

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР  
КАЗАХСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Горный инженер Н. И. СМИРНОВ

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ  
СКВАЖИН УДАРНО-КАНАТНЫМИ СТАНКАМИ  
И ПОГРУЖНЫМИ МОЛОТКАМИ НА КАРЬЕРАХ  
ДЖЕЗКАЗГАНА**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук.

Алма-Ата — 1957



Планом шестой пятилетки предусматривается увеличение добычи руд цветных металлов в 1,6 раза, в том числе открытым способом в 2,2 раза. В выполнении этой задачи важнейшая роль отводится Джезказганскому руднику, ведущему работы как подземным, так и открытым способом.

В настоящее время удельный вес открытых работ на руднике составляет около 20% общей добычи рудника. В будущем, с пуском Златоуст-Беловского карьера, в районе Джезказгана открытым способом будет добываться свыше 33% медной руды. Поэтому исследование технологии открытого способа работ имеет здесь большое практическое значение.

Одним из основных звеньев в технологии добычи руды на открытых разработках являются буровые и взрывные работы.

На карьерах Джезказгана (Карпиенском, Кресто-Центр и др.) для бурения взрывных скважин, наряду с ударно-канатными станками БУ-2, применяется с 1953 г. ударно-вращательное бурение погружными молотками БМК—2—100 и БМК—2—200\* (диаметр скважин 106 — 110 мм и 205 — 210 мм).

Объем работы, выполняемой погружными молотками, непрерывно увеличивался и в настоящее время составляет 20 — 25% от общего количества пробуренных скважин.

Анализ современного состояния буровзрывных работ в карьерах показал, что при одинаковом времени чистого бурения сменная производительность погружных молотков на 20 — 60% выше, нежели станков БУ-2. По времени подготовительно-заключительных и вспомогательных операций лучшие показатели имеют также погружные молотки (10 — 16% вместо 25 — 30% у станков БУ-2). Наряду с этим, при сравнении следует учитывать то обстоятельство, что диаметры скважин при ударно-канатном бурении значительно больше, нежели при бурении погружными молотками, следовательно и выход горной массы с 1 пог. м скважины в первом случае может быть выше. Действительно, как показывает практика джезказганских карьеров, с изменением диаметра скважин от 106 до 230 мм параметры

\* Погружные молотки БМК—2—100 известны под названием БМЮ—16, БМК—2; БМК—2Б; молотки БМК—2—200—под названием Ю—17, БМЮ—17.

В работе приводятся местные названия погружных молотков.



расположения их увеличиваются, при этом выход горной массы с 1 пог. м скважины возрастает в 3 — 4 раза.

Таким образом, целесообразность применения того или иного бурового агрегата определяется с одной стороны скоростью бурения, а с другой — выходом горной массы с 1 пог. м скважины, т. е. в конечном счете результатами не только буровых, но и взрывных работ.

Учитывая, что в карьерах ударно-вращательный способ бурения при помощи погружных молотков находит все большее распространение, автор поставил своей задачей произвести сравнительную оценку эффективности бурения скважин ударно-канатными станками БУ-2 и погружными молотками БМК-2—100 и БМК-2—200 в условиях джезказганских карьеров.

Исследования проводятся в три стадии. Сначала рассматривается характер разрушения породы в забое скважины и исследуются процессы ударно-канатного и ударно-вращательного бурения скважин. Затем производится сравнение технических показателей работы станков БУ-2 и погружных молотков БМК-2—100 и БМК-2—200 и, наконец, — дается экономическая оценка различных способов бурения с учетом результатов буровзрывных работ в целом.

### Процесс разрушения горных пород при ударном бурении.

Ударно-канатное и ударно-вращательное бурение, несмотря на общие закономерности разрушения породы при ударном приложении нагрузки, имеют и некоторые отличительные особенности, влияющие на процесс разрушения породы при ударе и скорость бурения. При ударно-канатном бурении на забой скважины действуют удары с кинетической энергией порядка 300—600 кгм, однако количество ударов здесь невелико (52 — 56 1/мин); при ударно-вращательном бурении имеем обратное явление, — небольшую энергию удара (4.1 — 12.5 кгм) и значительное количество ударов (1580 — 1780 1/мин).

Экспериментальные исследования работы ударно-канатных станков и погружных молотков, проведенные нами в условиях джезказганских карьеров показали, что чем больше энергия удара, тем больше глубина внедрения долота в породу (при прочих равных условиях: крепости пород, диаметре скважин, угле приострения лезвия долота, консистенции бурового шлама и т. п.).

Для ударно-канатных станков, в зависимости от энергии удара, глубина внедрения долота изменяется от 5 до 15 мм; для погружных молотков — от 0,5 до 2,5 мм.

С увеличением глубины внедрения увеличивается площадь контакта долота с породой и изменяется соотношение между раздавливающими и скалывающими усилиями. Процесс разрушения породы на забое скважины идет, в основном, за счет указанных усилий. При малых значениях энергии удара, а следовательно и глубины внедрения происходит, в основном, раздавливание породы под лезвием долота, при больших значениях — скалывание частиц породы.

