

Добыча камня промышленными способами



Армянский научно-исследовательский институт
научно-технической информации и технико-
экономических исследований
(АрмНИИНТИ)

Ереван 1999

Автор: А. В. Егиазарян
Научный руководитель:
к.т.н. Р. В. Арутюнян

УДК 622.271.2

ББК 33.342

В обзоре приведены промышленные способы добычи природного камня. Рассмотрены способы подготовки камня к выемке (способы разрушения пород).

Даны технические характеристики применяемого оборудования. Описаны виды бурения, освещен зарубежный опыт добычи. Дано состояние отрасли в РА.

ISBN 99930-03-019-3

© Лрату

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИЗДАНИЯ АРМНИИНТИ, РНТБ	
N	Наименование издания
1.	Инвестируйте в экономику Армении. Справочник (англ.)
2.	Объективные факторы для инвестирования в экономику РА. Справочник (русск., англ.)
3.	Информация о предприятиях, приватизированных в виде акционерных обществ открытого типа. 1995, 1996, 1997 гг. (арм., русск., англ.)
4.	Арутюнова Э. Д., Арутюнян Р. В. Бытовые фильтры для доочистки питьевой воды. Аналитический обзор
5.	Геворкян Р. Г. Прогнозная оценка офиолитовой ассоциации на алмаз. Аналитический обзор
6.	Арутюнян Р. В., Саркисян А. П. Основные тенденции в развитии мирового энергетического хозяйства. Аналитический обзор
7.	Лалаян Ж. Е. Утилизация, переработка и хранение радиоактивных отходов. Обзор
8.	Арутюнова Э. Д., Арутюнян Р. В. Пастеризация молока в условиях мелкого хозяйственника-фермера. Информационный обзор
9.	Хачатрян Н. Л., Арутюнян Р. В. ХХ век в зеркале geopolитики. Аналитический обзор
10.	Мелоян В., Арутюнян Р. В. Раскрывая завесу над колокольным звоном. Обзор
11.	Арутюнян Р. В. Российские производства черных и цветных металлов. Информационный обзор
12.	Арутюнян Р. В. Индустрия гражданской авиации. Обзор
13.	Рак можно победить, но нужно обязательно верить в победу
14.	Հայ գինվորի գրադարան. Մատենաշար, թողարկումներ թիվ 1-12 Թիվ 1 - Հոգեբանությունը և զինվորը Թիվ 2 - Տարածաշրջանի հարևանների մուտ Թիվ 3 - Գիտության և տեխնիկայի նորույթներ. Լրատվական զենքը XXI դարի գենքն է: Միջուկային վառելիքի վերամշակումը ֆրանսիական եղանակով Թիվ 4 - Մարտական ուղղաթիւններ Թիվ 5 - Աշխարհապարական ռազմավարություն Թիվ 6 - Ռուսաստանի ռազմապարունաբերական համալիրը Թիվ 7 - Իրակա՞ն է, արդյոք, ՉԺՕ-ների ֆենոմենը Թիվ 8 - Արդյունաբերության պաշտպանական ձյուղերը Թիվ 1(9) - Ճրե գմբեր: «Շիլկա» Թիվ 2(10) - Ռուսաստանի ինքնազնաց իրետանային կայանքները Թիվ 3(11) - Դինամիկ պաշտպանությամբ սարրավորված տանկերի դեմ պայքարի եղանակները Թիվ 4(12) - Ես հավատում եմ մեր հայրենիքի նոր թոփշքին: Պատերազմը և արդի միջազգային հակամարտությունը
15.	Иванова Е. А., Арутюнян Р. В. Технология и оборудование первичной обработки шерсти. Информационный обзор
16.	Бутейко В. К., Бутейко М. М. Дыхание по Бутейко. Методическое пособие для обучающихся методу волевой ликвидации глубокого дыхания
17.	Нерсесян И.Г., Арутюнян Р.В. Инновационная деятельность предприятий и венчурный капитал-мошные рычаги для подъема экономики
18.	Иванова Е. А., Арутюнян Р.В. Перспективы развития декоративно-прикладного искусства и народных промыслов в РА
19.	Егиазарян А. В., Арутюнян Р. В. Технология производства красных столовых вин
20.	Джаганян Э.В., Арутюнян Р.В. Концепция защиты от воздействия информационного оружия
21.	Саркисян А.П., Арутюнян Р.В. Катализические нейтрализаторы, этилированный и неэтилированный бензин
22.	Хачатрян Н. Л., Арутюнян Р.В. Прогноз роста населения Земли

ВВЕДЕНИЕ

Природный камень издавна используется в качестве естественного долговечного строительного материала. Особое место при этом занимают цветные камни, широкая палитра которых позволяет архитекторам создать оригинальные фасады зданий и яркие запоминающиеся интерьеры внутренних помещений (1). В 1994 году мировая добыча природного камня составила около 12 млн. м³ (доля России - 0,8%).

Наиболее крупными производителями каменной продукции в мире являются: Италия, Турция, Португалия, Греция, Египет, Франция. Например, Франция с числом работающих в отрасли 10 тыс. чел. производит 400 тыс. м³ блоков в год, в то время как в России 9 тыс. чел. вырабатывают 102,8 тыс. м³ блока).

На рынке продажи природного камня лидером является Италия, которая поставляет строительные камни в Европу и в Северную Америку, и они заинтересованы во всех цветных вариациях природного камня.

Во всем мире добыча и обработка природного камня является весьма доходным бизнесом. Себестоимость 1м² облицовочных гранитных плит составляет 40-45 долл. США при цене продажи 80-120 долл. США.

Инвестиции в разработку одного месторождения гранита с годовой добычей 1,0-1,5 тыс.м³ в размере 0,7-1,0 млн. долл. США, окупаются за 2-2,5 года, при том, что запасы полезного ископаемого позволяют вести эксплуатационные работы не менее 30-50 лет. Рентабельность производства в каменной отрасли за последние 5 лет не опускалась ниже 80-140 %. В развивающихся странах эта отрасль дает от 30-60% всех валютных поступлений.

Приступив к каменному бизнесу, необходимо прежде всего оценить рынок камня и тенденции его развития (19).

Конъюнктура внешнего рынка на камень очень изменчива, она зависит от архитектурной моды, требований к декоративным свойствам камня, идущего на экспорт, а также экономических показателей его добычи и реализации зарубежным странам.

Армения - страна камня, где сосредоточена значительная часть запасов таких уникальных каменных материалов и силикатного сырья, как вулканические туфы, шлаки, пемзы, перлиты, обсидианы, базальты, андезиты, граниты, сиениты, порфириты, кварциты, а также осадочные породы - мраморы, доломиты, известняки, бентониты и т.д.

Ресурсы этих каменных материалов являются национальным богатством и находятся в благоприятных горно-геологических условиях для открытой механизированной разработки.

Одной из проблем при добыче природного камня является необходимость снижения его потерь при вскрытии месторождения, производстве горноподготовительных и горнокапитальных работ, отделении монолитов от целика и их дальнейшей разделке на блоки.

Весьма актуальным в настоящее время является улучшение использования оборудования благодаря оптимизации режимов его работы, снижение

трудозатрат при производстве изделий и повышение их качества. В Армении действовали 14 крупных предприятий по добыче и обработке каменных материалов, объединяющих около 100 карьеров (2).

Добычные работы производятся в основном по уступной системе в одну или две стадии. Процесс отделения монолитов и блоков от массива является наиболее значительным по затратам труда и материальных ресурсов. Его доля в общей себестоимости добычных работ составляет в зависимости от горно-геологических условий и принятой технологической схемы от 35 до 70%.

На карьерах в технологии добычи блоков природного камня используется разное оборудование: усовершенствованные канатные пилы, (фирма "Бенетти" Италия), баровые машины, установки строчечного бурения и гидроклиновые установки, камнерезные машины и т.д.

При разработке месторождений мрамора, туфа и других пород средней твердости и мягких для отделения монолитов, блоков и штучных камней широко используются камнерезные машины с дисковыми пилами и кольцевыми фрезами. В последние годы большое распространение получили баровые камнерезные машины, канатные пилы.

На карьерах пород средней твердости применяют также комбинированные способы добычи, при которых используется сочетание нескольких различных средств добычи (17).

ДОБЫЧА КАМНЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ СПОСОБАМИ

Горные породы по происхождению делятся на 3 группы: изверженные, осадочные и метаморфические. Изверженные породы, в свою очередь, подразделяются на интрузивные (глубинные) и эфузивные. В строительстве наиболее часто применяются: из интрузивных пород - граниты, лабрадориты, габбро, диориты; из эфузивных - вулканические туфы, диабазы, базальты; из осадочных - известняки, доломиты.

Существующие камнедобывающие предприятия можно подразделить на два типа:

- карьеры по добыче камня, для которых блоки являются товарной продукцией;
- комплексные предприятия, имеющие в своем составе камнеобрабатывающий цех и карьер.

Разработка месторождений природного камня в основном ведется открытым способом по следующей технологии: подготовка поверхности, вскрытие месторождения, вскрышные работы, добывчные работы и рекультивация.

Технология разработки вскрышных пород на месторождениях природного камня определяется свойствами и мощностью этих пород.

Вскрытие месторождений осуществляется почти повсеместно системой наклонных капитальных полутраншей или траншей.

Если вскрыша представлена скальными породами и имеет небольшую мощность (до 1 м), то на месторождениях гранита и других изверженных пород разработка производится совместно с добывчей блоков без выделения специального вскрышного уступа. При мощности скальной вскрыши более 1 м разработка ее на указанных месторождениях осуществляется с применением буровзрывных работ методом шпуровых (до 4 м) и скважинных (более 4 м) зарядов (12).

На месторождениях мрамора и мраморизованных известняков при суммарной мощности скальных пород вскрыши и коры выветривания до 2-8 м разработка их обычно ведется одновременно с добывчей блоков. При этом, если на карьере для добывчи мрамора используются канатные пилы, то вскрышные породы вырезаются пилой вместе с верхним слоем мрамора. При использовании камнерезных машин слои скальной вскрыши предварительно подрезаются горизонтальной фрезой на ширину ее захвата, а затем эти участки разрыхляются шпуровыми зарядами с использованием черного пороха в качестве ВВ (12).

В практике горного производства добывчи природных облицовочных пород широко используют закономерности изменения свойств пород как в зависимости от их состава и строения, так и в зависимости от воздействия внешних полей. Первоочередно эти закономерности используются при обосновании способов подготовки камня к выемке. Требования, предъявляемые к облицовочному камню в части сохранения физико-механических свойств и декоративности, получения блоков определенных размеров и формы, обуславливают

специфические цели и особенности вскрышных, горнодобывающих и добывающих работ.

Выемка и перемещение вскрышных пород должны производиться так, чтобы наряду со вскрытием залежи обеспечивалось полное сохранение монолитности и декоративных свойств камня в подготавливаемом массиве.

Работы в карьерах по добыче блоков по производственным процессам, структурам комплексной механизации существенным образом отличаются от работ на карьерах по добыче других полезных ископаемых.

При выборе способа вскрытия, учитывают горно-геологические условия разрабатываемых месторождений и наличие подъемно-транспортных средств. Наиболее экономичным является бестраншейное вскрытие, при котором в качестве подъемно-транспортного оборудования могут применяться кабель-краны и деррик-краны. При этом разработку месторождения можно начинать сразу же после монтажа оборудования, т.к. никаких затрат на горно-капитальные работы не требуется.

Основные параметры карьеров (высота уступа, угол его откоса, ширина рабочей площадки) зависят от горно-геологических условий разрабатываемого месторождения, от применяемой системы разработки и соответствующей ей структуры комплексной механизации.

Высота уступа на гранитном карьере по правилам безопасности не должна превышать 20 м. В общем высота слоя при правильном ведении горных работ определяется расстоянием между горизонтальными трещинами отдельности.

По условиям работы для отделения блоков от массива параметры карьеров для группы гранита и мрамора приведены ниже.

Высота добывчного уступа при различных способах добычи блоков

Порода	гранит	мрамор
Буроклиновой способ	< 6	< 6
Буровзрывной способ:		
шпуровой метод	< 6	не допускается
скважинный метод	< 10	то же
Камнерезными машинами		
с кольцевой фрезой	-	1,09
Комбинированный способ		
(буроклиновой и буровзрывной)	-	< 1,05 (1)

Высота уступа - является одним из важнейших элементов системы разработки. Она устанавливается с учетом безопасности ведения горных работ, элементов залегания месторождения, свойств горных пород, способа выемки пород из массива, вида и типа применяемого оборудования, заданной производительности карьера и др.

В зависимости от параметров экскаватора и характера взрывных работ приблизительно определяется высота уступа по формуле Н. В. Мельникова

$$= \sqrt{\frac{+}{+ +}}$$

где $a = 0,8(R_u + R_p)$ - ширина развала породы после взрыва, м:

R_u - радиус черпания экскаватора, м;

R_p - радиус разгрузки экскаватора, м;

α - угол откоса уступа, град.;

β - угол откоса развала взорванной породы, град.;

K - коэффициент разрыхления породы;

η' - отношение линии наименьшего сопротивления (ЛНС) для первого ряда скважин к высоте уступа, обычно равное 0,55-0,70;

η'' - отношение расстояния между рядами скважин к ЛНС, обычно равное 0,75-0,85

На карьерах по добыче природного камня при его подготовке к выемке в настоящее время применяются три основных способа: механические, взрывные и физико-технические. Кроме того, эти основные способы применяются в различных сочетаниях. В таком случае они носят название комбинированных (табл.).

Классификация способа подготовки гранитных блоков к выемке

Способы подготовки блоков к выемке		Схема подготовки блока		Условия применения	
		При наличии пологих трещин	Без пологих трещин	При наличии пологих трещин	Без пологих трещин
Простые (базовые)	<i>Буроизрывной</i>			+	+
	<i>Буроклиновой</i>		—	+	—
	<i>Термический</i>		—	+	—
Комбинированные	<i>Взрывоклиновой</i>			+	+
	<i>Термовзрывной</i>			+	+
	<i>Термоклиновой</i>		—	+	—
	<i>Термовзрыво-клиновой</i>			+	+

Наибольшее распространение в настоящее время получили механические и взрывные способы. Физико-технические способы, как самостоятельные, применяются в небольших объемах. Исключение составляет резание термогазоструйными горелками, которое применяется как самостоятельно, так и в сочетании со взрывными и механическими способами (1).

По последовательности получения блоков природного камня способы добычи делятся на 2 группы: одностадийные и двухстадийные.

В первой стадии добычи буровзрывным и полумеханизированным способами производятся крупные глыбы и бутовые камни для кладки фундаментов, разделки их на штучные грубооколотые стеновые камни для последующей тески на стройплощадках, а также с помощью камнерезных и врубовых машин вырезаются непосредственно из массива блоки правильной формы и блоки-заготовки для непосредственной кладки стен и вторичной переработки на разные штучные изделия.

Во второй стадии - добытые крупные глыбы, грубооколотые камни и блоки-заготовки на стационарных или передвижных агрегатах перерабатываются на штучные изделия (2).



ВЗРЫВНЫЕ СПОСОБЫ ОТДЕЛЕНИЯ МОНОЛИТОВ ОТ МАССИВА

По типам применяемых ВВ все известные в настоящее время способы добычи монолитных блоков можно разделить на две группы. К первой относятся способы, базирующиеся на использовании метательных ВВ. Способы, относящиеся ко второй группе, основаны на применении бризантных ВВ. На карьерах по добыче природного камня в качестве метательного ВВ применяют дымный порох, а в качестве бризантных ВВ-в основном, детонирующий шнур.

Взрывание на сброс применяется в том случае, когда разрабатываемый массив имеет крупноблочное строение. Пороховые скважинные или шпуровые заряды должны обеспечить сбрасывание с уступа больших по объему блоков породы, которые при этом распадаются по трещинам на различные по форме и размерам естественные отдельности.

Основным недостатком являются низкий процент выхода кондиционных блоков и большие потери добываемой породы, необходимость дополнительных затрат на приздание блокам требуемой формы и размеров. К преимуществам следует отнести возможность резкого увеличения объема добычи.

Взрывание парносближенных зарядов применяется в условиях монолитного залегания разрабатываемых пород. Наилучшие результаты достигаются в том случае, если массив имеет горизонтальные трещины отслоения (разгрузки) и находится в естественном напряженном состоянии.

