



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



Д. А. Урбаев, С. А. Вохмин  
ОЦЕНКА РИСКА  
ПОДЗЕМНОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ  
СЛОЖНЫХ  
ЖИЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 622.032:622.222  
ББК 33.21  
У690

**Р е ц е н з е н т ы:**

В. В. Першин, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительства подземных сооружений и шахт ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева», заслуженный деятель науки Российской Федерации;

В. М. Лизункин, доктор технических наук, профессор кафедры подземной разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет»

**Урбаев, Д. А.**

У690 Оценка риска подземной геотехнологии сложных жильных месторождений : монография / Д. А. Урбаев, С. А. Вохмин. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. – 144 с.  
ISBN 978-5-7638-4159-6

Разработана методика оценки сложности природно-геологических условий и соответствия им технологических параметров добычи для сравнения и обоснования очередности освоения золоторудных месторождений.

Предназначена для горных инженеров, ученых в области горного дела и золотодобычи, студентов горных вузов, а также интересующихся использованием математики для решения прикладных задач.

Электронный вариант издания см.:  
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 622.032:622.222  
ББК 33.21

ISBN 978-5-7638-4159-6

© Сибирский федеральный университет, 2020

---

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Г л а в а 1. ОСНОВНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ТОНКОЖИЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА .....	8
1.1. Основные проблемы применения вариантов технологии разработки.....	8
1.2. Новый способ разработки тонкожилых месторождений золота.....	13
1.3. Методика приведения в нормированный вид натуральных величин .....	18
Г л а в а 2. СУЩНОСТЬ ПОНЯТИЯ «СЛОЖНОСТЬ». ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СЛОЖНОСТИ.....	21
2.1. Понятие «сложность».....	21
2.2. Общая схема количественной оценки сложности разработки месторождений рудных полезных ископаемых .....	23
2.3. Основные свойства и виды показателей сложности месторождений .....	28
Г л а в а 3. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СЛОЖНОСТИ.....	36
3.1. Основные модели количественной оценки сложности.....	36
3.2. Моделирование существенности величин признаков.....	37
3.3. Моделирование изменчивости признаков.....	39
3.4. Оценка сложности отдельных признаков.....	51
3.5. Интегральная оценка сложности групп признаков .....	52
Г л а в а 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСА ОТДЕЛЬНОГО ПРИЗНАКА В ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ.....	54
4.1. Анализ способов оценки значимости признаков.....	54

4.2. Обоснование метода определения значимости признаков и параметров в оценке сложности отработки месторождений .....	58
4.3. Апробация метода определения веса основных признаков и параметров отработки токожильных месторождений золота .....	64
4.4. Этапы оценки сложности отработки месторождения .....	66

<b>Г л а в а 5. ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ ПРИРОДНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТОНКОЖИЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА .....</b>	<b>67</b>
5.1. Оценка сложности по качественным признакам .....	67
5.1.1. Систематизация качественных характеристик тонкожильных месторождений золота и оценка их сложности .....	67
5.1.2. Сложность контактов между рудой и вмещающими породами и её оценка .....	68
5.2. Оценка сложности месторождений по количественным признакам .....	70
5.2.1. Определение показателя сложности мощности тонких и маломощных рудных тел .....	72
5.2.2. Определение показателя сложности величин содержания металла в рудных телах .....	73
5.2.3. Определение показателя сложности углов залегания рудных тел .....	74
5.3. Выбор систем разработки с применением показателя сложности .....	75
5.4. Интегральная сложность природно-геологических условий некоторых тонкожильных месторождений золота юга Центральной Сибири .....	90

<b>Г л а в а 6. ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ .....</b>	<b>93</b>
6.1. Методика оценки соответствия технологических параметров природно-геологическим условиям .....	93
6.2. Определение соответствия технологических параметров природно-геологическим условиям на основе разработанной методики .....	97

---

Глава 7. ОЦЕНКА РИСКА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И СЛОЖНОСТИ ПРИРОДНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ.....	103
7.1. Определение уровня риска неподтверждения величин природно-геологических признаков и показателей с учетом их сложности .....	103
7.2. Определение планируемого количества и качества извлекаемых запасов с учетом показателя сложности мощности залежи .....	115
7.3. Экономическая эффективность результатов исследований .....	118
7.4. Линейный запас как функция интенсивности рудной минерализации и признак существенности при оценке сложности отработки сложных месторождений золота .....	122
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	 131
 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	 132
 ПРИЛОЖЕНИЯ.....	 137

---

---

## ВВЕДЕНИЕ

Мелкие объекты рудной золотодобычи в основном представлены маломощными и тонкими рудными телами, залегающими под крутым углом, что предопределяет подземный способ отработки. Для них характерна резкая изменчивость элементов залегания, неравномерность минерализации. Наряду с географической удаленностью при разработке данного типа месторождений в большой степени сказывается влияние природных факторов.

