

6
A-65

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ имени ПАТРИСА ЛУМУМБЫ

На правах рукописи

СОСА ГОНСАЛЕС ГАЛО УМБЕРТО

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ШТАНГОВОЙ КРЕПИ
В УСЛОВИЯХ РУДНИКА
„ПОРТОВЕЛО“ (Эквадор)**

Специальность 05. 311—подземная разработка и эксплуатация
угольных, рудных и нерудных месторождений

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Научный руководитель —
профессор И. М. ПАНИН

Москва — 1970

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
С С С Р

УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ имени ПАТРИСА ЛУМУМБЫ

На правах рукописи

Соса Гонсало Гало Умберто

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ШТАНГОВОЙ КРЕПИ
В УСЛОВИЯХ РУДНИКА "ПОРТОВЕЛО" (Эквадор)

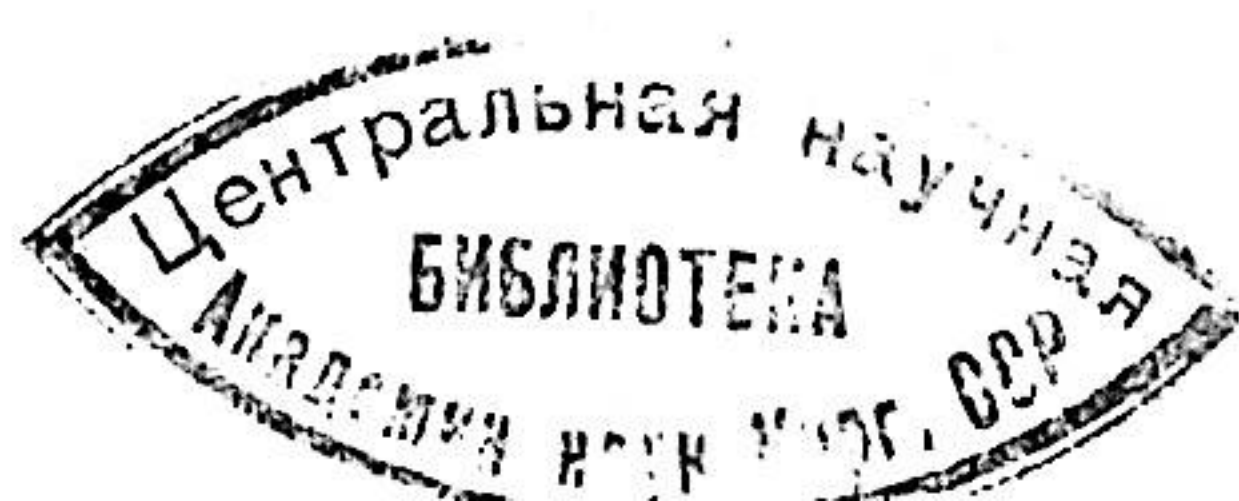
Специальность 05.311 – подземная разработка и эксплуатация
угольных, рудных и нерудных месторождений

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель –
профессор И.М.Панин

Москва – 1970



Работа выполнена в Университете Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы.

Научный руководитель — профессор И.М.ПАНИН

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Л.Н.НАСОНОВ

кандидат технических наук, доцент И.А.КОВАЛЕВ

Ведущее предприятие: лаборатория теории проектирования и расчета параметров подземной разработки рудных месторождений сектора физико-технических горных проблем института Физики Земли АН СССР имени О.Ю.Шмидта.

Автореферат разослан " 7 " Декабря 1970г.

Защита диссертации состоится " 28 " Декабря 1970г. в Университете Дружбы Народов им. Патриса Лумумбы.

Просим Вас и всех заинтересованных лиц Вашего учреждения принять участие в заседании Ученого Совета, посвященного публичной защите диссертации или прислать отзывы и замечания в двух экземплярах по адресу: Москва, В-302, ул. Орджоникидзе, 3, Университет Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке

Университета

Ученый секретарь Совета

А.ЕЖОВ

В В Е Д Е Н И Е

При разработке кварцевых золотоносных жил на руднике "Портовело" (Эквадор) преимущественно применяются системы разработки с закладкой очистного пространства и с магазинированием руды. Эти системы характеризуются низкими технико-экономическими показателями.

Усовершенствование или замена применяемых систем разработки более эффективными является важной задачей.

