{100} \quad \text{и} \quad P_1 = \frac{Q_1 \times C_1}{100}$$

где C_1 и C_2 – содержание полезного компонента по двум соседним вариантам, то тогда содержание асбеста в приращиваемых запасах равно:

$$\Delta C = \frac{Q_2 \times C_2 - Q_1 \times C_1}{Q_2 - Q_1} \quad (2)$$

Из формулы (2) вытекает, что среднее содержание асбеста в варианте с относительно бедным бортовым содержанием волокна равно

$$C_2 = \frac{(Q_2 - Q_1) \times \Delta C + Q_1 \times C_1}{Q_2} \quad (3)$$

Если $Q_2 - Q_1 = \Delta Q$, где ΔQ – запасы приращиваемой руды, то получим

$$C_2 = \frac{\Delta Q \times \Delta C + Q_1 \times C_1}{Q_1 + \Delta Q} \quad (4)$$

т. е. содержание полезного компонента во втором варианте должно определяться как средневзвешенное на запасы руды первого варианта и прироста.

Именно этот метод дает возможность установить связь увеличения запасов руды с уменьшением содержания асбеста, что в конечном итоге позволит увеличить запасы полезного ископаемого.

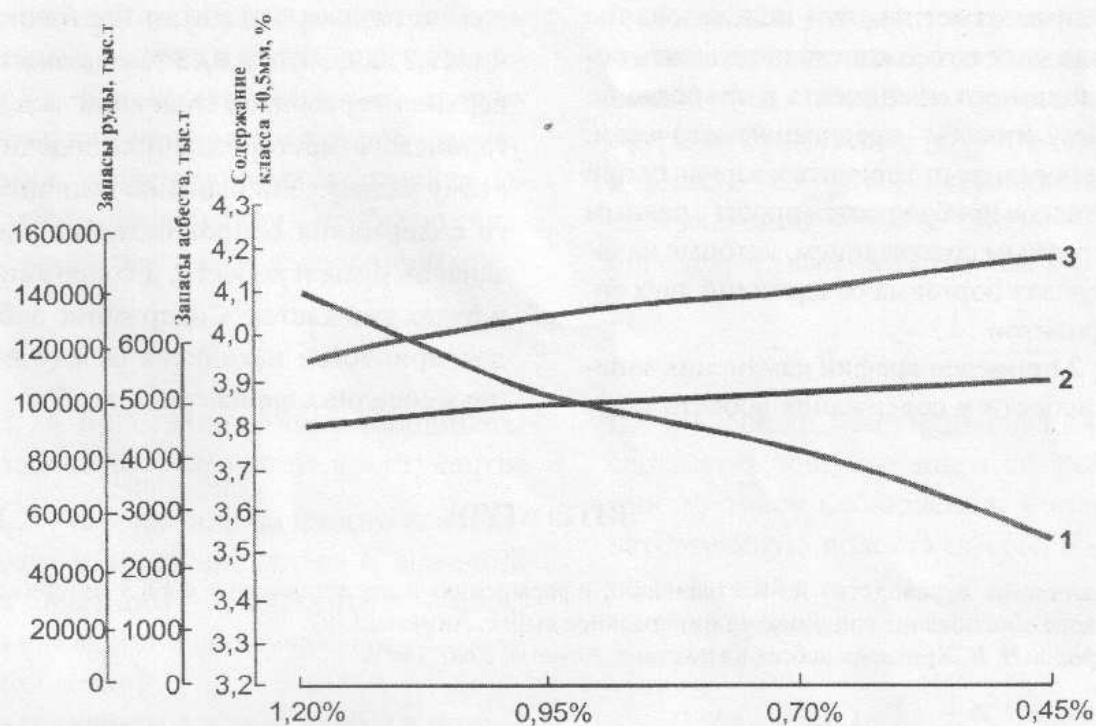


Рис. 2. Графики повариантных изменений содержаний асбеста кл. +0,5 мм, запасов руды и волокна на примере Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста:
 1 – содержание асбеста кл. +0,5 мм; 2 – запасы асбеста;
 3 – запасы руды

