

На правах рукописи



БЕЗВЕРХАЯ ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА

**ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБОВ
И ГЛАВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ
ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ОБЛИЦОВОЧНОГО МРАМОРА**

Специальность 25.00.22 – «Геотехнология.
(подземная, открытая и строительная)»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Красноярск – 2003

**Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении
высшего профессионального образования Красноярской
государственной академии цветных металлов и золота**

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Косолапов Александр Иннокентьевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
Першин Геннадий Дальтонович

кандидат технических наук,
Ушенин Валентин Павлович

Ведущая организация ОАО «МКК-Саянмрамор»

Защита состоится 11 декабря 2003 г. в 14.30 ч на заседании диссертационного совета Д.212.095.01 в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования Красноярской государственной академии цветных металлов и золота, 660025, г. Красноярск, пр. им. газ. «Красноярский рабочий», 95, в ауд. 223.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Красноярской государственной академии цветных металлов и золота

Автореферат разослан « ____ » _____ 2003 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета  Морозов В.Н.

2003-А
18580

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

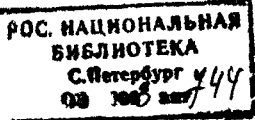
Актуальность темы исследования. В последние 10–15 лет в России происходит заметное снижение объемов добычи природного камня. Многие ранее действовавшие карьеры, за исключением наиболее крупных, практически не работают из-за высокой стоимости своей продукции и бедной цветовой гаммы добываемых блоков, не удовлетворяющих потребности рынка. Российские производители почти не поставляют продукцию из камня белого, желтого, красного и некоторых других цветов. В то же время разведанные проявления и месторождения природного камня характеризуются цветовой гаммой, соответствующей лучшим зарубежным аналогам, но они имеют небольшие запасы или сложные горно-геологические условия. Необходимо изыскивать способы интенсификации добычи блоков на действующих и вовлекаемых в разработку месторождениях и, прежде всего, за счет применения рациональной технологии и использования различных способов разработки.

Современное состояние камнедобывающей отрасли и ужесточение требований к качеству добываемых блоков обостряют экологические и, как следствие, экономические проблемы, которые связаны с пересмотром традиционных взглядов на технологию отработки мраморных месторождений.

Решение этой проблемы имеет важное народнохозяйственное значение, поскольку позволяет повысить эффективность отработки месторождений мрамора за счет обоснованного применения той или иной технологии ведения работ, снижения воздействия горных работ на окружающую среду, улучшения качества и расширения разновидностей обрабатываемого мрамора.

Отсутствие в настоящее время методических основ для решения вышеперечисленных задач применительно к условиям разрабатываемых месторождений предопределяет необходимость и актуальность предлагаемых исследований, связанных с разработкой технологических и экономических рекомендаций по обоснованию условий применения способов и главных параметров технологии подземной разработки месторождений облицовочного мрамора.

Идея работы состоит в том, что выбор технологии разработки и ее параметров следует осуществлять, используя зависимости между технико-экономическими показателями и относительной трудностью разработки, обусловленной основными размерами и особенностями строения массива месторождения облицовочного камня.



Цель работы – установление закономерностей для определения условий рационального применения способов и главных параметров технологии подземной разработки месторождений облицовочного мрамора с учетом современных экологических и экономических требований.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие **задачи**:

исследовать влияние параметров технологии и условий разработки на показатели промышленных запасов месторождений мрамора;

разработать методику обоснования условий рационального применения способов освоения месторождений мрамора;

исследовать влияние места заложения вскрывающих выработок на эффективность разработки;

установить связь между величиной относительного показателя трудности разработки, экономическими показателями эксплуатации месторождения и параметрами технологии разработки.

Основные научные положения, выносимые на защиту

1. Количество промышленных запасов мрамора и коэффициент выхода блоков в них обусловлены значениями минимально-промышленного и среднего коэффициента выхода блоков, которые в свою очередь функционально связаны с относительным показателем трудности разработки месторождения мрамора.

2. Для нагорных месторождений облицовочного мрамора вариация способов обусловлена особенностями строения, влияющими на величину относительного показателя трудности разработки и экономические показатели добычи блоков; при этом выбор способа разработки следует осуществлять по величине индекса доходности, вычисляемого с учетом временной динамики капитальных и эксплуатационных затрат, предопределенных изменением горно-геологических условий по мере отработки месторождения.

3. Область применения подземного способа может быть расширена за счет рационального места заложения вскрывающих выработок относительно господствующих высотных отметок поверхности месторождения мрамора и оптимальных параметров системы разработки.

Научная новизна работы заключается в следующем:

впервые для условий месторождений облицовочного мрамора России обоснованы условия подземного способа разработки и определена область его рационального применения в увязке с величиной относительного показателя трудности разработки месторождений облицовочного камня;

впервые установлены зависимости для расчета промышленного выхода блоков и количества промышленных запасов месторождения облицовочного мрамора с учетом характера распределения выхода блоков в массиве месторождения и величины минимально-промышленного выхода блоков, обусловленного особенностями технологии и строения массива;

впервые установлен характер влияния места заложения вскрывающих выработок и главных параметров системы разработки на эффективность подземного способа разработки месторождения мрамора.

При решении поставленных в диссертации задач использованы следующие *методы научных исследований*: анализ литературных данных и существующего опыта добычи блоков мрамора; технико-экономический анализ; аналитические и графоаналитические методы; методы математической статистики; математическое моделирование; методы оптимального планирования численных экспериментов.

Достоверность научных положений подтверждается исходными предпосылками предшествующих фундаментальных работ отечественных и зарубежных ученых в данной области; сопоставимостью результатов математического моделирования и аналитических расчетов; результатами численных исследований; данными моделирования пространственной изменчивости показателя выхода блоков; значительными объемами статистических данных.

Практическая ценность работы

Разработана методика для определения условий рационального применения способов разработки и построена соответствующая диаграмма.