Вследствие того, что для разрушения породы под действием ска-

лывающих усилий требуются меньшие затраты энергии, чем при раздавливании, объем разрушения, а следовательно и скорость бурения при возникновении скалывания значительно увеличиваются.

Проведенные расчеты показывают, что для ударно-канатных станков при глубине внедрения 5—9 мм разрушение породы происходит, в основном, посредством раздавливания, при этом скорость бурения незначительна. Разрушение породы за счет скалывания происходит при глубине внедрения 9—15 мм; в этом случае объем разрушенной породы за один удар существенно увеличивается, а скорость бурения резко возрастает. При обработке экспериментальных данных методом математической статистики удалось установить, что при бурении станками БУ-2 увеличение энергии удара долота на 55% приводит к увеличению глубины внедрения с 7,4 до 12 мм, а скорость бурения возрастает в 2,7 раза.

В отличие от ударно-канатного бурения при работе погружных молотков по забою скважины наносится большое количество ударов с незначительной энергией. Вследствие этого глубина внедрения долота в породу составляет 0,5—2,5 мм.

Расчеты показывают, что если при глубине внедрения 0,5—1,5 мм разрушение породы носит характер поверхностного раздавливания, то при внедрении долота на 1,5—2,5 мм порода разрушается, в основном, за счет скалывания. Увеличение объема породы, разрушаемой скалывающими усилиями снижает энергоемкость процесса, а скорость бурения при этом резко возрастает.

Таким образом, эффективность бурения скважин тем или иным буровым механизмом определяется характером деформаций, которые возникают при внедрении долота в породу. Чем выше энергия удара, тем больше глубина внедрения и тем больший объем породы разрушается за счет деформации скалывания.

### Кинетическая энергия удара долота о забой скважины.

Энергия удара долота о забой скважины при бурении станками БУ-2, при прочих равных условиях, зависит от веса бурового снаряда и скорости его падения к моменту удара о забой скважины; для погружных молотков энергия удара зависит от давления сжатого воздуха.

При проведении экспериментальных работ энергия удара для станков БУ-2 подсчитывалась по следующему выражению:

$$A = 0,05 G \cdot V_y^2 \quad (1)$$

где  $A$  — энергия удара долота, кгм;

$G$  — вес бурового снаряда, кг;

$V_y$  — скорость падения снаряда в момент удара о забой скважины, м/сек.

Вес бурового снаряда изменялся от 650 до 930 кг. Скорость падения снаряда определялась при помощи кимографа. Обработка экспериментальных данных показала, что энергия удара, при прочих равных условиях, находится в прямой зависимости от веса бурового



снаряда. Так, при увеличении веса с 650 до 930 кг энергия удара долота увеличивается с 345 до 535 кгм.

Давление сжатого воздуха при бурении погружными молотками изменялось от 3 до 7 ати. Определение энергии удара производилось методом шариковых отпечатков. При увеличении давления сжатого воздуха от 3 до 7 ати энергия удара долота изменялась—для погружного молотка БМК-2-100 от 2,3 до 5,6 кгм, для БМК-2-200 от 7,2 до 16,5 кгм. Таким образом, для погружных молотков энергия удара изменяется прямо пропорционально давлению сжатого воздуха.

После установления зависимости энергии удара от веса бурового снаряда (станки БУ-2) и от давления сжатого воздуха (погружные молотки) нами рассматривается вопрос влияния энергии удара долота на технические показатели работы буровых механизмов: техническую скорость бурения, удельную работу разрушения, удельную мощность данного бурового агрегата.

В производственных условиях джезказганских карьеров были проведены экспериментальные исследования и хронометражные наблюдения за бурением скважин станками БУ-2 и молотками БМК-2-100 и БМК-2-200. Диаметр скважин при бурении станками БУ-2 составлял 190 мм. Энергия удара изменялась от 345 до 535 кгм; при бурении погружными молотками БМК-2-100 диаметр скважин составлял 106 мм, а энергия удара изменялась от 2,3 до 5,6 кгм; для молотков БМК-2-200 диаметр скважин был равен 205 мм, а энергия удара изменялась от 7,2 до 16,5 кгм. Бурение проводилось в плотных аркозовых песчаниках с коэффициентом крепости  $f=10$  (по шкале проф. М. М. Протодьяконова).

При обработке хронометражных данных было установлено, что с увеличением энергии удара в вышеуказанных диапазонах техническая скорость бурения возрастает—для ударно-канатных станков в 2,7 раза, для погружных молотков в 3—4,0 раза, т. е. с увеличением энергии удара в 1,5—2,4 раза скорость бурения возрастает в 2,7—4,0 раза.