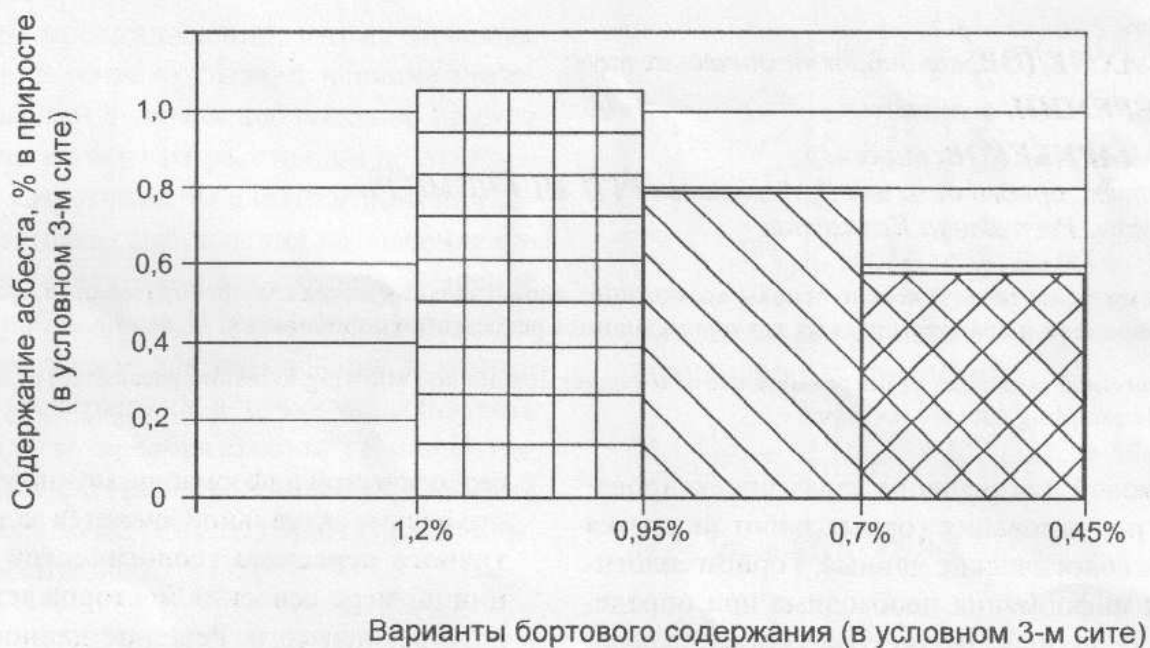


Рис. 3. Гистограмма изменения содержания асбеста в приростах запасов по нескольким вариантам бортового содержания

Необходимо отметить, что использование этого метода даст возможность определять содержание полезного компонента в приросте по более легкому способу – среднеарифметически, так как при переходе от варианта к варианту при подсчете запасов прибавляются пробы с равным или почти равным содержанием, которые находятся в пределах бортовых содержаний двух соседних вариантов.

На рис. 2 приведен график изменения запасов руды, асбеста и содержания асбеста в ру-

дах по разным вариантам бортового содержания (1,2, 0,95, 0,70 и 0,45 % условного 3-го сита) верхних горизонтов Основной залежи Джетыгаринского месторождения, подсчитанных по этому методу. Уменьшение величины бортового содержания сопровождается увеличением запасов руды и асбеста, а содержание асбеста в рудах снижается. Содержание асбеста в рудах приростов находится между величинами двух соседних вариантов (рис. 3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Методическое руководство по составлению, оформлению и представлению в ГКЗ материалов технико-экономического обоснования кондиций на минеральное сырье. Алматы, 1997.
2. Джафаров Н. Н. Хризотил-асбест Казахстана. Алматы, 2000. 180 с.

УДК 553.3

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА Ψ-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ АППРОКСИМАЦИИ ПАРАМЕТРОВ РУДНЫХ ТЕЛ

Д. Ш. АХМЕДОВ, кандидат технических наук;

Д. И. ЕРЕМИН, аспирант;

М. Ж. ДАРИБЕКОВ, инженер;

*Институт горного дела им. Д. А. Кунаева РГП «НЦ КИМС РК»,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Рассмотрены теоретические основы возможного использования метода ψ -преобразований, позволяющие восстанавливать параметры рудных тел по имеющимся результатам опробования.

Theoretical principles of the possible use of ψ -conversion method allowing to restore parameters of ore bodies by available sampling data are reviewed.

Основой для решения задач проектирования и планирования горных работ являются горно-геологические данные. Горно-геологическая информация необходима при определении основных параметров горнодобывающего предприятия, установлении режима горных работ, оптимизации календарных графиков, проектировании горнотранспортных комплексов. Исходя из приведенного неполного перечня задач, решаемых на основе горно-

геологической информации, можно утверждать, что весьма актуальной является задача оперативного пересчета геологической информации по мере освоения месторождения полезного ископаемого. Решение данной задачи в настоящее время не представляется возможным без использования компьютерной техники, что, в свою очередь, требует создания соответствующего математического и информационного обеспечения.

В настоящей статье рассматриваются методические основы решения задачи восстановления значений параметров рудного тела по имеющимся данным геологического опробования.

Исходными данными являются значения параметров в точках наблюдения – пробы по скважинам и их пространственные координаты:

$$u_i = \{x_i, y_i, z_i, c_i; (x_i, y_i, z_i) \in R^3, c_i \in C\}, u_i \in U, i = 1, \dots, N, \quad (1)$$

где (x_i, y_i, z_i) – пространственные координаты узла наблюдения в трехмерном пространстве

R^3 ; $c_i \in C$ – содержание полезного ископаемого в данном узле из множества C значений содержания полезного ископаемого; N – число узлов трехмерной, в общем случае нерегулярной координатной сетки.

Задача заключается в том, чтобы в произвольной точке (x^*, y^*, z^*) области моделирования M определить значение C^* содержания полезного ископаемого, т. е. моделируемого параметра. Под областью моделирования будем понимать параллелепипед, ограничиваемый минимальными значениями координат $(x_{\min}, y_{\min}, z_{\min})$ и максимальными значениями координат $(x_{\max}, y_{\max}, z_{\max})$ из множества точек наблюдения.

