

Код МРНТИ 52.45.03

С.Е. Пуненков<sup>1</sup>Ю.С. Козлов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Публичное акционерное общество «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат» (г. Асбест, Россия),  
<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург, Россия)

## ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТОВОЙ ОТРАСЛИ

**Аннотация.** В статье дается анализ состояния и перспектив развития хризотил-асбестовой отрасли в России, Казахстане, Канаде, Бразилии и других странах, диверсификации этих производств, применения комплексной переработки при добыче и обогащении хризотил-асбестовых руд. Описаны процессы серпентинизации и асбестообразования на месторождениях. Даны характеристики геолого-промышленных типов месторождений хризотил-асбеста, показаны достоинства месторождений хризотил-асбеста Баженовского подтипа. Рассматриваются методы и технологии добычи, обогащения, переработки хризотил-асбестовых руд, а также применение хризотил-асбеста в промышленности. Приведен обзор рынка производства и потребления хризотил-асбеста и фракционного щебня.

**Ключевые слова:** хризотил-асбест, ресурсосбережение, рыночная экономика, диверсификация производства, асбестовые горно-обогатительные предприятия, группы обогатимости, отходы, стабилизирующие добавки, фракционный щебень, порода, минерал.

### Хризотил-асбест және хризотил-асбест саласындағы ресурстарды үнемдеу

**Аңдатпа.** Мақалада Ресейдегі, Қазақстандағы, Канададағы, Бразилиядағы және басқа елдердегі хризотил-асбест өнеркәсібінің жағдайы мен даму перспективаларына, осы салаларды әртараптандыруға, хризотил-асбест өнеркәсібін өндіру мен байытуда кешенді өңдеуді қолдану талдауы қарастырылған. асбест кендері. Кен орындарында серпентинизация және асбест түзілу процестері сипатталған. Хризотил-асбест кен орындарының геологиялық және өнеркәсіптік түрлерінің сипаттамасы берілген, Баженов типті хризотил-асбест кен орындарының артықшылықтары көрсетілген. Хризотил-асбест кендерін алу, байыту, өңдеу әдістері мен технологиялары, сонымен қатар хризотил-асбесттің өнеркәсіпте қолданылуы қарастырылған. Хризотилді асбест пен фракциялық қиыршық тасты өндіру және тұтыну нарығына шолу берілген.

**Түйінді сөздер:** хризотил-асбест, ресурс үнемдеу, нарықтық экономика, өндірісті әртараптандыру, асбест өндіру және өңдеу кәсіпорындары, байыту топтары, қалдықтар, тұрақтандырушы қоспалар, фракциялық қиыршық тас, тау жыныстары, минерал.

### Chrysotile-asbestos industry – production from mining to enrichment

**Abstract.** The article provides an analysis of the state and prospects for the development of the chrysotile-asbestos industry in Russia, Kazakhstan, Canada, Brazil and other countries, the diversification of these industries, the use of complex processing in the extraction and enrichment of chrysotile-asbestos ores. The processes of serpentinization and asbestos formation in the deposits are described. The characteristics of geological and industrial types of chrysotile-asbestos deposits are given, the advantages of chrysotile-asbestos deposits of the Bazhenov subtype are shown. The methods and technologies of extraction, enrichment, processing of chrysotile-asbestos ores, as well as the use of chrysotile-asbestos in industry are considered. An overview of the market for the production and consumption of chrysotile asbestos and fractional crushed stone is given.

**Key words:** chrysotile-asbestos, resource saving, market economy, diversification of production, asbestos mining and processing enterprises, enrichment groups, waste, stabilizing additives, fractional crushed stone, rock, mineral.

### Введение

Рыночная экономика и жесткая конкуренция для многих горно-перерабатывающих компаний в мире обуславливает и выносит на повестку дня актуальные вопросы, такие как экономия и рациональное использование ресурсов. Рынок сегодня диктует свои условия, призывая предприятия идти в ногу со временем, постоянно меняясь, диверсифицируясь, улучшая свою конкурентоспособность.