Недостатки - низкий выход товарных блоков, дополнительные затраты на приздание блокам требуемой формы и размеров. Преимущества - довольно высокая производительность при небольших удельных энергозатратах.

Контурная отбойка пороховыми зарядами. Шпуровые заряды пороха размещают вдоль линии предполагаемого откола, расположенной между врубовыми щелями, которые проходят термогазоструйными резаками в тыл массива на расстояние, равное ширине отделяемого блока.

В Японии широко распространена контурная отбойка метательными ВВ с небольшой скоростью горения. Основана на использовании ВВ с небольшой насыпной плотностью и скоростью горения в пределах 100-800 м/с.

В ГДР широко применяется отбойка блоков зарядами, размещенными в шпуррах эллиптической формы. Способ основан на применении перфоратора, который позволяет бурить шпуры, имеющие в поперечном сечении форму эллипса.

Контурная отбойка при помощи детонирующего шнуря (ДШ) основана на взрывании одной или нескольких нитей ДШ, помещенных в шпур, заполненный водой.

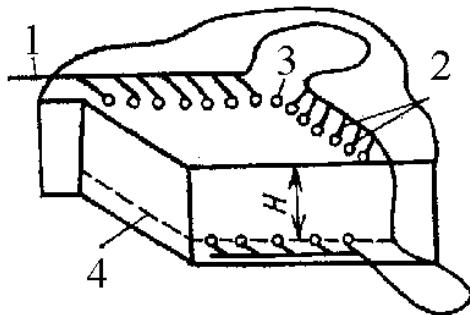
Преимущество - возможность применения способа в любых погодных условиях. Недостатки - негарантированное качество блоков из-за отсутствия научно обоснованных рекомендаций по выбору рациональных параметров взрывной отбойки в различных горно-геологических условиях (рис. 1).

Контурная отбойка рассредоточенными зарядами бризантных ВВ применяется для разработки скальной вскрыши на карьерах штучного камня.

Но нет обоснованных данных о степени нарушенности отделяемого блока

Рис. 1. Схема отделения монолита от массива одновременным взрыванием ДШ в трех плоскостях:

1 - магистральный провод ДШ; 2 - отрезки ДШ в шнуре; 3 - угловой шпур; 4 - проектный уровень подошвы



и законтурного массива.

Отделение гранитных монолитов производится за счет комбинированного взрываания скважинных пороховых зарядов и детонирующего шнура. Массив обуивается буровыми станками СБУ-100, НКР-100 и СБМК-5 с диаметром и шагом бурения соответственно 105м и 0,75-0,8м. Глубина недобура до постельной трещины составляет 0,4-0,5м. Пороховые заряды формируются заранее в полиэтиленовых оболочках диаметром 80 мм для защиты от действия влаги. Они размещаются по центру сечения скважины с помощью шпагата. Кольцевой зазор между стенками скважины и зарядом заполняется забойкой, состоящей из смеси глины и буровой мелочи, что обеспечивает сохранность как добываемого монолита, так и массива. Весь скважинный заряд с помощью забойки разделяется на две части: нижнюю и верхнюю. В зависимости от длины монолита и состояния пластовой трещины применяются три варианта компоновки заряда в скважине:

1) нижняя часть заряда больше верхней (монолит нормально отделяется от массива даже в том случае, когда пластовая трещина имеет прерывистые участки по простиранию);

2) нижняя часть заряда равна верхней (обеспечивается возможность отделения монолита со значительным его отодвиганием от массива по подошве уступа - на 0,7-12м);

3) верхняя часть заряда больше нижней - (монолит может быть опрокинут на узкую грань, что существенно облегчает последующие операции по разделке его на товарные блоки).

Удельный расход пороха составляет 70-100 г/м³. Зарядка скважин пороховыми зарядами производится через одну. В оставшиеся скважины заливается вода и опускаются по две нити детонирующего шнура, располагающиеся на противоположных сторонах скважины у ее стенок в плоскости предполагаемого отделения. Монолиты разделяются буровзрывным способом с применением шпуровых зарядов черного пороха на более мелкие части объемом не более 80м³. Удельный расход пороха при этом составляет 25-30 г/м³. Каждая отделенная от монолита часть с помощью тяговой лебедки опрокидывается на подошву добычного горизонта, где разделяется гидроклиновыми установками на товарные блоки (6).

Все эти способы имеют один общий недостаток, который заключается в том, что в результате их применения не представляется возможным управлять процессом развития радикальных трещин, возникающих при воздействии

взрывного импульса на стенки зарядной полости.

НОВЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Это эмульсионные ВВ. Принцип составления рецептур таких ВВ основан на получении "обратных" эмульсий из высококонцентрированного раствора окислителей (аммиачная, натриевая, кальциевая селитры) в масле (нефтепродукте) в присутствии поверхностно активных веществ (эмульгаторов). Свойства ЭВВ позволяют создать гамму ВВ различных составов, отвечающих практически любым техническим требованиям потребителя.

Опыт применения ЭВВ показал существенные преимущества их по сравнению с другими ПВВ, в числе которых:

1) отличная водоустойчивость, срок пребывания заряда в скважине от 10 до 30 сут., причем даже в проточной воде, что позволяет осуществить заряжание вслед за бурением;

2) возможность регулирования мощности ЭВВ в широких пределах от 850 до 1400 ккал/дм³ путем изменения плотности или введения в состав энергетических добавок;

3) крайне низкая чувствительность к механическим и тепловым воздействиям и, следовательно, высокая безопасность в обращении;

4) экологически чистое безотходное производство, полная механизация заряжания скважин и низкая газовая вредность (25-40 л/кг);

5) доступная и дешевая сырьевая база (4).

Эмульсионные ВВ представляют собой эмульсоидную систему "вода в масле", образованную в эмульсификаторе под действием эмульгатора и сильного сдвига.

В 1994 г. был введен в эксплуатацию завод по производству ЭВВ. Одновременно приобретены две смесительно-зарядные машины марки ВСН-15А Чанжинского завода горного оборудования, которые смонтировали на шасси автосамосвала БелАЗ-7522. Машины этой системы позволяют смешивать и приготовлять на месте заряжания эмульсионные ВВ, игданит, а также их комбинации.

На машинах установлены водо-и воздушно-очистные системы. Применение смесительно-зарядных машин позволяет значительно обезопасить процесс заряжания скважин, так как машина доставляет исходные материалы для производства ВВ, которые хранятся в баках. Процесс приготовления ВВ происходит непосредственно перед заряжанием скважины. Высокая эффективность заряжания обусловлена тем, что одну скважину диаметром 250 мм заряжают около 2-3 мин. Грузоподъемность используемых автомашин составляет 10 т (3).

МЕХАНИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ КАМНЯ К ВЫЕМКЕ

БУРОКЛИНОВОЙ И ГИДРОКЛИНОВОЙ СПОСОБЫ

Механические способы подготовки камня к выемке широко применяются, так как они обеспечивают высокую монолитность породы и сохранение ее декоративных свойств. Высокая твердость и крепость таких пород, как гранит не позволяет применять способ вырезания блоков из массива, так как этот способ малопроизводителен и дорогостоящий. Поэтому блоки из гранита и других пород целесообразнее выкалывать буроклиновым или гидроклиновым способом.

Наиболее экономичным и производительным вариантом добычи блоков гранита является добыча их при наличии трех плоскостей обнажения в забое, поэтому данный вариант встречается в практике наиболее часто.

Из буроклиновых способов раскалывания камня наиболее часто практикуется раскалывание простыми клиньями, сложными клиньями со щечками, длинными зубчатыми клиньями, размещением клиньев в шпурах круглого сечения, размещением клиньев в шпурах овального сечения, пробуренных специальным инструментом.

Наиболее благоприятное механическое буроклиновое откалывание блоков обеспечивается при таком расположении забоя, когда основание откалываемого блока помещается на поверхности пологой трещины L, а одна из боковых или торцевых граней блока обнажена. Вторую длинную грань откалывания блока целесообразно располагать параллельно продольным трещинам S, а торцевую - поперечным Q (1).

Следует помнить, что при раскалывании гранита вдоль направления развития продольных трещин S число ударов для раскалывания в 2 раза меньше, чем в перпендикулярном направлении к нему, и примерно в 5 раз меньше, чем в направлении под косым углом.

Количественные потери камня при подготовке его к выемке буроклиновым способом незначительны. Для карьеров по добыче блочных гранитов целесообразно ввести коэффициент разубоживания R_p , физическая сущность которого состоит в характеристике изменения выхода блоков против теоретически возможного. Этот коэффициент можно определить из зависимости

$$R_p = 1 - R_k ,$$

где R_k - коэффиц. изменения качества;

$$R_k = \Sigma \sigma_k / V_n ;$$

V_n - объем правильного прямоугольного параллелепипеда, вписанного в структурный блок отдельности породы;

$\Sigma \sigma_k$ - суммарный объем добытых с участка кондиционных блоков гранита.

Близким к буроклиновому способу подготовки камня к выемке является бурогидроклиновой. Гидравлический клин незначительно разрушает камень в зоне контакта и совершенно безопасен в применении. Сопротивление изверженных пород отколу в несколько раз меньше сопротивления сжатию и растяжению.

Неровности скола лицевых поверхностей блока и производительность работ по их выколке зависят от следующих параметров: площади откола на один клин S_o ; шага установки гидроклиньев l_m : анизотропных свойств и динамического предела прочности камня на откол: удельной величины ослабления плоскости раскалывания шпурами перфораторного бурения U и их размещением в плоскости раскола. Площадь откола на один закладной клин играет главную роль в решении задачи. Она зависит от давления в системе p , от значения l_m и U , а также от предела прочности гранита при растяжении σ_p .

$$= + \frac{---}{\sigma}$$

где R_a - коэффициент, учитывающий анизотропные свойства породы.

Для гранита $R_a=0,4$

Площадь откола на один закладной гидроклин для гранитов достигает своего максимального значения $1,4 - 1,6 \text{ м}^2$.

Однако практика свидетельствует, что несмотря на вышесказанные преимущества раскалывания камня гидроклиновыми установками, имеют место значительные потери - отходы гранита по причине "сноса раскола", который требует обоснования предельной высоты раскалываемого монолита (1).

Фирма "Порсфельд"(ФРГ) выпускает гидравлические клинья шести размеров.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КЛИНЬЕВ

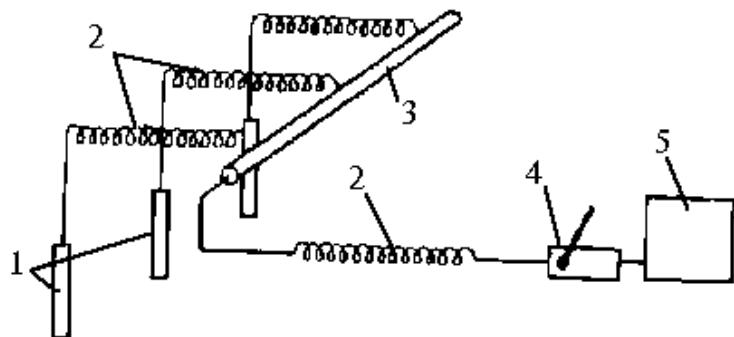
Тип	Размер шпура, мм		Давление, МПа	Усилие раскалывания, МН	Масса, кг
	Диаметр	глубина			
I	21-24	215	9,5	1,4	9,0
II	29-33	270	16,5	3,1	17,5
III	32-36	400	25,0	4,3	21,5
IV	39-43	670	40,0	5,1	27,0
V	40-45	670	40,0	6,4	31,0
VI	42-47	800	50,0	7,4	35,0

Итальянская фирма "Пеллегрини" выпускает аналогичные по конструкции гидроклини (7). Эти гидроклини развивают давление в системе 50 и 70 МПа для шпуров диаметром 45 и 51 мм соответственно. Привод маслостанции-ручной, электрический или дизельный. Для уменьшения трения между клином и щечками фирмой "Порсфельд" рекомендуется применять специальную смазочную пасту на основе графита или моликсиэндизольфита в комплекте с гидроклиниами "Дарда".

В Алтайском государственном педагогическом институте разработаны новые конструкции гидрораскалывающих установок для добычи блочного камня. Установка почти в 10 раз легче гидроклиньев, разработанных за рубежом.

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОРАСКАЛЫВАЮЩИХ
УСТАНОВОК АЛТАЙСКОГО ГОС. ПЕД. ИНСТИТУТА**

Установка	ГРУ 40-04	ГРУ-90-01	ГРУ-100-01
Рабочее давление в гидросистеме, МПа	0-150	0-150	0-150
Максимальное раскалывающее усилие, МН	0,22	0-15	0-21



*Рис. 2. Схема
гидрораскалывающей установки
Алтайского педагогического
института*

Силовые элементы 1 установки соединены гибкими металлическими трубопроводами 2, рассчитанными на давление 250 МПа, с коллектором 3 и высоконапорным ручным маслонасосом 4 (рис. 2.).

Рабочая жидкость в виде индустриального масла или смеси глицерина со спиртом при работе в зимних условиях подается из бензонапорной емкости (5).

Следует отметить опыт Киргизгорспецнеруда, использующего для бурения шпуров буровые машины УБА-1 "Аскатеш". Эти машины представляют собой мощный вращательно-ударный бурильный механизм с пневмогидравлическим или гидравлическим приводом и универсальным манипулятором, смонтированным на шасси автомобиля КрАЗ-256Б.

Большинство установок переносятся карьерными грузоподъемными средствами. Бурильные же машины "Аскатеш" обладают высокой мобильностью и имеют автономную систему питания, т.е. компрессор и привод станка работают от двигателя автомобиля, на котором они установлены.

Казахским политехническим институтом разработаны гидроклины с усилителями. В системе питания давление масла поддерживается 10...25 МПа, а в рабочей полости гидроклина давление может достигать 60-75 МПа. Такая система гидроклина позволяет развивать необходимые усилия для перемещения клина при сравнительно небольших размерах его цилиндров (13).

КАНАТНОЕ ПИЛЕНИЕ

При подготовке блоков к выемке из пород средней прочности наиболее часто применяется канатное пиление. Рабочим органом канатной пилы является стальной канат диаметром 3,5-6 мм, состоящий из 2-3 жил диаметром 1,2-1,5 мм. Длина каната 2-3 км. Пиление осуществляется вследствие абразивного действия кварцевого песка, подаваемого вместе с водой на место контакта с породой, или вследствие абразивного действия на камень специальных шайб, армированных алмазами и прикрепленных к канату.

Канатная пила включает приводную станцию, состоящую из системы шкивов, направляющих шкивов и пильных стоек, натяжного устройства и пильного каната. Приводная станция обеспечивает движение каната со скоростью 7-12 м/с.

Направляющие шкивы имеют три фиксирующих сочленения и могут располагаться в любой плоскости. Они предназначены для подачи каната в забой. Производительность пиления по мрамору составляет 1,0-1,4 м²/ч, расход каната 6-8м на 1м² пропила, воды 100л/ч, кварцевого песка - 25-35 кг/ч.

Для пиления мягких облицовочных пород могут использоваться канаты, армированные твердосплавным металлом или алмазами. При такой технологии пиления производительность пилы увеличивается в 2-3 раза.

Поскольку для охлаждения каната необходимо постоянно подавать воду, пиление камня в зимний сезон не практикуется. Но при разработке Кибик-Кордонского мраморного месторождения канатные пилы применяются круглогодично. Этот опыт эксплуатации канатных пил в условиях сурового климата является уникальным в мировой практике.

На карьере используются канатные пилы Telecomp-Standart, техническая характеристика которых приведена ниже, а технологическая схема отпиливания приведена на рис. 3.

Общая длина рабочего контура, м 800-1000

Диаметр каната, мм 3,5-6

Усилие натяжения каната, кН 2,5-3

Диаметр приводных шкивов, мм 700-800

Скорость резания, м/с:

нормальная 6,5; 8

ускоренная 12; 14

Количество приводных стоек, шт 4

Количество несущих стоек, шт 9

Установленная мощность, кВт 16-20

Расход абразива (кварцевого песка, кг/ч 80-00

Производительность, м²/ч 0,9-1,5

При канатной вырезке монолитов важными факторами являются прогиб и натяжение каната, количество и концентрация пульпы. Как правило, стрела прогиба не должна превышать 80 мм на 1 м расстояния между центрами шкивов. Натяжение каната находится в пределах 2-2,5 кН.

