

6
А-30

Академия наук Киргизской ССР
Отделение естественных и технических наук

На правах рукописи

В.А. Пальгов

Влияние аэродинамических сопротивлений в зоне шарошечных
долот на технико-экономические показатели бурения вертикальных
скважин в условиях рудных карьеров

(На примере Николаевского рудника)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации, представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Научные руководители:

кандидат технических наук, доцент
Карташов А.Н.

кандидат технических наук,
доцент Мирошник Е.Б.

Фрунзе, 1967

Академия наук Киргизской ССР
Отделение естественных и технических наук

На правах рукописи

В.А. Пальгов

Влияние аэродинамических сопротивлений в зоне шарошечных
долот на технико-экономические показатели бурения взрывных
скважин в условиях рудных карьеров
(На примере Николаевского рудника)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации, представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук

Научные руководители:

кандидат технических наук, доцент
Карташов А.Н.

кандидат технических наук,
доцент Мирошник Е.Е.

Фрунзе, 1967

В В Е Д Е Н И Е

Месторождения руд цветных металлов, как правило, расположены в породах средней и высокой крепости, где существенным фактором, определяющим эффективность добычи и уровень производительности труда являются буровзрывные работы, составляющие от 30 до 60% общей трудоемкости добычи. Известны различные способы разрушения горных пород, причем применение того или иного из них определяется не только экономическими преимуществами в настоящем, но и резервами, которые могут быть использованы в ближайшем будущем.

В настоящее время на рудных карьерах Союза наибольшее распространение получило шарошечное бурение скважин с продувкой воздухом. Практика, выдвигая этот способ в число передовых, указывает, что реализация его резервов приведет к увеличению скорости бурения и повышению стойкости долот. Так, даже при правильном подборе долот для конкретных горнотехнических условий, они выходят из строя в результате износа козырька опор и заклинивания шарошек при вполне нормальном состоянии вооружения. Подобный износ возможен лишь при интенсивном вторичном дроблении частиц породы между бортом скважины и опорами долота и может быть устранен путем улучшения очистки скважин. Таким образом, качественная очистка скважин является резервом эффективности шарошечного бурения. Решению этого вопроса и посвящена настоящая работа, которая состоит из 4-х глав, выводов и рекомендаций производству.

Экспериментальная часть работы выполнялась в лабораториях Казахского политехнического института и в производственных условиях на Николаевском карьере Иртышского полиметаллического комбината.

Глава I

ШАРОШЕЧНОЕ БУРЕНИЕ С ПРОДУВКОЙ ВОЗДУХОМ, КАК НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ БУРЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПУТИ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ.

Начало использования воздуха вместо промывочной жидкости при бурении относится к 1918 году.

Однако широкое применение этот метод получил лишь с 1949 в США и с 1956 г. в СССР. В результате работ, проведенных институтом ВНИИБТ, Московским горным институтом, ВИТР, ЧНИИГД и другими, к 1960 г. были изданы первые инструктивные указания по очистке скважин сжатым воздухом и создан ряд станков для бурения взрывных скважин.

В § I настоящей работы приведены технические характеристики отечественных и зарубежных станков, которые дают наглядное представление о этапах и путях развития шарошечного бурения с продувкой воздухом как метода разрушения горных пород.

Увеличение механической скорости бурения в результате замены жидких промывочных агентов газообразными объясняется в технической литературе рядом причин, но все без исключения авторы констатируют связь между скоростью бурения и качеством очистки скважин.

Перемещение выбуренной породы по кольцевому пространству имеет общую теорию с пневмотранспортными системами, при расчете которых возможность движения твердого определяется из предельной скорости падения частиц в воздухе, которая называется скоростью витания или критической. Анализ формул,

предложенных для определения скорости витания, данный в работе Филатова Б.С., Макурина Н.С., Абрамсона М.Г. и Кирсанова А.И. приведен в § 2. Здесь показан ряд формул, которые с возрастающей степенью точности дают значение критической скорости, но обладают одним общим недостатком. Они справедливы лишь для частиц имеющих форму шара в случае падения в неподвижной среде. Между тем известно, что большое влияние на скорость витания имеет форма частиц, неравномерное распределение скоростей воздуха по поперечному сечению потока, взаимодействие частиц друг с другом и со стенками скважин, вероятное изменение эпюры скоростей потока в результате наличия в потоке частиц различной крупности и т.д. Часть из этих условий подвергалась экспериментальным исследованиям (Беручкин Н.И., Успенский В.А., Худяков Г.Н., Смолдырев А.Е., и др.)