Сделаем предположение, что на значение содержания в точке оказывают влияние значения содержаний в точках наблюдения, причем это влияние зависит от расстояния до этих точек, т. е. в качестве меры влияния значения содержания в точках наблюдения на значение содержания в исследуемой точке будет расстояние L до точек наблюдения. В таком случае представляется возможным для нахождения искомого значения содержания в точке использовать идею метода ψ -преобразования*. В нашей интерпретации алгоритм вычисления значения содержания в точке (x^*, y^*, z^*) будет следующим. Найдем расстояние L_{\max} :

$$L_{\max} = \max_{1 \leq i \leq N} \sqrt{(x_i - x^*)^2 + (y_i - y^*)^2 + (z_i - z^*)^2} \quad (2)$$

до наиболее удаленной точки наблюдения от исследуемой точки (x^*, y^*, z^*) .

Разобьем данное расстояние на k равных частей. Поставим в соответствие каждому значению $n=1, \dots, k$ полость сферы, ограниченную сферами с радиусами $(L_{\max} \cdot \Gamma(n-1))/k$ и $(L_{\max} \cdot \Gamma n)/k$ и число $z_n = (L_{\max} \cdot \Gamma(n-1))/k$, соответствующее рассматриваемой полости сферы. Для каждого n определим значения функции Y_n :

$$\psi_v = \sum_{j=1}^{\xi_v} \frac{(L_j - \zeta_v)^j}{S}, \quad (3)$$

где ζ_v – число точек наблюдения, попавших в соответствующую полость сферы; L_j – расстояния до точек наблюдения, попавших в соответствующую полость сферы; S – число точек наблюдения.

По формулам

$$M_1[\zeta] = \frac{1}{k} \sum_{v=1}^k \zeta_v,$$

$$M_2[\zeta] = \frac{1}{k} \sum_{v=1}^k \zeta_v^2,$$

$$M_3[\zeta] = \frac{1}{k} \sum_{v=1}^k \zeta_v^3,$$

$$M_4[\zeta] = \frac{1}{k} \sum_{v=1}^k \zeta_v^4,$$

$$M_1[\psi] = \frac{1}{k} \sum_{v=1}^k \psi(\zeta_v),$$

$$M_{1,1}[\zeta, \psi] = \frac{1}{k} \sum_{v=1}^k \zeta_v \psi(\zeta_v),$$

$$M_{2,1}[\zeta, \psi] = \frac{1}{k} \sum_{v=1}^k \zeta_v^2 \psi(\zeta_v)$$

определяем коэффициенты и правые части системы линейных уравнений:

$$M_4[\zeta] \alpha_0 + M_3[\zeta] \alpha_1 + M_2[\zeta] \alpha_2 = M_{2,1}[\zeta, \psi],$$

$$M_3[\zeta] \alpha_0 + M_2[\zeta] \alpha_1 + M_1[\zeta] \alpha_2 = M_{1,1}[\zeta, \psi],$$

$$M_2[\zeta] \alpha_0 + M_1[\zeta] \alpha_1 + M_0[\zeta] \alpha_2 = M_{0,1}[\zeta, \psi]. \quad (4)$$

Решая приведенную систему уравнений, определяем коэффициенты параболы второго порядка

$$\varphi(\zeta) = \alpha_0 \zeta^2 + \alpha_1 \zeta + \alpha_2 \quad (5)$$

* Чичинадзе В. К. Решение невыпуклых нелинейных задач оптимизации. М.: Наука, 1983. 256 с.

и находим меньшее значение корня данной параболы.

Для каждого числа z_n , соответствующего рассматриваемой полости сферы, находим среднее значение

$$c_v = \frac{\sum_{j=1}^{\xi_v} c_j (L_j - \zeta_v)^l}{\sum_{j=1}^{\xi_v} (L_j - \zeta_v)^l}. \quad (6)$$

Определяем коэффициенты параболы, аппроксимирующие значения, при этом можно использовать ранее найденные. Необходимо доопределить следующие значения:

$$M_{1,1}[\zeta, c_v] = \frac{1}{k} \sum_{v=1}^k \zeta_v c_v(\zeta_v),$$

$$M_{2,1}[\zeta, c_v] = \frac{1}{k} \sum_{v=1}^k \zeta_v^2 c_v(\zeta_v),$$

$$M_{0,1}[\zeta, c_v] = \frac{1}{k} \sum_{v=1}^k c_v(\zeta_v) = M_1[c_v].$$

Решая систему уравнений

$$M_4[\zeta]\beta_0 + M_3[\zeta]\beta_1 + M_2[\zeta]\beta_2 = M_{2,1}[\zeta, c_v],$$

$$M_4[\zeta]\beta_0 + M_3[\zeta]\beta_1 + M_2[\zeta]\beta_2 = M_{1,1}[\zeta, c_v],$$

$$M_4[\zeta]\beta_0 + M_3[\zeta]\beta_1 + M_2[\zeta]\beta_2 = M_{0,1}[\zeta, c_v] \quad (7)$$

получаем значения коэффициентов параболы:

$$c = \beta_0 \zeta^2 + \beta_1 \zeta + \beta_2.$$

Значение ζ^* , определенное из уравнения (5), подставляем в уравнение параболы (7) и получаем искомое значение C^* содержания полезного ископаемого в выбранной произвольной точке (x^*, y^*, z^*) параллелепипеда M .

Изложенный алгоритм определения содержания полезного ископаемого достаточно легко программируется и может использоваться на любой стадии разработки месторождения, однако требует дальнейшей теоретической доработки и практического исследования на различных месторождениях.

ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫЯВЛЕНИЯ ГИДРОСИЛИКАТНО-ГИДРОКАРБОНАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ В КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД

А. Р. НИЯЗОВ, доктор геолого-минералогических наук, профессор
ТОО "Зерттеу", г. Алматы, Республика Казахстан

Ф. Н. ДЖАФАРОВ, кандидат геолого-минералогических наук
г. Алматы, Республика Казахстан

Рассматриваются вопросы формирования гидросиликатно-гидрокарбонатных месторождений меди в зоне вторичного обогащения коры выветривания медьсодержащих основных эффузивов.

The issues of formation of hydrosilicate-hydrocarbonate copper deposits in the secondary enrichment zone of the weathering crusts of main copper-bearing effusive rocks are considered.

В настоящее время казахстанские предприятия по добыче меди испытывают определенный дефицит сырья.

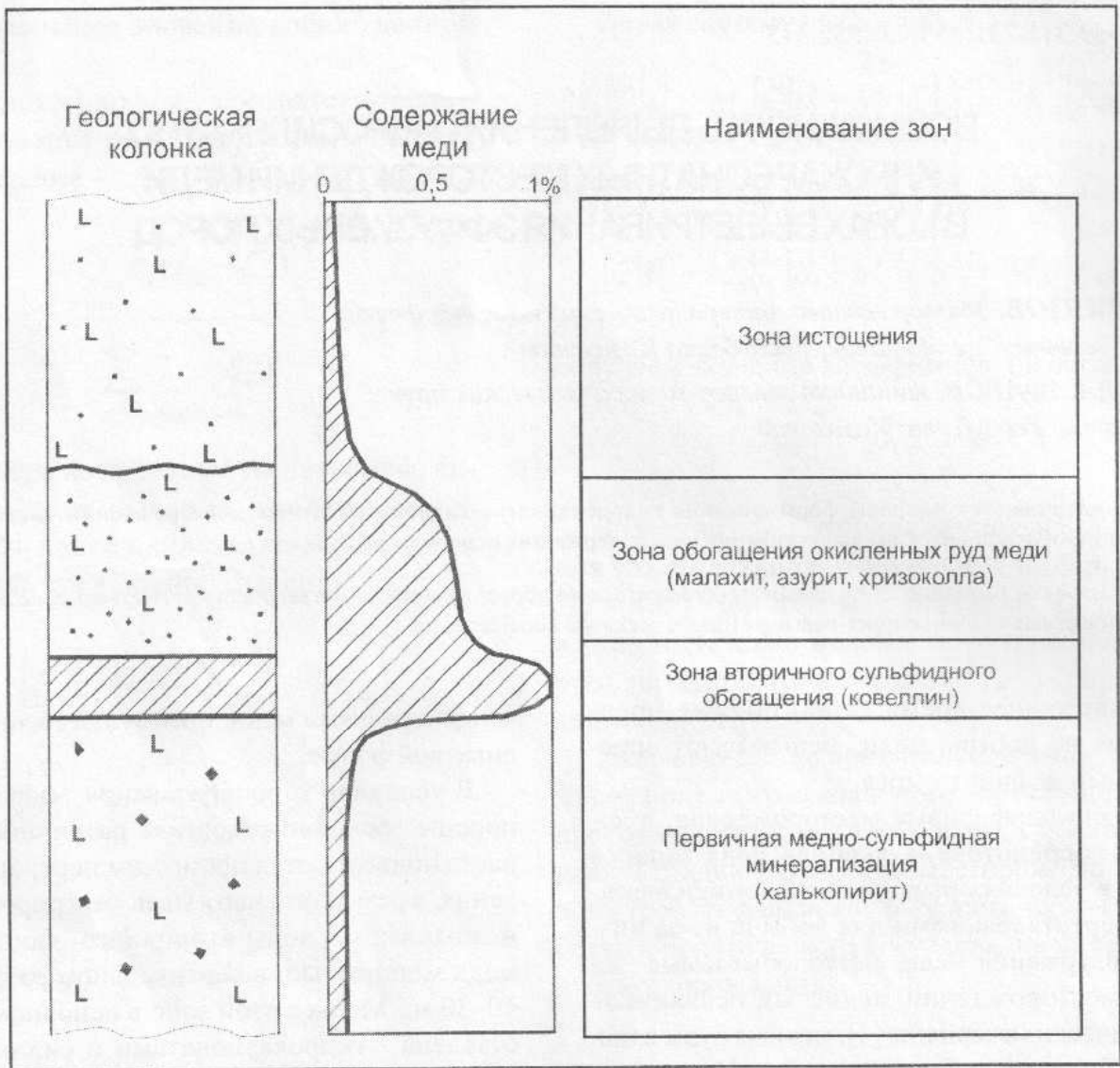
Медно-порфировые месторождения, в которых сосредоточена львиная доля запасов меди, в условиях рыночной экономики оказались нерентабельными для добычи из-за низкого содержания меди. Легкодобываемые запасы месторождений медистых песчаников практически исчерпаны [1], медные руды в них уже добываются с больших глубин. Что касается медноколчеданных месторождений, то они интенсивно обрабатываются (месторождения Рудного Алтая, Мугоджар и т. д.) и в скором времени благоприятные для эксплуатации руды этих месторождений тоже будут исчерпаны. В связи с изложенным перед геологической службой страны остро стоит вопрос поисков новых месторождений меди. Одним из интересных направлений в этом смысле, на наш взгляд, являются поиски месторождений в корях выветривания пород с высокими кларковыми содержаниями меди.

