

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА
АКАДЕМИИ НАУК СССР

На правах рукописи

Г. В. ТОТРОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ
ПАРАМЕТРОВ БУРО-ВЗРЫВНЫХ
РАБОТ ПРИ МАССОВОЙ
ОТБОЙКЕ РУДЫ ГЛУБОКИМИ
СКВАЖИНАМИ В ПОДЗЕМНЫХ
РАЗРАБОТКАХ

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

ДЗАУДЖИКАУ * 1953

6
A-2

72476

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР

ЕИ 01961. Сдано в набор 14/III—53 г. Подписано к печати 31/III—53 г. Печ. лист. 1,64. Учетно-изд. листов 1,65. Формат бумаги 84x108/32. Госиздат 28. Заказ 1080. Тираж 120.

Республиканская типография Полиграфиздата Северо-Осетинской АССР, г. Дзауджикау, ул. Джанаева, 20.

ВВЕДЕНИЕ

Решениями исторического XIX съезда Коммунистической партии Советского Союза предусматривается обеспечение дальнейшего развития и подъема всех отраслей народного хозяйства СССР, в том числе и горной промышленности.

В пятой сталинской пятилетке значительно возрастает выпуск черных и цветных металлов. В связи с этим необходимо дальнейшее расширение сырьевой базы и значительное увеличение добычи различных полезных ископаемых.

В горной промышленности повышение добычи полезных ископаемых может быть достигнуто за счет передачи в эксплуатацию новых предприятий, а также путем прироста мощностей действующих предприятий. В докладе т. Сабурова на XIX съезде партии указывается, что „Прирост производственных мощностей за счет расширения существующих предприятий является в новой пятилетке важнейшим резервом увеличения производства при наименьших затратах“*).

Новые задачи, ставшие перед горнорудной промышленностью в СССР в связи с непрерывно возрастающей потребностью страны в различных полезных ископаемых, диктуют обеспечение дальнейшего технического прогресса как условия мощного подъема производства.

Для дальнейшего увеличения добычи полезных ископаемых в горнорудной промышленности наряду с вво-

*) И. С а б у р о в, доклад о Директивах XIX съезда партии по пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 годы, Госполитиздат 1953 г., стр. 17.

дом в эксплуатацию новых рудников, шахт и участков необходимо повысить производительность труда и масштабы работ на действующих шахтах и участках за счет технического прогресса, освоения передовой техники, внедрения комплексной механизации и новых социалистических форм организации производства.

Новые системы разработки с наименьшим объемом подготовительных работ и бурение глубоких взрывных скважин и „штанговых шпуров“ за последние годы составляют лишь небольшую часть достижений горной промышленности СССР, дающих возможность значительно увеличить производительность труда и добычу полезных ископаемых.

Приоритет в области применения глубоких скважин в подземных разработках, внедрения новых средств для бурения вместо алмазных коронок, внедрения дробового, ударно-канатного и штангового бурения в очистных работах принадлежит нашей социалистической Родине и ее передовым горным предприятиям в Кривбассе и на Урале.

Массовая отбойка глубокими скважинами сыграла большую роль в увеличении объема добычи руды на ряде рудников. Широкое применение этого метода отбойки — одно из главных средств для того, чтобы увеличить масштабы добычи и снизить себестоимость единицы продукции.

Дальнейшего увеличения добычи полезных ископаемых, повышения производительности труда и снижения себестоимости можно достигнуть путем применения рациональных параметров буро-взрывных работ при массовой отбойке глубокими скважинами.

Вопрос определения рациональных параметров буро-взрывных работ при массовой отбойке руды глубокими скважинами в подземных разработках — новый. В технической литературе он почти не освещен. Имеющиеся в литературе данные отражают только попытки отдельных авторов определить параметры буро-взрывных работ по отбойке глубокими скважинами в подземных разработках. Но все это имеет либо чисто местное значение, в силу чего применение предлагаемых ими формул, таблиц и номограмм ограничивается узкими рамками данного предприятия, либо вовсе неприемлемо.

Изучение вопроса о влиянии важнейших факторов на параметры буро-взрывных работ является отправной точкой нашего исследования. После такого изучения и уточнения закономерности влияния отдельных факторов, а также и совместного влияния всех важнейших факторов на параметры буро-взрывных работ предполагается уточнить имеющиеся или дать новые формулы и таблицы для определения этих параметров.

В работе поставлены к разрешению следующие задачи:

1. Обзор и анализ данных литературы по определению параметров буро-взрывных работ при массовой отбойке глубокими скважинами в подземных разработках*).

2. Уточнение влияния важнейших факторов на параметры буро-взрывных работ при отбойке глубокими скважинами.

3. Разработка методики и основных расчетных формул для определения рациональных параметров.

Работа состоит из двух частей и из отдельных приложений к ним в качестве дополнительных материалов.

В первой части освещены вопросы: терминологии, истории развития и области применения массовой отбойки глубокими скважинами, ее значение, значение рациональных параметров буро-взрывных работ, обзор систем разработок, при которых применяется массовая отбойка глубокими скважинами; обзор и анализ способов определения рациональных параметров, выводы по ним и обоснование необходимости пересмотра вопросов определения рациональных параметров.

Во второй части приводится обзор важнейших факторов, влияющих на параметры, закономерность влияния каждого из них и предлагаемый метод определения параметров. В заключительной части даются выводы, обобщающие результаты исследования.

*). В дальнейшем, для краткости, вместо термина „параметры буро-взрывных работ при массовой отбойке глубокими скважинами в подземных разработках“ будем пользоваться термином „параметры при отбойке глубокими скважинами“.

ОБЗОР И АНАЛИЗ ДАННЫХ ЛИТЕРАТУРЫ ПО МАССОВОЙ ОТБОЙКЕ ГЛУБОКИМИ СКВАЖИНАМИ В ПОДЗЕМНЫХ РАЗРАБОТКАХ

Значение массовой отбойки глубокими скважинами в подземных разработках и область ее применения. Массовая отбойка глубокими скважинами дает:

1. Значительное повышение производительности труда ведущей профессии горняков-буровиков, забойной группы и трудящегося по руднику.

2. Сокращение расхода энергии и истирающих материалов для бурения.

3. Сокращение расхода энергии и средств взрывания на единицу добычи.

4. Сокращение объема подготовительных и нарезных выработок и связанных с их проведением и поддержанием затрат и расходов.

5. Сокращение расходов, связанных с перепуском и выпуском добываемого полезного ископаемого и с вторичным дроблением.

6. Минимальную себестоимость добываемого полезного ископаемого франко-люк.

7. Надлежащую для последующей технологической обработки кусковатость добываемого полезного ископаемого.

8. Отсутствие засорения добываемой руды боковыми пустыми породами.

Основные преимущества отбойки глубокими скважинами по сравнению с мелкошпуровым методом позволяют:

а) увеличить производительность рудника с крупными шахтными полями;

б) установить равномерный режим работы шахты за счет создания значительных запасов руды, готовой к выдаче на поверхность;

в) значительно повысить производительность труда горнорабочих и сократить потребное количество их для данного предприятия;

г) снизить объем горноподготовительных и нарезных работ на единицу добычи;

д) увеличить параметры блока при различных системах разработки (высоту, длину и ширину блока);

е) ввести новые системы и варианты их, которых не было раньше, и снизить стоимость добываемого полезного ископаемого;

ж) уменьшить расход крепежного леса на поддержание горных выработок;

з) улучшить условия труда и безопасность работ;

и) создать гигиенические условия труда (отсутствие пыли при бурении);

к) значительно сократить расход ВВ на единицу добываемого ископаемого.