Сложность задачи объясняется существованием нескольких методик расчета необходимой скорости потока и количества воздуха подаваемого в скважину. Эти методики можно разделить на две группы:

1. определение расхода по принятой эквивалентной скорости (Скотт, Регберг, Энджел);

2. определение расхода по скорости, включающей скорость витания и избыточную (Лактионов А.Т., Филатов Б.С., Макурин Н.С.).

В первом случае авторы считают, что скорость в 10-15 м/сек оказывается достаточной для выноса частиц на дневную поверх-

ность. Во втором случае задаются значением избыточной скорости, определяя скорость витания по известным выражениям.

Оба метода не учитывают условий истечения воздушной струи на забой и особенностью начала движения частиц после скола. Кроме того, существование вторичного дробления частиц в зоне долота ставит под сомнение точность расчета количества воздуха, подаваемого в скважину по указанным методам.

Очевидная необходимость дальнейшего изучения условий очистки скважин от буровой мелочи следующим образом определила задачи теоретических и лабораторных исследований:

1. изучить условия истечения газовой струи в тупик, определив характер поля скоростей и его изменение в призабойной зоне;

2. определить влияние конструкции шарошечного долота на характер поля скоростей воздуха в призабойной зоне;

3. определить влияние конструкции современных шарошечных долот на процесс перемалывания буровой мелочи;

4. определить необходимые условия для транспортировки частиц породы в призабойной зоне без перемалывания.

Глава II

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ОЧИСТКИ СКВАЖИН ОТ БУРОВОЙ МЕЛОЧИ.

Истечение воздуха из центрального продувочного отверстия шарошечного долота, если принять, что шарошки долота не влияют на физические свойства струи, может рассматриваться как известный в классической аэродинамике случай истечения струи в тупик.

Принципиальная схема распространения турбулентной струи в тупике приведена на рис. 1.

В § 4 работы приведен теоретический анализ такого истечения, когда струя разбивается на два участка — начальный участок, в котором турбулентная струя распространяется во встречном потоке, и основной участок, в котором происходит разворот линий тока по законам движения идеальной жидкости.

В теории высказаны две гипотезы, которые дают близкие результаты и определяют длину начального участка из выражения

$$X = (4,5 - 5,0)H' \quad \text{Здесь } H' -$$

половина высоты тупика (радиус скважины). Расчеты показывают, что для типовых шарошечных долот струя либо совсем не имеет начального участка, либо его длина очень мала. Таким образом вся призабойная зона омывается разворачивающимся потоком воздуха, от работоспособности которого зависит своевременное удаление буровой мелочи.

Исследования основного участка выполнены лишь для случая истечения идеальной жидкости, поэтому этот участок

в дальнейшем изучался экспериментально. Однако известно, что значение скорости зависит от координаты X (длины участка), причем с уменьшением X при постоянном H' , скорость потока увеличивается. Это означает, что скорости в призабойной зоне окажутся наибольшими при максимальном приближении среза продувочного отверстия к забору.

В § 5 рассмотрены силы, действующие на частицу после ее образования. В различные периоды движения на частицу действуют силы трения, силы инерции и подъемные силы. Причем силы инерции и подъемные являются движущими, а сила трения — препятствующей движению.

Между действующими силами существует неравенство

$$F_{200}'' < F_B' < F$$

где F_{200}'' — горизонтально направленная сила, действующая на частицу в начале движения;

F_B' — вертикальная составляющая, действующая на частицу в начале подъема;

F — сила, действующая на частицу в момент установившегося движения по вертикали.

Действие указанных сил есть результат движения воздушной струи.

Поэтому всем силам соответствует строго определенное значение скорости воздуха.

Если к частице, в момент ее образования сразу приложить силу F то для ее выноса в затрубное пространство понадобится минимальное количество времени. Следовательно, в реше-