Хризотил-асбестовая отрасль тоже подвержена изменению: компании активно внедряют инновации, новую технику, диверсификацию своих основных производств, создают новые рабочие места и новые продукты.

Комплексное и рациональное использование минеральных ресурсов становится приоритетной задачей для будущего развития асбестовых предприятий [1-2]. Перед каждым недропользователем стоит сложная задача добычи и переработки полезного компонента с минимальными экономическими потерями и наименьшей экологической нагрузкой на окружающую среду, комплексного и рационального использования минеральных ресурсов при разработке месторождений. Именно эта задача стоит на повестке дня многих горных предприятий в мире, осуществляющих эксплуатацию месторождений полезных ископаемых [3].

Асбестовая отрасль переживает сложные времена – это и антиасбестовая кампания в мире, которая продолжается более 30 лет, и снижение потребления асбеста, приводящее к уменьшению рынков сбыта, и появление альтернативных материалов, заменяющих асбоцементные изделия, и жесткая конкурентная борьба в отрасли за рынки сбыта [4].

Рынок потребления хризотил-асбеста изменился за последние 30-40 лет, сейчас он в основном сосредоточен в Азиатско-Тихоокеанском регионе: это Индия, Китай, Индонезия, Вьетнам, Шри-Ланка, Филиппины, Бангладеш, Тайланд, Пакистан, Лаос и т. д.

В СНГ он сосредоточен в таких странах, как: Россия, Узбекистан, Казахстан, Киргизия, Белоруссия, Таджикистан, Туркмения, Азербайджан, Украина и т. д. Более 70% хризотил-асбеста поставляется в дальнее зарубежье. В последнее время горнодобывающие асбестовые комбинаты России и Казахстана приобретают в собственность (частично или полностью) асбоцементные заводы в России и Казахстане для сбыта своей продукции и получения готовой продукции из хризотил-асбеста в виде волнового и плоского шифера, пресованных и непресованных плоских листов, асботруб (напорных, безнапорных), профилей, сайдинга и т. д. Сегодня хризотил-асбестовые горно-перерабатывающие компании России, Китая, Казахстана и других стран находят для себя разные пути решения этих вопросов.

Асбестовые горно-обогадительные предприятия России и Казахстана нашли пути решения по ресурсосбережению, комплексной переработке и диверсификации своих производств: ОАО «Оренбургские минералы» (г. Ясный), ПАО «Ураласбест» (г. Асбест), АО «Костанайские минералы» (г. Житикара) – они стараются реализовать проекты по производству продуктов оксида и металлического магния, магнезии жженой, сульфата магния гидрата, микросилики, технического сернокислого натрия, аморфного кремнезема, магнезиевого флюса, синтетического карналлита, бишофита из хвостов переработки асбестосодержащих руд обогажительных комплексов. В основном схема получения этих продуктов используется в направлении получения металлического магния.

Гранулированные стабилизирующие добавки цилиндрической формы для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей производятся для применения в строительстве автодорог (марки «хризопро», «стилобит», «хризотоп», «экотоп»). Для их изготовления используется хризотил (5 или 6 группы) и базальтовое волокно плюс органическое связующее (агломерируются дорожным

битумом). Эти стабилизирующие добавки удерживают излишний битум в щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси; способствуют увеличению битумных пленок на минеральных зернах, микроармированию, возрастанию упругости и эластичности битумно-минеральной массы; увеличивают вязкость битума; повышают угол внутреннего трения и сцепления; поверхность гранул полностью покрывается битумной пленкой, что создает защиту при их хранении.

Производственный цикл получения рассматриваемых стабилизаторов для щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМАС) включает в себя следующие процессы: измельчение и распушка волокна, смешивание волокна в смесителе с органическим вяжущим (70-90% хризотила в качестве стабилизатора и вяжущего, соответственно, 30-10%), где происходит равномерное распределение (пропитка) вяжущего в волокне (смесь битума и петролатума или битума и парафина при температуре 120-140°C и т. д.), перемешивание, гранулирование (пресс-гранулятор), классификация (на виброгрохотах с получением фракции + 2,0 мм), сушку (рис. 1). Использование стабилизирующих добавок в щебеночно-мастичном асфальтобетоне для строительства автомобильных дорог увеличивает срок службы автодорожного полотна; способствует устранению колеяности на автодорогах, повышению сцепления шин колес автомашин с автодорожным покрытием; снижает шум; противодействует изменению дорожного полотна от воздействия антигололедных реагентов. Требования, предъявляемые к стабилизирующим добавкам – гигроскопичность, термостойкость, сорбционная способность, влажность, прочность, агрегируемость, удержание ориентированного и объемного битума (т. е. удержание битума от стекания в щебеночно-мастичных смесях как при транспортировке, так и при укладке), содержание волокон определенной длины, сыпучесть.