Значение рациональных параметров буровзрывных работ при отбойке глубокими скважинами. Применение рациональных параметров при отбойке глубокими скважинами дает возможность увеличить масштабы добычи руды, получить большую экономию в расходе ВВ, дефицитной рабочей силы — буровиков, энергии и истирающего материала — алмазов или их заменителей. Пользуясь рациональными параметрами, можно избежать некоторых нежелательных последствий технического порядка: а) крупной кусковатости; б) излишнего перерасхода ВВ и погонных метров скважин на 1 м³ добытой руды; в) прострелов и стаканов; г) излишнего дробления руды; д) нарушения прочности и устойчивости боковых пород и целиков полезного ископаемого; е) увеличения разубоживания полезного ископаемого и потерь; ж) отбойки слоев неравномерной толщины и потерь большого количества ценного полезного ископаемого в целиках.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОТБОЙКИ ГЛУБОКИМИ СКВАЖИНАМИ

Массовая отбойка глубокими скважинами впервые была применена при выемке руды из целиков. В дальнейшем ее стали применять при выемке руды из камер, а также при проведении подготовительных и нарезных выработок. В последнее время она получила наибольшее распространение при выемке руды из камер с применением различных схем расположения скважин. При проведении подготовительных и нарезных выработок ее применение пока ограничено. Различные методы отбойки глубокими скважинами приведены на схеме рис. 4. Комбинированные схемы расположения

применяются при отбойке глубокими скважинами для добычи руды при резком изменении горнотехнических условий в пределах одной камеры, при использовании старых выработок для установки бурового оборудования и вспомогательного перфораторного бурения, а также при опытных работах.

Обзор систем разработки с применением массовой отбойки глубокими скважинами (рис. 20). При отбойке руды глубокими скважинами применяются различные системы разработки и их варианты. Практика отечественных рудников показала, что этот метод отбойки может быть эффективно использован при системах с открытым очистным пространством, с магазинированием руды и с принудительным обрушением.

А. Системы разработки с открытым очистным пространством

При отработке крутопадающих месторождений с применением глубоких скважин распространена система разработки подэтажными штреками, а при разработке пологопадающих месторождений — камерно-столбовая система.

а) Наиболее характерна при системе подэтажных штреков отбойка глубокими скважинами при выемке камер. Повышение эффективности достигается за счет значительного увеличения высоты подэтажа и роста доли камерного запаса по мере увеличения ширины камеры.

При этой системе применяется параллельное или веерное расположение скважин, чаще в вертикальной плоскости, реже в наклонной плоскости (практика шахты „Новая“ шахтоуправления им. К. Либкнехта в Кривбассе и др.) и очень редко в горизонтальной плоскости. Бурение скважин осуществляется вращательными станками с применением буровых коронок, армированных твердыми сплавами или алмазами, а иногда и дроби. Используются также и ударно-канатные станки.

При отбойке руды вертикальными слоями с применением системы подэтажных штреков и глубоких скважин высота этажа достигает до 60 м, достигая иногда и

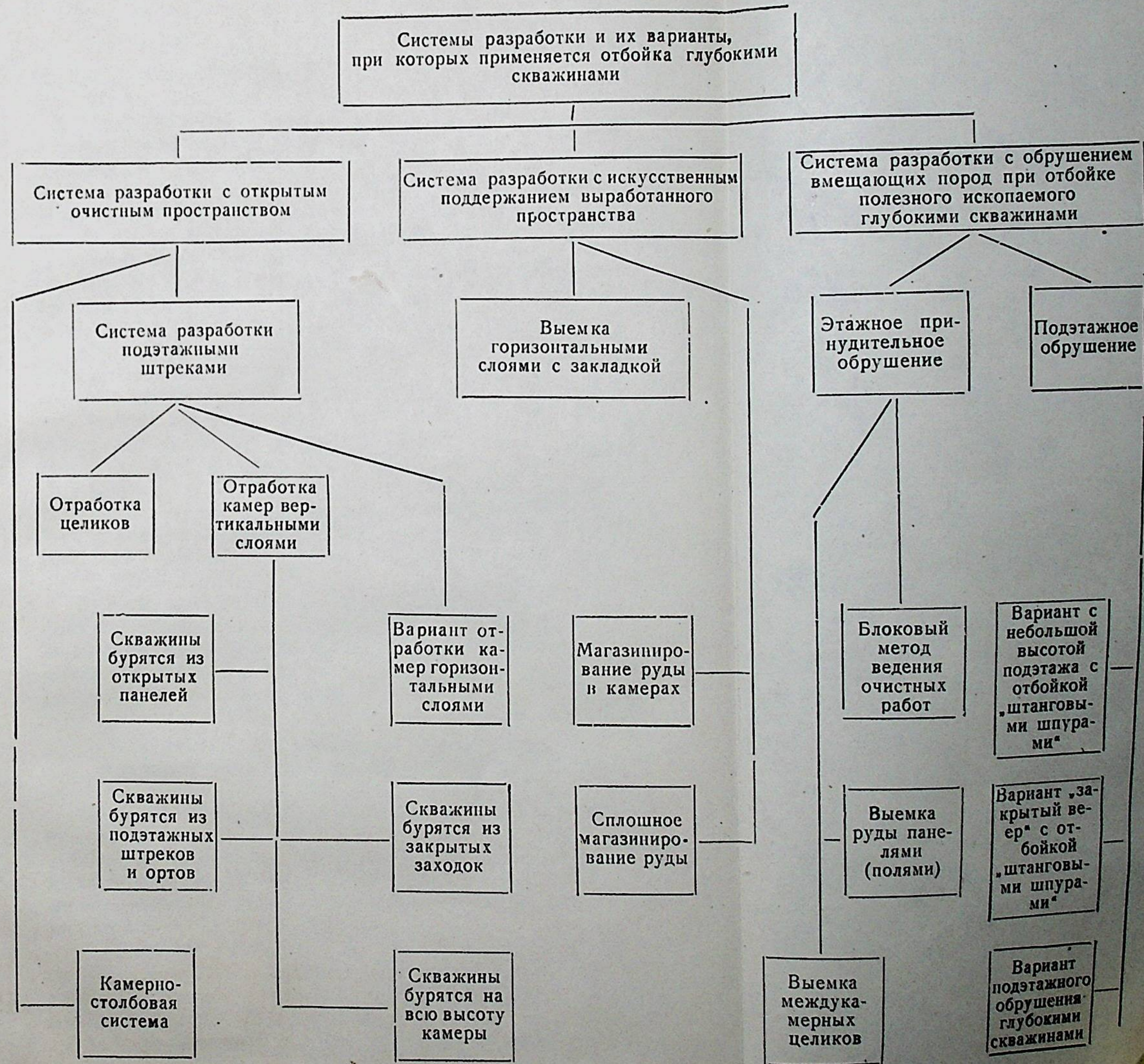


Рис. 20. Классификация систем разработки с массовой отбойкой полезного ископаемого глубокими скважинами.

123,4 м, высота подэтажа — до 10 — 12 м и даже до 18 — 20 м.

Длина скважин в зависимости от высоты подэтажа и схемы расположения их доходит до 22,5 м и более, диаметр 34 — 150 мм.

При бурении из открытых панелей (подсечных берм) чаще применяются параллельные скважины; при бурении из закрытых заходок — параллельные или веерные скважины; при бурении скважин из подэтажных штреков или из ортов (без заходок) в основном применяют расположение скважин в любом направлении в вертикальной плоскости. Параллельные скважины применяются только при жилах малой мощности. Вариант системы подэтажных штреков с доведением высоты подэтажа до высоты камеры дает минимальный объем нарезных работ. На некоторых рудниках (шахта „Новая“ рудоуправления им. Розы Люксембург и др.) достигается высота подэтажа 32 — 42 м.

Вариант системы подэтажных штреков с горизонтальными параллельными скважинами применялся на Мазульском руднике на Урале, а с веерными скважинами — в опытных работах на апатитовом руднике им. С. М. Кирова.

б) Камерно-столбовой системой с применением отбойки глубокими скважинами при разработке пологопадающих месторождений пользуются на одном полиметаллическом руднике в Средней Азии и на некоторых зарубежных рудниках.

Б. Система разработки с искусственным поддержанием выработанного пространства

а) Система разработки с магазинированием руды в камерах.

При этой системе отпадают недостатки, присущие мелкошпуровому методу отбойки: консервация 60 — 65 % запасов отбитой руды и постоянная опасность для бурильщика.

б) Система сплошного магазинирования применяется без оставления междукamerных целиков. Система нашла применение только после внедрения отбойки руды глубокими скважинами.

в) Система разработки с закладкой имеет ограни-

ченное применение за рубежом (рудник Судан). У нас пользовались вариантом с закладкой камер, целики же вынимались с применением системы слоевого или подэтажного обрушения.

При системах с искусственным поддержанием выработанного пространства применяются горизонтальные параллельные или веерные скважины диаметром 38 — 85 мм и длиной до 42 м и более.