Отсутствие линейной зависимости между энергией удара и скоростью бурения объясняется тем, что с увеличением энергии удара возрастает глубина внедрения лезвия долота в породу и соотношение между раздавливающими и скалывающими усилиями изменяется в пользу последних. При возникновении скалывания объем разрушения, а вместе с ним и скорость бурения, увеличиваются в значительно большей степени, нежели энергия удара.

При математической обработке экспериментальных данных было также установлено, что энергия удара долота влияет на удельную работу разрушения, — чем больше энергия удара, тем меньше удельная работа разрушения.

Для ударно-канатных станков эта зависимость в породах крепостью  $f=10$  выражается следующей эмпирической формулой:

$$a = \frac{b}{A} - C \quad (2)$$

где  $a$  — удельная работа разрушения кгм/см<sup>3</sup>;  
 $A$  — энергия единичного удара, кгм;  
 $b = 9300$  } — постоянные коэффициенты, характеризующие  
 $C = 6,4$  } условия экспериментов.

При бурении станками БУ-2 увеличение энергии удара на 55% приводит к снижению удельной работы разрушения почти на 80%. Для погружных молотков БМК-2-100 и БМК-2-200 с увеличением энергии удара, примерно, в 2 раза, удельная работа разрушения уменьшается на 37—50%.

Уменьшение удельной работы разрушения с увеличением энергии удара объясняется теми же причинами, что и в предыдущей зависимости — переходом от раздавливания к скалыванию породы на забое скважины.

Таким образом, удельная работа разрушения зависит не только от крепости пород, но и от энергии единичного удара данного бурового механизма и режима его работы.

### Сравнительная оценка эффективности работы ударно-канатных станков и погружных молотков.

Непосредственное сравнение результатов работы ударно-канатных станков и погружных молотков по общеизвестным показателям: технической скорости бурения, сменной производительности механизмов, невозможно из-за различных диаметров скважин. Так, станки БУ-2 на карьерах Джезказгана бурят скважины диаметром 160—230 мм, а погружные молотки—106 и 205 мм, поэтому сравнение скоростей бурения не дает представления об эффективности того или иного способа бурения, так как скорости бурения могут быть одинаковы, а выбуренные объемы скважин различны. Поэтому сравнительную оценку эффективности работы ударно-канатных станков и погружных молотков можно проводить только приведя их к равным условиям. Такими условиями является, равенство удельных мощностей рассматриваемых буровых механизмов.

Под удельной мощностью данного бурового механизма понимается работа разрушения, производимая долотом в единицу времени и отнесенная к единице площади забоя скважины (формула 3).

$$m = \frac{A \cdot n}{60 \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{1,3 An}{60 d^2} \quad (3)$$

где  $m$  — удельная мощность, кгм/сек.см<sup>2</sup>;  
 $A$  — энергия единичного удара, кгм;  
 $n$  — число ударов в минуту;  
 $d$  — диаметр скважины, см.

Экспериментальные исследования работы ударно-канатных станков и погружных молотков показывают, что скорость бурения увеличивается прямо пропорционально, а удельная работа разрушения уменьшается обратно пропорционально удельной мощности.



При одинаковой удельной мощности сравнение работы ударно-канатных станков и погружных молотков может быть произведено по следующим техническим показателям: по удельной работе разрушения, по объему скважины, выбуриваемому в минуту (скорость бурения) и по объему скважины, приходящемуся на каждый килограмметр затраченной работы. Последний показатель назван нами критерием эффективности того или иного бурового механизма.