Получены формулы для расчета коэффициентов, необходимых для вычисления количества промышленных запасов и коэффициента выхода блоков в них.

Разработаны методики для обоснования рациональных параметров системы разработки и места заложения вскрывающих выработок.

Реализация результатов работы

Основные выводы и рекомендации автора использованы при разработке технико-экономического обоснования выбора технологии и способа разработки 1-го и 2-го литологического горизонтов Кибик-Кордонского месторождения облицовочного мрамора. Расчетный экономический эффект от внедрения полученных результатов составит 4656 тыс. руб/год.

Результаты исследований использованы в учебном процессе при проведении практических занятий и чтении лекций по курсу «Добыча и обработка природного камня».

Апробация работы. Основные положения работы докладывались и обсуждались на конференциях: «Совершенствование методов поиска и разведки, технологии добычи и переработки руд» (Красноярск, 1996); «Молодежь и наука – третье тысячелетие» (Красноярск, 1998); «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 1998); «Проблемы безопасности в природных и технических системах «Безопасность – 98»» (Иркутск, 1998); «Совершенствование методов поиска и разведки, технологии добычи и переработки полезных ископаемых» (Красноярск, 1999); «Экологические проблемы горно-металлургического комплекса» (Красноярск, 2000), «Добыча и обработка природного камня» (Магнитогорск, 2001, 2002, 2003).

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 12 печатных работ.

Автор выражает благодарность за неоценимую помощь и консультации при подготовке диссертации профессору, доктору технических наук А.И. Косолапову, сотрудникам кафедр «Открытые горные работы» и «Подземная разработка месторождений», принявших активное участие в обсуждении и апробации диссертации.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, изложена на 155 страницах машинописного текста, содержит 11 таблиц, 42 рисунка, 1 приложение и список использованной литературы из 202 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе выполнен анализ современного состояния технологии разработки месторождений облицовочного мрамора в России и за рубежом, сформулированы цель и основные задачи настоящего исследования.

Во второй главе приведены методы оценки относительной трудности разработки месторождений облицовочного мрамора, оптимального планирования экспериментов и обработки их результатов.

В третьей главе представлены результаты исследований влияния параметров технологии и условий разработки на значения промышленного и минимально-промышленного коэффициента выхода блоков, объем промышленных запасов, дана взаимосвязь этих параметров с показателем трудности разработки месторождения облицовочного камня.

В четвертой главе изложена методика обоснования условий применения способов разработки месторождений мрамора, приведены зависимости результирующего экономического критерия от трудности разработки месторождения.

В пятой главе даны методические положения по обоснованию места заложения вскрывающих выработок и основных параметров технологии добычи блоков мрамора подземным способом; выполнена оценка целесообразности его применения для условий конкретных месторождений.

Основные результаты проведенных исследований отражены в нижеприведенных положениях.

В настоящее время месторождения облицовочного мрамора в России разрабатывают только открытым способом, при котором перед добычей блоков необходимо удалить выветренные породы. Это сопряжено с большими затратами и воздействием горных работ на окружающую среду.

При сравнении способов разработки месторождений облицовочного мрамора по конечному эколого-экономическому результату предпочтение во многих случаях следовало бы отдать подземному способу.

В Италии, наряду с открытым способом разработки, широко применяют и подземный. Вследствие ограниченности пространства на подземных работах преобладает одноступенная технология работ. Перед началом добычных работ проходят штольни и горно-подготовительные выработки, чаще всего с помощью баровых машин. Сечение выработок принимают из расчета использования их для транспортирования и вентиляции. Штреки проходят перпендикулярно друг к другу, а место их заложения определяют с учетом геологического строения. После обнажения мрамора сверху и сбоку (с трех сторон) используют технологию, применяемую при открытой добыче.

До настоящего времени в Италии отсутствуют нормативные материалы по проектированию соответствующих шахт. В каждом отдельном случае проектировщики базируются на собственной квалификации. Это обстоятельство затрудняет использование накопленного опыта в условиях России и диктует необходимость проведения соответствующих исследований с целью выработки общих методических положений для оценки инвестиционной привлекательности подземной разработки мраморных месторождений.

Многообразие условий разработки месторождений облицовочного камня затрудняет их сравнение между собой и, как следствие этого, в ряде случаев делает невозможным выработку унифицированных решений по их разработке. В связи с этим профессор А.И. Косолапов, развивая

идеи академика В.В. Ржевского об относительной оценке трудности выполнения различных процессов горного производства, ввел понятие относительного показателя трудности разработки месторождений облицовочного камня и предложил соответствующие формулы:

$$P_{mp} = -4,64 + \frac{92500}{S_z} + 0,01 \cdot dH + 1,18P_{mo} + 0,07\alpha + 0,94Ж + 1,36K_g; \quad (1)$$

$$P_{mo} = -1,6 + 0,089\sigma_{сж} - 0,61K_m - 0,00008\sigma_{сж}^2 + 1,32K_m^2, \quad (2)$$

где S_z – средняя горизонтальная площадь месторождения, m^2 ; dH – превышение поверхности месторождения над преобладающими отметками местности, m ; α – угол наклона поверхности месторождения, град; $Ж$ – жесткость климата по Бодману; K_g – контурный коэффициент вскрыши, m^3/m^3 ; P_{mo} – относительный показатель трудности добычи; $\sigma_{сж}$ – предел прочности камня на одноосное сжатие, МПа; K_m – коэффициент трещиноватости, m^2/m^3 .