В. Системы разработки с обрушением вмещающих пород при отбойке руды глубокими скважинами

а) Из этой группы систем до последнего времени наиболее распространены различные варианты системы подэтажного обрушения с применением горизонтальных веерных и реже параллельных скважин диаметром 60 — 85 мм и длиной до 30 — 35 м. На многих рудниках в Кривбассе и на железных рудниках Урала и Сибири их бурят вращательными станками коронками, армированными твердыми сплавами.

б) При этажном принудительном обрушении руды глубокими скважинами (вариант его — блоковый метод ведения очистных работ — является двухстадийным, то есть добыча руды из камер производится в одну стадию, а выемка руды из междукammerных целиков производится во вторую стадию) для отбойки применяются горизонтальные параллельные или веерные скважины длиной до 30 — 35 м и диаметром 70 — 85 мм. Их бурят вращательными станками коронками, армированными твердыми сплавами. Блоковый метод отбойки имеет следующие преимущества перед отбойкой концентрированными минными зарядами: взрывные работы более безопасны, руда дробится более равномерно, блоки оконтуриваются в заданных пределах, боковые пустые породы подрываются меньше, бурение и заряжание скважин более дешевы и производительны, чем проходка и забойка минных выработок и пр.

в) Этажное принудительное обрушение панелями (полями) в зависимости от условий залегания и характера месторождения ведется или по простиранию или вкрест простирания месторождения. При крутопадающих месторождениях умеренной мощности выемка

руды производится одновременно шириной во всю мощность и длиной по простиранию примерно на 60 — 65 м.

По данным отечественной практики видим, что при массовой отбойке глубокими скважинами наиболее распространены системы разработки с обрушением вмещающих пород, второе место занимает система разработки подэтажными штреками, следующее — системы разработки с магазинированием руды в камерах и сплошного магазинирования. Камерно-столбовая система нашла применение только в одном случае (на полиметаллическом руднике).

Так как эффективность систем разработки при массовой отбойке глубокими скважинами значительно выше, чем применявшихся ранее при мелких шпурах, то при одном и том же объеме добычи руды фронт работ по руднику сокращается. В связи с этим сокращаются затраты по поддержанию горных выработок и по обслуживанию горных работ и значительно снижается себестоимость 1 т добываемой руды.

ДАнные ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ БУРО-ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ОТБОЙКЕ ГЛУБОКИМИ СКВАЖИНАМИ

В начале применения такой отбойки у нас для определения параметров буро-взрывных работ пользовались формулами, применявшимися для расчетов при отбойке глубокими скважинами на открытых работах. В дальнейшем практика показала непригодность этих формул для расчета, так как в них не учитывается влияние ряда факторов, специфичных для добычи руды подземными работами.

Добыча руды открытыми и подземными способами производится далеко не в одинаковых условиях (число плоскостей обнажения, диаметр скважин, поперечные размеры средних кусков и т. д.). Факторы, влияющие на один и тот же параметр при подземных и открытых работах, неодинаковы. Поэтому практика показала, что формулы, применяющиеся для расчета параметров буро-взрывных работ на открытых разработках, не могут быть использованы для определения их (параметров) при массовой отбойке глубокими скважи-

нами в подземных разработках. Пользуясь параметрами, определенными по этим формулам, без внесения в них соответствующих поправок, можно причинить большой материальный ущерб производству.

Доктора технических наук Г. М. Малахов и Л. И. Барон, кандидат технических наук Г. Д. Хетагуров, инженер Л. И. Липсон и др. [24] занимались вопросом определения отдельных параметров буро-взрывных работ при отбойке глубокими скважинами.

Анализ формул, известных из литературы [24], показал, что не все они теоретически достаточно обоснованы и что в них не учитываются многие важнейшие факторы, оказывающие существенное влияние на параметры.

До сих пор ни в отечественной, ни в зарубежной литературе не сделаны попытки учесть такие важнейшие факторы, как размер средних кусков в поперечнике, глубина скважин, площадь обнажения и др., оказывающие значительное влияние на рациональные параметры при отбойке глубокими скважинами.

Следовательно, формулы, известные из литературы, использовать невозможно. Поэтому автор и поставил себе цель разрешить задачи, перечисленные ранее (см. стр. 5), хотя бы в порядке первого приближения.

УТОЧНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВАЖНЕЙШИХ ФАКТОРОВ НА ПАРАМЕТРЫ БУРО-ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ОТБОЙКЕ ГЛУБОКИМИ СКВАЖИНАМИ

Параметры буро-взрывных работ и важнейшие факторы, влияющие на них при отбойке глубокими скважинами. Все важнейшие факторы, оказывающие влияние на параметры буро-взрывных работ, подразделяются на три группы:

1. Геологические факторы, зависящие от свойств взрывающей среды и охватывающие физико-механические свойства добываемого полезного ископаемого и боковых пород, нарушенность, крепость, буримость, взрываемость, трещиноватость и др.

2. Горнотехнические, к которым, в частности, относятся диаметр скважин, их длина, схема расположения, угол наклона ряда скважин к горизонтальной плоско-

сти, поперечные размеры средних кусков добываемого полезного ископаемого, расстояние между скважинами, ЛНС, размеры площади отбиваемого слоя или камеры.

3. Факторы, зависящие от свойств применяемых ВВ и техники заложения заряда, в частности расход ВВ на 1 м^3 плотной горной массы, работа взрыва, плотность заряжения, количество и качество забойки.

В работе учтено влияние важнейших факторов на параметры буро-взрывных работ при отбойке глубокими скважинами (табл. 1).

Таблица 1

Параметры буро-взрывных работ и важнейшие факторы, влияющие на них при массовой отбойке глубокими скважинами

№№ по пор.	Параметры	Важнейшие факторы, влияющие на параметры
1	Количество ВВ на 1 м^3 плотной горной массы (Q), $\text{кг}/\text{м}^3$	Относительный коэффициент крепости (i), диаметр скважин (d), площадь обнажения в камере или площадь отбиваемого слоя (S), длина скважины (L), угол наклона ряда скважин в слое к горизонтальной плоскости (X°), линия наименьшего сопротивления (w), расстояние между скважинами (a), размер средних кусков в поперечнике (i), работа взрыва (e), длина забойки (w_z), коэффициент зажима, плотность заряжения (b), количество погонных метров скважин на 1 м^3 плотной горной массы (l).
2	Количество погонных метров скважин на 1 м^3 плотной горной массы (l), $\text{м}/\text{м}^3$	Количество ВВ на 1 м^3 плотной горной массы (Q), относительный коэффициент крепости, диаметр скважин, площадь обнажения в камере или площадь отбиваемого слоя, длина скважины, угол наклона ряда скважин в слое к горизонтальной плоскости, линия наименьшего сопротивления, расстояние между скважинами, размер средних кусков в поперечнике, работа взрыва, длина забойки, плотность заряжения, коэффициент зажима, схема расположения скважин.

3	Линия наименьшего сопротивления (w), м	Относительный коэффициент крепости, количество ВВ на 1 м ³ плотной горной массы, расстояние между скважинами, работа взрыва, размер средних кусков в поперечнике.
4	Площадь отбиваемого слоя или обнажения в камере (S), м ²	Относительный коэффициент крепости, трещиноватость, вязкость.
5	Расстояние между скважинами (a), м	Относительный коэффициент крепости, количество ВВ на 1 м плотной горной массы, размер средних кусков в поперечнике, линия наименьшего сопротивления, работа взрыва.
6	Диаметр скважин (d), м	Относительный коэффициент крепости, количество ВВ на 1 м ³ плотной горной массы, количество погонных метров скважин на 1 м ³ плотной горной массы, плотность ВВ (Δ), плотность заряжения, коэффициент заполнения скважин ВВ (K), расстояние между скважинами, линия наименьшего сопротивления, размер средних кусков в поперечнике.
7	Количество скважин в ряду (n)	Относительный коэффициент крепости, количество ВВ на 1 м ³ плотной горной массы, размер средних кусков в поперечнике, диаметр скважин, линия наименьшего сопротивления, расстояние между скважинами, работа взрыва, количество погонных метров скважин на 1 м ³ плотной горной массы.
8	Длина скважины (L), м	Размеры камеры, схема расположения скважин, средства бурения.
9	Размер средних кусков добываемого полезного ископаемого в поперечнике (i), м	Относительный коэффициент крепости, количество ВВ на 1 м ³ плотной горной массы, линия наименьшего сопротивления, расстояние между скважинами, диаметр скважин, угол наклона ряда скважин в слое к горизонтальной плоскости, работа взрыва, плотность заряжения, коэффициент заполнения скважин ВВ (K), количество погонных метров скважин на 1 м ³ плотной горной массы.
10	Величина забойки (w_0), м	Относительный коэффициент крепости, линия наименьшего сопротивления.