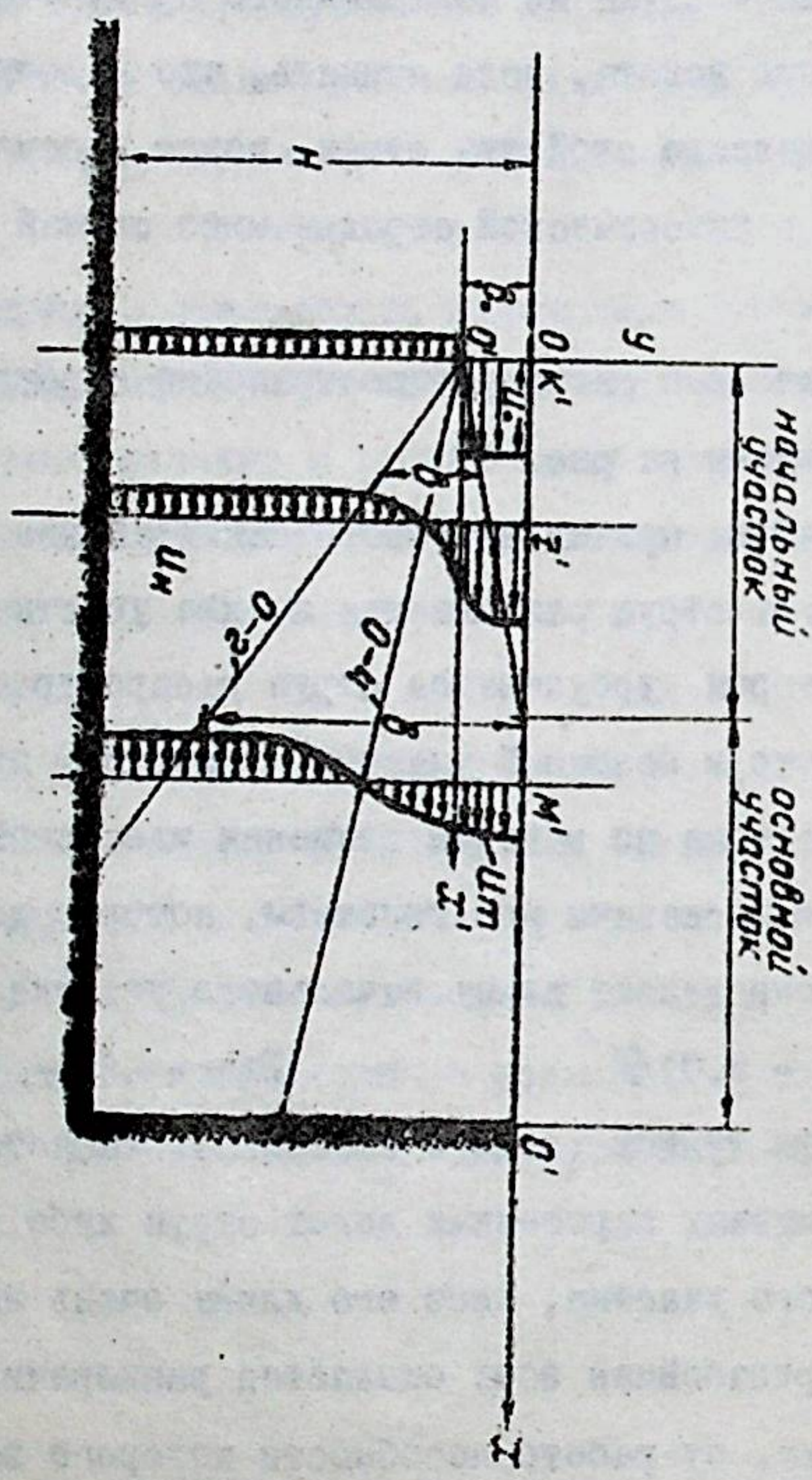


Рис. I Схема распространения турбулентной струи в туннеле

нии задачи о качественной очистке скважины искомыми являются сила F и соответствующая ей скорость воздуха V .

Необходимая для выноса частиц скорость потока воздуха определена из предположения, что переизмельчения не произойдет, если частица будет вынесена на периферию скважины (практически до ниппельного соединения) за время поворота долота на угол, равный углу между осями шарошек. В § 6 дан метод определения необходимой скорости воздуха, в основу которого положен закон энергии (закон живых сил).

$$\frac{m \cdot C_t^2}{2} - \frac{m \cdot C_0^2}{2} = \int_0^S F \cdot dS \cdot \cos F \cdot S \quad (I)$$

- где m - масса частицы, кг;
- C_t - скорость частицы за время t после начала движения, м/сек;
- $C_0 = 0$ - начальная скорость движения;
- F - сила, действующая на частицу,
- S - путь, пройденный частицей, м.