Поскольку показатель трудности добычи предопределяет затраты, связанные только с подготовкой к выемке и разделкой камня на блоки, а параметры $K_g, \alpha, dH, S_z, Ж$ обуславливают объемы горно-подготовительных и капитальных работ и объемы добычи, значения которых при разных способах разработки неодинаковы, то для оценки значимости влияния показателей P_{mo} и остальных составляющих P_{mp} на выбор способа разработки, выражение (1) примет следующий вид:

$$P_{mp} = P_{mo} + P_{mp}^* \quad (3)$$

Тогда

$$P_{mp}^* = -4,64 + \frac{92500}{S_z} + 0,01dH + 0,07\alpha + 0,94Ж + 1,36K_g. \quad (4)$$

Общезвестно, что параметры запасов месторождений твердых полезных ископаемых предопределены способом их разработки. Поэтому при определении условий применения способов разработки месторождений облицовочного мрамора в первую очередь необходимо уметь рассчитывать количество промышленных запасов, а также коэффициент выхода блоков в них.

Основным параметром, определяющим запасы месторождений облицовочного камня, служит минимально-промышленный выход блоков. В данной работе для нахождения его значения принята формула, используемая при представлении на государственную экспертизу техни-

ко-экономических обоснований (ТЭО) кондиций на минеральное сырье, имеющая следующий вид:

$$B_{\min} = \frac{3 \cdot (1 + H_{\text{НДС}})}{C \cdot I}, \quad (5)$$

где 3 – затраты на добычу блоков облицовочного камня, руб/м³; C – цена товарного блока, руб/м³; $H_{\text{НДС}}$ – ставка налога на добавленную стоимость; I – коэффициент извлечения, м³/м³.

В свою очередь для расчета затрат на добычу блоков предложена формула

$$3 = \frac{3_o + C_s \cdot K_s}{B_c} + 3_p + P_n + P_o + P_s + 3_{\text{зпр}} + 3_{\text{зкр}}, \quad (6)$$

где 3_o – затраты на отделение монолитов мрамора от массива, руб/м³; C_s – себестоимость вскрышных работ, руб/м²; K_s – коэффициент вскрыши, м³/м³; B_c – среднее значение коэффициента выхода блоков в геологических запасах (показатель блочности); 3_p – затраты на разделку монолитов мрамора на блоки, руб/м³; P_n, P_o – плата за добычу и загрязнение окружающей среды, руб/м³; P_s – плата за землю, руб/м³; $3_{\text{зпр}}, 3_{\text{зкр}}$ – погашение горно-подготовительных и горно-капитальных работ, руб/м³.

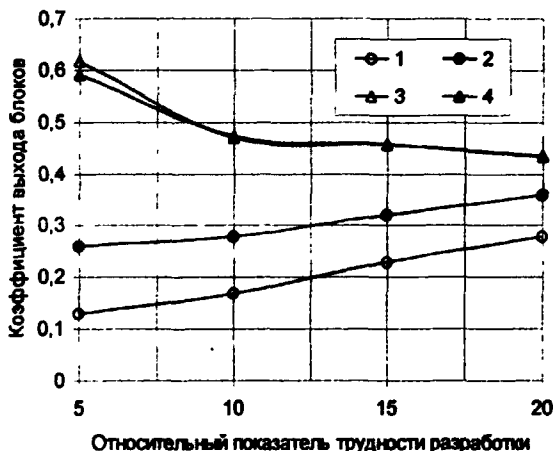


Рис. 1. Зависимость величины минимально-промышленного (1, 2) и промышленного (3, 4) коэффициентов выхода блоков от относительного показателя трудности разработки и способа разработки: 1, 3 – открытый; 2, 4 – подземный

В результате численных исследований, выполненных с помощью специальной программы, для разных способов разработки установлено, что величины B_{\min} и B_c тесно связаны с показателем $\Pi_{\text{пр}}$ (рис. 1).

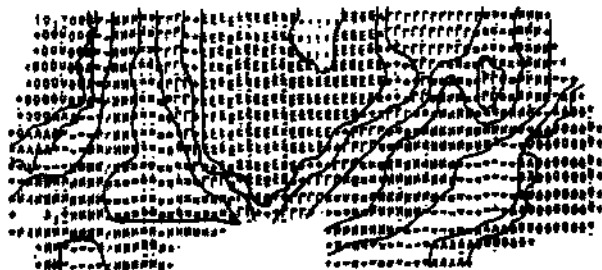
При проведении настоящих исследований было доказано, что для прогнозирования объема промышленных запасов и выхода блоков (B_0) в них можно использовать следующие формулы:

$$V_{np} = V_2 \cdot B_0; \quad (7)$$

$$B_0 = B_c \cdot K_3, \quad (8)$$

где V_2 – объем геологических запасов мрамора на месторождении, м³; B_0 – коэффициент, учитывающий удельный вес промышленных запасов в геологических; K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение выхода блоков из добываемого объема мрамора при исключении из разработки низкоблочного камня.

Для оценки факторов, влияющих на величины B_0 и K_3 выполнен анализ характера пространственной изменчивости выхода блоков на различных месторождениях облицовочного камня на погоризонтных планах (рис. 2). В результате было доказано, что при увеличении B_{min} и уменьшении B_c значение коэффициента K_3 возрастает, а B_0 снижается.



Показатель блочности

< 0,05-0; 0,05+0,1-А; 0,1+0,2--; 0,2+0,3-И; 0,3+0,4-м; 0,4+0,5-Г; 0,5+0,6-+
0,6+0,8-Е; > 0,8--

Рис. 2. План блочности гор. 800 м Верхнего участка Кибик-Кордонского месторождения

В результате математико-статистической обработки полученных данных выявлены следующие закономерности:

$$B_0 = \left[-21,9 + 131,7 \cdot B_c + \frac{(1,95 + 23,4 \cdot B_c + 69,9 \cdot B_c^2 + 56 \cdot B_c^3)}{B_{min}} \right] 0,01; \quad (9)$$

$$K_3 = 1,089 \cdot 10^{-1,198 \frac{B_{min}}{B_c}} + \frac{0,469 e^{-\frac{0,1083}{B_{min}}}}{B_c}. \quad (10)$$

Способ разработки влияет на величину $B_{\text{мин}}$ и, соответственно, на значения K_3 и B_0 . Поэтому объемы промышленных запасов и выход блоков в них будут, наряду с другими факторами, обусловлены способом разработки.