Одна часть факторов может быть учтена точно; к ним относятся: Q, I, L, d, X⁰, схема расположения скважин, w, a, n, w₀. Другая часть факторов, влияющих на параметры, труднее поддается учету. Особенно трудно поддаются учету такие факторы, как степень нарушенности добываемого полезного ископаемого, общая площадь плоскостей раскола, приходящаяся на объемную единицу добычи, размер средних кусков добываемого полезного ископаемого, твердость или буримость и взрываемость. Ввиду отсутствия необходимых данных по буримости и взрываемости при массовой отбойке глубокими скважинами мы будем ориентироваться на относительный коэффициент крепости.

Методика выполнения работы

В работе применен дифференцированный подход к установлению закономерности влияния важнейших факторов на параметры при постоянных или почти постоянных прочих влияющих факторах.

При выполнении исследовательской работы использован комплексный метод. Взятые достоверные статистические данные практики по отбойке руды глубокими скважинами с последующей проверкой отдельных выводов в выборочном порядке на одном-двух рудниках.

Общий ход выполнения исследовательской работы следующий:

В первую очередь было выявлено влияние геологических факторов на параметры буро-взрывных работ и, в частности, установлено влияние относительного коэффициента крепости на параметры при прочих влияющих факторах. Установлены основные закономерности и пределы степени влияния этого фактора на параметры и определены удельное количество ВВ и погонных метров скважин на 1 м³ плотной горной массы и прочие оптимальные параметры буро-взрывных работ, рекомендуемые при удельных показателях по расходу ВВ и метражу скважин. После этого выявлено влияние важнейших горно-технических факторов на каждый параметр также при постоянных или почти постоянных прочих влияющих факторах. Для этого по обработанным нами статистическим данным практики по массовой отбойке глубокими скважинами графически установлены основные закономерности влияния, по построенным графикам выведены приближенные аналитические формулы и уточнены пределы степени влияния каждого фактора на параметр. Наконец, таким же образом установлены за-

кономерности влияния на параметры факторов, связанных со свойствами ВВ и с техникой заложения заряда; получены приближенные аналитические формулы и уточнены пределы степени влияния этих факторов на каждый параметр.

Удельный расход ВВ и длина скважин на 1 м³ плотной горной массы, определенные с учетом влияния ее крепости, и остальные оптимальные параметры буровзрывных работ, получаемые при них (при удельном количестве ВВ и длине скважин), положены в основу дальнейших расчетов при определении рациональных параметров. Влияние прочих факторов на параметры учитывается поправочными коэффициентами.

Влияние относительного коэффициента крепости на параметры буровзрывных работ

Исследованию зависимости между относительным коэффициентом крепости (фактор) и параметрами буровзрывных работ при отбойке глубокими скважинами посвящена IX глава работы, в которой эти зависимости выражены графиками (рис. 52 — 59) и приближенными формулами (52) — (57).

Влияние относительного коэффициента крепости на эти параметры может быть выражено так:

1. С увеличением крепости добываемого полезного ископаемого расход ВВ и длина скважин на отбойку 1 м³ руды возрастают. Между крепостью руды и этими двумя параметрами наблюдается приблизительно прямо пропорциональная зависимость. Увеличение расхода ВВ на отбойку 1 м³ руды по мере повышения ее крепости теоретически объясняется возрастанием сопротивления разрушению взрывающей среды. Зависимость между крепостью и расходом метража скважин на отбойку 1 м³ руды (рис. 53) является следствием увеличения расхода ВВ, для размещения которого требуется и больший метраж скважин.

2. Между диаметром скважины и крепостью добываемой руды наблюдается приблизительно прямо пропорциональная зависимость (рис. 56): с увеличением крепости добываемой руды должен быть увеличен и диаметр скважин. Выявленная зависимость является

следствием закономерности влияния крепости на расход ВВ при постоянном метраже скважин. При повышении крепости руды расход ВВ увеличивается; при постоянном метраже скважин на 1 м³ необходимо увеличить их диаметр для размещения увеличенного заряда.

3. Исследованиями установлена закономерность влияния крепости добываемой руды (фактора) на размер площади обнажения камеры или отбиваемого слоя (параметр), показывающая, что с повышением крепости может быть значительно увеличена площадь обнажения. Зависимость между этими двумя величинами выражена графически прямой (рис. 58) и аналитически формулой:

$$S = 38,182 i + 135,45 \text{ м}^2, \quad (54)$$

где S — площадь обнажения камеры или слоя, м²;

i — относительный коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протождяконова.

Найденная закономерность влияния теоретически объясняется повышением устойчивости руды и увеличением связи ее с окружающей горной массой (руда и боковые породы) по мере возрастания ее крепости.

4. Между крепостью добываемой руды (фактор) и линией наименьшего сопротивления и расстоянием между скважинами (параметры) наблюдается приблизительно обратно пропорциональная зависимость (рис. 54 и 55). Найденная зависимость показывает, что с увеличением крепости руды указанные параметры должны уменьшаться и, наоборот, с уменьшением крепости эти параметры могут быть значительно увеличены. Найденная зависимость теоретически подтверждается изменением сопротивления среды разрушительному действию (взрываемости), а вместе с ним и радиуса разрушения по мере изменения крепости руды [формулы (52) и (53)].

5. Между поперечными размерами средних кусков (параметр) добываемой руды и ее крепостью (фактор) наблюдается приблизительно прямо пропорциональная зависимость, выраженная графически кривой (рис. 57). Найденная зависимость показывает, что с увеличением крепости руды параметр возрастает и, наоборот, с понижением крепости руды уменьшается размер средних кусков в поперечнике. При крепости руды выше 12 по шкале проф. М. М. Протождяконова изменение параметра более заметно. Установленная зависимость теор-

ретически объясняется большей нарушенностью руд с меньшей крепостью, благодаря чему они подвергаются более мелкому дроблению.

6. С увеличением крепости добываемой руды должна значительно возрасти длина забойки. Закономерность влияния крепости руды (фактор) на длину забойки (параметр) выражена прямой (рис. 59). График показывает приблизительно прямо пропорциональную зависимость между этими двумя величинами. Найденная закономерность влияния теоретически объясняется так: с увеличением крепости руды значительно возрастает ее сопротивление разрушению, и сила взрыва оказывает наибольшее действие в сторону слабых мест (забойки). Сопротивление забойки взрыву не должно быть меньше сопротивления взрываемой среды. Поэтому с возрастанием крепости руды (фактор) для оказания надлежащего сопротивления действию взрыва величина забойки должна быть также значительно увеличена.

Исследованиями установлено, что в зависимости от крепости руды, длина забойки меняется от 1,06 до 1,70 ЛНС (рис. 59). Для определения ее величины предложена формула:

$$w_0 = w \cdot \sqrt{q_1/q'_1}, \quad (57)$$

где w — ЛНС;

q_1 — удельный расход ВВ при заданной крепости руды; q'_1 — удельный расход ВВ, принятый равным $1,3 \text{ кг/м}^3$ для материала забойки, приравненного по твердости к горной породе с коэффициентом крепости равным 1,5.

Определение удельного расхода ВВ и метража скважин и соответствующих им прочих оптимальных параметров буро-взрывных работ

В работе определен удельный расход ВВ (q_1) при различной крепости руды, а затем найдена и удельная длина скважин (l_1) на 1 м^3 плотной горной массы; далее найдены и остальные оптимальные параметры буро-взрывных работ, соответствующие удельному расходу ВВ и метражу скважин.

Удельный расход аммонита № 6 для отбойки руды с различным относительным коэффициентом крепости установлен на основании данных Союзвзрывпрома по Кривбассу*) и по данным инженера Н. У. Турута**) по открытым работам с отбойкой руды сосредоточенными зарядами.