Такая ситуация порождает риск подземной геотехнологии, выраженный в виде отклонений показателей разработки, в частности производительности по полезному ископаемому, от проектных значений. Причины отклонений фактических целевых показателей работы предприятия-недропользователя от проектных значений кроются в сложном характере влияющих факторов, к которым относятся природные параметры месторождения (мощности рудных тел, содержание золота, коэффициент рудности и т. п.) и состояние мировой экономики (цена на золото).

Понятие «сложность» означает: состоящий из нескольких частей, многообразный по составу частей и связей между ними [1]. Оно широко распространено в обиходе, литературе и науке. Например, месторождения полезных ископаемых, с точки зрения их разработки, изначально представляют собой объекты самой различной природно-географической, геолого-структурной, технологической, экономической и другой сложности.

При отсутствии определенных количественных показателей оценка сложности предметов, объектов, процессов в необходимом аспекте является продуктом уровня общих или специальных знаний, эрудиции, умения и даже психологии оценивающего человека, т. е. субъективной. Нетрудно представить последствия такой оценки, если она ведется для принятия серьезных решений. Поэтому необходима объективная, неподвзятая количественная и, что ещё более важно, эффективная комплексная оценка сложности изучаемого предмета, объекта, процессов и в целом в рамках разработки конкретного месторождения оценка риска геотехнологии.

По нашему мнению, существует нехватка методической базы при принятии решений на стадии ТЭО и разработки технических проектов при освоении мелких золоторудных объектов жильного типа, которая учитывала бы сложный характер влияющих факторов и обеспечивала минимальные отклонения фактических показателей от ожидаемых проектных.

Целью исследований является обоснование предпроектных и проектных решений по освоению мелких жильных месторождений золота на основе оценки сложности и риска подземной геотехнологии.

В данной монографии на основе количественной оценки разработана методика определения сложности природно-геологических условий и технологических параметров освоения золоторудных месторождений; рассмотрены вопросы развития технологии разработки тонкожильных месторождений золота, определения веса отдельного признака в интегральной оценке сложности; проведена апробация разработанной методики на примере конкретных рудных объектов; предложена методика оценки соответствия технологических параметров природно-геологическим условиям месторождений. На основе проведенных исследований определен уровень риска и эффективности горных работ с использованием показателей изменчивости и сложности природно-геологических условий и технологических параметров.

Настоящая монография является продолжением предыдущих работ авторов, некоторые ее положения заимствованы из [2–10].

# ОСНОВНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ТОНКОЖИЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА

## 1.1. Основные проблемы применения вариантов технологии разработки

Интенсивное освоение запасов россыпного золота привело к тому, что большая часть наиболее разведанных и находящихся в сравнительно легкодоступных районах месторождений практически отработана. В настоящее время наиболее перспективными для вовлечения в добычу становятся запасы золота, представленные жильными месторождениями. Как правило, они представлены группой жил, обладают небольшим объемом балансовых запасов, но высоким содержанием золота в них. Кроме того, очень часто располагаются группами (по 3–5) самостоятельных месторождений, но их разработка становится эффективной и экономически оправданной только при освоении одним предприятием. Характерными представителями являются месторождения золота Ольховско-Чибижекского рудного узла и Малошущенская рудная зона (Красноярский край), Саралинская и Балахчинская (Республика Хакасия), Кызык-Чадр (Республика Тыва) и другие рудные зоны.

В современных условиях при освоении группы жильных образований и месторождений необходимо решение следующих основных проблем: обоснование первоочередной разработки богатых и простых жильных образований со вскрытием и подготовкой залежей в минимальные сроки; обоснование и применение новых интенсивных технологий добычи руды.

Проблема первоочередной разработки богатых и простых жильных образований рассматривается в теории и на практике достаточно давно [5; 11–18]. Следует отметить, что экономическая теория последовательности освоения объектов из группы в целом не представляет собой сложности [6; 19–26], но практическое применение осложнено рядом малообоснованных традиционных решений.