Вышеизложенное является доказательством первого научного положения выносимого на защиту, а именно: *количество промышленных запасов мрамора и коэффициент выхода блоков в них обусловлены значениями минимально-промышленного и среднего коэффициента выхода блоков, которые в свою очередь функционально связаны с относительным показателем трудности разработки месторождения мрамора.*

Эффективность, а следовательно, и выбор способа разработки месторождений облицовочного камня обусловлены, во-первых, их геологическими характеристиками и климатическими условиями, во-вторых, технологией производства горных работ.

Анализ условий применения подземного способа разработки свидетельствует о том, что для него пригодны залежи пласто- и линзообразной формы, расположенные на склоне возвышенности или представляющие собой месторождения типа гора-залежь.

Поскольку ввод в эксплуатацию и дальнейшая работа горного предприятия сопряжены со значительными капиталовложениями, то при сравнении способов разработки, выбор варианта будет зависеть от инвестиций, притока денежных средств и времени отработки запасов. Поэтому для обоснования способа разработки принят индекс доходности (PI):

$$PI = \sum_1^k \frac{P_k}{(1+r)^k} : IC, \quad (11)$$

где k – срок существования (оценки) проекта, лет.; P_k – годовой доход, руб.; r – коэффициент дисконтирования; IC – дисконтированные инвестиции, руб.

Годовой доход предприятия вычисляют по формуле

$$P = (C - Z_i) \cdot A_{0_i}, \quad (12)$$

где C – оптовая цена товарного блока, руб/м³; Z_i – затраты на добычу блоков при i -м способе разработки, руб/м³; A_{0_i} – годовой объем добычи блоков при i -м способе разработки, м³/год.

Для упрощения выбора способа разработки по критерию (11) использована методика оптимального планирования экспериментов. При этом для каждого численного эксперимента, характеризующегося определенными значениями $P_{\text{то}}$ и $P_{\text{тр}}^*$, вычисляли показатели, необходимые

для расчета значения принятого экономического критерия. В этом случае область применения способа ограничивает зависимость $\Pi_{по} = f(\Pi_{пр}^*)$, соответствующая максимальному значению индекса доходности (рис. 3).

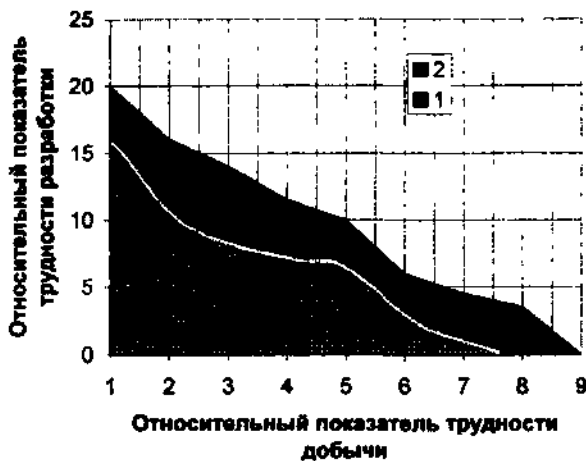


Рис. 3. Области рационального применения открытого (1) и подземного способов разработки (2)

Вышеизложенное является доказательством второго научного положения, выносимого на защиту, а именно: *для нагорных месторождений облицовочного мрамора вариация способов обусловлена особенностями строения, влияющими на величину относительного показателя трудности разработки и экономические показатели добычи блоков; при этом выбор способа разработки следует осуществлять по величине индекса доходности, вычисляемого с учетом временной динамики капитальных и эксплуатационных затрат, предопределенных изменением горно-геологических условий по мере отработки месторождения.*

На месторождениях с трудными условиями разработки подземный способ более эффективен (рис. 3), но некоторые месторождения даже с его помощью не всегда целесообразно вовлекать в разработку. Поэтому необходим поиск условий, при которых можно повысить экономичность подземного способа разработки. Анализ соответствующих факторов показал, что область его применения можно расширить за счет рационального расположения вскрывающих выработок и оптимальных параметров системы разработки.

Способ вскрытия месторождения при минимуме объемов вскрывающих горных выработок, капитальных затрат на вскрытие месторождения и строительство шахты должен обеспечить безопасные условия труда и заданную производственную мощность шахты. Значительная часть месторождений облицовочного мрамора нагорного типа может быть успешно вскрыта штольнями. Это наиболее простой и экономичный способ, отвечающий вышеперечисленным требованиям и получивший широкое распространение в Италии.

Установлено, что высотное положение почвы штольни влияет на следующие технико-экономические показатели (ТЭП):

протяженность подъездных дорог или иных транспортных коммуникаций и их стоимость;

размеры рабочей зоны шахты и ее производственную мощность;

удельные и общие затраты на горнокапитальные и горноподготовительные работы;

коэффициент выхода блоков;

себестоимость добычи блоков.

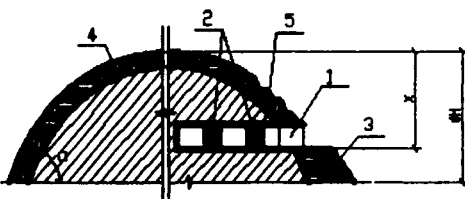
Следовательно, и интегрирующие экономические показатели также обусловлены положением вскрывающих выработок.

Высотное положение места заложения вскрывающей выработки можно определить по схеме (рис. 4):

$$dH_n = dH - X, \quad (13)$$

где X – разность между средней высотной отметкой поверхности месторождения и места заложения штольни (нормальное расстояние от поверхности месторождения до почвы штольни), м.

Рис. 4. Схема к расчету протяженности автомобильных дорог при разработке месторождения мрамора подземным способом: 1 – вскрывающая штольня; 2 – целики; 3 – насыпь; 4 – выветренный мрамор; 5 – открытые выработки



Очевидно, что при увеличении разности высотных отметок поверхности месторождения и места заложения штольни (X) уменьшаются длина дорог, удельный объем горно-подготовительных и капитальных работ, а протяженность фронта работ и выход блоков возрастают.