После преобразований получена формула

$$v = \sqrt{0,157 \cdot d_v \left[\frac{P_v}{P_0} \cdot \frac{(D_{ш} + H) \cdot z^2 \cdot n^2}{702 \cdot K_1} + \psi^2 \left(\frac{P_v}{P_0} - 1 \right) \right] \frac{m}{сек} (2)}$$

- где d_v - диаметр шара, равный характерному размеру частицы, м;
- P_v - плотность частицы, кг/м³;
- P_0 - плотность воздуха после выхода его из продувочных отверстий, кг/м³;
- $D_{ш}$ - диаметр шарошечного долота, м;

- H - высота долота до ниппельного соединения, м;
- z - число шарошек долота;
- n - число оборотов долота, об/мин;
- K_1 - коэффициент, учитывающий заглубление долота в породу, зависящий от вооружения шарошек и режима бурения; $\psi^2 = \frac{4}{3} g$ - коэффициент;
- g - ускорение силы тяжести, м/сек².

Из формулы видно, что при прочих равных условиях, скорость воздуха всегда будет больше при минимальном статическом давлении и, следовательно, плотности воздуха в призабойной зоне.

В отношении величины этого давления в литературе нет единого мнения. Считают, что на срезе центрального продувочного отверстия устанавливаются звуковые скорости. Однако, пользуясь теорией истечения газа в тупик, можно заключить, что при удалении от сопла происходит резкое снижение скорости потока. Следовательно процесс движения после сопла является дозвуковым и описывается уравнением энергии. Т.е. после сопла снижение скорости потока будет сопровождаться ростом статического давления. Характерно и то, что критическое давление (давление соответствующее скорости звука) оказывается достаточно высоким и рассчитывается из выражения.

$$P = P_K \cdot 0,528, \text{ кгс/см}^2 \quad (3)$$

где P_K - давление на выходе из компрессора (при бурении без осложнений не более $P_K = 3 \text{ кгс/см}^2$).

На рис. 2 представлена зависимость подъемной силы потока от давления воздуха в призабойной зоне и весового расхода воздуха, подаваемого в скважину построенная по выра-