В работах авторов данной монографии [2–9] и других [27–34] разработаны многофакторные модели, обеспечивающие возможность расчета *сложностей* природно-геологических условий месторождений и техноло-

гических параметров их отработки по качественным, детерминированным и вероятностным признакам. Полученные по результатам расчетов оценки сложности по некоторым жильным месторождениям золота юга Центральной Сибири позволили проранжировать и сравнить их, наметить очередность освоения. Выявлена возможность выбора системы разработки тонкожильных месторождений на основе количественной оценки с использованием показателей сложности технологических процессов добычных работ. По результатам наших исследований разработан новый вариант системы разработки с магазинированием руды, позволяющий достичь соответствия технологических параметров природно-геологическим условиям и тем самым снизить величины первичного и вторичного разубоживания.

Известно, что для разработки крутопадающих маломощных и тонких рудных тел наиболее приспособленными и применяемыми до сих пор являются системы с магазинированием руды блоками ( $\lambda = 0,205$ ), потолкоуступная с распорной крепью ( $\lambda = 0,182$ ) и др., но при этом возникают значительные величины потерь и особенно разубоживание руды.

Например, при системе с магазинированием руды по Березовскому руднику возникали потери руды до 19,3 %, разубоживание до 58,6 %. При потолкоуступной системе по Тасеевскому руднику возникают потери руды до 12,6 %, разубоживание до 43,81 %.

Не отрицая наличие различных вариантов названных систем разработки, которые используются в конкретных горногеологических условиях месторождений, следует отметить ограниченный характер выбора наиболее рациональной и эффективной системы разработки крутопадающих маломощных и тонких рудных тел.

Снижение первичного и вторичного разубоживания добытой руды, повышение производительности и безопасности добычных работ являются важнейшими факторами эффективности освоения месторождений. Однако существующие способы разработки и их варианты не обеспечивают в должной мере эффективность разработки месторождений.

Наиболее важными неблагоприятными характеристиками являются неполное использование природно-геологических свойств самих руд и месторождений. Так, например, не в полной мере используется характер минерализации полезного компонента, его способность накапливаться в мелких классах крупности, а также естественные гравитационные возможности крутопадающих рудных тел – перемещение (доставка) руды вниз под силой тяжести по наклонной плоскости, четкий контакт между рудой и вмещающими породами, характерные для жильных золоторудных месторождений.

Но наиболее важной характеристикой тонкожильных месторождений является именно меньшая по сравнению с безопасной шириной очистного

пространства мощность рудных тел, что вызывает необходимость ведения раздельной отбойки и доставки жильной массы.

Исследованию систем разработки тонких и весьма тонких крутопадающих рудных жил с раздельной выемкой посвящено достаточно много работ [11–26; 35–37]. Авторы этих и других аналогичных работ показали, что за счет снижения разубоживания руды достигается снижение себестоимости конечного продукта в среднем на 30 % против себестоимости металлов, добытых валовым способом.

Варианты системы с раздельной выемкой руды и боковых пород проектируются и внедряются достаточно давно, но не получили широкого применения. Авторы ряда указанных работ объясняют это, прежде всего, несовершенством планирования основных показателей деятельности предприятия, более сложной организацией добычных работ, меньшей производительностью блока по добываемой руде и значительными потерями обогащенной рудной мелочи.

Но кроме отмеченных причин слабого применения существующих вариантов раздельной выемки следует особо отметить, что все они предусматривают закладку очистного пространства блока боковыми породами и необходимость максимальной её изоляции (вплоть до бетонирования) от последующей порции отбиваемой жильной массы. Это самый главный и неизбежный недостаток существующих вариантов системы, при котором не удастся до конца избежать потерь рудной мелочи в породной закладке, а сами закладочные и изоляционные работы являются очень трудоемкими и затратными.

Таким образом, возникает задача поиска и изыскания таких технических и технологических решений, которые дали бы в наибольшей мере использовать естественные, природные свойства руд и месторождений. В данной монографии приводятся наиболее перспективные технологии разработки жильных месторождений, обеспечивающие максимальную производительность при минимальных затратах на 1 т добываемой руды.