Следовательно, технико-экономические показатели разработки подземным способом будут возрастать. Для оценки влияния высотного положения штольни на ТЭП разработки месторождения подземным спо-

собом в программной среде «Excel» составлена специальная программа. По результатам расчетов по ней построены зависимости (рис. 5), свидетельствующие об улучшении ТЭП при уменьшении высотной отметки заложения штольни.

Из анализа графиков (рис. 5) можно сделать вывод о том, что подземный способ позволяет быстрее вовлечь в отработку менее трудноразрабатываемые участки месторождения мрамора.

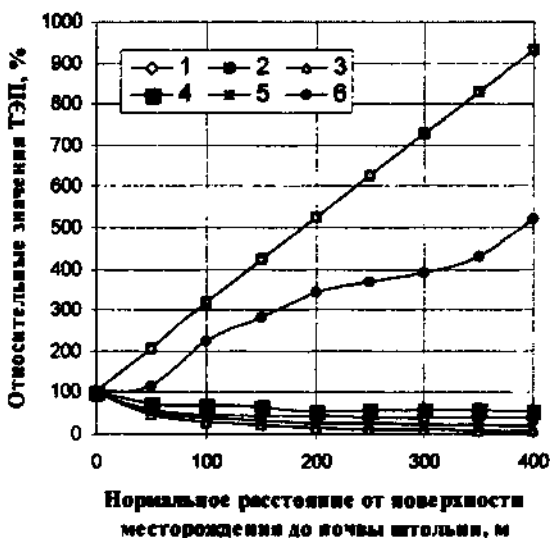


Рис. 5. Графики зависимости ТЭП от глубины заложения штольни: 1 – себестоимость; 2 – производственная мощность; 3, 4, 5 – удельная стоимость ГКР, оборудования, общих капитальных затрат; 6 – индекс доходности

В результате численных исследований для различных условий разработки установлена зависимость, позволяющая устанавливать нормальное расстояние от поверхности месторождения до почвы штольни, больше которого подземная разработка эффективна (индекс доходности больше единицы):

$$X = -6,46 + 1,85 \cdot \Pi_{\text{то}}^2 + 1,1(\Pi_{\text{тр}}^*)^2. \quad (14)$$

С учетом величины X можно в первом приближении определить высотное положение места заложения штольни, если известны показатели, характеризующие трудность добычи и разработки месторождения.

При разработке месторождений облицовочного камня применяют камерно-столбовые системы разработки. К основным конструктивным их элементам относят высоту этажа и обрабатываемого уступа, ширину камеры, размеры целиков, горно-подготовительных и вскрывающих выработок, которые и определяют эффективность принятой системы разработки.

Известно, что с увеличением высоты уступа выход блоков растет, но вместе с этим возрастают объемы горно-капитальных работ, время строительства шахты и подготовки горизонтов, а следовательно, и время возврата инвестиций. Поэтому выбор рациональной высоты уступа очень важен с позиций последующей эффективности разработки месторождения мрамора подземным способом. С учетом этого высоту уступа можно считать главным параметром системы разработки, в зависимости от которого и следует определять другие параметры.

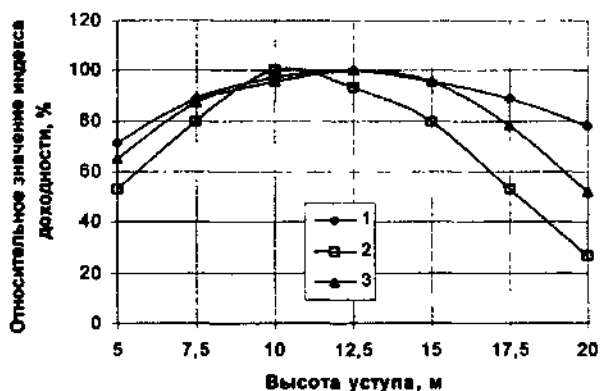


Рис. 6. Влияние высоты уступа на относительную величину индекса доходности при различных значениях относительного показателя трудности разработки месторождения мрамора: 1 – 7,5; 2 – 15; 3 – 20

Для исследования влияния высоты уступа на различные ТЭП разработки месторождения мрамора подземным способом в программной среде Excel составлена специальная программа. Условия разработки задавали величиной относительного показателя трудности разработки и, изменяя высоту уступа, рассчитывали величину индекса доходности. Затем вычисляли соответствующие им относительные значения индекса доходности и строили графики (рис. 6). Анализ полученных графиков

позволяет сделать вывод о том, что оптимальная величина высоты уступа практически не зависит от горно-геологических условий разработки (относительного показателя трудности разработки мраморного месторождения) и варьирует от 10 до 12,5 м. Следовательно, остальные параметры, характеризующие систему разработки, следует определять именно для данной высоты уступа.

Таким образом, изложенное выше раскрывает третье научное положение выносимое на защиту, а именно: *область применения подземного способа может быть расширена за счет рационального места заложения вскрывающих выработок относительно господствующих высотных отметок поверхности месторождения мрамора и оптимальных параметров системы разработки.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе на основе проведенных исследований изложены научно обоснованные технологические разработки, позволяющие осуществлять выбор способа и главных параметров системы подземной разработки месторождений облицовочного мрамора, обеспечивающие повышение эффективности их эксплуатации.

Основные научные результаты, выводы и рекомендации представлены ниже:

1. Получены зависимости, позволяющие с учетом способа разработки по величине ожидаемого и минимально-промышленного выхода блоков в геологических запасах оперативно определять количество промышленных запасов и выход блоков в них.