Производительность канатных пил зависит от свойств различных абра-

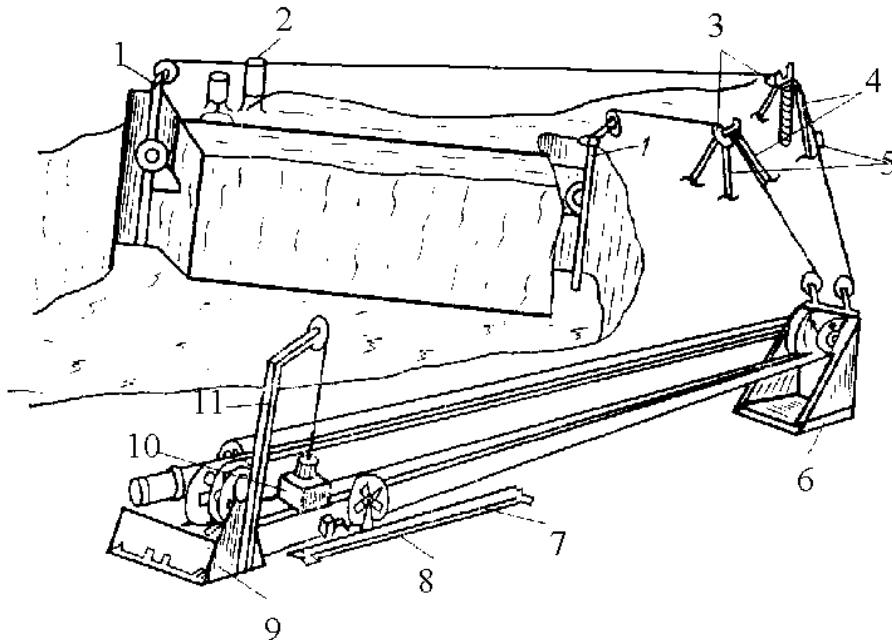


Рис. 3. Технологическая схема отпиливания монолита мрамора канатной пилой типа "Телекомп":

1 - рабочие стойки; 2 - емкость с абразивной пульпой; 3 - направляющие стойки; 4 - закрепленные тяги; 5 - трубчатые стойки; 6 - натяжная станция; 7 - направляющие салазки; 8 - тележка; 9 - приводная станция; 10 - регулирующий противовес; 11 - несущая стойка

зивных материалов. Исследования показали, что из синтетических материалов по форме зерен наиболее эффективны при канатном пилинении порошки белого электрокорунда и карбида кремния.

Установлено, что с увеличением микротвердости абразива линейно возрастает производительность канатной пилы и уменьшается стойкость каната.

При подготовке к выемке блоков с помощью канатной пилы выполняют следующие операции: проходку опережающей (заводной) траншеи; отделение монолита от массива; опрокидывание монолита.

Для облегчения проходки заводной траншеи и отделения монолита фирма "Пеллегрини" разработала стойку с проникающей системой Hydromatic MPH 220/320, позволяющей бурить скважины диаметром 220 и 320 мм.

На карьерах ФРГ для опрокидывания монолитов используют специальные пневмоподушки из твердой резины с рифленой поверхностью, покрытые оболочкой из ткани. Размеры пневмоподушек 0,6x0,6x0,4 и 0,6x0,8x0,4 м.

Каждая подушка имеет впускной и выпускной клапаны. Заполненная при помощи компрессора подушка развивает давление до 60 кН. Процесс стравливания и нагнетания воздуха повторяют, постепенно вводя подушку в глубь щели до полного отделения блока. Обычно используют 2 подушки через каждые 10 м.

Оборудование для алмазно-канатной распиловки (карьерные установки) выпускают многие фирмы Италии (Benetti, Pelligrini, Buselli Comand и др.), Великобритании (Ebor Engineering), США (W.P. Meyers), ФРГ (Cotie Winke Gerhäuser) и др. (11).

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ПРИМЕНЕНИЯ КАНАТНО-АБРАЗИВНОЙ ДОБЫЧИ БЛОКОВ МРАМОРА

На Кибик-Кордонском мраморном карьере комбината "Саянмрамор" в широком промышленном масштабе освоен способ добычи блоков с применением канатных пил.

На карьере эксплуатируется 25 канатных пил типов "Телекомп стандарт" и "Телекомп супер" производства итальянской фирмы "Пелларини".

Отделение выпиленных монолитов от массива по горизонтальной плоскости осуществляется буровзрывным способом с применением для бурения шпурков самоходной четырехперфораторной установки КРУС-2.

Выпиливание монолитов из массива производится по двум технологическим схемам. Первая схема отработки забоев по ленточной технологии (монолит представляет собой ленту высотой 5, шириной 1,5 и дл. 15 м.) является базовой и применяется на участках мраморов с выходом блоков из горной массы до 35-40%, при среднем выходе блоков по месторождению 28%. По данной схеме после отделения монолитов от массива по вертикальным и горизонтальным плоскостям их с помощью специальных гидродомкратов "Титан" и мощных бульдозеров опрокидывают на заранее приготовленную пылевую подушку из отходов дробильно-сортировочной установки по производству декоративного щебня.

Работы по выкалыванию блоков из опрокинутого монолита начинаются с его раскroя с учетом наличия естественных трещин. Выкалывание осуществляется буроклиновым способом с применением перфораторов ПР-30 и комплектов гидроклиньев "Дарда" производства ФРГ. При пассировке на 1 m^3 блоков приходится 20-30 м пробуренных шпурков.

Вторая схема обработки забоев путем выпиливания столбов монолитов отличается от первой двухкратным увеличением расхода канатного пилиения на кубометр перерабатываемой породы и применяется на участках с выходом блоков более 35-40 %. При этом итоговые трудозатраты на выпиливание кубометра блоков не превышают затраты по первому варианту за счет сокращения объема буровых работ при пассировке (от 20-30 до 3-5 м на 1 m^3 блоков). Кроме того, значительно повышаются качество блоков (четыре стороны пильные и только две торцевые грани колотые), а также плотность загрузки камнераспиловочных станков "Диага" и увеличивается количество облицовочных плит, получаемых с одного кубометра блоков.

Достижению высокой производительности способствует оптимально выбранный режим распиловки. Производительность пилиения возрастает с повышением давления каната на породу и увеличением скоростей резания. Скорости резания определялись как предельно возможные величины, по достижении которых не происходит инерционного срыва абразивной пульпы с движущегося по траектории пропила каната и тем самым сохраняется связь абразива с канатом, обеспечивая нормальное проникновение абразивной пульпы в зону резания через межпроволочные зазоры каната. Критическая скорость резания при заданной длине пропила уменьшается с увеличением угла охвата блока камня канатом.

Поиск в направлении совершенствования канатной технологии добычи и рационализации режимов резания позволил довести техническую производительность по пропилу до 12-1,8 м²/ч, что соответствует скоростям подачи на забой каната 8-12 см/ч при средней длине забоя 15 м. К канату и составляющим его проволокам предъявляются следующие требования: высокая абразивная износостойкость, максимальная режущая способность (свойство эффективно разрушать породу через абразивную пульпу), высокая статистическая и усталостная прочность.

Вопрос дальнейшего развития технологии канатной добычи блоков связан с проблемой безвзрывного отделения монолитов от массива по подошве уступа, для чего намечается применение невзрывного разрушающего вещества НРС-1, а также алмазных канатных пил для проходки горизонтальных резов и пассивировки блоков (6).

Итальянская фирма Теспогранити предлагает стационарные алмазно-канатные установки для вырезания объемных криволинейных фигур. Наиболее простая и доступная по цене среди них установка Contour Plus (19).

УДАРНО-ВРУБОВЫЕ МАШИНЫ

В зарубежной практике (США, Испания, Франция, Канада) при добыче блоков из облицовочных пород прочностью до 140 МПа широко применяют ударно-врубовые машины (ченнелеры), у которых рабочим органом является комплект долот V и Z-образной формы, которым сообщается возвратно-поступательное движение большой частоты. Долота наносят удары по горной породе, разрушают ее и образуют щель шириной 50-60 мм и глубиной до 6 мм. Ченнелеры перемещаются по рельсам, проложенным вдоль направления вырубаемой щели, и могут производить вертикальные наклонные и горизонтальные врубы.

Наиболее распространенная технология предусматривает проведение вертикальных или наклонных врубов во взаимно перпендикулярных плоскостях, а отбойку нарезанных ченнелерами блоков в горизонтальной плоскости осуществляют гидроклиновым способом, подготавливая к выемке всю отрабатываемую пачку. Производительность ченнелеров - 5-8 м² в смену. Они хорошо себя зарекомендовали при обработке монолитных массивов прочного мрамора и позволяют получать блоки требуемых размеров. Однако из-за большой энергии единичного удара имеют место нарушения монолитности породы.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УДАРНО-ВРУБОВОЙ МАШИНЫ ЧЕННЕЛЕР

Глубина проходки, м	до 4
Ширина щели, мм	60
Энергия единичного удара, Дж.	300
Частота ударов, уд/мин	250
Установленная мощность, кВт	15
Производительность проходки по породам с пределом прочности на сжатие 140...160 МПа, м ² /ч	1,2

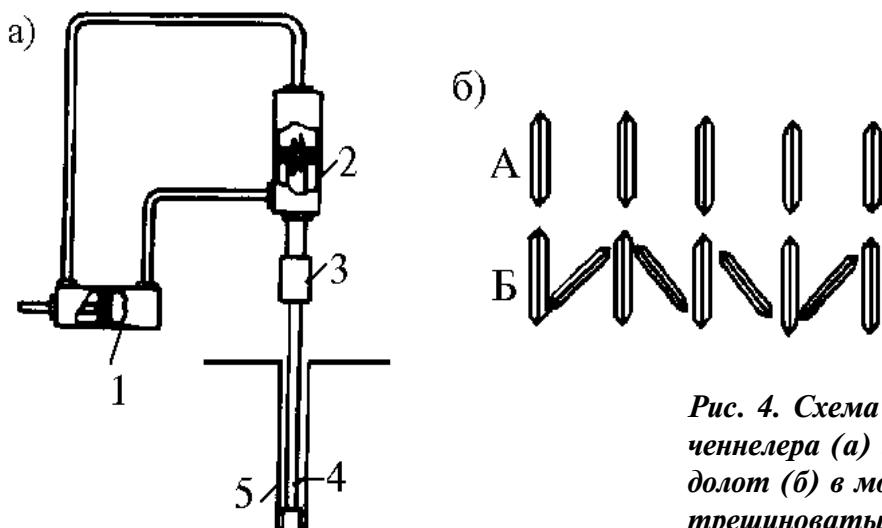


Рис. 4. Схема электропневматического ченделера (а) и расположение лезвий долот (б) в монолитных (А) и трещиноватых (Б) породах

Ударно-врубовые машины имеют две основные разновидности: электропневматические и эксцентриковые.

Электропневматический ченделер (рис. 4) состоит из двух цилиндров с поршнями 1 и 2. Поршень 1 приводится в возвратно-поступательное движение при помощи электродвигателя: поршень 2 перемещается под действием компрессии и разрежения, образующихся в результате движения поршня 1. Поршень 2 несет на себе суппорт 3, на котором закреплен набор долот 4, создающих при своем движении вруб 5.

Эксцентриковый ченделер работает при помощи электродвигателя.

Основной недостаток этого типа машин - низкая частота ударов, следствием чего является низкая производительность. В Казахстане и в России ведутся исследовательские работы для улучшения этих машин (13).

БАРОВЫЕ МАШИНЫ И МАШИНЫ С КОЛЬЦЕВОЙ ФРЕЗОЙ

Для подготовки к выемке мягких облицовочных пород прочностью до 20 МПа часто применяются камнерезные машины с баровыми режущими органами, представляющими собой плоскую удлиненную конструкцию с соотношением длины к ширине 1:6, по периметру которой скользит цепь с твердосплавными зубцами. Использование длины рабочего органа составляет 85-90%. Типичными машинами подобного рода являются камнерезные машины КМАЗ-188 и КЦБ-3А. Длина бара около 1м. Производительность резания камня прочностью до 10 МПа баровой машиной составляет порядка $30 \text{ м}^2/\text{ч}$ при ширине пропила 30-40 мм.

Камнерезные машины с кольцевыми фрезами (рис. 5) могут использоваться для добычи малогабаритных блоков облицовочного камня из пород с пределом прочности на сжатие до 40 МПа (СМ-580 А, СМ-177 А, СМ-428). Для выпиливания блоков из мрамора и высокометаморфизированного известняка используется машина СМ-177 А, эксплуатационная производительность которой составляет до 20 м^2 пропила в смену.

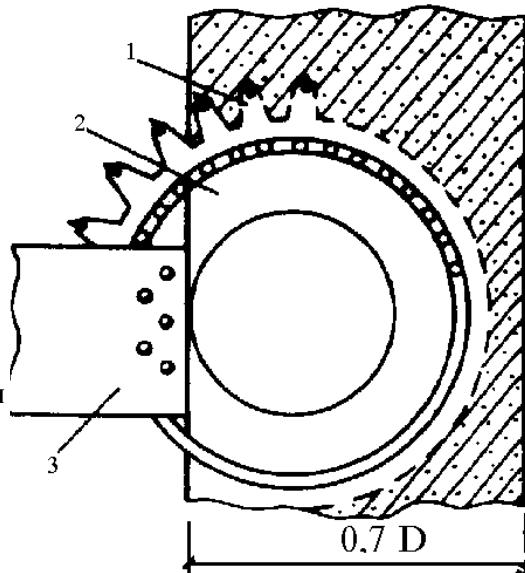
Достоинством этих машин является высокая производительность при резании прочного мрамора, правильная форма блока, минимальные неровности их боковых граней и достаточно высокий (до 70%) уровень механизации подготовки пород к выемке. Однако они плохо работают в трещиноватых массивах, к тому же выпиливаемые блоки имеют ограниченные размеры по ширине и высоте.

На мраморных карьерах эксплуатируются баровые машины ST-30 VH западногерманской фирмы Korfmann и КХМ-2 болгарского завода "Минералимпекс", выпускаемые по лицензии фирмы Korfmann. Эти универсальные машины позволяют отделять блок от массива по трем плоскостям. Ввод бара в массив и вывод из него осуществляются принудительным вращательным движением с помощью гидроцилиндров, что исключает необходимость устройства траншей для ввода и вывода инструмента.

Технические характеристики различных баровых машин приведены ниже.

Рис. 5. Схема кольцевой фрезы А. Столярова

1 - режущая кольцевая фреза; 2 - диск, закрепленный на корпусе машины; 3 - корпус машины



Показатели	Баровая машина				
	KMX-2 "Минералимпекс"	ST 280 Korfmann	ST-30 Korfmann	ST-120 Korfmann	BZ-68B Perrier
Скорость режущей цепи, м/с	0,6-1,25	0,6-1,25	0,3-1,4	0,6-1,25	1-3
Скорость рабочей подачи, см/мин	0,65-25	0,65-12,8	2-15	0,65-25	1-20
Максимальная глубина реза, м	2	2,5	2,5	3,2	3,3
Ширина реза, мм	40	40	40	40	40
Установленная мощность, кВт	42,2	39,2	25,18	39,2	30
Скорость холостого хода, м/мин	3	3	0,65	3	2,8
Расход воды, л/мин	10	15	15	15	
Максимальная прочность камня, МПа	150	150	200	нет сведений	

В Институте "ВНИИПИстромсыре" разработана конструкция камнерезной машины с алмазно-канатным баром. По сравнению с алмазно-цепным баром увеличена скорость резания, снижена ширина пропила и улучшены другие показатели. К недостаткам современных дисковых камнерезных машин следует от-

нести то, что они работают при незначительной высоте уступа. С целью ее повышения бельгийская фирма Walleм разработала конструкцию камнерезных машин с дисками увеличенного диаметра, армированными алмазными сегментами. Фирма выпускает машины "Акула" для вертикальной (BV-2500, RV-2700, RV-3000) и горизонтальной (RH-2700) резки. Машина RV позволяет производить нарезку уступов высотой 1-1,25 м поперечными или продольными параллельными резами .

По зарубежным данным, применение машин "Акула" позволяет сократить численность персонала по сравнению с традиционными методами добычи пород средней крепости в 8-10 раз, обеспечить высокий уровень автоматизации и снизить стоимость добычи блоков.

Ограничениями при использовании этих машин являются: высота уступа не более 1,25 м, площадь рабочей площадки более 200 м², наклон поверхности не более 15% (11).