Для обеспечения собственных и внешних потребностей запущено производство по выпуску полипропиленовых и упаковочных мешков; рассматривается выпуск сеток из пропиленовых ниток; налажен выпуск битумно-силикатной морозостойкой и огнестойкой гидроизоляционной мастики «Мастодонт» и сухой строительной смеси «Альта», полимерно-песчаных изделий «Эко-Полимер», полимер-строительных кирпичей «Лего»; выпускается огнезащитный картон с добавлением хризотила. Для производства разных фракций щебня (в том числе, узких классов) внутри карьерного поля или вблизи него введены дробильно-сортировочные комплексы, где установлено дробильно-сортировочное оборудование Metso: вибрационный колосниковый питатель Metso VF561-2V, щековая дробилка Metso C130, грохот Metso CVB103P (компании «Север Минералс») или оборудование ЗАО «Урал-Омега» (дробилка ДЦ-1,6М). Стационарные дробильные сортировочные комплексы позволяют сокращать затраты, логистику и время на производство и перевозку фракционного щебня, в том числе для производства щебня для собственных нужд.

Налажено производство теплоизоляционных минеральных базальтовых утеплителей (теплоизоляционные плиты и гидропонный субстрат для выращивания овощных, ягодных и цветочных культур на основе каменной базальтовой ваты марки «Эковер»); рассматривается создание производства по выпуску каолина и никеля; идут поиски технологии по извлечению золота с отработанных хризотил-асбестовых руд после обогащения [5].

#### **Характеристики хризотил-асбестовых месторождений**

*Целью настоящей работы является анализ и обобщение опыта разработки хризотил-асбестовых месторождений.*

Среди месторождений хризотил-асбеста наиболее крупные промышленные образования принадлежат к первому типу классификации,

# Развитие горнопромышленного комплекса

в составе которых по характеру жилкования (строению жил асбеста и их взаимному расположению) выделяют баженовский, лабинский и карачаевский подтипы.

*Асбестоносные залежи баженовского подтипа* представляют собой крупные (до 600 м) крутопадающие тела, вытянутые на значительные (до 4500 м) расстояния. Они, как правило, характеризуются концентрически-зональным строением, обусловленным различными типами асбестоносности: просечек, мелкопрожила, мелкой и крупной сеток, простых (одиночных жил) и сложных отороченных жил.

В контурах промышленной асбестоносности обычно преобладают мелкосетчатые руды, реже – крупносетчатые и отороченные жилы. Наиболее длинное волокно (1, 2, 3 групп) содержится в рудах отороченных жил и крупной сетки, однако его содержание невелико (до 8%). В мелкосетчатых и мелкопрожилых рудах количество асбеста иногда может достигать 20-30%, но по длине волокна – это низкие группы (5, 6, 7 группы). К крупным месторождениям асбеста относятся месторождения Урала (Баженовское, Киембайское) и Мугоджар (Житикаринское в Казахстане), многие месторождения Сибири (Молодежное, Актоврацкое, Саянское, Ильчирское), а также месторождения Канады (Блэк-Лейк, Джеффри, Байе-Верте, Кассиар, Клинтон-Крик), Бразилии (Кана-Брава), Зимбабве (Шабани, Машаба) [6].