Удельное количество ВВ и длина скважин, а также и прочие оптимальные параметры при них (ЛНС, расстояние между скважинами, величина забойки, площадь обнажения в камере или отбиваемого слоя) определены при следующих стандартных условиях: $L_c = 5 \text{ м}$ и $d_c = 4,0 \text{ см}$ как минимальных длине и диаметре глубоких скважин, применяющихся в отечественной практике; $S_c = 10 \text{ м}$ как наименьшей площади отбиваемого глубокими скважинами слоя; $X^\circ = 0^\circ$ при горизонтальных скважинах и $i_c = 0,1 \text{ м}$ как размере средних кусков добываемой руды в поперечнике.

В работе в табл. 39 приведены данные по удельным количествам ВВ и погонных метров скважин на 1 м^3 плотной горной массы и прочие оптимальные параметры буро-взрывных работ, которые рекомендуются при них (при удельном расходе ВВ и удельном количестве погонных метров скважин).

Влияние важнейших горнотехнических факторов на параметры буро-взрывных работ

Автор использовал данные практики по отбойке глубокими скважинами и свои расчетные (исходные) данные. Исследованиями установлены зависимости между параметрами и влияющими на них горнотехническими факторами, выраженные графически [рис. 61 — 80 и 31' — 36'] и аналитически [формулами (58) — (83)]. Этим исследованиям посвящена X глава работы, а некоторые данные по ним приведены в табл. 2.

* Союзвзрывпром, Проектирование и организация взрывных работ, Промстройиздат, М, 1948, стр. 109.
** Н. У. Турута, Буро-взрывные работы, Metallurgizdat, Свердловск, 1950, стр. 300.

Таблица 2

Зависимости между некоторыми важнейшими горнотехническими факторами и параметрами буро-взрывных работ при отбойке глубокими скважинами

№ п/п	Параметры и влияющие на них факторы	Зависимость выражена:			Примечание
		графически	аналитически формулой	№№ формул	
1	$Q=f(d)$	Кривой	$Q = -1,423 + 4,545d - 0,194d^2$	58	Значения букв приведены в табл. 1
2	$Q=f(l)$	Прямой	$Q = 0,97 l - 0,4552l^2$	62	
3	$Q=f(L)$	Кривой	$Q = 1,763L - 0,02189L^2$	64	
4	$Q=f(X^\circ)$	Прямой	$Q = 0,135 \frac{X^\circ}{90^\circ} + 0,45$	80	
5	$l=f(d)$	Кривой	$l = -7,9625 + 8,495d - 0,05366d^2$	59	
6	$l=f(X^\circ)$	Прямой	$l = 0,112 \frac{X^\circ}{90^\circ} + 0,375$	81	
7	$d=f(l)$	Кривой	$d = 63,833 - 60,57 l + 0,05366l^2$	63	
8	$d=f(w)$	Прямой	$d = 2,533w + 1,6$	68	

Установленные в главе X зависимости между параметрами буро-взрывных работ и влияющими на них горнотехническими факторами выражаются так:

1. Между диаметром скважин (фактор d) и расходом ВВ на добычу руды (параметр) наблюдается приблизительно обратно пропорциональная зависимость при $d \leq 85 - 95$ мм; при дальнейшем увеличении диаметра скважин между двумя этими величинами наблюдается приблизительно прямо пропорциональная зависимость. Найденная зависимость выражена графически — кривой (рис. 61 и 83) и аналитически — формулами (58) и (84). Обратно пропорциональная зависимость между указанными величинами на рис. 61 теоретически объясняется возрастанием эффекта проводимых взрывных работ за счет уменьшения потери энергии на нагревание среды и создания большей плотности заряжания, под влиянием которой повышается давление газов. Повышение расхода ВВ на добычу 1 м³ ру-

ды при скважинах с диаметром больше 95 — 100 мм вызвано возрастанием выхода крупнокусковой руды и необходимостью ее вторичного дробления.

2. При отбойке глубокими скважинами между расходом ВВ и метражем скважин на добычу 1 м³ руды наблюдается прямо пропорциональная зависимость [рис. 40 и 65 и формулы (62) и (87)]. С повышением расхода ВВ на отбойку руды должен быть увеличен и метраж скважин для его размещения.

3. Установленная закономерность влияния длины скважин в ряду (фактор L) на расход ВВ и метража скважин на отбойку 1 м³ руды (параметры) показывает, что с увеличением длины скважин параметры уменьшаются. Между длиной скважин в ряду и указанными параметрами наблюдается приблизительно обратно пропорциональная зависимость, выраженная кривой [рис. 67 и 68 и формулы (64) и (65)]. Более заметно изменение параметров при небольших глубинах скважин ($L=5-9$ м на рис. 67 и $L=5-12$ м на рис. 68). Найденная закономерность объясняется изменением сопротивления на сдвиг руды по площади вдоль сторон отбиваемого слоя, перпендикулярных направлению скважин, отнесенного к 1 м³ добычи. В соответствии с повышением этой величины меняется и расход ВВ на отбойку 1 м³ руды. С изменением же расхода ВВ на добычу руды связано и изменение метража скважин [рис. 68 и формула (65)]. Найденной закономерностью можно пользоваться для учета влияния зажима руды вдоль двух сторон слоя, перпендикулярных направлению скважин, на параметры буро-взрывных работ.

4. Закономерность влияния ЛНС (фактор) на расход ВВ на отбойку 1 м³ руды (параметр) показывает, что с увеличением ЛНС параметр уменьшается. Между данными величинами наблюдается приблизительно обратно пропорциональная зависимость, выраженная кривой [рис. 39, 69 и 70 и формула (66)]. С увеличением ЛНС от 2,5 до 5,0 м в зависимости от крепости добываемой руды параметры Q и l уменьшаются; при дальнейшем увеличении ЛНС метраж скважин на отбойку 1 м³ руды также уменьшается, а расход ВВ увеличивается. Найденная закономерность влияния ЛНС на расход ВВ на 1 м³ объясняется более рациональным использованием энергии взрыва по мере увеличения ЛНС

и уменьшением потери энергии на нагревание взрыва-емой среды. Повышение расхода ВВ на добычу 1 м^3 руды при дальнейшем увеличении ЛНС объясняется выходом большого количества крупнокусковой руды и значительным расходом ВВ на ее вторичное дробление. Зависимость между ЛНС и метражем скважин на отбойку 1 м^3 руды теоретически подтверждается установленной закономерностью влияния ЛНС на расход ВВ на добычу 1 м^3 без учета расхода ВВ на вторичное дробление ее.

5. Проведенными исследованиями установлено, что между расходом ВВ и метража скважин на отбойку 1 м^3 руды (параметры) и расстоянием между скважинами (фактор) наблюдается приблизительно обратная пропорциональная зависимость, выраженная кривой [рис. 74, 75 и 30' и формулы (71) и (72)]. С уменьшением расстояния между скважинами (фактора) параметры увеличиваются. Теоретически выявленная зависимость между расходом ВВ на отбойку 1 м^3 руды и расстоянием между скважинами объясняется использованием энергии взрыва. С увеличением расстояния между скважинами (до определенного предела) эффективная работа ВВ повышается и снижается его расход на 1 м^3 . Из этой зависимости, как следствие, вытекает вторая зависимость — между расстоянием между скважинами и необходимым количеством погонных метров их для отбойки 1 м^3 горной массы.

6. Исследования показали, что между размерами средних кусков (фактор) добываемого полезного ископаемого и расходом ВВ и метража скважин на отбойку 1 м^3 руды (параметры) наблюдается приблизительно обратная пропорциональная зависимость, выраженная кривой [рис. 77, 78 и 41' и формулы (76) и (77)]. С увеличением поперечных размеров средних кусков добываемого полезного ископаемого расход ВВ и метража скважин на добычу 1 м^3 значительно сокращается, и, наоборот, при более мелком дроблении руды параметры должны быть увеличены.