2. Разработана методика расчета минимально-промышленного выхода блоков, учитывающая особенности современного этапа развития экономики и требования нормативных документов и реализованная в специальной программе для ЭВМ в программной среде Excel. С ее помощью в результате численных исследований доказано, что величина коэффициента минимально-промышленного выхода блоков связана со способом добычи, ценой товарных блоков и относительным показателем трудности разработки.

3. Анализ опыта Италии, занимающей передовые позиции по объемам добычи блоков и совершенству технологии разработки мраморных месторождений, свидетельствует о том, что при выборе способа разработки, наряду с условиями эксплуатации месторождения, необходимо учитывать характер воздействия горных работ на окружающую среду.

Причем в отдельных случаях (в густонаселенных районах) экологические требования могут доминировать над технологическими.

4. Доказано, что в качестве экономического критерия при определении границ способов разработки следует использовать величину индекса доходности, тесно связанного с величиной относительного показателя трудности разработки, учитывающего геометрические размеры, особенности расположения и строения месторождения.

5. Разработана методика определения границ рационального применения способов разработки, основанная на учете относительного показателя трудности разработки, функционально связанного с эксплуатационными и капитальными затратами и их изменчивостью по мере отработки месторождения. Для поиска условий рационального применения способов разработки составлена специальная программа в среде Excel. В результате численных исследований с ее помощью и применения метода оптимального планирования экспериментов установлено, что область открытого способа ограничена месторождениями с малой и средней трудностью разработки, в то время как подземный способ более эффективен и для более труднорабатываемых месторождений.

6. Одно из главных преимуществ подземного способа разработки нагорных месторождений облицовочного мрамора состоит в возможности начать его разработку с любой высотной отметки и вовлечь в отработку наименее труднорабатываемые участки мрамора. Доказано, что с уменьшением высотной отметки заложения почвы вскрывающей штольни соответствующим образом изменяются себестоимость добычи, удельная стоимость горно-капитальных работ, общих капитальных затрат, растут возможный объем добычи блоков и индекс доходности отработки месторождения мрамора подземным способом. Для расчета рациональной отметки заложения почвы штольни получена зависимость, позволяющая определять ее величину в зависимости от относительных показателей трудности разработки месторождения и добычи блоков мрамора.

7. В результате анализа факторов, влияющих на основные технико-экономические показатели добычи мрамора подземным способом, установлено, что основным параметром системы разработки является высота уступа, которая оказывает влияние на себестоимость добычи блоков, их выход, объем добычи и капитальные затраты. В результате численных исследований по специально составленной программе доказано, что оптимальная высота уступа не зависит от показателей трудности разработки и добычи блоков и составляет 10–12,5 м.

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ
ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:**

1. Методический подход к определению целесообразности разработки месторождений мрамора открытым и подземным способами // Совершенствование методов поиска и разведки, технологии добычи и переработки руд: Тез. докл. зонал. студ. науч.-техн. конф. (Красноярск, 16–19 апр. 1996 г.): В 2 ч. / ГАЦМиЗ. – Красноярск, 1996. Ч. 1. – С. 55–56.

2. Подземный способ разработки – как путь решения экономико-экологических проблем добычи облицовочного мрамора // Молодежь и наука – третье тысячелетие: Сб. тез. конф. 1. – Красноярск, 1998. – С. 179–180.

3. Геоэкологический аспект проблемы выбора способа разработки месторождений облицовочного мрамора // Проблемы геологии и освоения недр: Материалы докл. II Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых им. ак. М.А.Усова. – Томск: Изд-во НТЛ, 1998. – С. 103–104.

4. Проблемы обеспечения безопасности при подземном способе разработки месторождений облицовочного камня // Проблемы безопасности в природных и технических системах «Безопасность – 98»: Тез. докл. III Всерос. студ. конф. : В 2 т. – Иркутск, 1998. – Т. 1. – С. 6–7.

5. Методика обоснования способов разработки месторождений облицовочного мрамора // Совершенствование методов поиска и разведки, технологии добычи и переработки полезных ископаемых: Тез. Всерос. науч.-техн. конф. / ГАЦМиЗ. – Красноярск, 1999. – С. 76–77.

6. Повышение эффективности отработки месторождений мрамора // Экологические проблемы горно-металлургического комплекса: Сб. материалов Всерос. науч.-техн. конф. / ГАЦМиЗ. – Красноярск, 2000. – С. 22–23 (соавтор А.И. Косолапов).

7. Обоснование производственной мощности участка «Белый» Кибик-Кордонского месторождения // Передовые технологии и технико-экономическая политика освоения месторождений в XXI веке: Сб. науч. тр. / ГАЦМиЗ. – Красноярск, 2000. – С. 103–107 (соавторы Н.В. Белозерова, А.И. Косолапов).

8. Выбор способа отработки месторождений облицовочного мрамора // Добыча и обработка природного камня: Сб. науч. тр. / МГТУ. – Магнитогорск, 2001. – С. 65–76 (соавтор А.И. Косолапов).