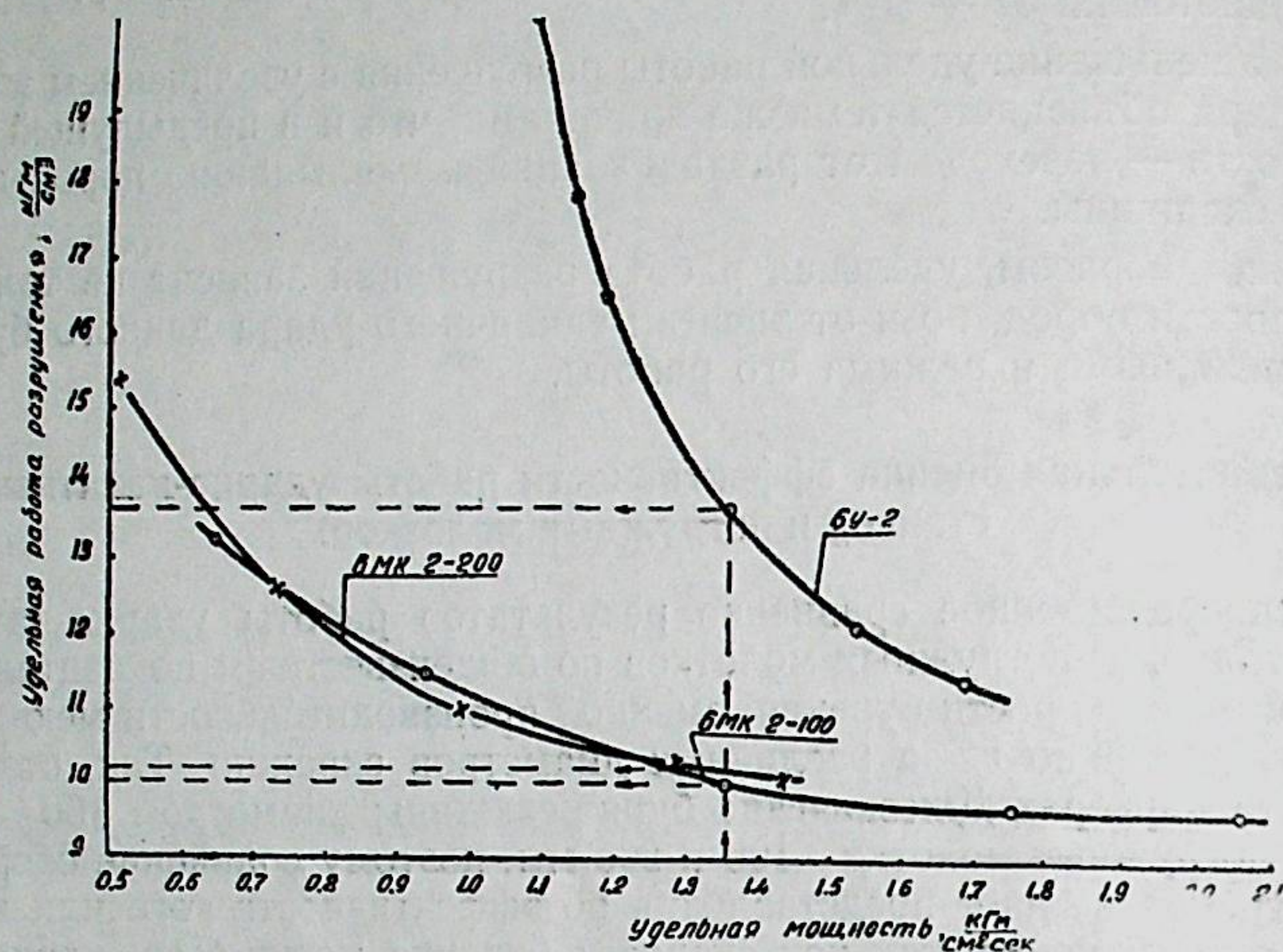


Рис. 1. Влияние удельной мощности на удельную работу разрушения при бурении скважин станками БУ-2, БМК-2—100 и БМК-2—200.

На рис. 1 показана зависимость удельной работы разрушения от удельной мощности для станков БУ-2, БМК-2-100 и БМК-2-200. Ввиду того, что характер и интенсивность разрушения породы на забое скважины при бурении станками БУ-2, БМК-2-100 и БМК-2-200 отличаются друг от друга, удельная работа разрушения при одной и той же удельной мощности не является одинаковой при различных способах бурения. Так, при удельной мощности равной 1,37 кгм/сек см² величина удельной работы разрушения для погружных молотков БМК-2—100 составляет 10 кгм/см², для молотков БМК-2—200 — 10,2 кгм/см², а для станков БУ-2 — 13,7 кгм/см², т. е. минимальную удельную работу разрушения имеют погружные молотки. Следовательно у погружных молотков условия для разрушения породы при ударе долота более благоприятны, нежели у станков БУ-2.

Для сравнительной оценки эффективности ударно- канатных станков и погружных молотков по другим техническим показателям пред-

лагается номограмма, представленная на рис. 2. В первой четверти номограммы показано влияние минутной работы разрушения на ве-