7. Закономерность влияния угла наклона ряда скважин в слое к горизонтальной плоскости (фактор X°) на расход ВВ и метража скважин на отбойку 1 м^3 горной массы и на размеры средних кусков ее (параметры) выражена прямой и показывает, что с увеличе-

нием первого (X°) перечисленные параметры также возрастают. Между этими параметрами и углом наклона ряда скважин в слое к горизонтали наблюдается приблизительно прямо пропорциональная зависимость [рис. 35', 36' и 79 и формулы (76), (77) и (82)]. С увеличением угла наклона (X°) от 0 до 90° параметры возрастают. Установленная закономерность влияния угла наклона (фактора X°) на расход ВВ и на размер средних кусков в поперечнике подтверждается теоретически изменением силы удара отбитой руды по подстилающей рудной подушке или по целику за счет приобретенной рудой при падении живой силы и энергии взрыва. Более сильный удар при отбойке горизонтальными скважинами способствует значительному вторичному дроблению горной массы и общему снижению расхода ВВ на добычу 1 м^3 . Зависимость между углом наклона ряда скважин (фактор) и метражем скважин на отбойку 1 м^3 руды (параметр) является следствием закономерности влияния этого фактора на расход ВВ. С уменьшением угла наклона ряда скважин снижается расход ВВ на отбойку руды, а, следовательно, и потребный для его размещения метраж скважин.

8. Закономерность влияния площади обнажения камеры или отбиваемого слоя (фактор) на расход ВВ на отбойку 1 м^3 руды (параметр) выражена прямой [рис. 80 и формула (83)], показывающей приблизительно обратную пропорциональную зависимость между этими двумя величинами. С увеличением площади отбиваемого слоя расход ВВ на отбойку 1 м^3 руды значительно снижается. Установленная закономерность теоретически объясняется влиянием зажима. По данным проф. А. Ф. Суханова*) зажим рассматривается как сопротивление на сдвиг отбиваемого слоя руды по его боковым поверхностям. Чем больше площадь, ЛНС и крепость руды, тем больше сопротивление на сдвиг слоя руды, но по мере увеличения площади отбиваемого слоя уменьшается относительная величина сопротивления на сдвиг руды, выраженная через площадь боковых поверхностей слоя, отнесенную к 1 м^3 добы-

*) А. Ф. Суханов. Теория действия заряда в породе, Известия АН Казахской ССР, № 93, серия горного дела, выпуск 2, 1951, Алма-Ата.

чи. Известно, что зажим оказывает большое влияние при отбойке руды в маломощных жилах, в камерах с небольшой площадью обнажения, при отбойке руды с двумя плоскостями обнажения. Установленная закономерность влияния на основе сопротивления на сдвиг руды правильно объясняет явление зажима. Пользуясь этой закономерностью, можно учитывать влияние зажима на параметры буро-взрывных работ.

9. Между диаметром скважин (фактор) и количеством погонных метров их на отбойку 1 м³ руды (параметр) наблюдается приблизительно обратно пропорциональная зависимость [рис. 62 и 66 и формулы (59) и (63)]. С увеличением диаметра скважин количество погонных метров их на отбойку 1 м³ руды уменьшается; это особенно заметно при изменении диаметра от 28 до 45 мм. Зависимость между этим параметром и влияющим фактором является следствием приведенного ранее влияния диаметра скважин на расход ВВ.

10. Между диаметром скважин (фактор) и ЛНС и расстоянием между скважинами (параметры) наблюдается прямо пропорциональная зависимость [рис. 63, 64, 71 и 31' и формулы (60), (61), (68) и (73)]. С увеличением диаметра скважин указанные параметры могут быть значительно увеличены, и, наоборот, с уменьшением диаметра скважин указанные параметры должны быть тоже соответственно уменьшены. Найденная зависимость теоретически подтверждается влиянием радиуса разрушения на эти параметры. При прочих одинаковых условиях, увеличение радиуса разрушения достигается за счет повышения диаметра заряда, а следовательно, и диаметра скважины, в который заряд размещается.

11. Исследованиями установлено, что между ЛНС и расстоянием между скважинами наблюдается прямо пропорциональная зависимость [рис. 32' и 72 и формулы (69) и (74)]. Эта зависимость теоретически подтверждается одинаковым влиянием радиуса разрушения на указанные параметры.

12. Между размерами средних кусков (i) добываемого полезного ископаемого и ЛНС и расстоянием между скважинами наблюдается приблизительно прямо пропорциональная зависимость [рис. 33', 34', 73 и 76 и формулы (70), (75), (78) и (79)]. С увеличением ЛНС

и расстояния между скважинами размеры средних кусков добываемой руды повышаются. Установленная зависимость между размерами средних кусков и ЛНС и расстоянием между скважинами подтверждается теорией работы взрыва*).

Влияние факторов, связанных со свойствами ВВ и с техникой заряжания, на параметры буро-взрывных работ

В главе XI работы приведены исследования по установлению зависимости между важнейшими факторами данной группы и параметрами буро-взрывных работ. На основании этих исследований построены графики и выведены приближенные аналитические формулы, выражающие влияние важнейших факторов указанной группы на параметры. Некоторые данные по ним приведены в табл. 3.

Таблица 3

Зависимость между некоторыми важнейшими факторами, связанными со свойствами ВВ и с техникой заряжания, и параметрами буро-взрывных работ при отбойке глубокими скважинами

№ п. п.	Параметры и влияющие факторы	Зависимость выражена:		№№ формул	Примечание
		графически	аналитически формулой		
1	$l=f(Q)$	Прямой	$l=1,5Q-1,0894$	87	Значения букв приведены в табл. 1.
2	$l=f(e)$	Кривой	$l=4,608e$	90	
3	$a=f(e)$	Прямой	$a=0,0266e+2,066$	92	
4	$w=f(Q)$	Кривой	$w=2,222Q^{-2,635}$	84	
5	$w=f(e)$	Прямой	$w=0,56e+2,056$	91	
6	$i=f(Q)$	Кривой	$i=-0,203+0,4851Q^{0,4945}$	88	

* В. А. Ассонов и Б. Д. России, Справочник по буро-взрывным работам, ч. 1, Взрывные работы, Углетехиздат, 1949, стр. 14—16.

Приведенные в XI главе работы и в табл. 3 зависимости между параметрами и влияющими на них факторами можно выразить:

1. Зависимость между работой взрыва (фактор) и расходом ВВ на отбойку 1 м^3 руды (параметр) показывает, что при применении более мощных ВВ (с повышением работы взрыва) параметр уменьшается и, наоборот, при применении ВВ с меньшей мощностью (с понижением работы взрыва) параметр должен быть увеличен. Влияние работы взрыва на расход ВВ и длину скважин на отбойку 1 м^3 руды и на диаметр скважин выражено кривой [рис. 81, 83 и 42' и формулы (89), (90) и (93)], показывающей приблизительно обратно пропорциональную зависимость между фактором и перечисленными параметрами. Упомянутая зависимость объясняется тем, что мощные ВВ с большей скоростью детонации и с большим давлением газов взрыва производят во взрываемой среде и большее разрушительное действие; благодаря последнему увеличивается радиус разрушения и снижается расход их. Зависимость между работой взрыва (фактор) и параметрами l и d является следствием влияния этого же фактора на расход ВВ на 1 м^3 руды. С изменением расхода ВВ на единицу добычи по установленной зависимости (рис. 81) меняется и метраж скважин (рис. 82), а также и их диаметр (рис. 42').

При применении более мощных ВВ можно сократить расход их на 1 м^3 добычи до 37,2% и соответственно снизить метраж скважин или уменьшить их диаметр до 20—23%.

2. Влияние длины забойки (фактор) на расход ВВ и метража скважин на отбойку 1 м^3 горной массы (параметры) выражено кривой [рис. 84 и формулы (96) и (97)], показывающей приблизительно обратно пропорциональную зависимость между фактором и перечисленными параметрами. При применении забойки надлежащей длины в соответствии с крепостью добываемой руды и линией наименьшего сопротивления [формула (57)], расход ВВ, а, следовательно, и метража скважин на единицу добычи значительно сокращаются и, наоборот, при недостаточной длине забойки указанные параметры значительно возрастают.