Последние годы в Европе широко используют баровые машины для подземной и открытой добычи мраморных блоков, выпускаемые фирмой Fantini (19).

ВРАЩАТЕЛЬНОЕ, ШАРОШЕЧНОЕ, ВИБРАЦИОННОЕ И УДАРНО-ВРАЩАТЕЛЬНОЕ БУРЕНИЕ

Сущность способов состоит в том, что по контуру отделяемого блока на всю его глубину бурят ряд шпуров или скважин вплотную друг к другу, вследствие чего образуется щель. Перемычки, если они образуются, также разбирают. Таким же способом выбирают заготовки для изготовления гранитных валов.

Проходка щелей может осуществляться буровыми станками, работающими на принципах вращательного, шарошечного, вибрационного и ударно-вращательного бурения. Вращательное бурение может осуществляться станками алмазного и дробового бурения, а также электросверлами.

Более производительным является выбуривание щелей станками шарошечного бурения, которое осуществляется долотами, имеющими в качестве разрушающего органа конусообразные шарошки, армированные твердосплавным материалом.

Шарошечное выбуривание щелей осуществляется станками 2СБШ-200Н, СБШ-250 МН, СБШ-250К. При этом способе имеют место наибольшие потери делового камня.

Наиболее практичным является выбуривание щелей станками вибрационного и ударно-вращательного бурения, и, прежде всего, станками с погружными пневмоударниками типа СБМК-5, СБУ-125, ПР-31, Урал-61, но однако такой способ является трудоемким (1).

Техническая характеристика станков ударно-вращательного бурения в крепких и средней крепости породах

Станок	ПР-31	СБУ-125	СБМК-5
Диаметр коронок, мм	105	105	105
Глубина скважин, м	25	24	35
Направление бурения, градус	45-90	14-104	14-104
Осьное усилие, кН	6	12	7,6
Установленная мощность, кВт	2,8	27,2	13,8
Тип пневмоударника	П-1-75	П-125	МП-3
Масса, кг	1300	5720	2900

ДИСКОВЫЕ ПИЛЫ

На карьерах по добыче мягких облицовочных пород подготовка камня к выемке может осуществляться с помощью дисковых пил, режущим органом у которых являются отрезные круги, армированные твердосплавными резцами или алмазной крошкой. Дисковыми пилами оснащены камнерезные машины СМ-89А, СМ-826, СМ-543, СМ-518, НКМ-2, НКМ-4, КГМ-2, КМ-6, КМ-ЗА и др. Для этого способа характерны минимальные количественные потери камня. Максимальную глубину пропила при этой технологии подготовки камня к выемке с целью избежания трения фланца о камень рекомендуется принимать равной $0,4 \Delta_d$, где Δ_d - диаметр диска.

Использование в качестве режущего инструмента алмазных отрезных кругов повышает производительность камнерезных машин в 2,5 раза. Недостатком дисковых пил является малый коэффициент использования диаметра диска. Дисковые машины применяют при резании камня, прочность на сжатие которого составляет до 25 МПа.

В Бельгии, Франции эффективно работают камнерезные машины "Дельфин" с отрезными кругами диаметром 2,5 и 3 м, армированными алмазными сегментами. Следует учитывать, что применение таких машин требует большого количества воды для охлаждения диска (1).

ОТРЫВ КАМНЯ ВИНТОВЫМИ ПОДЪЕМНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Винтовые подъемные устройства состоят из корпуса и расположенного внутри его на упорной резьбе штока. Для отрыва блока от массива в монолите бурят скважину глубиной до ближайшей пластовой трещины, в которую устанавливается винтовое подъемное устройство.

При помощи специальных эластометров и зажимов корпус устройства расклинивается в скважине, а вращением штока создается подъемное усилие и производится отрыв блока от массива. Выемка отколотого блока осуществляется общепринятыми способами с помощью подъемных кранов или тяговых лебедок. Недостатком способа является то, что посередине отколотого блока остается отверстие (скважина). Такие устройства могут успешно работать на карьерах по добыче прочных и средней прочности облицовочных пород.

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ

РЕЗАНИЕ КАМНЯ ТЕРМОГАЗОСТРУЙНЫМИ И ПЛАЗМЕННЫМИ ГОРЕЛКАМИ

Внедрение в карьерную технологию добычи блоков термогазоструйного способа подготовки камня к выемке позволило:

- уменьшить тяжелые и трудоемкие ручные работы по очистке забоев при проходке разрезных и фланговых траншей буровзрывным способом;
- повысить качество блоков и уменьшить потери камня при переработке его на продукцию;
- упорядочить системы разработки месторождений и повысить культуру производства на карьерах блочного камня;
- увеличить выход блоков из добываемого полезного ископаемого.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЯМОТОЧНЫХ И ПУЛЬСИРУЮЩИХ ТЕРМОГАЗОСТРУЙНЫХ ГОРЕЛОК

Технические характеристики	Марки терморезаков							
	БВР-60 28/40	ТВР- 1-65Р	ТВР- 2-65М	ТВР- УВРГ-1	П- УВРГ-1	ПУВРГ -2	ТРВ- К2	ТР- 14/25-5М
Давление подачи, МПа:								
воздуха	0,5-0,7	0,5-0,7	0,4-0,6	0,4-0,6	0,5-0,7	0,5-0,7	0,6-0,8	1,3-1,5
горючего	0,5-0,7	0,5-0,7	0,4-0,6	0,4-0,6	0,5-0,7	0,5-0,7	0,6-0,8	1,3-1,5
Расход воздуха, м ³ /мин	5-7	2,0-2,5	5-7	7-10	5-7	7-9	4-5	0,2-0,3
Расход горючего, л/ч	12-18	6-12	15-20	20-30	15-25	25-30	12-15	10-12
Производительность реза щели, м ² /ч	0,4-0,5	0,6-0,7	0,6-0,9	0,8-1,2	0,7-1,0	0,8-1,4	0,4-0,5	0,8-1,2

Объемная скорость разрушения породы V_0 зависит от расходных характеристик и критического сечения сопла применяемого термоинструмента и может быть выражена экспериментальной зависимостью

$$= \sum +$$

S_{kp} - критическое сечение сопла, мм;

K и C - коэффициенты, зависящие от крупности зерен, слагающих породу;

G_T - суммарный расход топлива.

Коэффициенты К и С при использовании кислороднокеросиновой (числитель) и бензовоздушной (знаменатель) горелок

Коэффициент	K	C
Крупнозернистый гранит	0,610/0,0515	0,742/0,0348
Среднезернистый гранит	0,447/0,032	0,530/0,0160
Мелкозернистый гранит	0,306/0,0236	0,317/0,007

Производительность прорезания щелей, себестоимость 1м² реза щели и удельная площадь резания, приходящаяся на 1м³ добываемых блоков для одной и той же породы, зависят от удельной трещиноватости камня. Производительность прорезания щелей в монолитных массивах в несколько раз больше, чем в трещиноватых. Сущность резания камня плазменными горелками состоит в том, что для разрушения пород используется действие вещества в плазменном состоянии в виде ионизированных высокотемпературных потоков, создаваемых плазмотронной установкой.

Температура ионизированного газа может достигать 10000-15000°С (1).

Через трубы 1 и 2 подается сжатый воздух и бензин, которые в отделении 3 (завихритеle) смешиваются в однородную смесь и поступают в камеру сгорания 5. Смесь воспламеняется непосредственно у сопла 4 оператором или дистанционно (рис. 6).

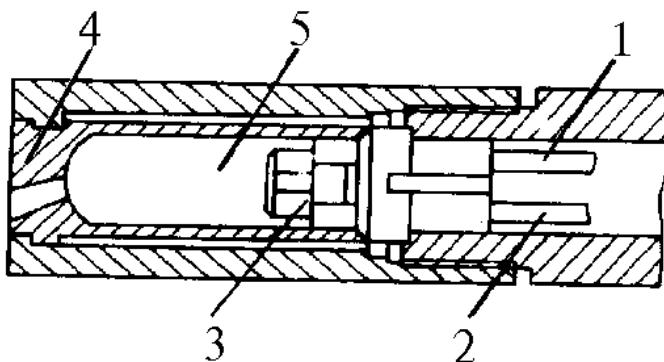


Рис. 6. Схема термогазоструйного инструмента

РАЗРУШЕНИЕ КАМНЯ СТРУЕЙ ВОДЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Водоструйный метод резания камня до настоящего времени широко используется в Чехословакии, США, во Франции и др. странах.

Американской фирмой "Ассоннейшн оф Эльбертон гранитиес" еще в 1978г. на гранитных карьерах штата Джорджия проведены испытания установок для резания гранита с помощью струй при высоком давлении, в которых две тонкие струи воды направлялись на гранитный монолит под давлением 98,5-126,5 МПа, а в другой модификации такой установки вода подавалась под давлением 280 МПа. В обоих случаях водной струе придавалось вращение с очень большой скоростью, приводящее к расщеплению кристаллической структуры гранита.

Установками была достигнута скорость резания 1,5-2,0 м²/ч. Подача воды к таким установкам осуществляется компрессорами, установленными на гусеничных платформах. Наиболее целесообразно применение таких установок для резания вертикальных щелей.

Существенным преимуществом водоструйного метода является более высокая скорость резания камня, чем термогазоструйными горелками и меньшая ширина реза, что способствует снижению потерь при добыче.

В целях повышения интенсификации процесса разрушения камня целесообразнее использовать высоконапорные пульсирующие водяные струи давлением свыше 100 МПа с частотой пульсации до 3000мин⁻¹.

Применение способа связано со сложностью создания и эксплуатации насосов высокого давления, большими расходами энергии и воды (1).

НАПРАВЛЕННЫЙ РАСКОЛ ПОРОДЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ

Из электротехнических наибольшую перспективность имеет электродинамический способ, сущность которого заключается в том, что разрушение породы производится энергией электрического импульса, получаемого от конденсаторных батарей. Как показывают результаты исследований, электроимпульсные установки, работающие на принципе искрового разряда в жидкости, оказались слабожизненными по сравнению с электроимпульсными установками. В этих установках электрогидравлический эффект получают взрывом проводников в жидкости, что достигается разрядом электрической энергии через проволочную перемычку между положительными и отрицательными электродами, расположенными в технологическом узле. Основная задача процесса электрического взрываания состоит в том, чтобы подвести к проволоке возможно большее количество энергии в возможно более короткий промежуток времени, причем такого количества энергии, которое в несколько раз превышало бы энергию, необходимую для испарения металла. Для этого блок конденсаторов емкостью в несколько тысяч микрофараад заряжают до напряжения, близкого к 1000 кВ. Замыкание цепи может осуществляться через механические разрядники или другое коммутирующее устройство типа импульсного выключателя, такого, как игнитрон, время срабатывания которого составляет всего лишь несколько нано-секунд (10^{-9} с), или через который можно пропустить ток в несколько тысяч ампер, достаточный для взрыва проволоки. Электрический взрыв проволоки интерпретируется следующим образом: в результате замыкания разрядного контура происходит резкое возрастание тока, носящее нелинейный характер из-за изменения величины сопротивления проволочки и индуктивности, обусловленных нагревом и расширением проволочки. Проволочка нагревается, плавится, доходит до температуры кипения, но не кипит, так как в жидком металле (проводке) отсутствует центр кипения. Жидкий металл, продолжая перегреваться и расширяться, переходит в газообразное состояние, после чего наступает период мгновенного испарения. Перегретый газообразный металл обладает большим сопротивлением, в нем исчезает проводимость, падение индуктивного напряжения становится большим и проволочка взрывается. Ударная волна от взрыва проволочки через воду воздействует на окружающую среду, выполняя механическую работу.

Перспективным, применительно к карьерам по добыче блоков облицовочных камней, следует считать высокочастотный контактный электротермический способ, реализованный в установке "Электра" ИГД им. А. А. Скочинского, базирующийся на электротермическом разрушении пород током промышленной частоты с использованием установки УРН-400. На поверхность породы в нужных направлениях раскола наносят тонкие полосы токопроводящего материала или бурят шпуры малого диаметра, в которые устанавливают электроды, к ним подводят напряжение 15 кВт, частотой 5,28 кГц. Эксперименты подтверждают, что при мелкошпуровом методе на раскол блока площадью $0,8 \text{ м}^2$ затрачивается 3 мин. при энергоемкости процесса $3,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. Способ обуславливает большой

расход электроэнергии, что сдерживает его практическое применение.

ОТДЕЛЕНИЕ КАМНЯ ОТ МАССИВА НЕВЗРЫВЧАТЫМ РАЗРУШАЮЩИМ СРЕДСТВОМ (НРС)

НРС получается специальным обжигом карбонатных пород с последующим измельчением продукта обжига со специальными добавками.

Разрушение камня при использовании НРС происходит без выбросов твердых и газообразных продуктов и не сопровождается звуковыми и другими колебаниями. НРС может использоваться как для отделения монолита от массива, так и для раскалывания монолита на блоки.

В объекте, подлежащем разрушению, бурят шпуры, диаметр в глубине которых, а также расстояния между ними определяются в зависимости от физико-технических характеристик разрушающейся породы. С увеличением диаметра шпура возрастает разрушающее усилие. Но оптимальный диаметр шпура 40-60 мм, а глубина шпура должна составлять не менее 70% высоты раскалываемого камня. Шпур заполняется рабочей смесью НРС на всю глубину. Рабочую смесь приготавливают в открытом сосуде, в который выливают воду температурой не более 25°C и добавляют НРС и перемешивают 8-10 мин. Если в заливаемых шпурах имеется вода или пыль, их нужно оттуда удалить. НРС работает только при смешивании с водой. В результате химической реакции происходит расширение массы в шпуре, что и создает раскалывающее усилие, которое увеличивается с течением времени. От этого усилия в породе возникают напряжения, которые приводят к образованию трещин, а расширяющее усилие поддерживается также после появления трещин.

Расход НРС на 1м³ отделяемой породы зависит от разных условий и пород и составляет 2-5 кг. При работе с НРС важно соблюдать правила техники безопасности.

В НРС, разработанном Московским институтом ВНИИСтром им. Будникова, основным компонентом является обожженная грубодисперсная известь (1).

В США вяжущие компоненты расширяющихся веществ создаются специально регулируемым обжигом известняка в атмосфере водяного пара и оксида углерода. В Канаде НРС получают на основе портландцемента, гидрата извести, гидроксидахлорида алюминия.

На полигоне КазПТИ были проведены испытания НРС "Бристар и "С-Митте" японского производства для направленного разрушения гранитных блоков с пределом прочности при растяжении 15-20 МПа.

НРС можно с успехом применять при добыче блоков крепких горных пород:

- зона нарушения блоков не превышает диаметр шпуром;
- объем бурения сокращается в среднем на 30% по сравнению с буро-взрывным способом;
- время разрушения блоков и отделения их - 10-30 час (8).

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЙ РАСКОЛ КАМНЯ

Термомеханические буровые инструменты, в которых осуществляется

прямой нагрев горной породы струей газообразного теплоносителя, являющегося простым и универсальным видом теплового воздействия, получили наибольшее признание.

В качестве генераторов теплового воздействия используют воздушно-огнеструйные горелки, перегретый пар и парогазовые смеси. Такие источники тепла имеют большую энергетическую мощность, конструктивно просты и могут работать практически в сочетании с любым механическим породоразрушающим инструментом.

При добыче блоков породу следует нагревать на прямолинейных участках, параллельных направлению требуемого откола монолита. На перегретую породу по линии в плоскости требуемого откола вводится струя холодной воды, что обеспечивает раскол камня.

Разработанное в ИГТМ АН Украины термошарошечное долото ТШД-320 для бурения скважин и щелей в крепких породах состоит из керосиновоздушной горелки и системы шарошек, обрабатывающих только периферийную часть забоя, профиль которой соответствует форме, получаемой при термическом бурении.

Этот способ широкого применения не получил, однако его перспективность очевидна, так как термомеханическое разрушение породы современной техникой осуществляется в 2-3 раза быстрее, чем простое термогазоструйное резание камня (1).

КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ

Добыча блоков гранита и мрамора в основном осуществляется комбинированными способами подготовки их к выемке. При этих способах подготовки блоков к выемке процесс подготовки является двухстадийным.