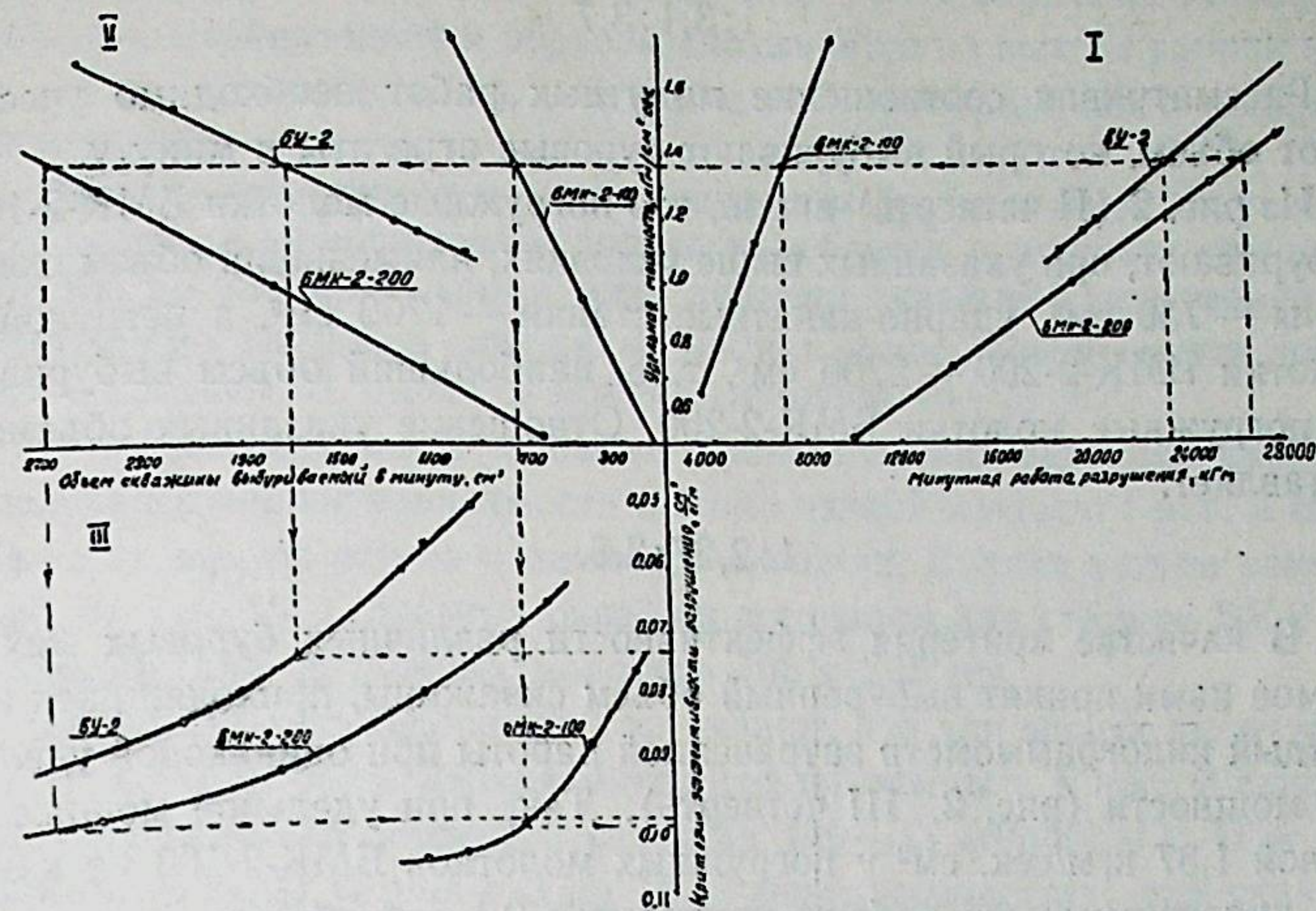


Рис. 2. Номограмма сравнения эффективности работы станков БУ-2 и погружных молотков БМК-2—100 и БМК-2—200.

личину удельной мощности (минутная работа разрушения есть произведение энергии единичного удара на число ударов в минуту). Во второй четверти приводится зависимость технической скорости бурения, выраженной через выбуренный объем скважины, от удельной мощности. В третьей четверти показан характер изменения критерия эффективности для различных буровых механизмов.

Рассматривая работу буровых механизмов с точки зрения расхода энергии на разрушение породы можно заметить, что удельные мощности различны для всех 3-х способов бурения скважин и изменяются в зависимости от минутной работы разрушения по закономерностям, свойственным данному буровому механизму.

Из номограммы на рис. 2 видно, что погружной молоток БМК-2-100 при давлении сжатого воздуха 5 ати производит в минуту работу разрушения равную 7300 кгм и развивает удельную мощность в 1.37 кгм/сек. см²; для станков БУ-2 такая же удельная мощность достигается при минутной работе разрушения в 23300 кгм, а для погружного молотка БМК-2-200 при работе в 26800 кгм/мин. Следовательно, для того, чтобы получить одинаковые удельные мощности, ударно-канатные станки должны развить в 3,1 раза, а погружные молотки БМК-2-200 — в 3,7 раза большую минутную работу разрушения, нежели молотки БМК-2-100.



Таким образом, отношение минутных работ указанных буровых механизмов при одинаковой удельной мощности будет:

$$1:3,1:3,7 \quad (4)$$

Рассматривая соотношение минутных работ необходимо учесть и тот объем, который выбуривают буровые агрегаты в минуту.

Из рис. 2 (II четверть) видно, что погружные молотки БМК-2-100 выбуривают, при указанных выше условиях, наименьший объем скважины — 750 см<sup>3</sup>, ударно-канатные станки — 1700 см<sup>3</sup>, а погружные молотки БМК-2-200 — 2700 см<sup>3</sup>, т. е. наибольший объем выбуривают погружные молотки БМК-2-200. Отношение указанных объемов составляет:

$$1:2,27:3,6 \quad (5)$$

В качестве критерия эффективности различных буровых механизмов нами принят выбуренный объем скважины, приходящийся на каждый килограмметр затраченной работы при одинаковой удельной мощности (рис. 2, III четверть). Так, при удельной мощности равной 1,37 кгм/сек. см<sup>2</sup> у погружных молотков БМК-2-100 на каждый килограмметр работы приходится 0,1 см<sup>3</sup> объема скважины, у станков БУ-2 — 0,073 см<sup>3</sup>/кгм, а у погружных молотков БМК-2-200 — 0,098 см<sup>3</sup>/кгм, т. е. критерий эффективности более высок у погружных молотков БМК-2-100 и БМК-2-200. Станки ударно-канатного бурения при одинаковой удельной мощности имеют производительность на 35 — 38% меньше, чем погружные молотки.