3. Между работой взрыва (фактор), ЛНС и расстоя-

нием между скважинами (параметры) наблюдается приблизительно прямо пропорциональная зависимость [рис. 82 и 43' и формулы (91) и (92)], показывающая, что с повышением работы взрыва параметры могут быть увеличены до 16—17%, и, наоборот, при применении маломощных ВВ (с понижением работы взрыва) эти параметры должны быть соответственно уменьшены. Выявленная зависимость между работой взрыва, ЛНС и расстоянием между скважинами теоретически объясняется изменением радиуса разрушения с изменением мощности применяемых ВВ. Применение мощных ВВ (с большой работой взрыва) способствует увеличению указанных параметров. В связи с этим значительно сокращается расход ВВ и объем буровых и нарезных работ на единицу добычи и снижается ее стоимость.

4. Между размером средних кусков добываемого полезного ископаемого в поперечнике (параметр) и работой взрыва (фактор) наблюдается приблизительно обратно пропорциональная зависимость, выраженная прямой [рис. 44' и формула (94)]. С увеличением работы взрыва (при применении более мощных ВВ) размер средних кусков уменьшается до 20—23%, и, наоборот, с уменьшением работы взрыва размер средних кусков соответственно возрастает.

Найденная зависимость теоретически объясняется изменением разрушительного действия заряда ВВ во взрываемой среде. С повышением мощности ВВ (работы взрыва) взрываемая среда подвергается более мелкому дроблению.

Зависимости между расходом ВВ на отбойку 1 м^3 руды и параметрами буро-взрывных работ приведены ранее при рассмотрении влияния горнотехнических факторов.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ОСНОВНЫХ РАСЧЕТНЫХ ФОРМУЛ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ

По предлагаемой методике рациональные параметры: расход ВВ и метража скважин на 1 м^3 (Q и l), расстояние между скважинами и ЛНС (a и w) определяются умножением удельных показателей (q_1 , l_1 , a_1 и w_1) на

коэффициенты, учитывающие влияние важнейших факторов на каждый из них. Для определения остальных рациональных параметров рекомендуются эмпирические формулы, в которые входят перечисленные выше рациональные параметры, а также другие вполне определенные величины.

Коэффициенты, учитывающие влияние важнейших факторов на количество ВВ на 1 м³ плотной горной массы (параметр Q), обозначены через a₁, a₂, a₃, a₄... a₁₁.

Коэффициенты, учитывающие влияние важнейших факторов на количество погонных метров скважин на 1 м³ плотной горной массы (параметр l), обозначены через b₁, b₂, b₃, b₄, ... b₁₁.

Коэффициенты, учитывающие влияние важнейших факторов на ЛНС (параметр w), обозначены через v₁, v₂, v₃, v₄.

Коэффициенты, учитывающие влияние важнейших факторов на расстояние между скважинами (параметр a), обозначены через z₁, z₂, z₃.

Коэффициенты a₁, a₂, a₃, a₄, ... b₁, b₂, b₃, b₄, ... b₁₁ и др. найдены делением величин, определенных по формулам, приведенным ранее в табл. 2 и 3 и в главах X и XI работы, при любых значениях учитываемых факторов, на числа, получаемые по тем же формулам при стандартных значениях этих же факторов, за которые в работе приняты: d_c = 4,0 см; L_c = 5 м; X_c = 0°; ВВ — аммонит № 6 с работой взрыва e = 405,6 тыс. кгм.

Так, значение коэффициента a₁, учитывающего влияние диаметра скважины на количество ВВ для отбойки 1 м³ плотной горной массы, определено по формуле:

$$a_1 = \frac{-1,423 + 4,545d}{-1,423 + 4,545d_c} - 0,194 \quad (98)$$

где d — диаметр любой скважины, принятой при заданных условиях, см;
d_c — диаметр стандартной скважины, принятый нами равным 4,0 см.

Определению коэффициентов, учитывающих влияние различных факторов на параметры буро-взрывных работ, посвящена XII глава работы. Здесь приведены

формулы (98) — (123) и (123а), по которым определено значение всех перечисленных выше поправочных коэффициентов. Пределы значения коэффициентов, вычисленных по этим формулам, приведены в автореферате в

ТАБЛИЦА 4

Таблица коэффициентов, учитывающих влияние важнейших факторов на некоторые параметры буро-взрывных работ и удельных показателей при отбойке руды глубокими скважинами и пределов их значений

№№ п/п.	Параметры Главнейшие факторы	Q, кг/м ³		l, м/м ³		w, м		a, м		S, м ²	
		обозначения	пределы	обозначения	пределы	обозначения	пределы	обозначения	пределы	обозначения	пределы
1	Относительный коэффициент крепости (f=3-25)	a ₁	1,0-0,508	b ₁	1,0-0,11	v ₁	1,0-4,62	z ₁	1,0-4,84	δ	1,0-4,36
2	Диаметр скважины (d)	a ₂	1,0-0,49	b ₂	1,0-0,49						
3	Площадь обнажения или отбиваемого слоя в камере (S)	a ₃	1,0-0,5	b ₃	1,0-0,45						
4	Длина скважины в слое (L)	a ₄	1,0-1,30	b ₄	1,0-1,3						
5	Угол наклона ряда скважин в слое к горизонтальной плоскости (X°)	a ₅	1,0-0,62	b ₅	1,0-0,17						
6	Линия наименьшего сопротивления (w)	a ₆	1,34-0,21	b ₆	1,34-0,33	v ₂	0,54-6,84				
7	Расстояние между скважинами (a)	a ₇	2,0-0,12	b ₇	2,0-1,0	v ₃	0,51-10,0	z ₂	0,21-2,96		
8	Размер средних кустов в поперечнике (i)	a ₈	1,21-0,61	b ₈	1,21-0,76	v ₄	0,94-1,117	z ₃	0,46-1,11		
9	Работа взрыва (e)	a ₉ a' ₉	1,02-2,07	b ₉ b' ₉	1,02-2,07						
10	Длина забойки (w ₀)	ж	1,0-1,67								
11	Качество забойки	a ₁₀	1,30-1,02								
12	Степень зажима	—	—	b ₁₀	1,0-1,30						
13	Схема расположения скважин	—	—	b ₁₁	1,00-5,60						
14	Плотность заряжения скважин (б)	a ₁₁	1,0-5,60								
Удельные показатели и оптимальные параметры при удельном расходе ВВ											
	Относительный коэффициент крепости (f=3)	q ₁	1,45 кг/м ³	l ₁	1,55 м/м ³	w ₁	0,888 м	a ₁	1,36 м	S ₁	250 м ²

где Q — количество ВВ на 1 м³ плотной горной массы

коэффициенты, учитывающие влияние важнейших факторов на каждый из них. Для определения остальных рациональных параметров рекомендуются эмпирические

формулы (98) — (123) и (123а), по которым определено значение всех перечисленных выше поправочных коэффициентов. Пределы значения коэффициентов, вычисленных по этим формулам, приведены в автореферате в таблице 4.

Формулы, рекомендуемые для определения рациональных параметров буро-взрывных работ при отбойке глубокими скважинами

В XIII главе диссертации приведены формулы, рекомендуемые для определения рациональных параметров буро-взрывных работ при массовой отбойке глубокими скважинами в подземных разработках.

В работе рекомендуются:

а) для определения количества ВВ в килограммах на 1 м³ добываемого полезного ископаемого формула (124а);

б) для определения количества погонных метров скважин на 1 м³ добываемого полезного ископаемого формула (125а);

в) для определения линии наименьшего сопротивления формула (127 а);

г) для определения расстояния между скважинами формула (128а).

По этим формулам путем перемножения удельных показателей (q_1, l_1, w_1, a_1) на соответствующие поправочные коэффициенты находят искомые рациональные параметры.

Для облегчения работы и для сокращения времени на вычислительные операции при определении рациональных параметров по упомянутым выше формулам рекомендуется использование логарифмов.