Наибольшее распространение получили: взрывное отделение монолитов от массива и гидроклиновое разделение их на блоки

ВЗРЫВОКЛИНОВОЙ СПОСОБ

Размеры отделяемого монолита по длине, ширине и высоте выбираются равными расстояниям между естественными трещинами отдельности (при наличии их) или кратными, соответствующими размерам добываемых блоков. При отсутствии естественных трещин отдельности в массиве намечаются плоскости отделения.

Для бурения шпуров применяются ручные перфораторы среднего и тяжелого типа при бурении шпуров вручную или с пневмоподдержками, установки строчечного бурения вертикальных и горизонтальных шпуров конструкции ВНИИПИИСтромсыря, ВНИИнеруда, австралийской фирмы "Белер", итальянской фирмы "Пеллегрини" и др.

Достоинства взрывоклинового способа:

- возможность применения его при добыче всех видов изверженных, метаморфизованных и осадочных пород;

- возможность применения в сложных горно-геологических условиях;
- низкие удельные расходы бурения;
- невысокая энергоемкость.

Недостатки способа - значительные разрушения камня взрывными работами, снижающие на 15-40% выход кондиционных блоков из извлекаемого полезного ископаемого.

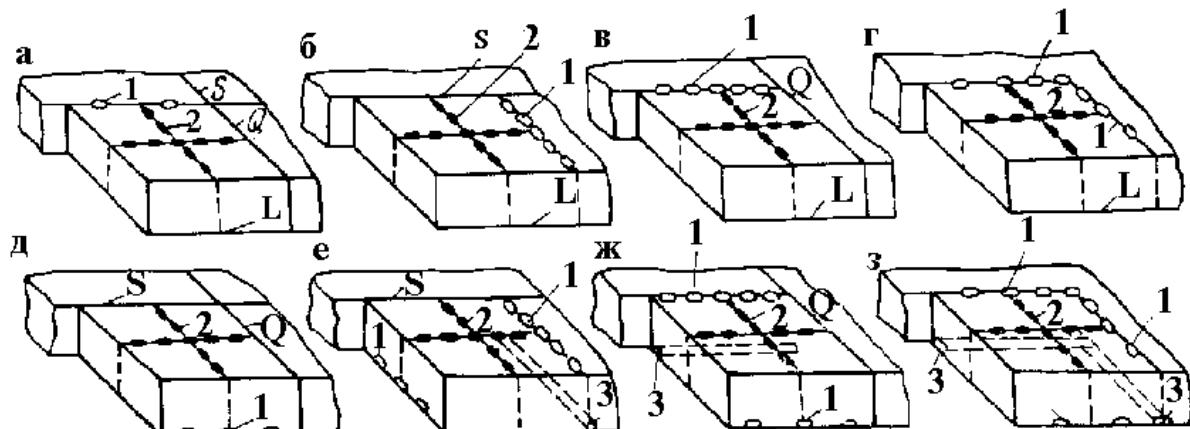


Рис. 7. Схемы подготовки блоков к выемке при взрывоклиновом способе:

S, Q, L - продольные, поперечные крутые и пологие естественные трещины отдельности; 1 - шпуры для взрывного отделения монолита; 2 - шпуры для гидроклиновой разделки монолита на блоки; 3 - оконтуривающие нижнюю кромку монолита шпуры

Если в массиве имеются пологая L, продольная S и поперечная Q крутые естественные трещины отдельности и размеры монолита приняты равными расстояниям между трещинами, монолит практически является отдельным от массива. В этом случае монолит с помощью небольших зарядов дымного пороха, размещаемых в шпурах 1, (рис. 7 а), только отодвигается от откоса уступа.

При наличии пологой трещины L и продольной S или поперечной Q трещин отделение монолита производится соответственно по плоскости, перпендикулярной (рис. 7 б) или параллельной (в) фронтальному откосу уступа зарядов пороха, размещаемого в шпурах 1.

При наличии пологой трещины отдельности и отсутствии вертикальных, отделение монолита от массива производится по двум плоскостям (рис. 7 г) - параллельной и перпендикулярной фронтальному откосу уступа.

При отсутствии пологой трещины и наличии продольной и поперечной крутой трещины, монолит отделяют у подошвы уступа по горизонтальной плоскости (рис. 7 д), а если только продольная трещина, то отделение монолита производится по двум плоскостям: перпендикулярной фронтальному откосу уступа и у подошвы монолита (рис. 7 е).

БУРОВЗРЫВОКЛИНОВОЙ СПОСОБ

Щелевое (сплошное) бурение скважин, взрывное отделение монолитов от массива и гидроклиновое разделение их на блоки. На месторождениях с редкой системой естественных трещин в целях уменьшения заряда ВВ сплошным бурением образуют дополнительную вертикальную плоскость обнажения, а

затем монолит по одной (при наличии естественной трещины) или по двум (при отсутствии трещин) плоскостям взрывным способом отделяется от массива. Иногда сплошным бурением проводятся две вертикальные щели и монолит отделяется от массива взрывным способом только в горизонтальной плоскости.

Нарезка щели производится бурением станками шарошечного или ударно-вращательного типа вертикальных скважин, располагаемых в плоскостях отделения таким образом, чтобы стенки их сопрягались без промежутков породы между ними.

Если в подошве отделяемого монолита имеется естественная пологая трещина (рис. 8а) то щель 1 проводится перпендикулярно фронтальному откосу уступа и монолит взрывным способом отделяется по тыльной плоскости, параллельной фронтальному откосу уступа. При отсутствии пологой трещины отделение монолита может производиться по двум вариантам:

- в массиве сплошным бурением проводится щель 1, и монолит взрывным способом отделяется по тыльной вертикальной и горизонтальной плоскостям (рис. 8 б)

- в массиве сплошным бурением проводятся щели 1 и монолит взрывным способом отделяется от массива по горизонтальной плоскости (рис. 8в).

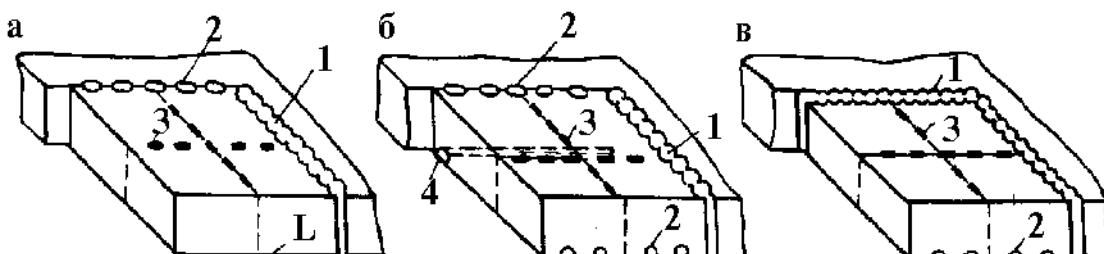


Рис. 8. Схемы подготовки блоков к выемке при буровзрывоклиновом способе:

1 - щель, образованная сплошным бурением; 2 - шпуры для взрывного отделения монолита; 3 - шпуры для гидроклиновой разделки монолита на блоки; 4 - оконтуривающий нижнюю кромку монолита шпур

Нарезка двух щелей для отделения монолита производится при добыче крупных блоков, применяемых в монументальном строительстве. При этом монолит чаще всего отделяется от массива гидроклиновыми установками.

Достоинства этого способа:

- возможность применения при добыче всех видов изверженных горных пород мрамора и мраморизированных известняков;
- возможность проведения отделяющих щелей большой глубины, что позволяет отделять крупные монолиты;
- повышение выхода блоков из извлекаемого полезного ископаемого на 10-20% в сравнении с взрывоклиновым способом.

Недостатки способа:

- значительные разрушения ($0,1\text{-}0,2 \text{ м}^3/\text{м}^2$) полезного ископаемого в проводимых сплошным бурением щелях;
- высокие удельные затраты бурения при подготовке блоков к выемке;
- необходимость создания площадок для размещения буровых станков.

ТЕРМОВЗРЫВОКЛИНОВОЙ СПОСОБ

На месторождениях гранитов, поддающихся интенсивному термическому разрушению, вместо проходки отделяющих щелей сплошным бурением производится резание щелей газоструйным инструментом. Резание щелей может производиться как ручными терморезаками, так и установками газоструйного резания типа УГР-1, УГР-2, СМР-033 и др. с рабочим органом, оснащенным 3-6 терморезаками. Глубина прорезаемых щелей 3-5 м, длина не ограничивается, ширина 0,07-0,18 м.

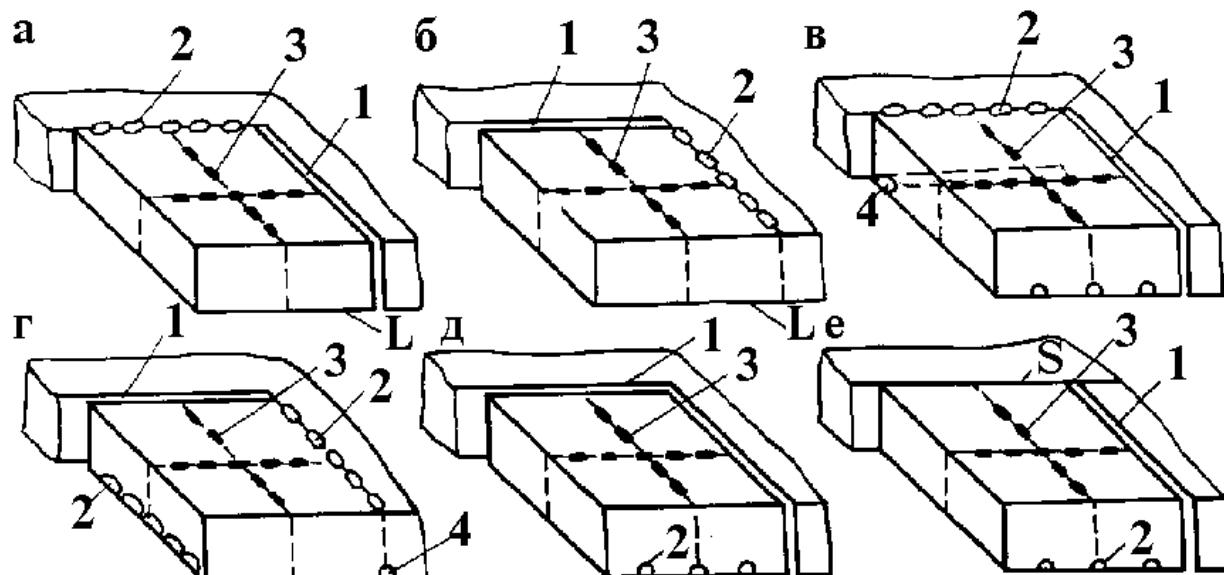


Рис. 9. Схемы подготовки блоков к выемке при термовзрывоклиновом способе:
1 - щель, прорезанная терморезаком; 2 - шпуры для взрывного отделения монолита; 3 - шпуры для гидроклиновой разделки монолита на блоки; 4 - оконтуривающий нижнюю кромку монолита шпур

В зависимости от структуры массива газоструйным терморезаком может прорезаться одна или две щели. Если в подошве отделяемого монолита имеется пологая трещина отдельности, то режется только одна щель, перпендикулярная (рис. 9а) или параллельная (рис. 9б) фронтальному откосу уступа, и монолит соответственно по второй плоскости отделяется взрывным способом.

Если в подошве естественная трещина отсутствует, то в массиве может резаться одна щель и монолит по одной вертикальной и горизонтальной плоскостям (в,г) отделяется от массива.

При отсутствии пологой трещины и наличии одной из круtyх трещин (S,Q), терморезаком режется соответственно перпендикулярная (рис. 9е) или параллельная фронтальному откосу уступа щель и монолит отделяется от массива взрывным способом по горизонтальной плоскости.

Достоинства этого способа:

- увеличение выхода блоков из извлекаемого полезного ископаемого на 10-20%;
- повышение производительности труда на 25-35%, снижение себестоимости на 20-30% в сравнении со взрывоклиновым способом;
- возможность применения при работе ручным терморезаком в сложных

горно-геологических условиях.

Недостатки способа:

- ограниченная глубина прорезаемой щели до 6 м;
- относительно большое разрушение полезного ископаемого ($0,07\text{-}0,18 \text{ м}^3/\text{м}^2$)

в прорезаемых щелях;

- большие расходы бензина - 30-35л на 1м^2 прорезаемой щели.

УДАРНО-ВРУБОКЛИНОВОЙ И УДАРНО-ВРУБОВЗРЫВОКЛИНОВОЙ СПОСОБЫ

При подготовке к выемке гранитных блоков в США и мраморных в США, Канаде, Франции, Испании применяются ударно-врубовые машины (ченнелеры). Машины могут производить вертикальные, реже наклонные и горизонтальные щели при помощи долотов, приводимых в возвратно-поступательное движение электрическим или дизельным двигателем. Производительность машины $5\text{-}12 \text{ м}^3/\text{смену}$, ширина щели 50-60 мм, глубина 3-4 м и достигает 6 м.

В зависимости от структуры массива ударно-врубовыми машинами в массиве прорезаются одна или две отделяющие щели, а затем монолит отделяется от массива гидроклиньями при ударно-врубоклиновом способе или взрывными работами при ударно-врубовзрывоклиновом способе.

Достоинства способов:

- малая ширина прорезаемой щели при работе на гранитных месторождениях, что снижает технологические разрушения полезного ископаемого при подготовке блоков к выемке;
- возможность применения при разработке мраморов и других видов пород невысокой прочности.

Недостаток способов - большая энергоемкость разрушения.

Схемы подготовки блоков к выемке аналогичны схеме термовзрывоклинового способа.

КАНАТНОКЛИНОВОЙ СПОСОБ

Отделение монолитов от массива канатными установками со свободным абразивом или с канатом, армированным алмазными режущими элементами, в гидроклиновое разделение их на блоки.

Для отделения монолитов канатными установками предварительно производится бурение вертикальной скважины или проходка фланговой разрезной траншеи. Фланговые траншеи позволяют осуществлять горизонтальную подрезку монолита и отделять крупные монолиты, а также создают удобства для дальнейшего разделения их на блоки.

Проходка траншеи производится с применением канатного пиления. Для этого в торцевых углах траншеи бурят скважины диаметром до 200 мм, в которые помещают стойки с самопроникающим механизмом и производят пиление по контуру траншеи. Выемка полезного ископаемого в контуре траншеи осуществляется с применением гидроклиновых установок для отделения породы. Высота отделяемого монолита при канатноклиновом способе принимается 4-6

м; длина 15-25 м, ширина 3-6 м. Скорость движения каната 8-10 м/с, усилие прижатия каната к поверхности забоя щели 2-3 кН, расход песка на 1м² пропила 60-150 кг, производительность резания 1-1,5 м²/ч.

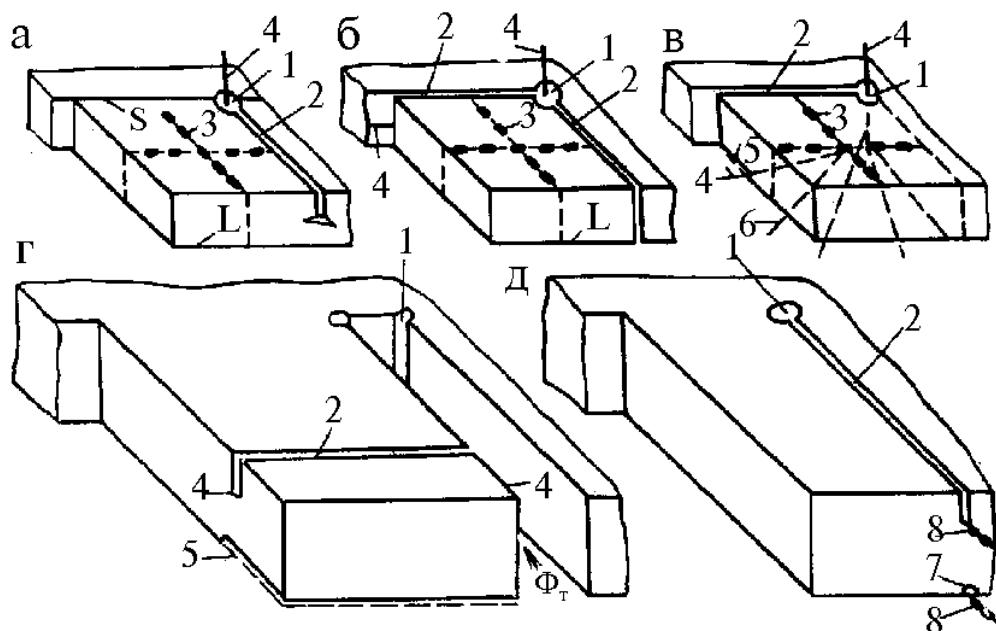


Рис. 10. Схемы подготовки блоков к выемке при канатноклиновом способе:

1 - скважина; 2, 5 - соответственно вертикальная и горизонтальная щели, прорезанные канатной установкой; 3 - шпуры для гидроклиновой разделки монолита на блоки; 4 - пильный канат; 6 - положение каната при выполнении горизонтального реза; 7 - горизонтальный шпур; 8 - канат, армированный алмазными режущими элементами

В зависимости от структуры массива отделение монолита производится по одной, двум или трем плоскостям (рис. 10а, б, в).