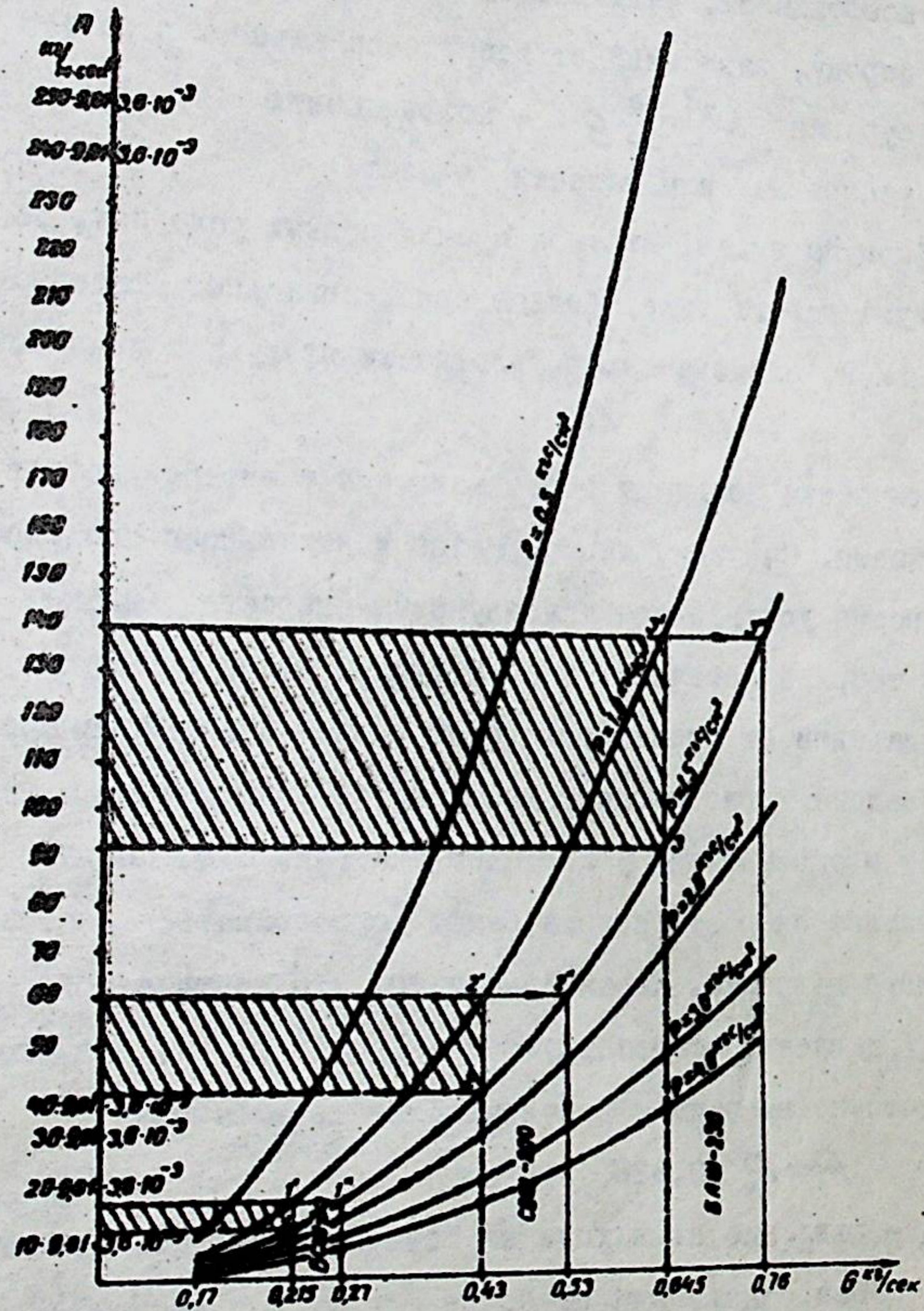


Рис. 2. Зависимость подъемной силы потока от давления воздуха в призабойной зоне и весового расхода воздуха, подаваемого в скважину

меньше

$$A = C \frac{G^2 \cdot R \cdot T}{g \cdot W^2 \cdot \rho}$$

кг/м.сек²

где C — коэффициент;

G — весовой расход воздуха, кг/сек;

R — газовая постоянная;

T — абсолютная температура воздуха, °К;

W — площадь поперечного сечения окол между опорами и веревками долота по периметру, м².

Из графика видно, что увеличение подъемной силы потока и, следовательно, улучшение очистки скважин, может быть достигнуто двумя путями:

1. максимальным снижением давления в призабойной зоне с целью увеличения скорости воздуха;

2. подачей в скважину оптимального количества воздуха.

Необходимый расход воздуха при адиабатическом истечении в пересчете на атмосферные условия определится из выражения

$$Q_{атм} = W \left(\frac{\rho}{\rho_{атм}} \right)^{\frac{1}{k}} \sqrt{0,57 \cdot \alpha \left[\frac{\rho}{\rho_{атм}} \cdot \frac{P_{атм} \cdot H \cdot g}{702 \cdot K} + \psi \left(\frac{\rho}{\rho_{атм}} - 1 \right) \right]} \frac{м^3}{сек} \quad (5)$$

где $\rho_{атм}$ — давление атмосферного воздуха, н/м².

В §6 приведены таблицы необходимого количества воздуха для бурения пород различной плотности и при различной плотности при различном числе оборотов инструмента.

Г л а в а III

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Лабораторные исследования ставили целью получение качественной оценки закономерностей и особенностей истечения воздушной струи из шарошечного долота и определение путей сужения аэродинамических сопротивлений в призабойной зоне.

Первоначально изучался характер истечения воздуха в тупик при различном, но конечном удалении сопла от забоя, а также характер истечения воздуха из типового шарошечного долота.

Далее исследовался характер истечения воздуха из реконструированных долот и определялось влияние количества подаваемого в скважину воздуха на характер истечения.

Исследования проводились на испытательном стенде, представляющем собой модель скважины, буримую долотом диаметром 150 мм. Скважина выполнялась из органического стекла, что обеспечивало возможность вести визуальные наблюдения. Вращение штанги осуществлялось от асинхронного электродвигателя через фрикционный редуктор. Воздух в скважину через штангу подавался от двух вентиляторов ВДМ-450 работающих последовательно.

Методика исследований, описанная в § 8, предусматривала определение полей давления и скоростей воздуха при невращающемся и вращающемся шарошечном долоте.

В первом случае призабойная зона разбивалась по высоте на промерные горизонталы через 10 мм. В этих горизонталях через 10 мм по радиусу скважины микроманометром ЦАГИ определялись статические давления струи воздуха, выходящего из сопла. В случае истечения из шарошечного долота, замеры проводились по центру окон между опорами.

По результатам замеров строились графики изменения давления на соответствующих горизонталях. Эти графики являлись искомым полем давлений воздуха и в дальнейшем использовались для построения изобар струи.