Геолого-промышленный тип месторождений хризотил-асбеста устанавливается на основании минерального состава руд и их особенностей, определяющих промышленную ценность объекта и морфологию основных рудоносных тел. В зависимости от расположения волокон минерала по отношению к стенкам асбестоносных жил можно выделить асбест поперечно-волокнистый, продольно-волокнистый и волокно массы. Нужно заметить, что в шихту для обогащения хризотил-асбеста необходимо вовлекать не более 12% продольного волокна, что сказывается на извлечении

волокна и эффективности процесса обогащения. Также на эффективность ведения процесса обогащения и извлечения влияет жесткость и оталькованность хризотилового волокна.

Серпентинизация и асбестообразование происходит в гидротермальной стадии контактового метасоматоза по трещинам, возникшим вдоль плоскостей напластования, где циркулировали растворы, из которых кристаллизовался обычно поперечно-волокнистый хризотил-асбест. Вблизи трещин порода нацело преобразовывалась в серпентинит, а на некотором расстоянии от них происходило лишь частичное замещение с образованием офикальцита (смесь серпентина и кальцита). В серпентините присутствуют примеси  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ni^{2+}$ , иногда  $Ti^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ .

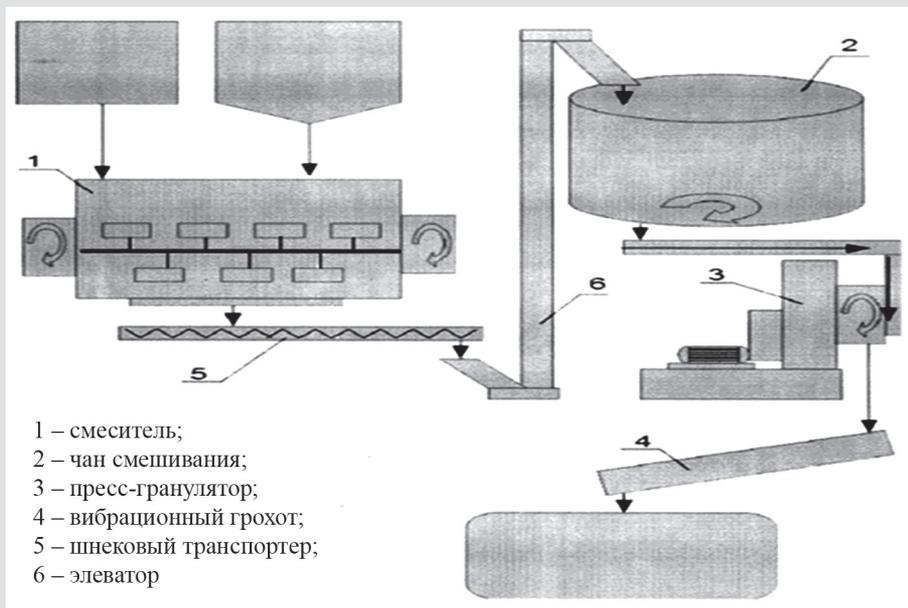
Достоинством асбестового волокна месторождений баженовского подтипа является исключительно низкая железистость, что предопределяет его использование в электротехнической промышленности.

Вредными примесями в волокне хризотил-асбеста являются немалит,

магнетит, брусит и некоторые другие, содержание которых не регламентируется ГОСТ. Повышенное содержание в хризотил-асбесте немалита приурочено, как правило, к зонам смятия, рассланцевания и повышенной трещиноватости асбестоносных руд. Магнетит в волокне хризотил-асбеста выполняет просечки в центральной части жилок, хотя нередко встречается в краевых участках жилок.

Волокно пониженной прочности встречается в аподунитовых серпентинитах и рудах полосчатого комплекса. Снижение прочности обусловлено дефектами кристаллической структуры и тонкими вростками немалита в хризотил-асбест. Пониженной прочностью характеризуется также продольно-волокнистый хризотил-асбест из рассланцованных апоперидотитовых серпентинитов, который претерпел механические деформации в условиях сильных динамических воздействий в стадии пострудной тектоники.