Таким образом, на основании сравнительной оценки эффективности работы станков БУ-2, БМК-2-100 и БМК-2-200 можно сделать вывод, что бурение скважин погружными молотками является более эффективным, нежели ударно-канатными станками.

### Сравнительная оценка ударно-канатного и ударно-вращательного бурения по результатам буровзрывных работ

Рассматривая современное состояние буровзрывных работ на карьерах Джезказгана прежде всего необходимо отметить две особенности, — с одной стороны очень жесткие кондиции по кусковатости руды и породы (не более 300 — 500 мм), а с другой — значительные колебания высоты уступов и диаметра скважины.

Сложные горно-геологические условия залегания рудных тел (мощность от 1—2 до 50 м), применение различных типов бурового, погрузочного и транспортного оборудования, недостатки в организации горных работ и другие причины обуславливают наличие в карь-

ерах уступов различной высоты (от 3-х до 15 м). Так, в 1956 г. на уступах высотой от 3 до 6 м было произведено 64,5% массовых взрывов, а на уступах свыше 10 м всего 14,5% всех взрывов. Это обстоятельство отрицательным образом сказывается на выходе горной массы с 1 пог. скважины, так как последний пропорционален квадрату высоты уступа.

Диаметр скважин при ударно-канатном бурении из-за отсутствия стандарта на заправляемые долота колеблется в широких пределах (от 160 до 230 мм). Кроме того, диаметр скважин существенно изменяется и с глубиной скважины, так как износ лезвия долота достигает в среднем 31 мм на скважину глубиной 10—12 м.

В производственных условиях джезказганских карьеров нами исследовался вопрос зависимости выхода горной массы с 1 пог. м скважины от высоты уступа и диаметра скважин. Высота уступа изменялась от 3 до 15 м, диаметр скважин составлял для станков БУ-2 180 и 230 мм, для погружных молотков 106 и 205 мм.

Результаты исследований показывают, что для малых высот уступа характерен очень низкий выход горной массы с 1 пог. м скважины независимо от диаметра скважин (10—13 м<sup>3</sup>/пог. м.). При увеличении высоты уступа с 3 до 15 м выход возрастает: для скважин диаметром 106 мм — в 2,5 раза; 180 мм — в 3,75 раза; 205 мм — в 3,9 раза и при диаметре 230 мм — в 4,1 раза (рис. 3, I четверть). Другими словами, чем больше диаметр скважин, тем в большей степени, при увеличении высоты уступа, возрастает выход горной массы.

Для современного состояния буровзрывных работ на карьерах Джезказгана диапазон изменения выхода, в зависимости от высоты уступа и диаметра скважин, составляет 6 — 55 м<sup>3</sup>/пог. м.

Рассмотрим далее экономическую сторону применения ударно-канатных станков и погружных молотков. Целесообразность применения того или иного способа бурения определяют экономические показатели по стоимости бурения 1 пог. м скважины и себестоимости 1 м<sup>3</sup> взорванной горной массы. Эти показатели зависят от стоимости станкосмены, сменной производительности буровых механизмов и выхода горной массы с 1 пог. м скважины.

Анализ плановых и фактических показателей буровых работ на карьерах позволил установить, что при примерно одинаковой стоимости станкосмены стоимость бурения 1 пог. м скважины у погружного молотка БМК-2—100 за счет более высокой производительности в 2,5 раза ниже, нежели у БМК-2—200 и в 3 раза меньше, чем у станков БУ-2. Для определения себестоимости 1 м<sup>3</sup> горной массы для случаев применения станков БУ-2, БМК-2—10 и БМК-2—200 предлагается номограмма, представленная на рис. 3.