Концентрация меди в зонах вторичного сульфидного обогащения месторождений как медно-порфирового, так и других типов общеизвестна, и ее наиболее высокопродуктивная «халькозиновая» зона имеет большое промышленное значение [2]. Если для этих месторождений меди зона вторичного обогащения хорошо изучена, то этого нельзя сказать о породных субстратах, характеризующихся повышенными

концентрациями меди преимущественно в силикатной форме.

В условиях корообразования эффузивные породы основного состава различного возраста подвергаются процессам перераспределения, в результате чего медь мигрирует вниз и появляются зоны вторичного обогащения меди мощностью в вертикальном разрезе до 10–30 м. Медь в этой зоне в основном представлена гидрокарбонатами и силикатами, причем в виде достаточно крупных минеральных образований – малахита, азурита, хризоколлы и др. Если в исходных породах содержание меди оценивается на уровне 0,03–0,05 %, то в зоне вторичного обогащения концентрация меди значительно увеличивается и достигает 0,5–0,7 %. В некоторых случаях ниже этой зоны возможно формирование маломощной зоны (1–2 м) вторичного сульфидного обогащения, богатой медью с образованием ковеллина (см. рисунок). Предварительные подсчеты показывают, что в коре выветривания меденосных эффузивных пород основного состава концентрируются значительные запасы металла.

Самое интересное с практической точки зрения заключается в том, что отмывка глинистой составляющей обычными методами позволяет получить черновой концентрат меди в форме хризоколлы и малахита до 0,5–7,0 %. Поэтому нам кажется целесообразным ставить вопрос о необходимости дальнейшей



Поведение меди в зоне окисления медьсодержащих базальтоидов

разработки технологии обогащения гидрокарбонатных и гидросиликатных медных руд и промышленной оценки меденосных кор выветривания основных эффузивов. При положительных геолого-технологических поисковых результатах все высокомеденосные коры выветривания Северного и Восточного Казахстана, Мугоджар и Южного Урала должны подвергнуться соответствующей проверке

и возможно выявление гидросиликатно-карбонатных месторождений меди с крупными и уникальными запасами. Первоочередными объектами поисковой оценки, по нашему мнению, являются повышенно-ореольные меденосные площади, связанные с корой выветривания эффузивных пород, такие, как Денисовская структурно-фациальная зона, Спиридоновская площадь и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берикболов Б. Р. Меднорудные формации Казахстана. Алматы, 1999. 175с.
2. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Недра, 1976. 688 с.

РАСХОД ВОЛОКНА II И III СИТ КОНТРОЛЬНОГО АППАРАТА НА ВЫРАБОТКУ АСБЕСТА СООТВЕТСТВУЮЩИХ ГРУПП В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИРОДНЫХ ТИПОВ РУД ДЖЕТЫГАРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Л. И. КОВАНОВА, кандидат технических наук;

*О. Ю. МАРКОВА, инженер; Институт ОАО «НИИпроектасбест»,
г. Асбест, Российская Федерация*

Рассмотрены вопросы влияния природных факторов (вещественный состав руд, типы асбестоносности и др.) на показатели расхода волокна II и III сит контрольного аппарата при выработке товарного асбеста на примере Джетыгаринского месторождения.

The issues of the influence of natural factors (ore composition, types of asbestos-bearing ores, etc.) on consumption of the 2nd and 3rd sieve fiber of the testing apparatus in the process of marketable asbestos production are reviewed by the example of the Jetygarinsky deposit.

Для контроля, анализа, а также более рационального и экономичного использования волокна в асбестовой промышленности на фабриках используется ряд технологических показателей, отражающих специфику технологии обогащения руд хризотил-асбеста.

В настоящей статье сделана попытка показать влияние природных факторов на показатели расхода волокна II и III сит контрольного аппарата на выработку асбеста соответствующих групп на примере Джетыгаринского месторождения.

Классификация руд Джетыгаринского месторождения, учитывающая минералогический состав, тип асбестоносности и ситовый состав волокна, выделяет 8 природных типов, объединенных в три группы по обогатимости.

В таблице приведены промышленная классификация руд и основные технико-экономические показатели обогащения до горизонта +110 м, полученные на основе результатов переработки технологических проб массой от 2 до 8 т на лабораторной поточной линии асбестовой опытной фабрики института «НИИпроектасбест» (АОФ)*. В зависимости от вещественного состава руд и типа асбестоносности, т. е. от первой группы обогатимости к третьей, отмечается изменение основных технологических показателей:

* Исследование обогатимости невыветрелых руд и свойств хризотил-асбеста Джетыгаринского месторождения: Отчет о НИР/ ВНИИпроектасбест. Руководитель Л. Я. Смирнова; Инв. № 2424. Асбест, 1977. 131 с.

вскрытия асбеста – с 88,9 до 66,5 %, или в 1,3 раза;

извлечения – с 90,8 до 83,1 %, или в 1,1 раза; индекса стоимости готовой продукции с 0,86 до 0,32, или в 2,7 раза.