Все месторождения хризотил-асбеста баженовского подтипа неоднородны по генетическим



**Рис. 1. Схема производства гранулированных стабилизирующих добавок цилиндрической формы для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей.**

**Сурет 1. Қиыршық тас-мастикалық асфальтбетон қоспаларына арналған цилиндр пішінді түйіршікті тұрақтандырушы қоспаларды өндіру схемасы.**

**Figure 1. Scheme of production of granular stabilizing additives of cylindrical shape for crushed stone-mastic asphalt concrete mixtures.**

Таблица 1

Геологические сорта хризотил-асбестового волокна

Кесте 1

Хризотил-асбест талшыгының геологиялық сорттары

Table 1

*Chrysotile-asbestos talshyktyn geologylyk suryptary*

Геологические сорта хризотил-асбеста	Размер отверстия в свету, мм	Диаметр проволоки сит, мм	Фракции хризотил-асбестового волокна (класс крупности волокна на основных ситах механического сита, мм)	Условная длина хризотил-асбестового волокна, мм
I	8,0	1,2	(-12,7) – (+8,0)	15,0
II	6,3	1,1	(-8,0) – (+6,3)	12,0
III	4,0	1,0	(-6,3) – (+4,0)	8,0
IV	2,8	0,7	(-4,0) – (+2,8)	5,0
V	1,6	0,7	(-2,8) – (+1,6)	2,5
VI	0,5	0,3	(-1,6) – (+0,5)	1,5
VII	0,25	0,17	(-0,5) – (+0,25)	–

Таблица 2

Сита контрольного аппарата с размерами сторон ячеек в свету

Кесте 2

Мәлдірдегі ұяшықтардың жақтарының өлшемдерімен басқару аппаратының елеуіштері

Table 2

*Sieves of the control apparatus with the dimensions of the sides of the cells in the clear*

Номер сита (сверху вниз)	Класс крупности волокна хризотил-асбестового, мм (фракция)	Размер стороны ячейки в свету, мм	Диаметр проволоки, мм
1	+12,7	12,7	2,67
2	(-12,7) – (+4,8)	4,8	1,6
3	(-4,8) – (+1,35)	1,35	1,19
4	(-1,35) – (+0,4)	0,4	0,25
Сплошное дно	-0,4		

особенностям, геологическим и технологическим свойствам в зависимости от содержания хризотила в руде, длины волокон, преобладания руд тех или иных зон асбестоносности, разновидностей хризотилового волокна по механической прочности, обогатимости. На обогатимость хризотил-асбестовых руд оказывают влияние прочностные свойства: хризотил-асбест может быть нормальной или пониженной прочности. Для определения обогатимости руд проводятся лабораторные исследования на определение содержания асбеста в руде (волокно класса +0,5 мм), качества асбестового волокна (устанавливается длина и прочность волокон асбеста), минерало-петрографических характеристик, физико-химической константы асбеста как минерала [7].

Добыча и переработка хризотил-асбестовой руды является целесообразной после определения в нем содержания класса +0,5 мм, так называемого общего содержания асбестового волокна. Определение класса +0,5 мм, как и оценка качества асбестовых руд производится двумя способами: геологическим и горным. Геологическим способом определяются геологические сорта асбеста (табл. 1).

Асбестовые горно-обогачительные предприятия России и Казахстана перешли к упразднению понятия «геологические сорта» и перешли на новую методику промышленной оценки хризотил-асбестовой руды. Это было продиктовано временем и необходимостью пересчета запасов месторождений хризотил-асбеста (для идентификации запасов хризотил-асбеста

в недрах и товаре) с семи геологических сортов на четыре класса крупности волокна в зависимости от длины волокна (использовался контрольный аппарат, табл. 2).

Сетка эксплуатационной разведки на определение качества хризотил-асбеста разная: 50 м × 20 м, 25 м × 20 м, 25 м × 10 м; для эксплуатационного опробования применяется сетка 12,5 м × 10 м, где первое – расстояние между линиями, второе – расстояние между скважинами. Все скважины бурятся вертикально, глубина геологических скважин кратна высоте уступа: 15 м, 30 м, 45 м, 60 м и так далее. Как правило, эксплуатационная разведка производится на 60 м и более. Пробы берутся по 15 м. Геологический способ на асбестовых карьерах стран СНГ с второй половины 90-х годов не используется [8].