В последнее время разработаны канатные пилы, армированные алмазными режущими элементами.

Установка с канатом, армированным алмазными режущими элементами, располагается непосредственно у отделяемого монолита. В углу монолита бурится вертикальная скважина, а в подошве монолита до пересечения со скважиной - шпур. Через скважину и шпур пропускается канат, армированный алмазными элементами, и производится пиление.

Достоинства способа:

- простота конструкции;
- невысокая энергоемкость пиления.

Недостатки способа:

- невозможность работы при минусовой температуре;
- снижение производительности при наличии твердых включений и трещиноватости массива.

Канатно-барбуклиновой способ - отделение монолита от массива баровыми машинами или машинами с кольцевой фрезой и гидроклиновое разделение их на блоки.

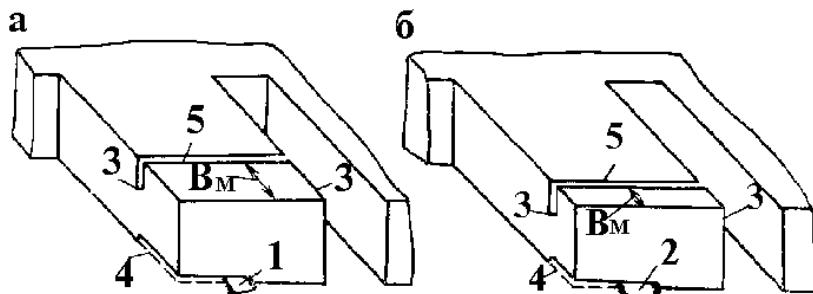


Рис. 11. Схема подготовки блоков к выемке при канатно-врубоклиновом способе:

1 и 2 - соответственно баровый и кольцевой режущий орган машины; 3 - пильный канат; 4 - горизонтальная щель, прорезанная баровым или кольцевым режущим органом; 5 - вертикальная щель, прорезанная канатной установкой

Брововзрывоклиновой способ - резание отделяющих щелей баровыми машинами или машинами с кольцевой фрезой, взрывное отделение монолитов от массива и гидроклиновое разделение их на блоки.

Канатно-врубовзрывоклиновой способ - резание отделяющих щелей канатными установками, взрывное отделение монолитов от массива и гидроклиновое разделение их на блоки. Схемы аналогичны схемам брововзрывоклинового способа.

Канатно-врубоклиновой способ применяется при разработке месторождений мрамора и мраморизированных известняков.

В связи с тем, что производительность канатной пилы, работающей со свободным абразивом, при горизонтальном пиления в 2-3 раза ниже вертикального пиления, для отделения монолита по горизонтальной плоскости вместо канатного реза выполняется горизонтальный вруб баровой машиной (рис. 11а) или машиной с кольцевой фрезой (рис. 11б)

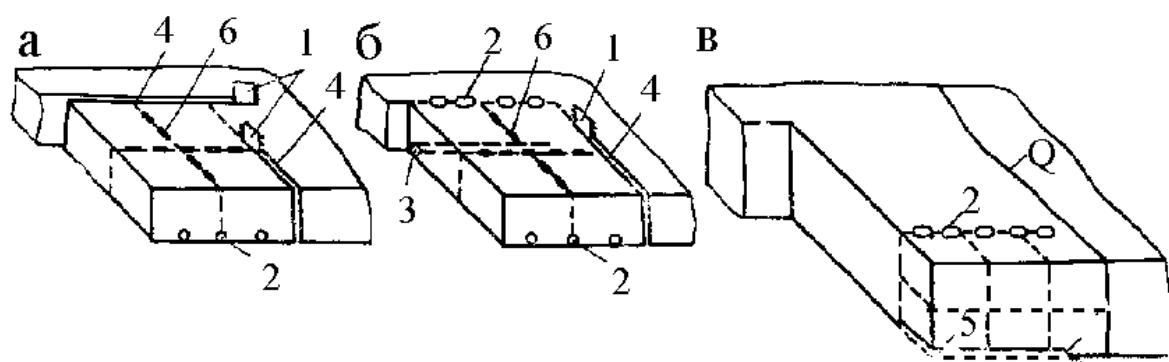


Рис. 12. Схема подготовки блоков к выемке при врубовзрывоклиновом способе:

1 - баровый режущий орган машины; 2 - шпуры для взрывного отделения монолита; 3 - оконтуривающий нижнюю кромку монолита шпур; 4 и 5 - соответственно вертикальные и горизонтальные щели, прорезанные баровым режущим органом; 6 - шпуры для гидроклиновой разделки монолита на блоки

Этот способ применяется при выемке блоков мрамора. Баровой машиной или машиной с кольцевой фрезой выполняются врубы: при отсутствии естественных трещин отдельности - два вертикальных, а по подошве монолит отделя-

ется взрывным способом (рис. 12 а); один вертикальный, а по одной вертикальной и горизонтальной плоскости у подошвы уступа монолит отделяется взрывным способом (рис. 12 б).

При наличии одной вертикальной трещины отдельности режущим органом машины выполняется горизонтальный вруб и монолит по вертикальной плоскости отделяется взрывным способом (рис. 12 в).

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ БУРОВЫХ РАБОТ НОВОГО УРОВНЯ НА КАРЬЕРАХ

В настоящее время на карьерах применяются два варианта обутивания уступов: первый - механическое шарошечное или ударно-вращательное бурение скважин, диаметр и сетка которых обеспечивают необходимый удельный расход взрывчатых веществ (ВВ); второй, комбинированный - бурение скважин шарошечными станками диаметром 250 мм по расширенной сетке с последующим термическим расширением нижней заряжаемой части до диаметра 450-500 мм, при котором достигается тот же удельный расход ВВ, что и в первом варианте.

Московским государственным горным университетом и канадской фирмой "ROCMEC INTERNATIONAL INC" разработана комбинированная технология буровых работ нового уровня.

Для ударно-вращательного бурения были приняты станки передовых фирм "ATLAS COPCO" и "GARDNER DENVER" с выносными пневмоударниками, позволяющие бурить скважины диаметром 91, 103, 114, 125 мм. Эти станки автономные, компрессор и ходовая часть (гусеничная) работают через привод от дизельного двигателя. Базовой была принята коронка диаметром 114 мм. Скорость бурения скважин диаметром 114 мм станками пневмоударного бурения по гранитам - 20 м/ч, стоимость станка - 300 тыс. долл. США, себестоимость 1 машиночаса работы станка довольно высока (180 долл. США), что обусловлено высокой заработной платой машинистов буровых станков в Канаде (в 10 раз выше, чем в России).

Для расширения скважин диаметром 114 мм были разработаны и созданы соответствующая горелка-терморасширитель и огневой станок (рис. 13). Станок изготовлен на базе автомобиля, он малометаллоемкий, достаточно маневренный. Дизельный двигатель, компрессор, емкость для горючего и воды, насосы для подачи горючего и воды смонтированы на платформе кузова автомобиля. В задней части платформы установлен манипулятор с системой гидроцилиндров, обеспечивающих две степени свободы (по горизонтали и по вертикали). Максимальный вылет стрелы манипулятора 7,2 м, зона охвата 270°.

На конце манипулятора установлен барабан с наматывающейся на него специальной гибкой штангой, по которой подается сжатый воздух. В штанге проложены гибкие магистрали для горючего, воды, а также электрический кабель, необходимые для обеспечения работы горелки - терморасширителя. Горелка установлена на конце гибкой штанги.

Станок снабжен двигателем подъема и опускания гибкой штанги на манев-

ровой скорости (500 м/ч) и на рабочей регулируемой скорости (от 3 до 15 м/ч). Он имеет два пульта управления: один на платформе автомобиля (для грубой установки горелки-терморасширителя над скважиной), второй - на конце манипулятора рядом со шламонакопителем. С одной стоянки станок может расширить 5 скважин.

В настоящее время на гранитных карьерах Канады начато промышленное применение такого станка фирмой " DYNAMITAGE TCG"; готовятся контракты на поставку таких станков другим фирмам.

Горелка-терморасширитель, установленная на станке, не имеет аналога в мировой практике и является самой эффективной из ныне известных. Основные характеристики горелки следующие:

- диаметр корпуса 72 мм;
- длина горелки 405 мм;
- расход горючего 31,5 кг/ч;
- расход воздуха 10 м³/мин;
- давление подачи горючего 1 МПа;
- давление сжатого воздуха 0,8 МПа;
- охлаждение теплонапряженных узлов горелки - воздушное, пылеподавление - водяное, в качестве горючего используется дизельное топливо (рис. 14,15) (4).

Во многих странах, особенно в США, на небольших карьерах для бурения скважин диаметром 150-200 мм в крепких породах и породах средней крепости все чаще используются буровые станки с погружными пневмоударниками. Стойкость штанг у таких станков в 5-10 раз выше, чем у пневматических, что обусловлено отсутствием хвостовиков, соединительных муфт, составных резьбовых штанг. Благодаря более высокому давлению сжатого воздуха (1,75-2,45 МПа, против 0,7 МПа у пневматических буровых станков) достигается значительная скорость бурения - до 45 м/ч. По сравнению с шарошечными буровыми станками стоимость станков с погружными пневмоударниками на 20-40% меньше (150-200 тыс. долл.).

Производительность гидравлического бурового станка Hydrotore Forme фирмы Montabert (Франция), оснащенного перфоратором Н100, при бурении скважин диаметром 89 мм в известняках средней твердости составляла 25 м/ч.

Гидравлический станок TR 75-35 ударно-вращательного действия фирмы

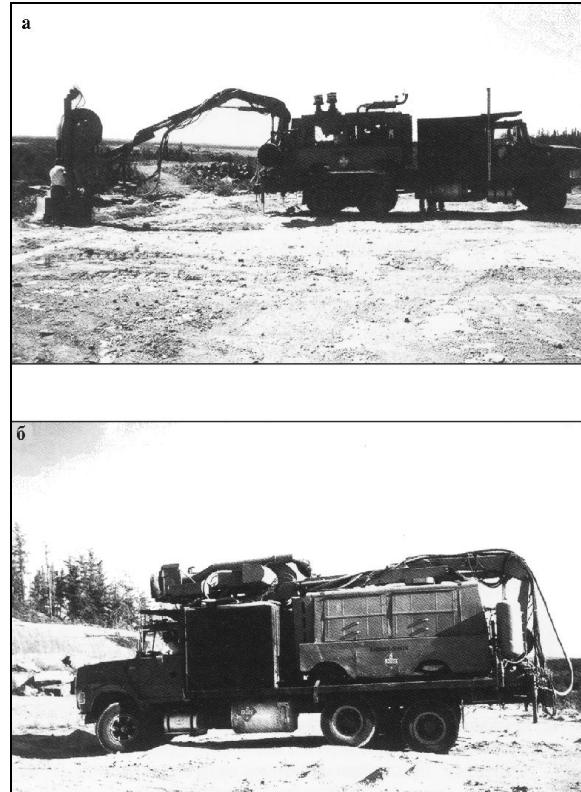


Рис. 13. Станок для термического расширения скважин в работе (а) и его транспортное положение (б)

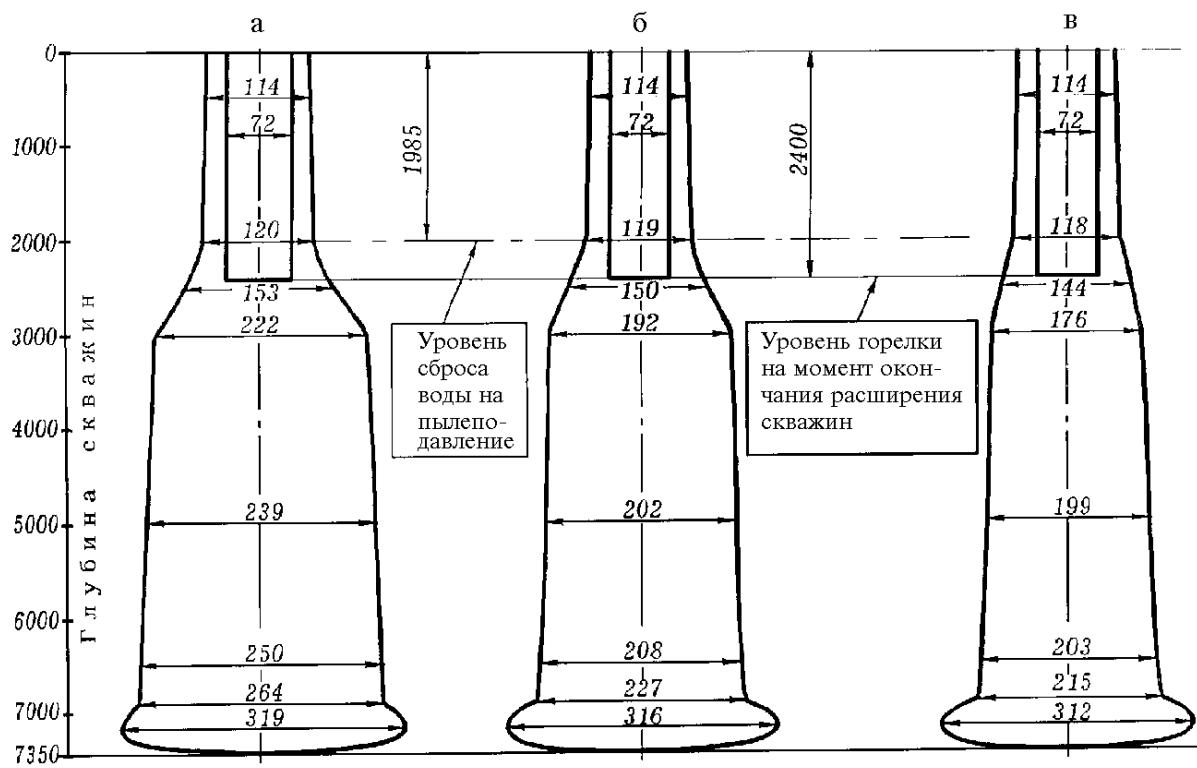


Рис. 14. Профили скважин, расширенных термическим способом при скорости подъема горелки 8 м/ч (а), 10 м/ч (б), 12 м/ч (в). (Размеры даны в мм; масштаб по глубине скважин 1:50, по диаметру - 1:5)

Halifax Tool Company на гранитном карьере за 1ч пробуривает 34-37 м. Такой же станок эксплуатируется в Великобритании на карьере компании Redland Aggregates. Фирма Schramm Inc (США) выпускает станки C912 Rotadrill с шарошечным долотом, развивающие максимальную производительность бурения 3,5 м/мин. Подача воздуха от компрессора составляет 34 м³/мин.

Производительность бурового станка LM300 фирмы Ingersoll-Rand (США), оборудованного перфоратором VL-120, при бурении скважин диаметром 89 мм достигает 24 м/ч.

Буровой станок SK 25 фирмы Reedrill Inc (США) на гусеничном ходу обеспечивает производительность бурения скважин диаметром 171 мм 5м/мин.

Компания Marlow Drilling (Великобритания) освоила выпуск портативных гидравлических буровых станков Moly DD-2 массой 143 кг. Глубина бурения 33,5 м.

Фирма Atlas Copco (Швеция) разработала пневматический перфоратор нового типа СОР 900, особенностями которого являются: небольшой расход сжатого воздуха (176 л/мин); пониженный уровень шума, высокая скорость бурения, незначительное потребление масла.

Среди тенденций развития буровых работ следует отметить все более широкое использование средств автоматического управления работой буровых станков.