Сюда следует отнести: использование механизированных комплексов с отбойкой руды глубокими скважинами (КДВ, КОВ-25, «Алимак» и др.); механизированных комплексов с отбойкой руды шпурами (КМЖ, ПКЖ); применение высокопроизводительного, в том числе самоходного, малогабаритного оборудования с отбойкой руды шпурами или скважинами. В перспективе большой интерес могут представлять технологии, основанные на использовании безвзрывной отбойки руды, а именно ударного разрушения, горнорудных комбайнов и др.

Опытно-промышленные испытания на ряде рудников Российской Федерации и ближнего зарубежья технологии на базе механизированных комплексов показали высокую эффективность их применения и определи-

ли необходимость дальнейших исследований по созданию более совершенных типов комплексов и технологий разработки, связанных с ними.

Особое внимание в России и за рубежом уделяется перспективам применения самоходного малогабаритного оборудования. Появившиеся в последние годы образцы малогабаритного оборудования позволяют обособленно создавать и апробировать новые варианты систем и технологий разработки рудных тел, обеспечивающие увеличение производительности труда горнорабочего, интенсивность ведения очистных работ, снижение трудовых и стоимостных затрат, а также гарантирующие повышение уровня механизации труда как на основных, так и вспомогательных процессах.

Примеры разработки жил с использованием самоходного оборудования и шпуровой отбойки руды (рудники «Мегген» (ФРГ), «Уайт Пайнт» (США), «Болиден» (Швеция) и др.) [12] подтверждают перспективность и преимущества применения этого вида отбойки при системах разработки горизонтальными слоями с закладкой, камерно-столбовых и подэтажных штреков. Эти системы обеспечивают значительное повышение интенсивности и производительности труда рабочих очистного забоя, снижение разубоживания и потерь руды [4; 6; 10–18; 21; 25; 26; 35–37].

Технологии, основанные на применении самоходного оборудования и скважинной отбойки, позволяют упростить схемы подготовки-нарезки выработок блока и его днища, значительно снижают трудоемкость этих работ.

Анализ отработки жильных месторождений с применением высокопроизводительного оборудования и скважинной отбойки руды на рудниках США, Канады, ФРГ, России и других стран выявил, что применение систем разработки подэтажными штреками и горизонтальными слоями с закладкой имеют наиболее высокие технико-экономические показатели, особенно при разработке жил системой подэтажных штреков и отбойкой руды скважинами диаметром 46–60 мм.

Отдельные варианты системы разработки подэтажными штреками прошли промышленные испытания в условиях опытных блоков рудников «Саралинский», «Токур», «Усугли». Конструктивная особенность вариантов рекомендуемой технологии заключается в подэтажной нисходящей или комбинированной выемке сплошным забоем по простиранию с двухсторонней отбойкой массива подэтажа скважинами диаметром 51–65 мм, комбинированных способах доставки руды (гравитация, отброс взрывом, доставка самоходным оборудованием, гидросмыв).

Экспериментальные работы по определению рациональных параметров отбойки жил скважинами диаметром 51 мм проводились в различных горно-геологических условиях опытных блоков. Восходящие и нисходящие скважины глубиной от 4 до 18–21 м и более бурили из подэтажных

штреков по простиранию параллельно забою с углом наклона к оси штрека 65–85°. При зарядании скважин гранулитом АС-8 использовали порционный зарядчик ЗП-2.

В ходе экспериментальных работ было установлено, что при отбойке жил минимальный прихват вмещающих пород в пределах нормативного разубоживания для условий отработки опытных блоков рудника «Саралинский» соответствует глубине скважин 12–15 м, что позволило определить рациональную высоту подэтажа при двухсторонней отбойке руды 18–20 м (мощность жил составляла 0,8–1,5 м).

Проведенные исследования предусматривали использование при оценке рациональной ЛНС двух показателей – разубоживание и гранулометрический состав отбитой руды. При выемочной мощности свыше 1,2 м рациональная величина ЛНС составляет 0,9–1,2 м (расстояние между скважинами в ряду 1,5–1,6 м); при её уменьшении до 0,8–1,2 м величина ЛНС снижается до 0,6–0,9 м при  $f = 10–14$ . Разубоживание руды находилось в пределах 30–35 %, т. е. на уровне фактически существующем на руднике. Одновременно при достижении рациональной ЛНС улучшается гранулометрический состав отбитой скважинами руды – снижается выход рудной мелочи (–50 мм) и увеличивается выход средних фракций (+50–300 мм).