Продолжение статьи читайте в №2 2022 г.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жусупов К.К., Галиев С.Ж., Пуненков С.Е. Технологии управления качеством хризотил-асбестовых руд. // Промышленность Казахстана. – Алматы, 2008. – №4(49). – С. 14-17 (на русском языке)
2. Жусупов К.К., Цеховой А.Ф., Пуненков С.Е. Практика управления рудопотоками асбестовых карьеров на примере АО «Костанайские минералы». // Сб.тр. II Межд. научно-практ. конф., посвященной 15-летию независимости РК. – Алматы, 2006. – Т. 3. – С. 273-276 (на русском языке)
3. Каплан А.В., Галиев С.Ж. Процессное управление горнотранспортным комплексом в карьере на основе экономических критериев. // Горный журнал. – М., 2017. – №6. – С. 28-33 (на русском языке)
4. Янин Е.П. Асбест и асбестосодержащие материалы: тотальный запрет или регулируемое использование. // Экологическая экспертиза. – 2006. – №5. – С. 26-43 (на русском языке)
5. Заровная Е. Хризотил-асбестовая промышленность необходима России. // Горная Промышленность. – 2012. – №6. – С. 20-22 (на русском языке)
6. Пуненков С.Е. Технология переработки хризотилсодержащих руд Бразилии. // Обогащение руд. – 2008. – №2. – С. 38-42 (на русском языке)
7. Джафаров Н.Н., Отлыгина В.А. Вредные примеси в волокне хризотил-асбеста. // Горно-геологический журнал. – Житикара, 2020. – №4(64). – С. 4-10 (на русском языке)
8. Джафаров Н.Н. Некоторые особенности оценки хризотил-асбестовых месторождений. // Горно-геологический журнал. – Житикара, 2013. – №3-4(35-36). – С. 8-10 (на русском языке)

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Жусупов К.К., Галиев С.Ж., Пуненков С.Е. Хризотил-асбест кендерінің сапасын басқару технологиялары. // Қазақстан өнеркәсібі. – Алматы, 2008. – №8. – Б. 14-17 (орыс тілінде)
2. Жусупов К.К., Цеховой А.Ф., Пуненков С.Е. Қостанай минералдары» АҚ мысалында асбест карьерлерінің кен ағынын басқару тәжірибесі. // ҚР Тәуелсіздігінің 15 жылдығына арналған II Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның еңбектер жинағы. – Алматы, 2006. – Т. 3. – Б. 273-276 (орыс тілінде)
3. Каплан А.В., Галиев С.Ж. Экономикалық критерийлер негізінде карьердегі тау-кен көлік кешенін технологиялық басқару. // Тау-кен журналы. – Мәскеу, 2017. – №6. – Б. 28-33 (орыс тілінде)
4. Янин Е.П. Асбест және құрамында асбест бар материалдар: жалпы тыйым салу немесе реттелетін пайдалану. // Экологиялық сараптама. – 2006. – №5. – Б. 26-43 (орыс тілінде)
5. Заровная Е. Хризотил-асбест өнеркәсібі Ресей үшін қажет. // Тау-кен. – 2012. – №6. – Б. 20-22 (орыс тілінде)
6. Пуненков С.Е. Бразилияда хризотил бар кендерді өңдеу технологиясы. // Кендерді байыту. – 2008. – №2. – Б. 38-42 (орыс тілінде)
7. Джафаров Н.Н., Отлыгина В.А. Хризотил-асбест талшығындағы зиянды қоспалар. // Тау-кен геологиялық журналы. – Жітіқара, 2020. – №4(64). – Б. 4-10 (орыс тілінде)
8. Джафаров Н.Н. Хризотил-асбест кен орындарын бағалаудың кейбір ерекшеліктері. // Тау-кен геологиялық журналы. – Жітіқара, 2013. – №3-4(35-36). – Б. 8-10 (орыс тілінде)