Фирма Landrill (Великобритания) выпускает датчики характеристик процесса бурения GLI. Датчик монтируется на буровом станке и фиксирует глубину бурения скважины, скорость бурения, прочность буриемых пород. При его

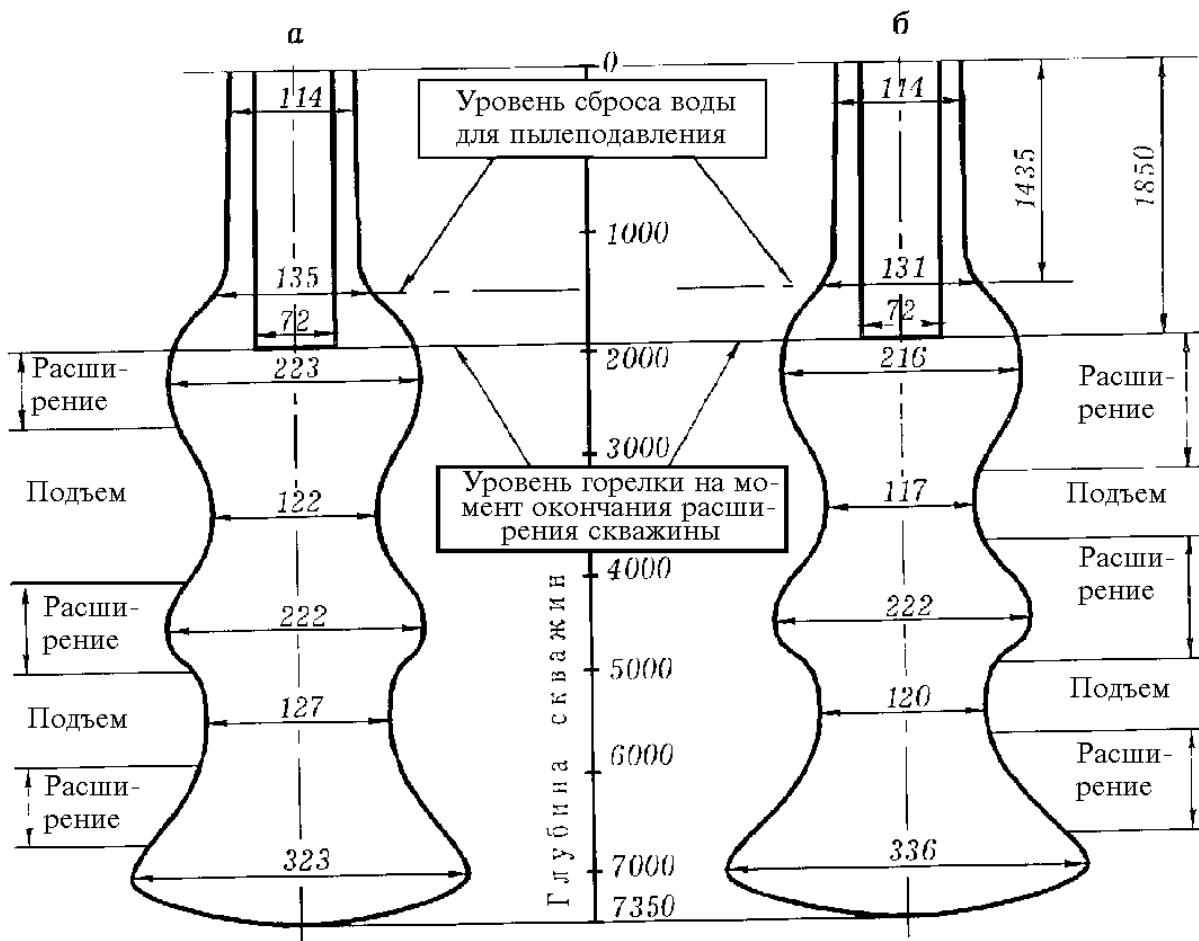


Рис. 15. Рассредоточенные котловые полости, получаемые при термическом расширении скважин

использовании производительность станка увеличивается на 10-25%.

Разработанная МГИ система автоматического управления "Горизонт-1" прошла промышленные испытания на буровых станках СБШ-250 МИ. Было пробурено несколько тысяч метров скважин. Установлено, что использование системы "Горизонт-1" обеспечивает экономию 10-15% трудовых, материальных и энергетических ресурсов (16).

При бурении твердых пород хорошие результаты дают комбинированные способы разрушения, позволяющие увеличить скорость проходки в 2-2,5 раза, а при бурении пород небольшой крепости существенно повысить производительность можно за счет снижения времени вспомогательных операций. Для этого, наряду с совершенствованием конструкций станков в направлении повышения быстродействия и степени автоматизации, наибольший эффект дает увеличение глубины бурения одной штангой ("Single pass"), для чего большинство западных фирм предлагает модели с длинными (до 18-20 м) мачтами, которые поставляются по специальному заказу потребителя ("option"). Это позволяет увеличить производительность станка на 25-30%, упрощает его управление.

Ведущие мировые фирмы "Бюсайрус-Ири" "Ингерсолл-Ренд", "Харнишфе-

гер", "Тамрок-Дрилтек", "Дрессер-Марион" (США) и др., как правило, выпускают станки индивидуально под конкретного потребителя. При этом в процессе заключения контракта оговариваются и вносятся любые возможные изменения в конструкцию, включая выбор типа главного привода (дизель или электропривод), конструкцию рабочего органа (диаметр и длина штанг, мощность приводов вращения и подачи), тип и характеристики компрессора, гидронасосов, гусеничного хода и т.д.).

Наиболее конкурентоспособные модели, выпускаемые американскими фирмами, это ДМ-М2 "Ингерсoll-Ренд", 45-R, "Бюсайрус-Ири", РН-70А "Харнишфегер" и т.д.

Шарошечные буровые станки среднего класса (СБШ-200 /270) наиболее широко распространены на горных предприятиях России и стран СНГ. Но эти станки существенно отстают от мирового уровня развития буровой техники. Более 80% взрывных скважин на карьерах стран СНГ бурят станками СБШ-250 МНА с использованием шарошечных долот, породоразрушающие зубцы которых выполнены в виде запрессованных штырей из твердого сплава. Но с увеличением прочности пород от 100 до 200 МПа проходка на долота снижается с 40 до 60 м. При этом стоимость штыревых долот за последние годы увеличилась в десятки тысяч раз и для диаметра 244,5 мм составляет 700-1000 долл.

Специалисты фирм "Смит Интернейшил" предлагают использовать для бурения взрывных скважин штыревые долота 6-J, 7-J, 9-J диаметром 251 мм. Применение американских долот на российских станках дает значительную экономическую выгоду. При этом необходимо отметить, что на основе анализа обработки долот и системы их поставки на рынок России и стран СНГ выявлены достаточно большие резервы дальнейшего роста технико-экономических показателей использования американских долот (4).

ЭФФЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ПОДГОТОВКИ КАМЕННЫХ БЛОКОВ К ВЫЕМКЕ

Буроклиновой способ подготовки блочного камня к выемке с применением ИРС-1 получил широкое распространение на карьерах по добыче в небольших объемах облицовочного камня высокой прочности и камнесамоцветного сырья, когда применение дорогостоящих гидроклиновых и гидрораскалывающих установок экономически невыгодно.

В обоих случаях по намеченным плоскостям откола в массиве пробуривают ряд сближенных шпуров, а затем каменный блок откалывают распорными усилиями, создаваемыми в шпурах, при первом способе клиньями со щечками, а при втором-смесью НРС-1 с водой в результате ее расширения при затвердевании.

В качестве замены клина со щечками предлагается клиновое устройство с проволочной пружиной, признанное изобретением СССР (а.с. 1756559). Оно отличается простотой и меньшей трудоемкостью изготовления по сравнению с клиньями со щечками, а также меньшими энергозатратами на создание распо-

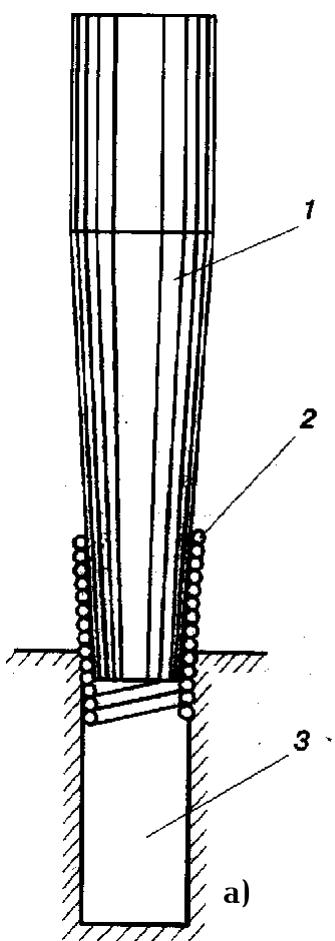


Рис. 16. Конструкция инструмента для подготовки каменных блоков к выемке буроклиновым (а) и бурошаровым (б) способами:

1 - конусный клин; 2 - пружинная втулка; 3 - шпур;
4 - шар; 5 - отрезок трубы; 6 - прорезь

рных усилий.

Процесс разрушения пород с применением предлагаемого клинового устройства заключается в следующем. После сборки устройства его вставляют нижними витками в устье предварительно пробуренного шпура. К верхнему концу клина через переходник с помощью отбойного молотка прикладывается ударная нагрузка. В результате устройство начинает двигаться вниз, в глубину шпура. После выборки всех зазоров начинают возникать распорные усилия, которые действуют на стенки шпура через витки пружинной втулки (рис. 16). Так как площадь контакта втулки с породой значительно меньше, чем поверхность щечек известных клиновых устройств, то разрушающие напряжения в породе возникнут при меньшей величине распорных усилий.

Достоинством клинового устройства является возможность его задавливания в шпур рабочим органом горной машины, например, ковшом экскаватора.

Основным недостатком всех клиновых устройств является создание распорных усилий в верхней части шпуров, что не позволяет применять их для

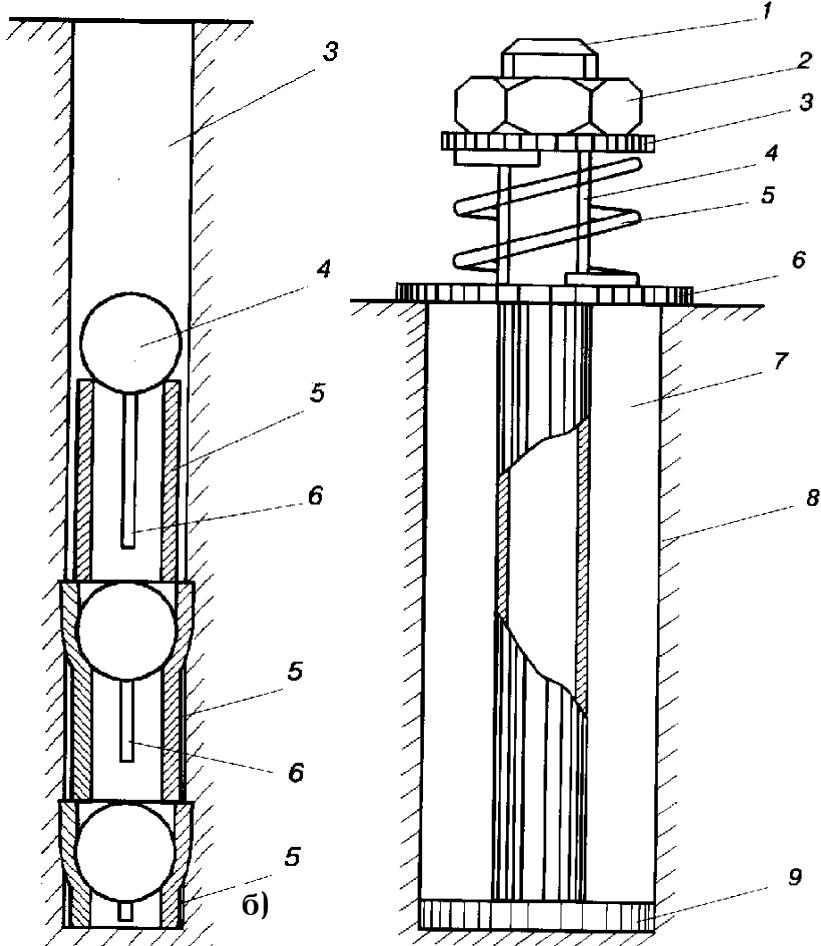


Рис. 17. Конструкция устройства для НРС-1:

1 - полый стержень; 2 - гайка; 3 - шайба; 4 - резьба; 5 - пружина; 6 - подвижный диск; 7 - смесь НРС-1 с водой; 8 - стенка шпура; 9 - неподвижный диск

откола каменных блоков большой высоты. Для устранения указанного недостатка предлагается бурошаровой способ добычи (рис. 16б). Инструментом для бурошарового способа являются отрезки труб с прорезью вдоль образующей (рис.16а) и стальные шары от шарикоподшипников, исчерпавших свой ресурс. При этом соотношение между внутренним диаметром отрезка трубы и диаметром шара не должно быть менее 75%. Отрезки труб могут быть различной длины. Преимуществами способа являются высокая эффективность и качество отбиваемых блоков.

Применяемые НРС-1 имеют ряд ограничений по условиям их использования:

- диаметр шпуров не должен превышать 70 мм;
- температура массива +5...+25°C.

Нарушение указанных условий может привести к опасному выбросу смеси НРС. Для устранения этого недостатка предлагается устройство с двумя дисками, позволяющее нейтрализовать силу выброса (рис. 17) (19).

ДОБЫЧА КРУПНЫХ КАМНЕЙ ТИПА ГРАНИТА В США

СТАДИИ ДОБЫЧИ ПРИРОДНЫХ КАМНЕЙ Перегруженная добыча

Добыча блоков

- Первичная резка

Отделение массы основной горной породы от рудника

- Вторичная резка

Отбор (сортировка) основной породы в необработанные блоки

- Обработка

Производство продажных блоков, отвечающих стандартам качества

В таблице подведены итоги техники добычи используемых для освобождения и отделения блоков.

Методы добычи (гранита)	Первичная резка	Вторичная резка	Обработка
Линейное бурение	x ²	x ^{1,2}	x ^{1,2}
Прорезное (щелевое) бурение	x		
Заглушка и (Plug Feater) ¹		x	x
Резка газовым резаком	x		
Взрыв ²			
- черный порох	x	x	x
- порох с низкой скоростью	x		
- взрывчатый провод	x		
Распиливание алмазной пилой			
- мобильное	x		
- постоянное (неподвижное)			x
Воздушный подъем	x		

1,2 в комбинации с ...

Первичный блок освобождается, используя двойную взрывную систему, чтобы отделить заднюю часть и основу первичного блока основной скалы. В это время стороны первичного блока уже распилены мобильной алмазной пилой. Обычно используют уже существующие трещины во избежание дорогостоящей резной работы. Взрывы также освобождают материал первичного блока. Это ведет к второстепенным блокам максимальных величин, определенных природой. Второстепенные блоки проверяются на качество и в дальнейшем выделяются для продажи. Нужные трещины не появятся, если порох не разместить точно, потому что в этом случае открытие трещины нуждается в большом количестве взрывных газов. Пороховой снаряд с максимальной взрывной скоростью 2000 м/сек. или взрывные провода со скоростью 7000 м/сек. могут быть использованы в зависимости от особенностей горной породы.

Второстепенная резка и обработка блоков осуществляется путем:

- бурения и взрыва черным порохом;
- бурения и резки или постоянного распиливания алмазной (ромбообразной) пилой (9).

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Открытые горные работы оказывают многообразное воздействие на окружающую среду. Объемы выбросов газов и пыли в атмосферу не должны превышать значений, при которых концентрация вредных примесей вблизи жилых массивов превышает санитарные нормы. Загрязнение водоемов ограничивается санитарными нормами предельной концентрации вредных и загрязняющих компонентов.

Готовится законодательство РА, в соответствии с которым предприятия обязаны выплачивать единовременную компенсацию за изымаемую землю в размере, определяемом затратами на освоение новых земель, или передавать землепользователям равноценные участки рекультивированных земель. В ходе работ, но не позднее годового срока после их завершения необходимо привести земельные участки в состояние, пригодное к их использованию для нужд сельского, лесного хозяйства, создания зон отдыха. Затраты на рекультивацию земель относят на себестоимость продукции, и зависят от направления рекультивации, свойств пород, механизации и организации работ. Направление использования рекультивированных земель выбирается по результатам технико-экономического анализа с учетом агрохимических свойств пород, природных, социальных и хозяйственных особенностей района. При любом направлении рекультивации обязательно раздельное снятие плодородного слоя почвы с площадей, отведенных под горные работы и отвалы. Временные отвалы плодородной земли должны располагаться на сухих участках, их высота не должна превышать 10 м, а уклон поверхности - не более 0,005. Для защиты от ветровой эрозии поверхность засеваю многолетними травами. Срок хранения во времен-

ных отвалах не должен превышать 10 лет, в противном случае плодородные грунты следует использовать для улучшения плодородия окрестных участков путем их землевания.