Далее в XIII главе диссертации приводятся эмпирические формулы для определения следующих параметров буро-взрывных работ:

д) для определения диаметра скважин

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{l \cdot \pi \cdot \Delta \cdot b \cdot k}} \text{ см} \quad (126)$$

где Q — количество ВВ на 1 м³ плотной горной массы

различных факторов работы. Здесь приведены XII глава работы. Здесь приведены

(рациональный параметр), определенное по формуле (124а);

1—количество погонных метров скважин на 1 м³ плотной горной массы (рациональный параметр), определенное по формуле (125а);

Δ — плотность ВВ;

π — 3,14;

K — коэффициент заполнения скважин ВВ с учетом схемы расположения их и длины забойки; $K_n = 0,85$ —

— 0,96 при параллельном расположении скважин,

$K_B = 0,74 - 0,78$ при веерных скважинах;

b — плотность заряжения, определяемая по формуле:

$$b = \frac{S_3}{S_{ск}}, \quad (95)$$

где S_3 — поперечное сечение заряда, см²;

$S_{ск}$ — поперечное сечение скважины, см²;

е) для определения количества скважин в ряду (n) в различных случаях на практике в зависимости от схемы расположения их: при параллельных скважинах

$$n = \frac{b}{a} + I, \quad (131a)$$

при веерном расположении $n = \frac{b+c}{a} + I$ (131б)

и формулы (131в), (131е), (131ж) в зависимости от количества мест установки бурового станка для обурирования скважин в ряду;

где b и c — длина сторон отбиваемого слоя или камеры;

a — расстояние между скважинами при параллельном размещении или между расходящимися концами при веерном расположении их, м;

I — дополнительная оконтуривающая слой руды скважина;

ж) для определения количества погонных метров скважин (L_v) при отбойке руды в слое

$$L_v = l \cdot S \cdot w, \quad (130)$$

где l — рациональный параметр, определенный по формуле (125а), м;

S — площадь отбиваемого слоя, м²;

w — линия наименьшего сопротивления, м;

з) для определения площади отбиваемого слоя формула (54) и

ж) для определения длины забойки (w_0) в скважине формула (57). Формулы (54) и (57) приведены ранее.

Рекомендуемые в работе формулы дают возможность легко, быстро и точно определить каждый из перечисленных параметров буровзрывных работ при различном сочетании влияющих на него факторов.

Для проверки рекомендуемых формул проведены расчеты, приведенные в приложении к диссертации. Эти расчеты показали, что параметры, определенные по рекомендуемым формулам, мало отличаются от фактических, применяемых в соответствующих условиях на отдельных рудниках, где массовая отбойка глубокими скважинами практикуется достаточно продолжительное время и рациональные параметры буровзрывных работ находятся опытным путем. Сравнение расчетных данных с данными практики подтверждает полную обоснованность и практическую ценность рекомендуемых в работе для определения рациональных параметров формул.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во введении указано, что конечной целью исследования является вывод таких формул для определения рациональных параметров буровзрывных работ, использование которых позволило бы повысить эффективность массовой отбойки глубокими скважинами за счет увеличения объема добычи и производительности труда при соответствующем снижении себестоимости.

Из приведенного исследования видно, что применяющиеся до сих пор на практике формулы, таблицы и номограммы для определения параметров буровзрывных работ при отбойке руды глубокими скважинами на открытых работах не всегда достаточно обоснованы, причем все они не учитывают многих важнейших факторов, влияющих на параметры буровзрывных работ в подземных условиях. Следовательно, они мало пригодны для определения рациональных параметров при от-

бойке руды глубокими скважинами в подземных разработках.

Предлагаемые в работе формулы научно обоснованы. В отличие от имеющихся в литературе формул в них учитывается влияние всех важнейших факторов на параметры, они пригодны для определения параметров буро-взрывных работ при отбойке руды глубокими скважинами в подземных разработках, давая возможность просто и с достаточной точностью определить каждый рациональный параметр. Рациональные параметры, определяемые с помощью этих формул, позволяют лучше использовать объем проводимых буро-взрывных работ при одном и том же фронте; увеличить добычу и значительно снизить ее стоимость, а также избежать тех отрицательных последствий, которые имели место до сих пор на производстве при применении для расчетов имеющихся в литературе формул или при продолжительном опытным определении параметров.

Закономерности влияния и зависимости между отдельными параметрами и факторами при прочих постоянных факторах (влияние коэффициента крепости, горнотехнических факторов, а также и факторов, связанных со свойствами ВВ и с техникой заложения заряда), графическое и аналитическое выражение и обобщение совместного их влияния при отбойке руды глубокими скважинами в подземных разработках в работе приводятся впервые.

Работа состоит из основной части и из приложений I—VII.

Основная часть содержит 385 страниц текста, 54 таблицы в тексте и 84 рисунка.

Приложения состоят из 79 страниц, в них приведены 58 таблиц, 44 рисунка и текст. Имеются ссылки на 181 литературный источник.

1) Как устроены скважины

2) Где применяется отбойка руды

3)

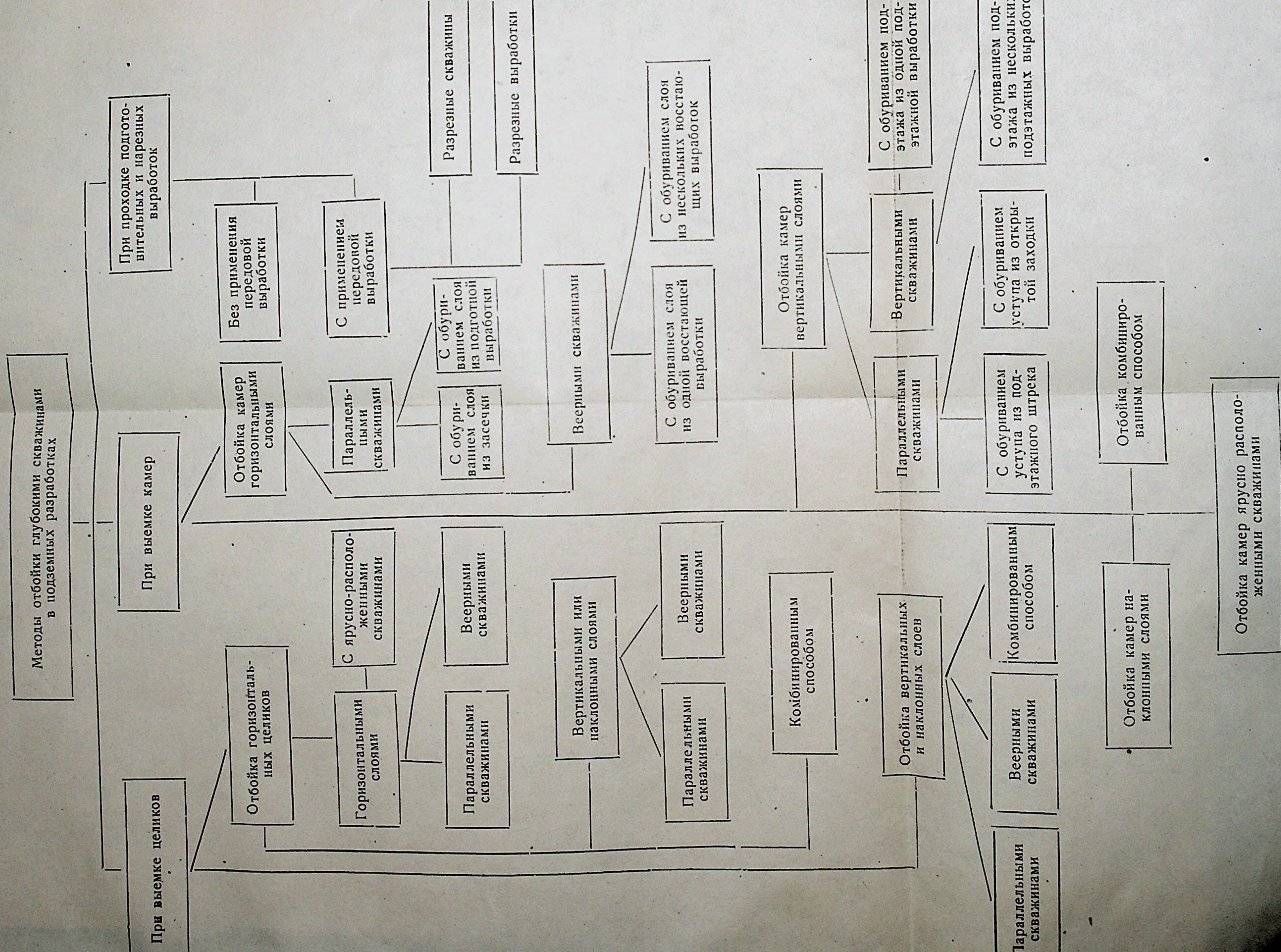


Рис. 4. Классификация методов отбойки глубокими скважинами в подземных разработках