Расход волокна II сита контрольного аппарата (к. а.) на выработку 1 т асбеста трубной группы и расход волокна III сита к. а. на выработку 1 т асбеста шести групп зависят как от природных факторов (тип асбестоносности, массовая доля классов +4,8 мм и (-4,8+1,35) мм, распределения по фракциям узкого класса крупности (-4,8+1,35 мм), так и от правильности существующей технологии (направление технологических потоков) и организации работы в цехе обогащения (наличие и количество молотков в операциях дробления, исправность технологических сеток и т. д.).

В целях уменьшения расхода волокна II и III сит к. а. на производство асбеста соответствующих групп можно изучить либо все перечисленные факторы, влияющие на величину расхода волокна II и III сит к. а., либо выборочно.

На рис. 1 и 2 приведены зависимости влияния типа асбестоносности на расход волокна II и III сит к. а. для комбината ОЛО «Костанай-асбест» на основе переработки технологических проб.

Представленные зависимости получены с высоким коэффициентом корреляции в диапазоне от 0,82 до 0,97, что свидетельствует в

первую очередь о влиянии на коэффициенты распушки волокна II и III сит к. а. и расходы волокна II и III сит к. а. вещественного состава руд (минералого-петрографический состав и асбестоносность).

При увеличении коэффициента распушки волокна II сита к. а. с 0,86 (2 тип) до 14,5 (3а тип) в 16,9 раза расход волокна II сита к. а. сни-

жается с 0,22 т/т (2 тип) до 0,02 т/т (3а тип), т. е. в 11 раз.

Максимальный расход волокна II сита к. а. имеют руды с асбестоносностью типа сложных жил в апоперидотитовых серпентинитах (2 тип), а минимальный расход – волокна II сита к. а. руды, представленные мелкой сеткой в апоперидотитовых лизардитовых сер-

Классификация руд Джетыгаринского месторождения и основные технико-экономические показатели обогащения до горизонта +110 м по результатам переработки проб на лабораторной поточной линии АОФ

Группа обогатимости	Тип руды	Минералого-петрографический состав и асбестоносность	Долевое соотношение руд, %	Массовая доля асбеста в руде, %			Вскрытие, %	Извлечение, %	Индекс стоимости готовой продукции
				+0,5 мм	В т.ч. по классам крупности на к. а.				
					+4,8 мм (II сито)	-4,8+1,35 мм (III сито)			
I	1	Перидотиты с полосами серпентинитов до 50% с асбестоносностью простых и отороченных жил	2,5	2,07	4,10	58,0	85,5	87,4	0,33
	2	Сложные жилы в апоперидотитовых серпентинитах	12,1	6,50	1,10	58,0	88,2	91,3	1,0*
	4	Крупная сетка в апоперидотитовых хризотил-лизардитовых серпентинитах	11,0	5,93	2,60	58,0	90,5	91,0	0,82
	Среднее		25,6	5,82	1,86	58,0	88,9	90,8	0,86
II	3	Сложные жилы в апоперидотитовых лизардитовых серпентинитах	24,6	3,80	0,19	40,5	78,6	86,0	0,38
	3а	Мелкая сетка в апоперидотитовых лизардитовых серпентинитах	8,4	2,88	0,90	46,2	85,5	88,0	0,42
	Среднее		33,0	3,56	0,34	41,7	80,3	86,5	0,39
III	3б	Мелкопрожил в апоперидотитовых лизардитовых серпентинитах	27,2	3,10	0,29	34,9	62,5	82,0	0,24
	5	Крупная сетка в апоперидотитовых серпентинитах	8,5	4,50	2,65	50,0	81,7	89,0	0,46
	6	Аподунитовые лизардитовые серпентиниты мелкой сетки	5,7	3,77	1,00	58,8	63,2	79,5	0,50
	Среднее		41,4	3,48	1,02	42,5	66,5	83,1	0,32

* За индекс стоимости, равный 1,0, принимается максимальная величина стоимости асбеста из 1 тыс. т руды.