Обеспечение минимального разубоживания во многом зависит от величины оптимальной выемочной мощности, которая определяется мощностью жилы и величиной прихвата вмещающих пород. Результаты экспериментальных работ показали, что при мощности жилы 0,6–1,0 м, глубине скважин 12–15 м и выемочной мощности 0,8–1,4 м величина разубоживания не превышает проектных нормативов и фактических данных.

Важными показателями, характеризующими эффективность процесса отбойки руды скважинами, является производительность и трудоемкость работ. Зависимость изменения трудоемкости отбойки 1 т руды (при рациональной длине скважин 12–15 м) от выемочной мощности позволяет сделать вывод, что применение скважин диаметром 51 мм на отбойке в сочетании с рациональными технологическими и энергетическими параметрами обеспечивает снижение трудоемкости работ по сравнению со шпуровой отбойкой в 1,5–2,0 раза.

Применение подэтажной выемки жил с использованием самоходных машин и скважинной отбойки обеспечивает ведение целевой выемки тонких жил (до 0,2–0,6 м) с минимальным прихватом пород (выемочная мощность 0,6–0,8 м), что позволяет снизить разубоживание в среднем на 5–10 %.

Потери руды при мелкошпуровой отбойке на Саралинском руднике составляют 6–12 %. Применение рекомендуемой технологии позволило сократить величину потерь до 3–6 %. Снижение потерь связано с резким повышением интенсивности отработки жил, что улучшает условия безопасного

ведения очистных работ и позволяет использовать широкие межцеликовые окна для выпуска руды (6–8 м), а в отдельных случаях применять безцеликовую выемку. Увеличение скорости подвигания очистных забоев приводит к снижению разубоживания руды. Было установлено, что обрушение кровли выработанного пространства происходит при площади обнажения более 100–150 м<sup>2</sup> (при мощности жилы 1,5 м) на 7–8-е сутки, а это соответствует удалению линии очистного забоя более чем на 10–15 м. Тем самым появляется возможность полностью избежать вторичного разубоживания руды.

Применение рекомендуемой технологии позволило в период опытно-промышленных испытаний улучшить основные технико-экономические показатели: производительность труда горнорабочего очистного забоя возросла в 1,5–2,0 раза; интенсивность очистной выемки при мощности жил 1,2–1,5 м увеличилась более чем в 2 раза; потери руды уменьшились с 8,5–11,7 до 6 %; удельный расход ВВ, материалов и энергии снизился в среднем на 14–25 %; себестоимость работ по отдельным технологическим процессам и технологии в целом снизилась на 5–7 %; вырос уровень механизации очистных работ и созданы безопасные и комфортные условия труда горнорабочих.

Таким образом, возникает задача поиска и изыскания таких технических и технологических решений, которые дали бы в наибольшей мере использовать естественные, природные свойства руд и месторождений.

## **1.2. Новый способ разработки тонкожильных месторождений золота**

Задача состоит, прежде всего, в поиске и изыскании таких технических и технологических решений, которые позволили бы в наибольшей мере использовать естественные, природные свойства руд и месторождений. Это достигается применением способа разработки, включающего выемку руды двусторонними наклонными слоями снизу вверх, и с магазинированием, в отличие от существующих вариантов, отбитой жильной массы. Поверхности магазина придают двусторонний наклон путем регулирования параметров буровзрывных работ, частичного выпуска руды через основание магазина и блоковые рудоспуски, после чего продолжают раздельную отбойку и выпуск руды и пород через отдельные блоковые рудоспуски. Доставка отбиваемых боковых пород и излишней части жильной массы до рудоспусков может осуществляться самотеком или скреперованием. Отбойку и доставку руды продолжают с частичным магазинированием жильной массы и выпуском через основание магазина для дальнейшего формирования наклонной поверхности магазина.

Двухсторонняя наклонная поверхность магазина руды позволяет увеличить длину взрывной ленты, т. е. единичный фронт буровзрывных работ, укоротить в 2 раза длину скреперования руды и пород до рудоспуска, что позволяет на значительном этапе выемки блока интенсифицировать очистные работы. Для улучшения условий раздельной выемки остальной части блока и предотвращения разубоживания руды породами висячего бока может оставаться наклонный целик, разделяющий блок на верхнюю и нижнюю части, что позволяет в верхней части блока полностью перейти на варианты системы с раздельной отбойкой и креплением боковых пород, доставкой самотеком или скреперованием и выпуском руды и пород в отдельности через рудоспуски и креплением пород висячего бока или закладкой очистного пространства. В этом случае сокращается выпуск руды через магазин, движение магазина и ослабление его воздействия на боковые породы, что снижает вторичное разубоживание. Для более четкого раздельного выпуска руды и пород нужно сооружать для них с каждой стороны блока отдельные рудоспуски.