Поле скоростей при вращающемся долоте определялось с помощью специально сконструированного дифференциального датчика, работающего в комплексе с усилителем 8 АНЧ-7м и осциллографами Н-102 и Н-700. Датчик сконструирован на основе гидродинамической трубки и позволяет вести запись на осциллограмме изменяющегося динамического давления потока газа.

Во время замеров гидродинамическая трубка устанавливалась в зазор между штангой и бортом скважины против движения потока. Запись скоростного давления велась на всех промерных горизонталях. В цепи датчика был установлен контактный прерыватель, с помощью которого цепь ^{обесточивалась} ~~обеспечивалась~~ после каждого оборота долота. Дифференциальный датчик использовался также для записи статических давлений по периметру долота.

Условия и характер истечения воздуха из сопла диаметром 40 мм в трубу диаметром 160 мм оканчивающуюся тупиком, определялись путем замеров статических давлений от центра

трубы бортовой стенке через каждые 10 мм при расстоянии от сопла до торцевой стенки в 50, 70 и 90 мм.

Изменения давлений на всех промерных горизонталях показало связь между величиной давления и расстояния точки замера от борта скважины. Для подтверждения этой связи, результаты экспериментов были обработаны методом математической статистики. При расчетах определялся коэффициент корреляции, выяснилась его погрешность и надежность. Расчеты для горизонталей 20 и 60 мм от забоя при расстоянии сопла в 70 и 90 мм от торцевой стенки показали значения коэффициентов корреляции соответственно 0,91, 0,65, 0,5 и 0,51. Подтвержденная таким образом связь физически характеризует изменение давления и, следовательно, скорости воздуха по поперечному сечению разворачивающейся струи.

В дальнейшем, это изменение давления изучалось путем построения графиков давлений на различных горизонталях. Давление по поперечному сечению струи крайне неравномерно и изменяется в широких пределах. Величина давления зависит от расстояния между соплом и торцевой стенкой и на нулевой горизонтали по центру тупика и у бортовой стенки имеет максимальное значение.

Это торможение потока является следствием аэродинамических сопротивлений, которые возникают при движении воздуха в зоне шарошечных долот.

С целью изучения свойств струи, с помощью графиков

давлений воздуха были построены изобары струи (рис. 3), где видно, что струю воздуха можно разграничить на 3 зоны. Границей раздела служит поворот струи на 90° . Во всех случаях на границе раздела зон струи деформируется, уменьшаясь в поперечном сечении.

Области торможения потока должны быть местом интенсивного вторичного дробления буровой мелочи. Поэтому были проведены эксперименты по их устранению с помощью установки в центре скважины конических рассекателей потока. Рассекатели исключили сжатие струи в области раздела между I и II зоной. Торможения потока в центре скважины не обнаружено. В практике подобный результат можно получить путем создания в центре скважины керня в виде конуса, т.е. изменением формы шарошки № I. Подобная реконструкция долот целесообразна лишь при бурении трещиноватых пород с коэффициентом крепости по Протоdjяконову не более $f = 10-12$.

Характер истечения воздуха из шарошечного долота изучался на стенде по этой же методике. Сравнение показывает, что в случае истечения воздуха из долота, давление на всех промерных горизонталях повышается. При постоянных расходах воздуха это можно объяснить лишь изменением степени расширения воздуха после его выхода из центрального продувочного отверстия.

Изобары воздуха при истечении из шарошечного долота приведены на рис. 4. Здесь четкого раздела между 2 и 3 зонами нет.