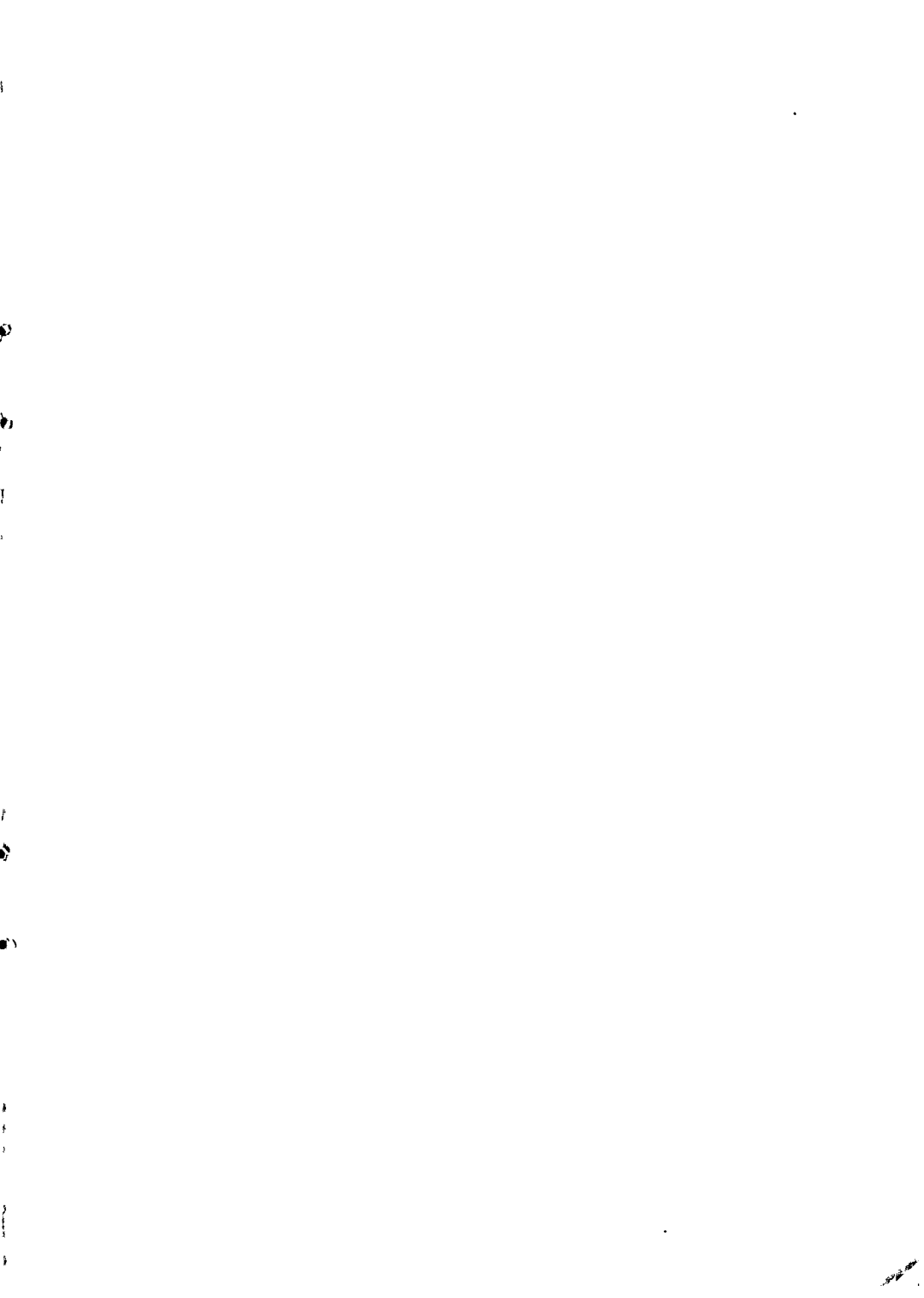
9. Расчет производственной мощности предприятия по добыче блоков облицовочного мрамора // Добыча, обработка и применение природного камня: Сб. науч. тр. / МГТУ. – Магнитогорск, 2002. – С. 35–39 (соавтор А.И. Косолапов).

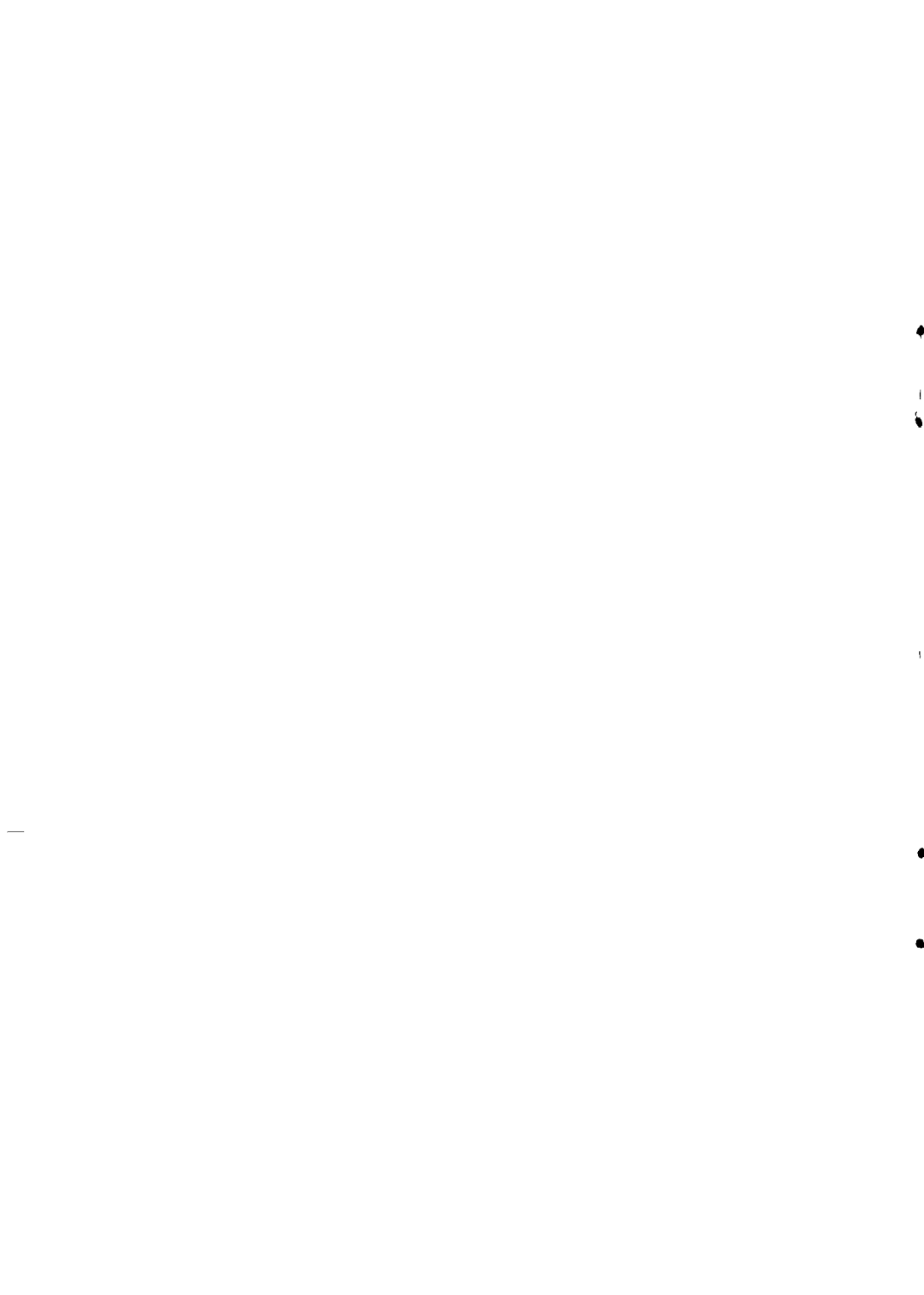
10. Обоснование границы применения способов разработки месторождений облицовочного мрамора // Добыча, обработка и применение природного камня: Сб. науч. тр. / МГТУ. – Магнитогорск, 2003. – С. 105–114 (соавтор А.И. Косолапов).