Применение предлагаемого способа позволяет увеличить объемы раздельной (селективной) выемки жильной массы и боковых пород в добычном блоке, достичь при выпуске через блоковые рудоспуски их рассредоточения до 2 раз по длине блока, тем самым уменьшить длину скреперования, первичное и вторичное разубоживание при выемке руды из тонких и весьма тонких жил, вследствие чего уменьшить затраты и сохранить качественный состав добываемой руды.

Раздельный выпуск руды и пород может осуществляться через один рудоспуск при полном его опорожнении после каждой отбойки. В случае выпуска руды и пород в собственные рудоспуски они должны располагаться со стороны магазинированной руды. Необходимость сооружения по два рудоспуска с каждой стороны блока обосновывается дополнительно тем, что с их помощью можно осуществлять первичную, уже на стадии выпуска руды из блока, рудоподготовку грохочением (отсевом) над устьем первого рудного рудоспуска крупной фракции руды, как правило, представляющей породу или бедную руду.

Вторичное разубоживание снижается за счет сохранения устойчивости боковых пород – вследствие уменьшения перемещения магазинированной руды при постоянном ее частичном выпуске.

Интенсивность выполнения основного объема очистных работ увеличивается за счет единичного фронта буровзрывных работ (буровзрывной ленты). Дополнительный положительный результат: частичное использование энергии взрыва и силы тяжести при доставке руды и пород до рудоспусков; возможность сохранить обогащенную мелочь в магазинированной руде при раздельной отбойке и перемещении жильной массы и пород

до рудоспуска, использование самоходного погрузочного оборудования при погрузке и откатке выпущенной из рудоспусков рудной и породной массы в отдельности. Главным преимуществом этого способа является магазинирование жильной массы при её отдельной отбойке, отсутствие изоляции магазинированной руды, избежание потерь рудной мелочи в породной закладке.

Таким образом, предлагаемая система разработки крутопадающих маломощных и тонких жильных рудных тел в максимально возможной мере использует их позитивные природные особенности и преимущества (рис. 1.1, 1.2). Работы начинают общеизвестным способом с проходки полевого штрека 1, ортов-заездов 2, фланговых восстающих 3, вентиляционного восстающего 4, затем оформляют днище блока 5 и проходят подрезной штрек.

Обработку ведут слоями снизу вверх с постепенным созданием двухсторонней наклонной поверхности 6 магазинированной руды 7 с наклоном от центра к флангам блока до достижения угла наклона  $\alpha$ , близкого к углу естественного откоса, путем регулирования частичным выпуском руды через днище блока 5 и параметрами буровзрывных работ. Угол наклона очистного забоя, параллельный углу наклона поверхности магазина руды, также ограничивают величиной, меньшей угла естественного откоса отбитой руды, что обеспечивает безопасность бурения шпуров с поверхности магазинированной руды.

По окончании формирования наклонных поверхностей магазина частичный подвыпуск излишка отбитой руды ведут через специально наращиваемые рудоспуски 8, сооружаемые в виде сруба параллельно рядом с фланговыми восстающими 3 с оставлением для них охранных целиков 9. Доставку излишка отбитой руды к рудоспускам осуществляют скреперованием 10 по поверхности магазина 6 и частично взрыводоставкой и самоотком. Частичный выпуск отбитой руды и пород через специально наращиваемые вслед за выемкой рудоспуски 8 позволяет сократить выпуск руды из магазина через выпускные выработки днища 5, что благоприятствует сохранению устойчивости боковых пород в магазине 7. Временное сохранение малоподвижного состояния магазина 7 снижает опасность работы очистных рабочих в забое и тем самым увеличивает интенсивность выполнения основного объема работ в магазине.

Переход на выпуск через наращиваемые рудоспуски позволяет перейти на отдельную выемку жильной массы и вмещающих пород, что является главным преимуществом данного способа. Отдельная выемка руды и пустых пород позволяет резко снизить первичное разубоживание при выемке тонких жил, тем самым улучшить качественный состав добытой руды. Отбойка боковых пород осуществляется для создания нормативной

ширины очистного пространства. При этом при должном обосновании избирательного дробления руд и пород (при более высокой крепости боковых пород, чем руды, а также концентрации полезного компонента в мелких фракциях) по каждой стороне блока можно сооружать для них отдельные рудоспуски 8. Причем при выпуске породы через второй рудоспуск над первым устанавливается съемная решетка-грохот 11 для возвращения обогащенной мелочи пород в руду. Для сохранения нормальной высоты призабойного рабочего пространства часть отбиваемой руды оставляется в магазине 7 для его наращивания.