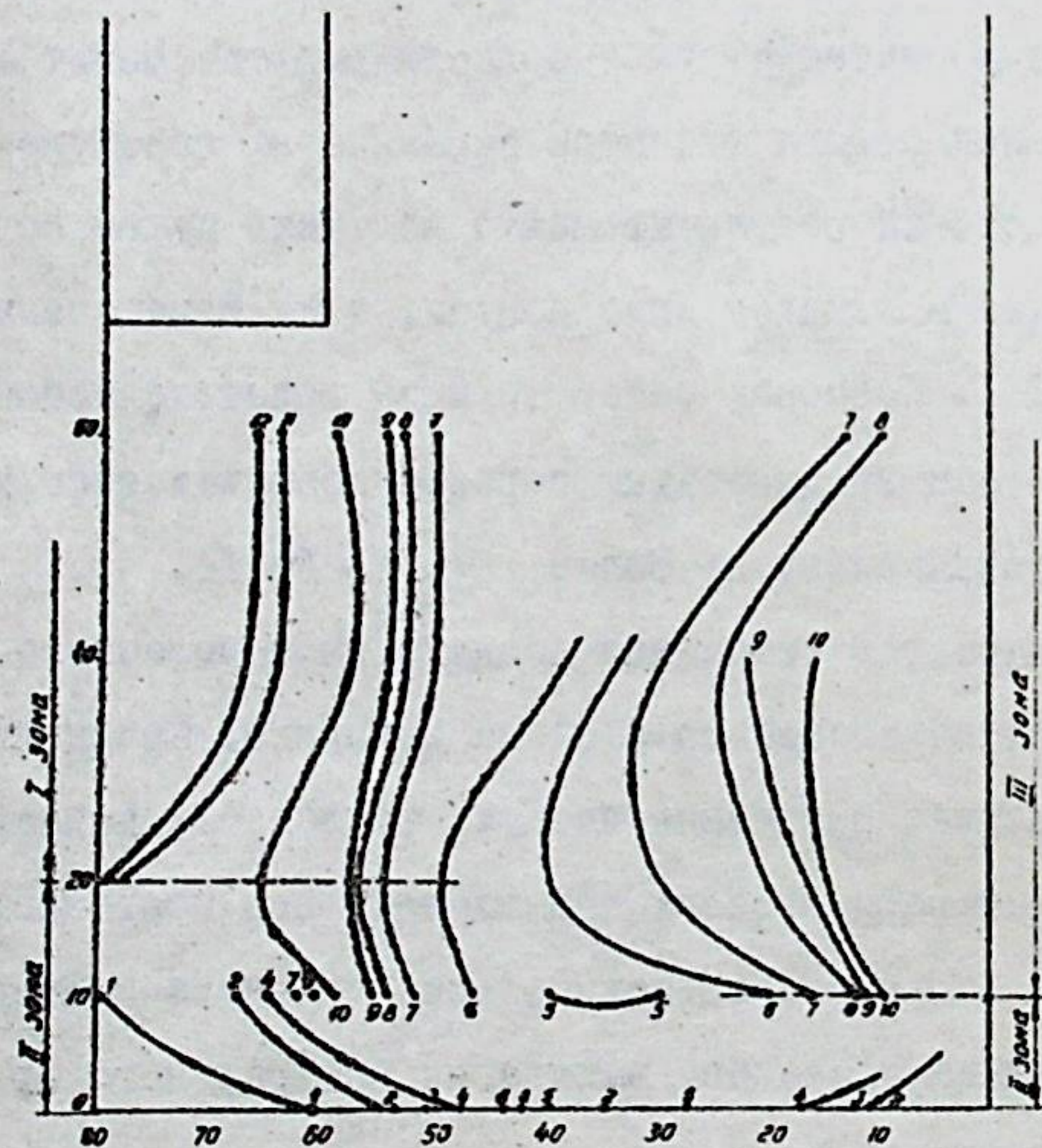


Рис. 3 Изобары, построенные по давлениям воздуха на расстоянии от сопла 0, 10, 20, 40, 60 мм. Забой от сопла на расстоянии 70 мм. Давления в изобарах I, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 II, 12 соответственно равны 65, 20, 0, -20, -38, -40, -45, -50, -53, -65, -90, -106 мм сп.ст.