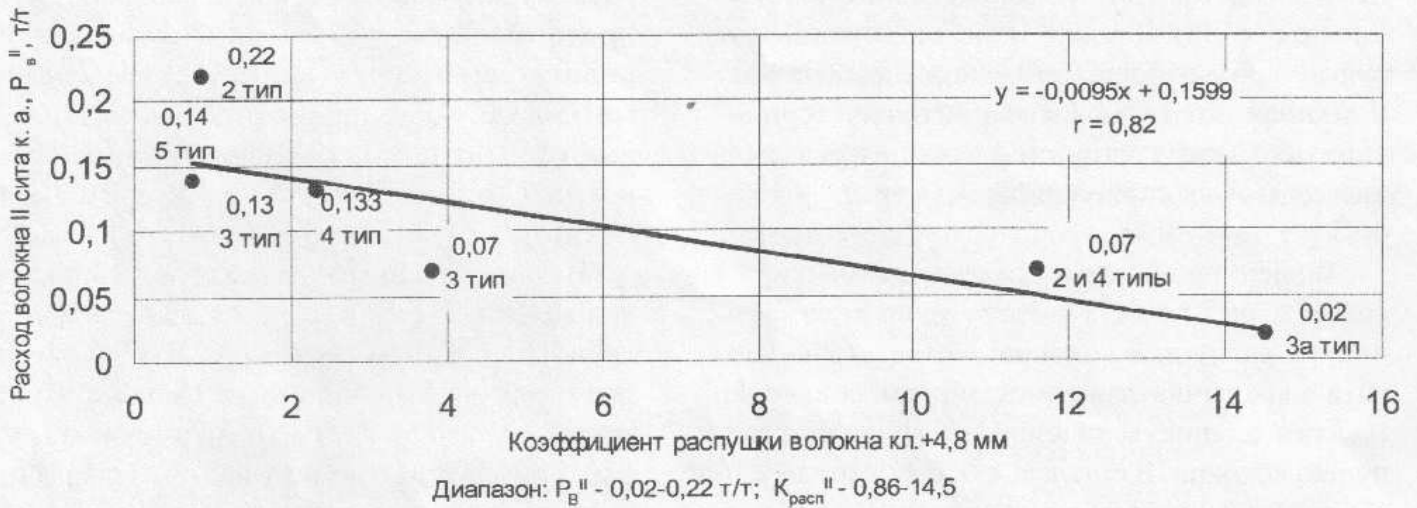


Рис. 1. Зависимость расхода волокна II сита к. а. на 1 т асбеста грубой группы от коoeffициента распушки волокна II сита к. а. по типам асбестоносности

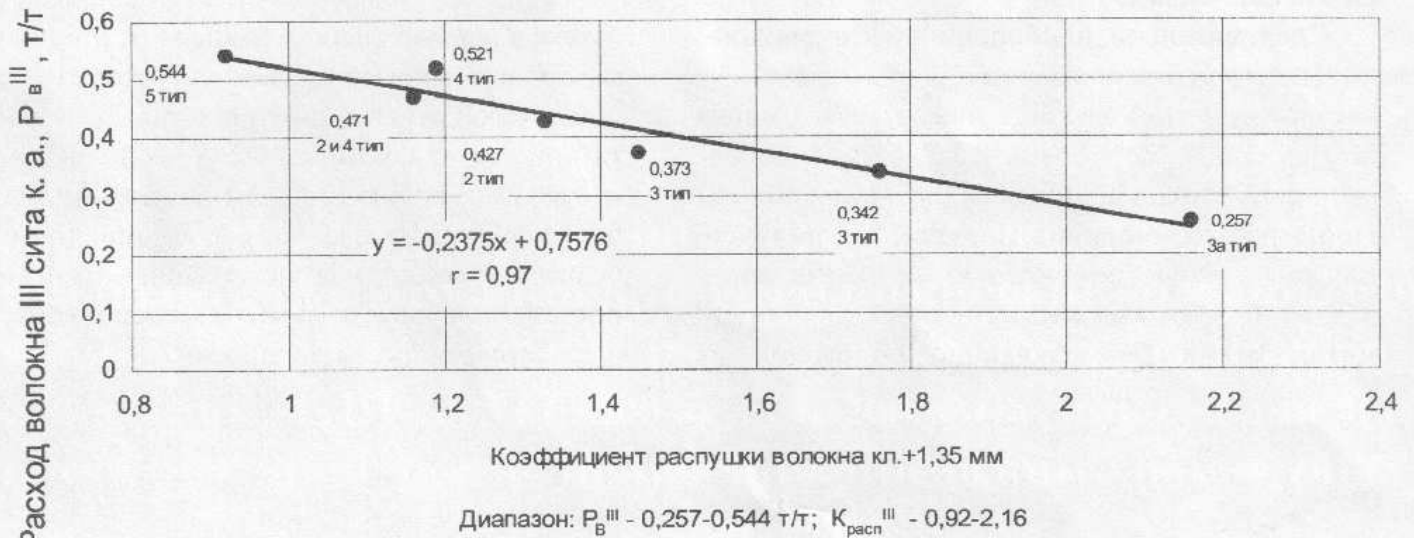


Рис. 2. Зависимость расхода волокна III сита к. а. на 1 т асбеста шести групп от коoeffициента распушки волокна III сита к. а. по типам асбестоносности

Примечание:

- 2 тип – сложные жилы в апоперидотитовых серпентинитах;
- 3 тип – сложные жилы в апоперидотитовых лизардитовых серпентинитах;
- 3а тип – мелкая сетка в апоперидотитовых хризотил-лизардитовых серпентинитах;
- 4 тип – крупная сетка в апоперидотитовых хризотил-лизардитовых серпентинитах;
- 4 тип – крупная сетка в апоперидотитовых серпентинитах

пентинитах (3а тип). Промежуточное положение по расходу волокна II сита к. а. занимают руды с асбестоносностью типа сложных жил в апоперидотитовых лизардитовых серпентинитах (3 тип) и крупной сетки в хризотил-лизардитовых серпентинитах (4 тип) – 0,133–0,07 т/т.

Тенденция зависимости расхода волокна III сита к. а. на 1 т асбеста шести групп от коэффициента распушки волокна соответствующего сита аналогична зависимости расхода волокна II сита к. а.: при увеличении коэффициента распушки волокна III сита к. а. с 0,92 (5 тип) до 2,16 (3а тип) в 2,3 раза расход волокна III сита к. а. снижается с 0,544 т/т (5 тип) до 0,257 т/т (3а тип), т. е. в 2,1 раза. Для волокна III сита к. а. корреляционная связь выше и диапазон изменения показателей меньше.