Для решения поставленной задачи были проведены: анализ опыта разработки месторождения "Портовело" и близких к нему по горно-геологическим условиям, теоретические и лабораторные исследования, технико-экономические расчеты. Предложена система разработки с магазинированием руды и штанговой крепью, определены параметры крепи.

Работа выполнена на кафедре горного дела Университета Дружбы Народов им. Патриса Лумумбы. Лабораторные эксперименты выполнены в лабораториях "Исследование проявления горного давления" при кафедре горного дела и "Физики горных пород" в Московском горном институте.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка использованной литературы и содержит 115 страниц машинописного текста, 78 рисунков и 19 таблиц.

ГЛАВА 1. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ТОНКИХ И МАЛОМОЩНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

На руднике "Портовело" (Эквадор) разрабатываются кварцевые жилы мощностью от 0,6 до 3м с углом падения 60-80°. В кровле жил залегает прослоек недостаточно устойчивых пород мощностью около 1м; породы основной кровли устойчивы. Глубина разработки до 300м.

В основном применяется система разработки с закладкой выработанного пространства. В особо благоприятных условиях

применяется система разработки с магазинированием руды, однако, при окончательном выпуске отбитой руды из камеры-магазина нередко происходит отслоение и обрушение непосредственной кровли, что требует установки крепи в опасных условиях.

В СССР и других странах (Канада, США, КНР, СРР, ФРГ, Англия, ЧССР, ЮАР) при разработке месторождений близких по горно-геологическим условиям к месторождению "Портовело" широко применяют различные варианты системы разработки с магазинированием руды, отличающиеся высокой эффективностью

Применение штанговой крепи в очистных работах дало возможность внедрить новую более совершенную систему разработки с магазинированием и штанговой крепью, которая в отдельных случаях может замкнуть не только обычные варианты с магазинированием руды, но и с закладкой очистного пространства.

Рудник не имеет опыта применения такой системы разработки. Поэтому параметры штанговой крепи нами определялись на моделях.

Выводы по главе

1. Применяемые на руднике "Портовело" системы разработки с закладкой и с магазинированием руды характеризуются низкими технико-экономическими показателями. Отслоение пород висячего бока вызывает большое разубоживание руды.

2. Анализ опыта разработки месторождений близких по горно-геологическим условиям к месторождению "Портовело" показывает высокую эффективность системы разработки с магазинированием руды и применения в очистных работах штанговой крепи.

3. Нами предлагается применение на руднике "Портовело" системы с магазинированием руды и штанговой крепью. Рудник не имеет опыта применения этой системы. Обоснование целесообразности параметров и области ее применения на указанном руднике является задачей диссертационной работы.

ГЛАВА П. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РУДЫ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ "ПОРТОВЕЛО"

В главе изложены методика и результаты определения основных физико-механических свойств и вмещающих пород, необходимых при моделировании на эквивалентных материалах (объемный вес, модуль упругости и прочностные характеристики пород). Механические свойства пород определяли при статической и динамической нагрузке.

Определение физико-механических свойств пород при статической нагрузке велось по методике ИГД им. А.А.Скочинского с использованием электронного моста ЭПМ-209м, динамические свойства пород определялись по методике лаборатории кафедры Горного института с использованием универсального осциллографа СИ-У. Основные физико-механические свойства пород рудника "Портовело" даны в табл. I.

Таблица I

Порода	Объем- ный вес т/м ³	Временное сопротивление (кг/см ²)		Модуль упругости кг/см ²	
		сжатию	изгибу	статическ.	динамическ.
Рудная жи- ла	2,30	1200	130	$5,6 \cdot 10^5$	$6,3 \cdot 10^5$
Непосред- ственная кровля	2,55	1000	100	$5,0 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^5$
Основная кровля	2,55	1500	300	$5,5 \cdot 10^5$	$6,0 \cdot 10^5$

Выводы по главе

1. Исследование физико-механических свойств руды и вмещающих пород месторождения "Портовело" показывает их значительную прочность. Монолитность основной кровли предопределяет ее высокую устойчивость. Устойчивость непосред-

ственной кровли значительно ниже из-за ее трещиноватости.

2. Полученные физико-механические характеристики руды и вмещающих пород являются исходными для расчета устойчивости непосредственной кровли камеры и определения параметров штанговой крепи на основе моделирования.

ГЛАВА III. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПОРОД ВИСЯЧЕГО БОКА В КАМЕРЕ-МАГАЗИНЕ

В главе изложены анализ производственных наблюдений, расчет шага обрушения пород висячего бока теоретическим способом и исследования устойчивости пород висячего бока на моделях из эквивалентных материалов.