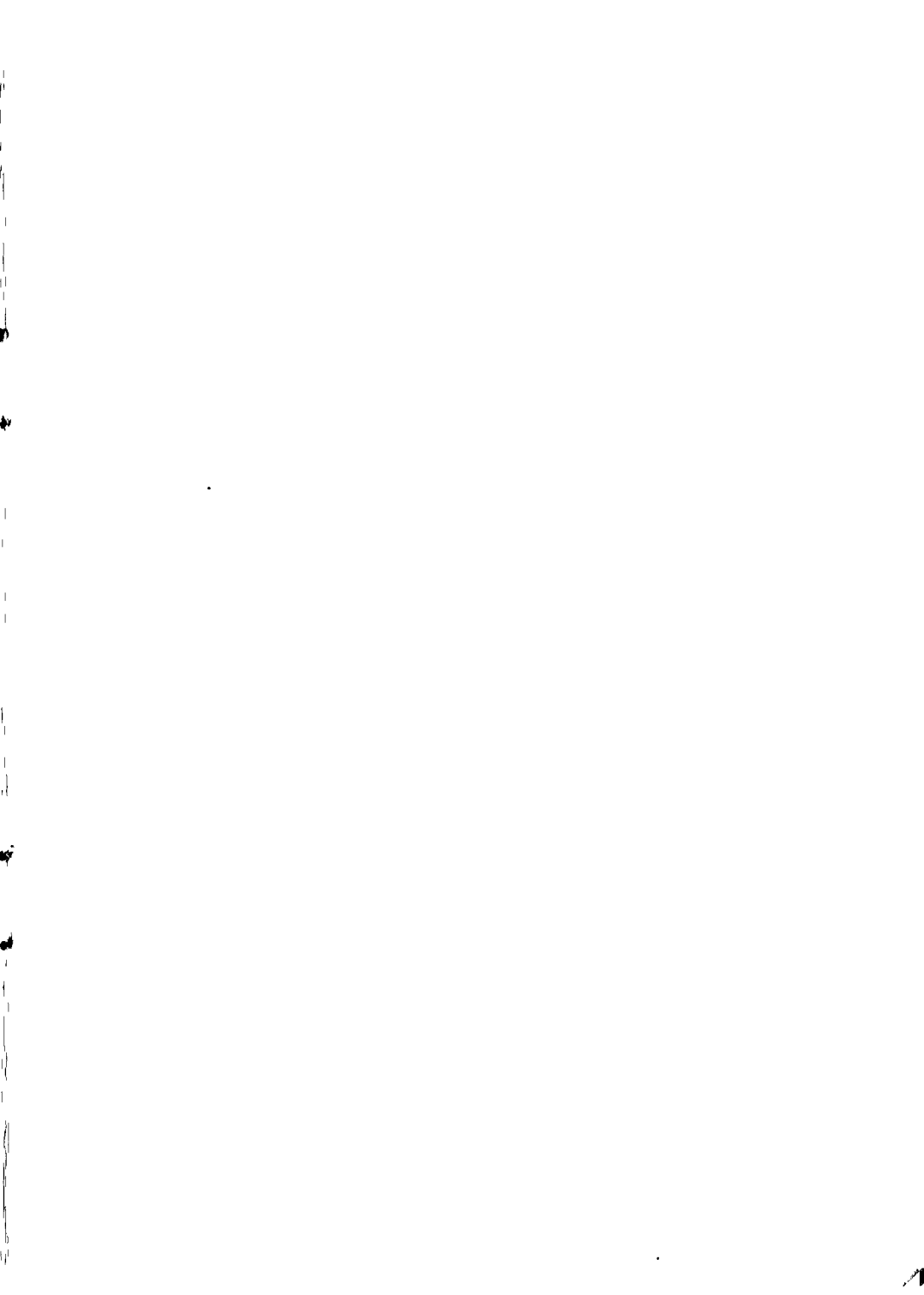
11. Выбор места заложения вскрывающих выработок при разработке месторождений облицовочного мрамора подземным способом // Добыча, обработка и применение природного камня: Сб. науч. тр. / МГТУ. – Магнитогорск, 2003. – С. 136–143 (соавтор А.И. Косолапов).

12. Обоснование главного параметра системы разработки при подземном способе добычи блоков мрамора // Добыча, обработка и применение природного камня: Сб. науч. тр. / МГТУ. – Магнитогорск, 2003. – С. 191–198 (соавтор А.И. Косолапов).

Отпечатано в ГПП КК «Сибирь», п.у. ГАЦМиЗ.
660025, г. Красноярск; пер. Вузовский, 3.
Заказ № 830 Тираж 100 экз.







2003-A

18590

18590