Основные требования к рекультивации земель для сельскохозяйственного использования заключаются в создании условий для произрастания растений и работы сельскохозяйственных машин (15).

В условиях нагорных карьеров значительно усложняются процессы рекультивации. В настоящее время восстанавливается лишь 4% нарушенных горными работами площадей.

Ниже описывается порядок отработки Гехашенского песчано-гравийного месторождения, расположенного на высоте 2 км. Средний наклон поверхности месторождения 25°.

Горные работы ведут в направлении от верхней части карьерного поля вниз по склону. Почвенный слой и вскрышные породы мощностью 0,3-0,9 м разрабатывают по однотипной технологии. Бульдозер перемещает горную массу по склону, формируя штабеля, из которых драглайн ЭО-4112 отгружает породу в самосвалы КрАЗ-256Б. Самосвалы образуют временные отвалы почвенного слоя и вскрышных пород. Одновременно функционируют 3 уступа высотой по 5 м. Указанная высота уступа выбрана исходя из условий рекультивации. На нижнем уступе выполняют вскрышные работы, на втором - добывочные. Число отрабатываемых добывочных заходок зависит от угла откоса склона. На верхнем уступе выполняют рекультивацию. Драглайн ЭО-4112 формирует откос уступа под углом 35°. На образованную поверхность укладывают фасины, закрепляемые колышами. Затем драглайном перемещают потенциально плодородные породы и распределяют почвенный слой. Между каждыми тремя уступами оставляют горизонтальную площадку шириной 5 м (14).

СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛИ В АРМЕНИИ

Армения - целина каменных материалов. Запасы вулканических туфов, пемз, шлаков, перлитов, базальтов, андезитов, мраморов, известняков и других горных пород неисчерпаемы.

В Армении известно около 600 карьеров природного камня. Из них 400 карьеров предъявили заявку на получение лицензии для эксплуатации. Получили разрешение 250 карьеров, а на данный момент уже работают по лицензии 118 карьеров, которые заключили договор с Управлением охраны недр и Министерством промышленности. Приватизировано 50 частных земельных участков для добычи полезных ископаемых.

В 80-ые годы мощность туфовых карьеров составляла 20-30 тыс.м³ в год; карьеров базальтов, андезитов, гранитов - 30-50 тыс.м³ в год. Мрамор добывали на нерегулярно действующих небольших карьерах мощностью 100-300м³

в год (2).

Добыча каменных материалов ввиду небольшой вскрыши производится исключительно открытыми разработками. Штучные камни соответствующих типоразмеров в виде блоков правильной и неправильной формы в зависимости от мощности залежей, прочности, включений и трещиноватости пород, вида потребления материалов и типа применяемого оборудования производятся буроклиновым, буровзрывным, полумеханизированным и механизированным способами в одну и две стадии.

На туфовых карьерах с минимальной и повышенной трещиноватостью пород в первой стадии добычи с помощью низко-и высокоуступных захватных и столбовых универсальных и специализированных камнерезных машин (СМ-89А, СМ-518, СМ-913М, СМ-580 и СМ-177А) производятся мелкие и крупные стеновые блоки правильной формы для индустриального строительства.

Для низкоуступных камнерезных машин высота уступа определяется как $h \leq 2z$, для высокоуступных - $h > 2z$,

где $z=h+b$ - толщина пропила блоков, определяемая ГОСТом.

На туфовых карьерах с повышенной трещиноватостью пород отделение из массива крупных цельных и нецельных (раскрытых по трещинам) блоков осуществляется буроклиновыми и буровзрывными работами, врубовыми машинами марок КМП-2, КМП-3 и Урал-33 путем горизонтальных и вертикальных подрубов и поперечного их раскрытия по трещинам, а также канатными пилами и камнерезными машинами для последующей переработки их вырезок во второй стадии в стеновые камни и другие штучные изделия соответствующих типоразмеров.

Учитывая способность туфов легко раскалываться, целесообразно при вторичной переработке крупные блоки и глыбы предварительно разделять с помощью камнекольных машин. Однако эти крупные блоки и глыбы в настоящее время ручным способом перерабатываются на штучные камни грубого скола непосредственно на карьерах и затем подвергаются ручной или машинной теске на стройплощадках. Опыт механизированной добычи природных стеновых камней правильной формы с помощью камнерезных машин показывает, что выход годной продукции из полезной горной массы составляет 30-50%, остальная часть-отходы.

Добыча указанных блоков, в зависимости от горно-геологических условий и физико-технических свойств пород, может производиться буроклиновым, электрогидравлическим способами, камнерезными и врубовыми машинами, канатными пилами, термическим способом и др. (2).

Базальты. Общегеологические запасы пород группы базальтов в Армении колоссальны (свыше 125 млрд.м³).

Базальты добывают буроклиновым и буровзрывным способами. Буровзрывные работы осуществляются минными штолнями и вертикальными скважинами. Применяются буровые станки БУ-22М, камнерезные станки БКС-2, ручные перфораторы РП-17. Базальты распространены почти по всем районам Армении (18).

Породы группы гранитов широко распространены в следующих марзах: Лори, Сюник, Котайк, Арагацотн.

Число зарегистрированных месторождений доходит до 50, из них разведано лишь 6. Площадь распространения пород группы гранитов по указанным месторождениям составляет около 1800 км², что предопределяет общие запасы пород в десятки миллиардов кубических метров. Наиболее крупным является Памбакский карьер гранитов.

Способ добычи - буровзрывной с ручной или механизированной разделкой. Применяются буровые станки БМК-4. Иногда добывают термическим способом.

Запасы мраморов составляют свыше 21 млн.м³. Они распространены в Агверане, Апаране, Иджеване, Веди.

Мраморные блоки добывают буроклиновым, буровзрывным и механизированным способами (камнерезными машинами СМ-177А, СМ-580А, врубовыми машинами СМ-177А, СМ-580А). Известняки также добывают буровзрывным способом (18).

Обсидианы - это разновидность перлитовых пород. Самое крупное месторождение - Арагацкое, далее следует Котайкское.

НЕКОТОРЫЕ КАМНЕДОБЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ АРМЕНИИ

Название добываемого материала	Наименование предприятия	Название карьера
	2	3
БАЛБАЗАР	Ерев. комбинат строит. материалов	Спандарянский
	АОЗТ "Фельзит", Вайк	Джермук, Переальная
	"Арммрамор" арендное предп.	Саратов
	ООТ "Тарон", Алаверди	Кариндж
	АОЗТ "Смбатаберд", Ехегнадзор	Цахкаовит
	АОЗТ "Стройматериалы", Эчмиадзин	Мерцаван.
	"Армнеруд" гос. предприятие (арендное)	Джрвеж (Вардашен), Мартуни (Геховит), Лчашен
	ООТ "Стройматериалы", Сисиан	I, II и III участок Шаки Ангехакот
	"Артик-туф" ГП	Паник
	АОЗТ "Стройматериалы", Ахурян	Азатани
Абовянский комбинат строит. матер. (арендное предп.)	"Востинк" ООТ	I и II участок Шаки, Ангехакот
	Абовянский комбинат строит. матер. (арендное предп.)	Арамус

	Кооп. "Заря" "Армраморгранит"	Ташир Арманис, Нурнус
	2	3
Ф	АОЗТ "Стройматериалы", Эчмиадзин АОЗТ "Стройматериалы", Ахурян Производ. комбинат "Артавазд" Производ. комбинат "Шеник" Комбинат строймат. " Пемзашен" ООО "Крунк"	Агавнатун Маисян Артик Аруч Артик (Южный) Артик (Южный)
Ү	Арендное предп. строймат., Абовян	Бужакан
Т	АОЗТ "Сасун" ПО "Армлес" (Бюраканский лесхоз.) ООО "Строймат", Армавир ООО "Камень"-90 ООО "Арус" ГП "Артик-туф" АОЗТ "Арантуф" Производ. комбинат "Гарун" Производ. комбинат "Шаржич" ООТ Варденисское карьерное управление	Какавадзор (Партизан) Бюракан Лукашин, Ервандакерт Парпи, Бюракан, Азатаван Парпи Артик Лукашин Копп Ервандакерт Субатан.
М Р А М О Р	"Армрамор" арендное предприятие ООО "Армраморгранит" ООО "Алага" (арендное предприятие) Комбинат стройматериалов, Абовян	Апаран, Иджеван Агверан (Егникасар), Сулидзор, Агверан (центральное) Апаран Маймех

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ДОБЫЧЕ ГРАНИТОВ

Карьеры:	Продукция	Годовая производительность	Способ производства	Применяемые механизмы
Памбакский	Блоки, буты	35 тыс.м ²		
Мегринский	Бутовый камень	15 тыс.м ³		
Айрумский	Бутовый камень	30 тыс.м ³		
Кафанский (Шабадинский)	Бутовый камень	15 тыс.м ³	Взрывной ручной или механизированный	Экскаваторы, бульдозеры, пневматические перфораторы ПТМ-508 (ОМ-506)

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Наиболее целесообразным с экономической точки зрения и возможности получения блоков большого объема является двустадийная технология добычи, когда от массива отделяется монолит (крупный блок), который в последующем разделяется на блоки нужных размеров.

При разработке пород средней прочности в проведении подготовительных работ по обнажению отделяемого монолита следует расширить применение баровых машин, канатопильных установок с предпочтением использования последних.

Для отбойки монолита рационально применять буроклиновые средства направленной колки, отдавая предпочтение гидроклиновым установкам, невзрывчатые разрушающие средства (НРС), гидрораскалывающие силовые элементы, ограничить использование взрывчатых веществ при отбойке монолитов.

Разделку монолита на блоки целесообразно проводить буроклиновыми средствами направленной колки с уменьшением шага буримых шпурков, что повышает качество колотой поверхности.

При разработке крепких пород необходимо расширить применение термического способа резания кварцсодержащих пород, используя терморезаки повышенной мощности и созданные на их основе камнерезные установки для проходки вертикально-врубовых и горизонтально-подрезных щелевых выработок.

Следует ускорить создание и введение в практику ударно-врубовых установок с рабочим органом непосредственного удара для проходки щелевых выработок в массивах горных пород, не поддающихся средствам термической обработки. При отбойке монолитов прочных горных пород целесообразно использовать черный дымный порох, детонирующий шнур в условиях обнажения отбиваемого монолита, не более чем по четырем плоскостям.

При обнажении отбиваемого монолита по пяти плоскостям, включая горизонтальную, отбойка его может проводиться с использованием гидроклинов, невзрывчатых разрушающих средств (19).

Нужно провести целенаправленную информационную кампанию по разъяснению руководителям банковских структур выгодности вложений средств в

различные виды каменного бизнеса.

Целесообразно объединиться, чтобы решить такие общие задачи и проблемы, как расширение цветовой гаммы блоков, укрепление технологической цепочки добыча-переработка-реализация-строительство, производство оборудования и абразивных материалов, финансирование, налогообложение, регулирование цен, восстановление разорванных производственных связей в том числе с ближним зарубежьем.

Нужно создать организации в форме ассоциации, союза или некоммерческого партнерства, в которую бы вошли все участники каменной отрасли Армении: геологи, проектировщики, горняки, камнеобрабочики, архитекторы, строители, отделочники, сбытовые фирмы.

Основная цель деятельности предлагаемой ассоциации - содействие усилиям организаций, действующих на рынке природного камня, направленное на обобщение опыта, решение проблемных вопросов и повышение экономической эффективности производства. Ее основные задачи:

- создание благоприятных условий для экономической деятельности участников;
- обмен опытом;
- реализация коммерческого и научного потенциала;
- совершенствование управленческой работы;
- улучшение системы связи и обмена информацией между членами ассоциации;
- развитие научного сотрудничества и защита интересов членов ассоциации.

Для реализации этих задач ассоциация проводит встречи, семинары, симпозиумы со специалистами этой области, привлекает инвесторов и т.д.

Компания "PRECISION BLASTING SERVICES" (США) предлагает:

- буровой инструмент для бурения шпуров и скважин малого диаметра (штыревые и лезвийные коронки, хвостовики, адаптеры, штанги и соединительные муфты);
- оборудование для осушения обводненных взрывных скважин;
- зарядные шланги малых диаметров;
- геодезический инструмент для обслуживания горных работ;
- программное обеспечение для проектирования, анализа и оптимизации буровзрывных работ (22 специализированные компьютерные программы и 5 пакетов программ);
- видеофильмы по тематике промышленных взрывных работ;
- взрывные машины и системы короткозамедленного и замедленного импульсирования разветвленных взрывных сетей;
- приборы и программное обеспечение сейсмического мониторинга при проведении промышленных взрывов.

Дистрибутор компании "Пресижен Бластиング Сервис" в России - Московский государственный горный университет

**Адрес: 117935 Москва, ГСП-1, Ленинский пр. 6 МГГУ тел. (095) 236-95-43;
факс: (095) 237-64-88**

ЛИТЕРАТУРА

1. Добыча и обработка природного камня. Справочник. Москва, "Недра", 1990.
2. М. Л. Оганесян. Индустрия камня, 1976.
3. Горный журнал, N 2, 1998.
4. Горный журнал, N 11-12, 1996.
5. ЭИ ВНИИЭСМ Промстроймат. серия 7, вып.1; 1988.
6. ЭИ ВНИИЭСМ Промстроймат. серия 7, вып. 8, 1987.
7. А. М. Орлов - Добыча и обработка природного камня, Москва, Стройиздат, 1987.
8. Техника и технология добычи гранитных блоков, Москва, "Недра"; 1989.
9. Natural Resources and Development, 1998.
10. Mechanical Engineering-March, 1990.
11. ОИ ВНИИЭСМ, серия 7, вып. 1, 1986.
12. ОИ ВНИИЭСМ П. Ф. Корсаков. Современные методы добычи блоков облицовочного камня. Москва, 1974.
13. Добыча блоков горных пород средней и высокой крепости. АО КазНИИНТИ; Алма-Ата, 1990.
14. Горный журнал, N 7, 1997.
15. Справочное пособие по добыче стройматериалов, Москва, "Недра", 1988.
16. ОИ ВНИИЭСМ, серия 7, вып. 2, 1986.
17. Оборудование для добычи и обработки природного камня. Отраслевой каталог.
18. З. А. Азагорцян. Природные каменные материалы.
19. Горный журнал, N7, 1998.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Добыча камня промышленными способами	5
Взрывные способы отделения монолитов от массива	9
Новые экологически безопасные и эффективные промышленные	
ВВ в России и за рубежом.....	11
Механические, физико-технические и комбинированные способы	
подготовки камня к выемке	12
Буроклиновой и гидроклиновой способы.....	12
Канатное пиление.....	15
Итоги и перспективы дальнейшего применения канатно-абразивной	
добычи блоков мрамора.....	17
Ударно-врубовые машины.....	18
Баровые машины и машины с кольцевой фрезой.....	19
Вращательное, шарошечное, вибрационное и ударно-вращательное	
бурение.....	21
Дисковые пилы.....	22
Отрыв камня винтовыми подъемными устройствами.....	22
Физико-технические способы.....	23
Резание камня термогазоструйными и плазменными горелками	23
Разрушение камня струей воды высокого давления.....	24
Направленный раскол породы электротехническими способами	25
Отделение камня от массива невзрывчатым разрушающим средством (НРС) .	26
Термомеханический раскол камня.....	26
Комбинированные способы.....	27
Взрывоклиновой способ.....	27
Буровзрывоклиновой способ.....	28
Термовзрывоклиновой способ.....	30
Ударно-врубоклиновой и ударно-врубовзрывоклиновой способы	31
Канатноклиновой способ.....	31
Техника и технология буровых работ нового уровня на карьерах	34
Эффективные средства подготовки каменных блоков к выемке.....	38
Добыча крупных камней типа гранита в США	40
Защита окружающей среды и рекультивация нарушенных площадей.....	41
Состояние отрасли в Армении.....	42
Выходы и рекомендации	46
Литература	49