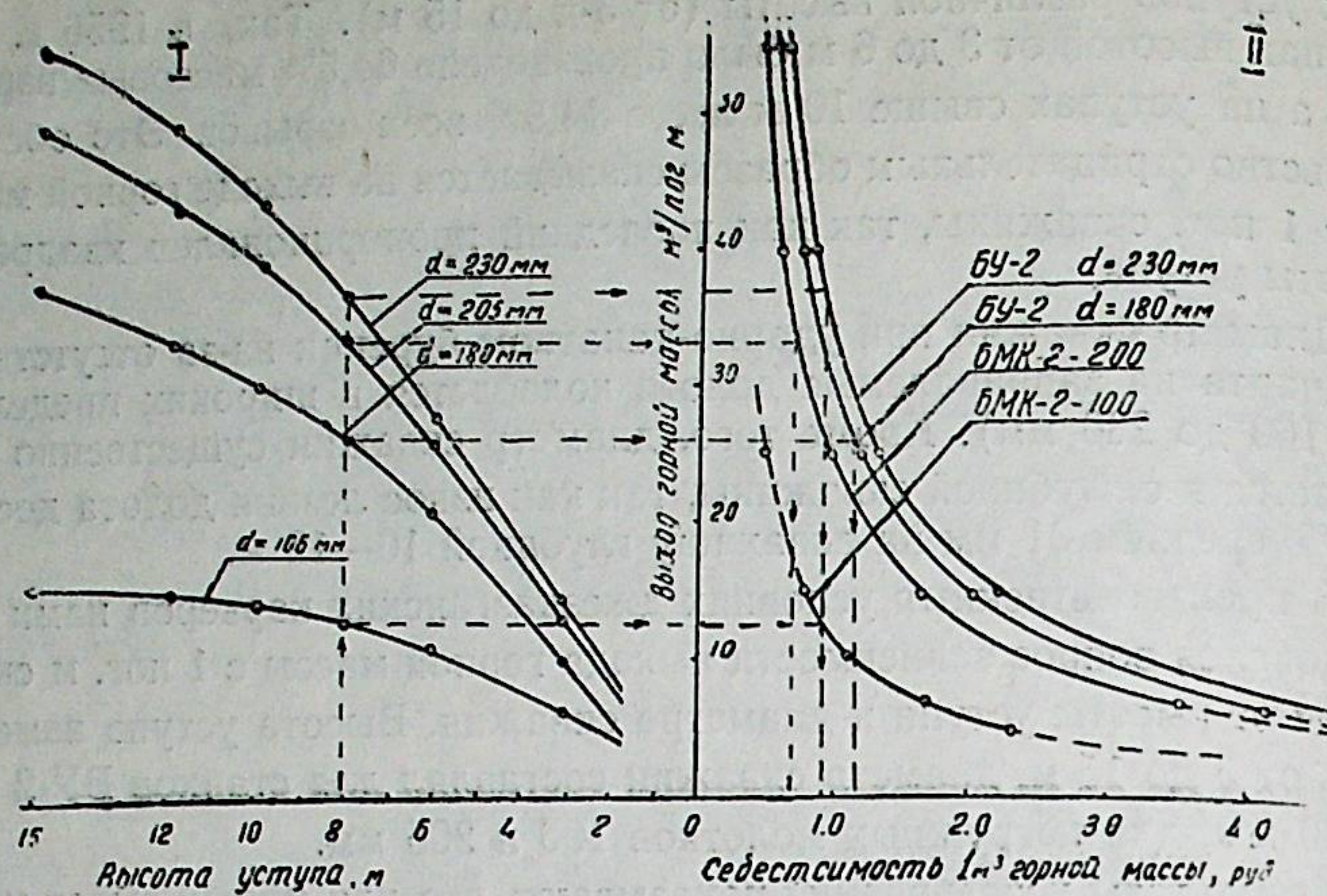


Рис. 3. Номограмма изменения выхода горной массы ( $\text{м}^3/\text{пог. м}$ ) в зависимости от высоты уступа и диаметра скважин и изменение себестоимости  $1 \text{ м}^3$  горной массы в зависимости от выхода и способа бурения.

Номограмма состоит из 2-х четвертей. В первой четверти представлена зависимость выхода горной массы от высоты уступа и диаметра скважин. Во второй четверти показано изменение себестоимости  $1 \text{ м}^3$  в зависимости от выхода с  $1 \text{ пог. м}$  скважины.

Номограмма позволяет, при определенной высоте уступа, определить выход горной массы при взрывании скважин различного диаметра (I четверть); далее — по выходу горной массы определить себестоимость  $1 \text{ м}^3$  для различных способов бурения (II четверть). По наименьшей себестоимости  $1 \text{ м}^3$  взорванной массы можно найти наиболее экономически выгодный способ бурения.

В табл. 1 приводятся сравнительные данные о себестоимости  $1 \text{ м}^3$  горной массы, полученные из номограммы.

Таблица 1

Зависимость между себестоимостью  $1 \text{ м}^3$  горной массы и высотой уступа

Высота уступа, м	БУ-2		БМК-2—100	БМК-2—200
	Себестоимость $1 \text{ м}^3$ горной массы в руб. при диаметре скважин мм			
	180 мм	230 мм	106 мм	205 мм
3	2,93	2,50	1,90	2,00
6	1,55	1,25	1,05	1,00
8	1,20	0,90	0,90	0,78
10	0,98	0,75	0,83	0,65

Из табл. 1 можно видеть, что при высоте уступа 3 м наименьшую себестоимость  $1 \text{ м}^3$  взорванной массы дают погружные молотки БМК-2 — 100 (на 25 — 55% меньше, чем станки БУ-2). На уступах высотой 6 м низкую себестоимость  $1 \text{ м}^3$  дают также и молотки БМК-2 — 200. На уступах высотой свыше 8 м применение погружных молотков БМК-2 — 100 становится экономически невыгодным.