## REFERENCES

1. Zhusupov K.K., Galiev S.Zh., Punenkov S.E. *Technologii upravleniya kachestvom xrizotil-asbestovykh rud* [Technologies of quality management of chrysotile-asbestos ores]. // *Promyshlennost' Kazakhstana = Industry of Kazakhstan*. – *Almaty*, 2008. – №8. – P. 14-17 (in Russian)
2. Zhusupov K.K., Tsekhovoy A.F., Punenkov S.E. *Praktika upravleniya rudopotokami asbestovykh kar'eroov na primere AO «Kostanajskie mineraly»* [The practice of managing the ore flows of asbestos pits on the example of JSC «Kostanay minerals»]. // *Sbornik trudov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashhennoj 15-letiyu nezavisimosti RK = Proceedings of the II International Scientific and Practical*

- Conference dedicated to the 15th anniversary of Independence of the Republic of Kazakhstan. – Almaty, 2006. – Vol. 3. – P. 273-276 (in Russian)*
3. *Kaplan A.V., Galiev S.Zh. Processnoe upravlenie gornotransportnym kompleksom v kar'ere na osnove e'konomicheskix kriteriev [Process management of a mining transport complex in a quarry based on economic criteria]. // Gornyj zhurnal = Mining Journal. – Moscow, 2017. – №6. – P. 28-33 (in Russian)*
  4. *Yanin E.P. Asbest i asbestosoderzhashhie materialy: total'nyj zapret ili reguliruemoe ispol'zovanie [Asbestos and asbestos-containing materials: total prohibition or regulated use]. // E'kologicheskaya e'kspertiza = Ecological expertise. – 2006. – №5. – P. 26-43 (in Russian)*
  5. *Zarovnaya E. Xrizotil-asbestovaya promyshlennost' neobxodima Rossii [Russia needs the chrysotile-asbestos industry]. // Gornaya Promyshlennost' = Mining – 2012. – №6. – P. 20-22(in Russian)*
  6. *Punenkov S.E. Texnologiya pererabotki xrizotilsoderzhashhix rud Brazili [Technology of processing of chrysotile-containing ores of Brazil]. // Obogashhenie rud = Ore enrichment. – 2008. – №2. – P. 38-42 (in Russian)*
  7. *Jafarov N.N., Otlygina V.A. Vrednye primesi v volokne xrizotil-asbesta [Harmful impurities in chrysotile asbestos fiber]. // Gorno-geologicheskij zhurnal = Mining and Geological Journal. – Zhitikara, 2020. – №4(64). – P. 4-10 (in Russian)*
  8. *Jafarov N.N. Nekotorye osobennosti ocenki xrizotil-asbestovyx mestorozhdenii [Some features of the assessment of chrysotile-asbestos deposits]. // Gorno-geologicheskij zhurnal = Mining and Geological Journal. – Zhitikara, 2013. – №3-4(35-36). – P. 8-10 (in Russian)*

#### Сведения об авторах:

**Пуненков С.Е.**, канд. техн. наук, главный технолог управления комбината Публичного акционерного общества «Ураласбест» (г. Асбест, Россия), [ore-dressing@control.uralasbest.ru](mailto:ore-dressing@control.uralasbest.ru); <https://orcid.org/0000-0003-4034-3457>

**Козлов Ю.С.**, студент кафедры международной экономики и менеджмента Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург, Россия), [sec2@uralasbest.ru](mailto:sec2@uralasbest.ru); <https://orcid.org/0000-0003-0722-1351>

#### Авторлар туралы мәліметтер:

**Пуненков С.Е.**, техника ғылымдарының кандидаты, «Ораласбест» жария акционерлік қоғамы комбинаты басқармасының бас технологы (Асбест қ., Ресей)

**Козлов Ю.С.**, «Ресейдің тұңғыш президенті Б.Н. Ельцин атындағы Орал федералдық университеті» Федералдық мемлекеттік автономды жоғары білім беру мекемесі, халықаралық экономика және менеджмент кафедрасының студенті (Екатеринбург қ., Ресей)

#### Information about the authors:

**Punenkov S.E.**, Candidate of Technical Sciences, Chief Technologist of the Plant Management of the Public Joint Stock Company «Uralasbest» (Asbest, Russia)

**Kozlov Y.S.**, Student at the Department of International Economics and Management of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin» (Yekaterinburg, Russia)