Анализ производственных наблюдений по обрушению непосредственной кровли на руднике показывает, что:

- в местах с недостаточно устойчивыми вмещающими породами, висячий бок отслаивается при обрушении когда пролет камеры по восстанию превосходит 10м; это происходит во время отбойки или выпуска руды;

- в местах с довольно устойчивыми вмещающими породами, висячий бок обрушается при обнажении его на высоту 15-20м и только после длительного времени;

- при высоте обнажения камеры менее 10м порода висячего бока устойчива;

- толщина отслаивания пород висячего бока составляет 0,4-1,0м, далее идут устойчивые породы, которые не обрушаются при весьма длительном обнажении.

Расчет предельного пролета непосредственной кровли (шаг обрушения) теоретическим способом велся как для плоской задачи.

Исходя из уравнения

$$EJY''(x) = -M(x) \quad (1)$$

где E - модуль упругости пород непосредственной кровли;

J - момент инерции сечения полосы кровли;

$Y''(x)$ - текущая координата.

$$M(x) = N_A Y(x) + M_0 + Q_0 X - \frac{1}{2} q_2 X^2 - \int_0^x q_1 dz [Y(x) - v(z)]$$

Из решения этого уравнения способом подстановок получим уравнение

$$U''(z) + Z \cdot U(z) = A_0$$

$$Z = \sqrt[3]{\frac{1}{EJq_2^2}} (N_A - q_1 X)$$

Обозначая

$$W(z) = \frac{U(z)}{A_0}$$

получаем

$$W''(z) + Z \cdot W(z) = 1$$

где W и Z - безразмерные величины.

Решая это уравнение методом Галеркина получаем в первом приближении:

$$W(z) = (z - z_1)(z - z_2)(A_0 + A_1 z)$$

Коэффициенты $A_0 - A_1$ определяем по уравнениям

$$\int_{z_1}^{z_2} [W''(z) + Z \cdot W(z) - 1] dz = 0$$

$$\int_{z_1}^{z_2} [W''(z) + Z \cdot W(z) - 1] z dz = 0$$

Зная A_0 и A_1 вычисляем и строим эпюры моментов для балок 10м, 15м, 20м по формуле:

$$M = EJW''_{xx}$$

где E - статический модуль упругости, кг/см²;

J - момент инерции поперечного сечения балки, см⁴;

W''_{xx} - вторая производная по x от $W(z)$.

Далее находим σ_{max} для каждого случая по формуле:

$$\delta_{\max} = \frac{M_{\max}}{W}$$

где $M_{\max}$ - максимальный момент;
 W - момент сопротивления сечения.

Строим график зависимости $\delta_{\max}$ от L . Интерполяцией находим предельный пролет кровли висячего бока

$L_{\max} = 11\text{м}$, что хорошо соответствует производственным наблюдениям.

Выбор эквивалентных материалов производили на основе полученных механических характеристик моделируемых пород (табл. I). В качестве эквивалентного материала приняли песчано-парафиновые смеси с добавлением молотой слюды.

Линейный масштаб модели приняли 1:50, расчетный масштаб времени 1:7. За критерии подобия приняли предельный пролет обнажения непосредственной кровли, который в натуре составляет 10-13м.

При исследовании на моделях из эквивалентных материалов было установлено, что первичное обрушение кровли в открытой камере происходит при ее пролете равным 15м. Дальнейшие обрушения происходят при пролете кровли равным 4,5-5м, что соответствует данным производственных наблюдений.

Датчики смещения кровли устанавливались с двух сторон модели толщиной 20см. Смещение кровли записывалось с помощью электронных мостов ЭПМ-209м.

Величины смещения датчиков, до подхода к ним очистного забоя, приняты нами за фон измерений, равный 60 делениям электронного моста. Как показали исследования, отслоение непосредственной кровли наблюдается при ее пролете 11м. Обрушение же кровли происходит во время полного выпуска руды из камеры, когда ее свободный пролет соответствует 13,5 в натуре.

Выводы по главе

I. Хорошая сходимость результатов моделирования и натурных наблюдений дает основание считать изготовленную на-

ми модель представительной, т.е. отвечающей условиям подобия.

2. Рудные жилы нельзя разрабатывать с магазинированием руды без крепления висячего бока, когда его пролет превосходит 10м. Поэтому при применяемой на руднике "Портове-ло" высоте этажа 30м в камерах-магазинах во время отбойки и частичного выпуска руды необходимо возводить штанговую крепь для поддержания пород висячего бока.