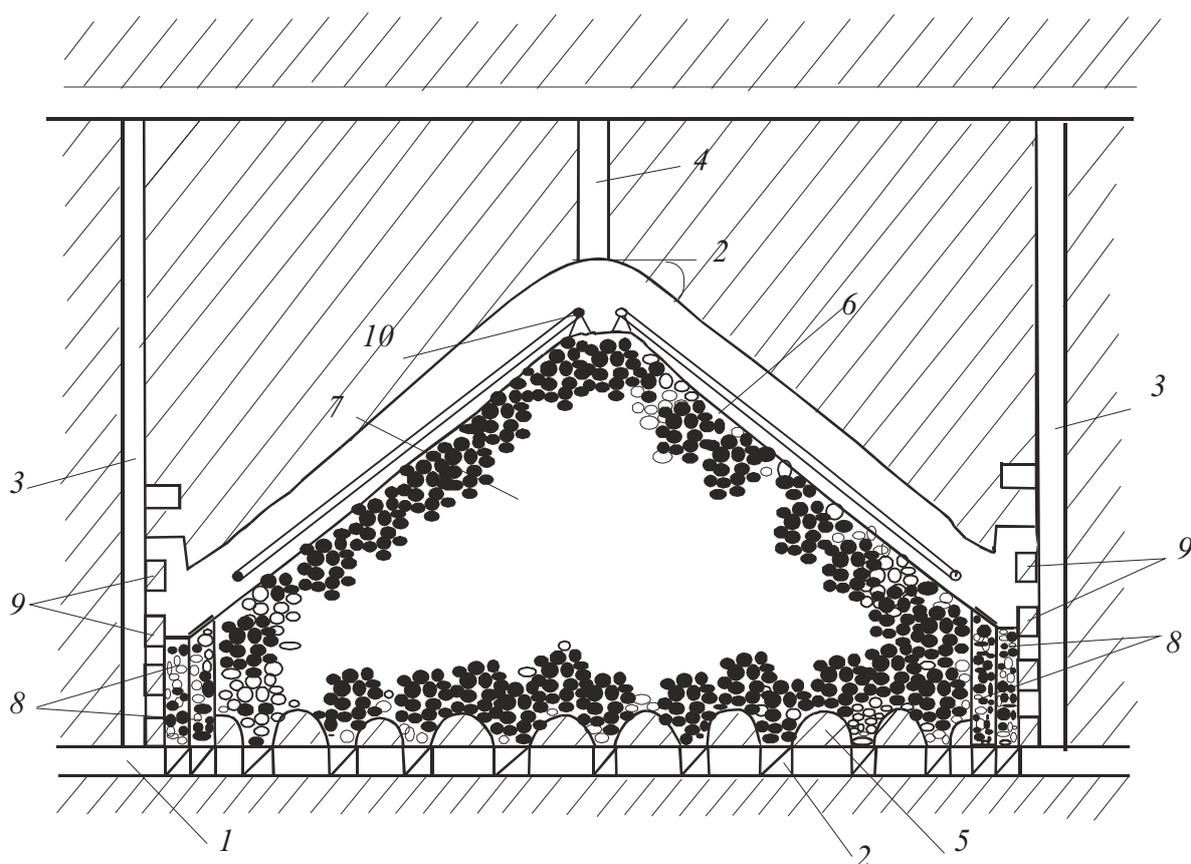


Рис. 1.1. Система разработки тонких жил в стадии развития очистных работ

Раздельная выемка руды и пород может быть улучшена оставлением временного целика наклонной конфигурации 12 (рис. 1.2). Он служит главным образом для создания ровной наклонной поверхности для доставки руды и пород в рудоспуски, повышения степени раздельной отбойки и выпуска руды над целиком. Верхняя часть блока 13 над целиком 12 отрабатывается вариантами систем с раздельной выемкой, открытым очистным пространством, распорной крепью или закладкой рудной массы, которые позволяют вести селективную выемку руды и пород в максимально полном объеме.