Следовательно, наибольший расход волокна III сита к. а. характерен для руд, представленных крупной сеткой в апоперидотитовых хризотилловых серпентинитах (5 тип), а наименьший расход волокна III сита к. а., аналогично расходу волокна II сита к. а., получен для руд с асбестоносностью мелкой сетки в апоперидотитовых лизардитовых серпентинитах (3а тип). Промежуточное положение по

расходу волокна III сита к. а. занимают руды, представленные сложными жилами в апоперидотитовых серпентинитах (2 тип), сложными жилами в апоперидотитовых лизардитовых серпентинитах (3 тип) и крупной сеткой в хризотил-лизардитовых серпентинитах (4 тип) – от 0,342 до 0,521 т/т.

В промышленных условиях на фабрике расход волокна II сита к. а. на 1 т асбеста трубной группы в среднем составляет 0,07–0,08 т/т, а расход волокна III сита к. а. на 1 т асбеста шести групп – 0,30–0,35 т/т, т. е. находится в диапазонах, приведенных по результатам переработки технологических проб, представленных разными типами асбестоносности, и подтверждает фактический уровень рассмотренных показателей.

Таким образом, способность волокна к распушке в первую очередь зависит от природных факторов. Физическая сущность рассмотренных показателей, возможно, будет понятна и раскрыта при составлении балансов по волокну разных классов крупности, как понятна сейчас природа величины расчетного коэффициента с определением величины систематических погрешностей, присущих принятым методам контроля в асбестовой промышленности.

ИНДУСТРИЯ КАЗАХСТАНА

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ



“ФАЗОС”



Горняки шахты “Саранская” УД ОАО “Испат - Кармет” достигли намеченной цели. Работая по технологии “шахта-лава”, они добыли 100000 тонн угля с начала года.

№10 (18)

Октябрь 2003

Ежемесячный журнал «Индустрия Казахстана» издаётся с мая 2002 года. Уже выпущено 19 номеров. На страницах освещены важные проблемные вопросы развития экономики государства, судьбы людей, новые технологии производства, научные статьи. Мы готовы к сотрудничеству, размещению Вашей рекламы, статей, публикаций о передовиках производства, изобретателях.

Вы можете подписаться на журнал «Индустрия Казахстана» с любого очередного месяца.

Подписной индекс: 75979.

Редакция находится по адресу:

470055 г. Караганда, ул. Мустафина, 8,3,
тел./факс: (3212) 51-27-57.

E-mail: gmpkz@nursat.kz

ЗАО «Жамбыл Дидар»

является дилером российской фирмы «Аэробалт Сайенс» и приглашает к сотрудничеству геологические организации, ведущие геолого-съёмочные работы различных масштабов, и, прежде всего, ГДП-200, ГС-200 и ГГК-200. Мы можем для Вас в течение 100 дней после получения предварительной оплаты изготовить **фактографическую часть дистанционной основы масштабов 1:200000 или 1:100000** в цифровой и аналоговой форме, а также построить **трехмерную модель территории** в любом из этих масштабов.

Наш адрес: Республика Казахстан 485731 Жамбылская область, Мойынкумский район, пос. Мирный.

Тел. 810 (88216) 71100521, факс 810 (88216) 71101522,

E-mail: zhambyldidar@rfmbler.ru

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.

Редакция журнала надеется, что читатели окажут поддержку и активное содействие в его дальнейшем развитии и росте. Научные статьи, отзывы, рекомендации и пожелания просим присылать в редакцию. Для размещения рекламы в “Горно-геологическом журнале” обращайтесь по адресу: г. Житикара Костанайской обл., 4 мкр., Дом 5а.

E-mail: asbestgrp@mosk.ru. Контактные телефоны: 8 314 35 2-22-72; 2-35-60. Факс 8 314 35 2-22-72

На лицевой стороне обложки журнала размещена аэрокосмическая фотокарта юго-западного Прибалхашья



Горно-Геологический журнал имеет научно-техническую и производственную направленность, в нем публикуются научные сведения в области геологии и горного дела; современные методы исследований по поискам, разведке и прогнозированию месторождений полезных ископаемых; о передовых комплексных технологиях добычи и переработки минерального сырья; рассматриваются проблемы охраны труда и безопасности в горной промышленности; экономические вопросы, связанные с вовлечением в эксплуатацию месторождений полезных ископаемых и др.

Авторами публикаций являются видные ученые, представители научных центров страны и зарубежья, руководители предприятий, опытные производственники и молодые инженеры.

Журнал распространяется в Казахстане и России и как показывает опыт, имеет широкий круг читателей.

Мы ждем от Вас информацию, которой Вы готовы поделиться на страницах нашего журнала. Ваш опыт, идеи и мысли будут способствовать развитию горно-геологической отрасли. Вы можете размещать информацию о Вашем предприятии или продукции, выпускаемой Вами. Пишите нам, звоните, вносите предложения по адресу или электронной почте. Предлагаем Вам подписаться на «Горно-геологический журнал». Читая журнал, Вы узнаете много интересного и полезного.

Распространяется через редакцию. Стоимость 2-х разового годового выпуска 1400 тенге.

Наш адрес:

г. Житикара Костанайской обл., 4 мкр., дом 5а. E-mail: asbestgrp@mosk.ru

Контактные телефоны: 8 314 35 2-22-72; 2-35-60. Факс 8 314 35 2-22-72.



ТОО «АГРП»

459430, г. Житикара, Республика Казахстан

тел./факс: 8 (31435) 2 22 72

e-mail: asbestgrp@mosk.ru