ГЛАВА IV. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ШТАНГОВОЙ КРЕПИ НА МОДЕЛЯХ ИЗ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В главе дается методика исследования, результаты и анализ экспериментальных данных.

При исследовании на моделях штанговой крепи были применены специальные разработанные нами "датчики-штанги" и "датчики смещения кровли". Записи их показаний так же велись с помощью электронных мостов ЭПМ-209м с приспособлением для изменения чувствительности.

Исследование вели при сетках штанг 3 x 3, 2 x 2 и 1,5 x 1,5м. Начальное усилие на "датчик-штангу" ориентировочно приняли в 20т или 200г в пересчете на модель. Даже для сетки штанг 3 x 3м это усилие примерно вдвое превышало вес пород непосредственной кровли, приходящихся на одну штангу.

Для определения минимального усилия на штангу, последнее снижалось до появления расслоения непосредственной кровли. Для сетки штанг 3 x 3м расслоение кровли начиналось при усилии на штангу 12-14т, для сетки штанг 2 x 2м - 7-9т и для сетки скважин 1,5 x 1,5м - 6-7т, что значительно превышает средний вес непосредственной кровли, приходящийся на одну штангу.

Зависимость между усилиями и площадями кровли, приходящимися на одну штангу, можно выразить в виде

$$\frac{P_1}{P_2} \approx \sqrt{\frac{S_1}{S_2}}$$

где P_1 и P_2 - усилие на штангу;

S_1 и S_2 — площади кровли на одну штангу.

Полученная зависимость позволяет прогноз усилий на штангу при разных сетках штанг. При увеличении нагрузки на штангу кровля в прежнее положение не возвращается. Это подтверждает необходимость установки крепи сразу же после обнажения кровли.

Таким образом, минимальное допустимое усилие на штангу при сетке 3 x 3м должно быть в 1,2-1,4 раза больше, приходящегося на нее, веса непосредственной кровли, а при сетке 2 x 2м и 1,5 x 1,5м — в 1,7-2,2 раза больше веса непосредственной кровли, приходящегося на штангу.

Следует отметить совпадение наших данных с последними данными Кречиана и Бильгеса (ФРГ), которые нашли, что для предупреждения расслоения кровли усилие на штангу должно быть примерно вдвое больше веса, приходящихся на нее пород.

Полученные выводы имеют практическое значение при установке штанговой крепи в очистном пространстве, которая подвергается периодическому воздействию взрывных работ.

Выводы по главе

1. Для поддержания кровли камеры-магазина штанговой крепью с сеткой скважин 3 x 3м необходимо усилие на штангу более 14т, что невозможно обеспечить с помощью простых и стандартных штанговых крепей. Кроме того, при такой сетке скважин потребуются постоянное наблюдение за усилием штанг, так как при небольшом уменьшении усилия быстро растет смещение кровли.

2. Поддержание кровли штанговой крепью при сетке скважин 2 x 2м возможно, но при этом необходима нагрузка на штангу больше 10т. Такую нагрузку может надежно обеспечить, например, железобетонная штанговая крепь.

3. При сетке скважин 1,5 x 1,5м надежное усилие на штангу должно быть не больше 7-10т, что позволяет применить штанги простейшей конструкции.

Принимаем сетку штанг 1,5 x 1,5м, что соответствует толщине отбиваемого слоя руды в камере-магазине.

ГЛАВА У. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ С МАГАЗИНИРОВАНИЕМ РУДЫ И ШТАНГОВОЙ КРЕПЬЮ

В главе У излагается выбор типа и расчет штанг, экономическая оценка систем с закладкой, с магазинированием руды без крепи и с магазинированием руды и штанговой крепью, экономическая эффективность и область применения, рекомендуемой системы разработки.

Величина усилия на штангу 6-7т позволяет применение металлических штанг простейшей конструкции. Проверку таких штанг достаточно выполнить лишь на прочность закрепления замка.

Расчеты на прочность замка показали, что для наших условий можно применять штанги клинощелевого типа.

По практическим данным рудника "Портовелло" разубоживание руды при системе с закладкой составляет в среднем 30% и при системе с магазинированием 40%. Потери руды составляют соответственно 15% и 10%. Обобщение мирового опыта применения штанговой крепи в очистных работах позволяет принять для предлагаемой нами системы разработки величину разубоживания руды 10% и потерь 10%.