Таким образом, при обурировании уступов высотой до 6 м наилучшие экономические показатели имеют погружные молотки БМК-2 — 100. На уступах высотой свыше 6 м бурение скважин следует производить погружными молотками БМК-2—200. При отсутствии компрессорного хозяйства на карьерах, бурение можно также производить станками БУ-2, но диаметр скважин при этом должен быть не менее 230 мм.

Рассматривая современное состояние буровзрывных работ в карьерах необходимо сказать, что при бурении скважин станками БУ-2 диаметром 180 мм себестоимость  $1 \text{ м}^3$  горной массы на 20 — 30% выше чем у погружных молотков БМК-2 — 100. Это значит, что бурение скважин такого диаметра станками БУ-2 экономически нецелесообразно.

Касаясь применения погружных молотков БМК-2 — 100 и БМК-2 — 200 отметим, что хотя указанные молотки и не являются совершенными, перспективность бурения скважин погружными молотками на открытых работах очевидна. Для более совершенных типов погружных молотков преимущества их, по сравнению с ударно-канатными станками, еще более возрастут.

### Выводы

На основании проведенных исследований ударно-канатного и ударно-вращательного способов бурения скважин на карьере Джезказгана, а также сравнительной оценки этих способов приходим к следующим выводам.

1. Разрушение породы на забое скважины, при действии ударной нагрузки, происходит за счет раздавливания и скалывания. Возникновение тех или иных деформаций определяется, при прочих равных условиях, энергией удара долота о забой скважины. Чем больше энергия удара, тем больше глубина внедрения лезвия долота и тем больший объем породы разрушается за счет скалывания.

2. При увеличении энергии единичного удара в 1,5 — 2,4 раза удельная работа разрушения снижается на 50 — 80%, а скорость бурения увеличивается в 2,7 — 4 раза. Такая закономерность может быть объяснена изменением характера разрушения породы при больших значениях энергии удара. Разрушение здесь идет, в основном, за счет скалывания, снижающего энергоемкость разрушения и увеличивающего скорость бурения.

3. Вследствие существенных различий в конструкции станков БУ-2 и погружных молотков БМК-2 — 100 и БМК-2 — 200 сравнение эффективности их работы может быть произведено только при одинаковой удельной мощности, т. е. при одинаковых затратах энер-



гии удара, приходящейся на единицу площади забоя скважины в единицу времени.

4. Оценка эффективности по выбуренному объему скважины, приходящемуся на каждый килограмметр затраченной работы при одинаковой удельной мощности показывает, что наилучшие результаты дают погружные молотки БМК-2 — 100 и БМК-2 — 200. Станки БУ-2 имеют на 35 — 38% меньшую производительность.

5. Стоимость 1 пог. м скважины, пробуренной погружными молотками БМК-2 — 100 почти в 3 раза ниже, чем у станков БУ-2 и в 2,5 раза меньше, нежели у БМК-2—200.

6. При высоте уступа 3 — 6 м наименьшую себестоимость 1 м<sup>3</sup> горной массы дают погружные молотки БМК-2—100 (на 25 — 55% ниже, нежели станки БУ-2). При увеличении высоты уступа свыше 8 м станки БУ-2 при бурении и взрывании скважин диаметром 230 мм обеспечивают значительное увеличение выхода горной массы и за счет этого становятся более рентабельными, нежели погружные молотки БМК-2—100.

7. Бурение скважин погружными молотками БМК-2—200 диаметром 205 мм, вследствие более высокой производительности, значительного выхода горной массы и других причин, является наиболее перспективным на открытых разработках и экономически более выгодным, нежели бурение скважин ударно-канатными станками БУ-2.

Основное содержание диссертации освещено в следующих статьях автора.

1. Сравнительная оценка эффективности ударно-канатного и ударно-вращательного бурения на карьерах Джекказгана. Изв. АН КазССР, № 11, 1956.
2. К вопросу об удельной работе и механизме разрушения горных пород при ударно-канатном бурении. Труды ИГД АН КазССР, № 3, 1957, в печати.
3. Опыт бурения скважин диаметром 210 мм пневмоударниками Ю-17 в Джекказгане. Изв. АН КазССР, № 11, 1956.
4. Оценка эффективности бурения скважин ударно-канатными станками и погружными молотками на карьерах Джекказгана. Изв. АН КазССР, № 2, 1957.
5. Пневматическое ударно-вращательное бурение скважин на открытых работах. Изв. АН КазССР, № , 1957, в печати.
6. Эффективность бурения скважин станками БУ-2 и БМК-2 на карьерах Джекказгана. Горный журнал № 2, 1957.