Экономическая оценка трех систем с учетом экономического ущерба от разубоживания и потерь руды дает предпочтение системе с магазинированием и штанговой крепью, так как при этой системе полная стоимость добычи 1т промышленной руды равна 69 сукрес по сравнению 135,53 — 176,62 сукрес при системе с закладкой и 120-162 сукрес при системе с магазинированием руды.

Это обстоятельство дает возможность установить область применения существующих и предлагаемой систем разработки: применение системы с закладкой очистного пространства экономически выгодно в руде с содержанием 0,166унц/т

золота и 1,48% меди и более богатой;

- применение системы с магазинированием руды целесообразно в руде с содержанием 0,172 унц/т золота и 1,26% меди и более богатой;

- предлагаемая система разработки может быть применена при содержании 0,10 унц/т золота и 1,00% меди, что значительно увеличивает промышленные запасы рудника.

По производительности рудника 5000т руды в месяц, экономия от замены существующих систем предлагаемой системой разработки составляет 19700 суэрес в месяц.

Выводы по главе

1. Применение предлагаемой системы разработки на руднике "Портовело" целесообразно при содержании в руде 0,10 унц/т золота и 1% меди. Это значительно увеличивает промышленные запасы месторождения.

2. Замена применяемых на руднике систем разработки предлагаемой системой может дать годовую экономию в размере 2365000 суэрес.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Применяемые на руднике "Портовело" (Эквадор) системы разработки с закладкой очистного пространства и с магазинированием руды характеризуются высоким уровнем стоимости добычи, разубоживания и потерь руды. В результате, значительная часть, имеющихся рудных запасов становится непромышленной.

Изучение опыта разработки жильных месторождений в СССР и других странах, а также наши личные наблюдения в производственных условиях и лабораторные исследования на моделях из эквивалентных материалов дают возможность сделать следующие выводы:

1. Физико-механические свойства вмещающих пород показывают значительную прочность и монолитность основной кровли, что предопределяет ее высокую степень устойчивости.

Устойчивость непосредственной кровли значительно ниже из-за ее трещиноватости;

2. На основе проведенных ниже производственных наблюдений, теоретических расчетов и исследования на моделях установлено, что отслоение непосредственной кровли имеет место при ее пролете 10-15м. Обрушение кровли при полном выпуске заматазинированной руды начинается при обнажении кровли 13,5м и дальнейшее происходит участками длиной 4,5-5м. Обрушение кровли большое разубоживание выпускаемой из камеры руды;

3. Вместо применяемых на руднике систем разработки (системы с закладкой очистного пространства и системы с магазинированием руды) нами предлагается система разработки с магазинированием руды и штанговой крепью;

4. Как показали наши исследования, для предотвращения отслоения непосредственной кровли усилие на штангу должно быть вдвое больше веса, приходящегося на штангу пород этой кровли. Штанговая крепь должна устанавливаться сразу же после обнажения кровли по сетке 1,5 х 1,5 м с усилием на штангу 6-7 т. Нами рекомендуются металлические штанги клинцелового типа, которые обеспечивают достаточную надежность в работе и отличаются простотой конструкции и установки их в забое;

5. Замена применяемых систем разработки предлагаемой нами системой дает возможность:

а) уменьшить проминимум до 0,10 унц/т золота и 1% меди и тем самым увеличить рудные запасы месторождения;

б) получить годовую экономию в размере 2365000 суэрес.

Результаты по теме диссертационной работы доложены на У - VI научно-технических конференциях инженерного факультета Университета Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы (апрель 1969 г и апрель 1970 г).

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Соса Госалес Умберто, И.М.Панин. Применение ультра-

звука при выборе параметр в системы разработки. Тезисы докладов У научно-технической конференции инженерного факультета УДН. Москва, 1969.

2. Соса Гонсалес Гало Умберто. Опыт разработки месторождения "Портовело" (Эквадор). Сборник научных работ аспирантов УДН. "Горное дело", выпуск 3, Москва, 1969.

3. Соса Гонсалес Гало Умберто, И.М.Панин. Исследование проявления горного давления при системе с магазинированием руды и штанговой крепью (находится в печати).

Л-92196 от 8.XII.1970 Объем I п.л. Тираж 200 экз. Зак.1523

Типография Университета дружбы народов
имени Патриса Лумумбы
Москва, ул.Орджоникидзе,3