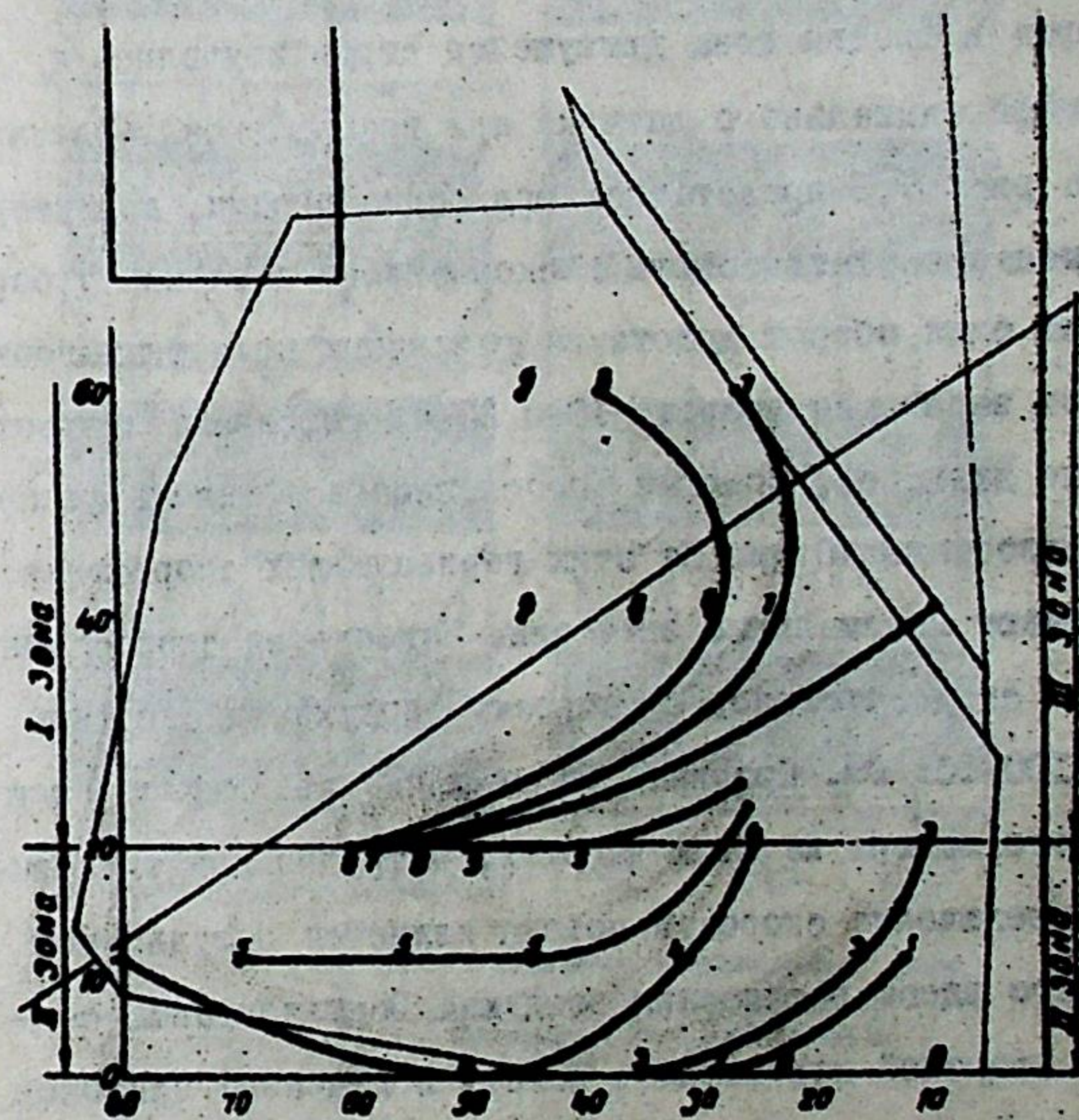


Рис. 4. Изобары, построенные по давлениям воздуха на расстоянии от забоя 0, 10, 20, 40, 60 мм. Забой от среза центрального продувочного отверстия на расстоянии 70 мм. Давления в изобарах 0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, соответственно равны 23, 20, 15, 11, 8, 0, -9, -10, -43 мм сп.ст.

Область торможения распространяется на всю призабойную зону. Низкие давления прослеживаются на горизонталях выше 20 мм, т.е. интенсивно воздух расширяется после выхода из окон между опорами. Существование обширной зоны торможения, особенно в углу забоя и борта скважины, объясняет интенсивный износ периферийного ряда вооружения и козырьков опор при бурении пород средней твердости. Именно здесь вооружение долота и опоры совершают дополнительную работу переизмельчения шлама.

Вторая и третья зоны движущейся струи изучались с помощью дифференциального датчика при вращающемся шарошечном долоте. На рис. 5, 6 представлен ряд осциллограмм, характеризующих изменение статического и скоростного давления у борта скважины за один оборот долота на различных промерных горизонталях от забоя. На высотах 10 и 20 мм фиксированы высокие статические давления, которые прослеживаются вплоть до промерной горизонтали 40 мм. На этих горизонталях скоростные давления имеют минимальные значения. Наибольшие скоростные давления, а следовательно, и скорости воздуха фиксированы на высоте 100-105 мм. Принимая во внимание увеличение площади кольцевого зазора на этих высотах, нетрудно прийти к выводу, что увеличение скорости потока является результатом происходящего здесь расширения воздуха. Осциллограммы совмещены с разверткой шарошечного долота и нанесены оси окон между шарошками и оси опор. Здесь видно, что в местах соответствующих центру окон, наблюдаются области минимальных скоростных давлений, которые увеличиваются в обе стороны имея некоторый спад в центре опоры. Визуальные наблюдения

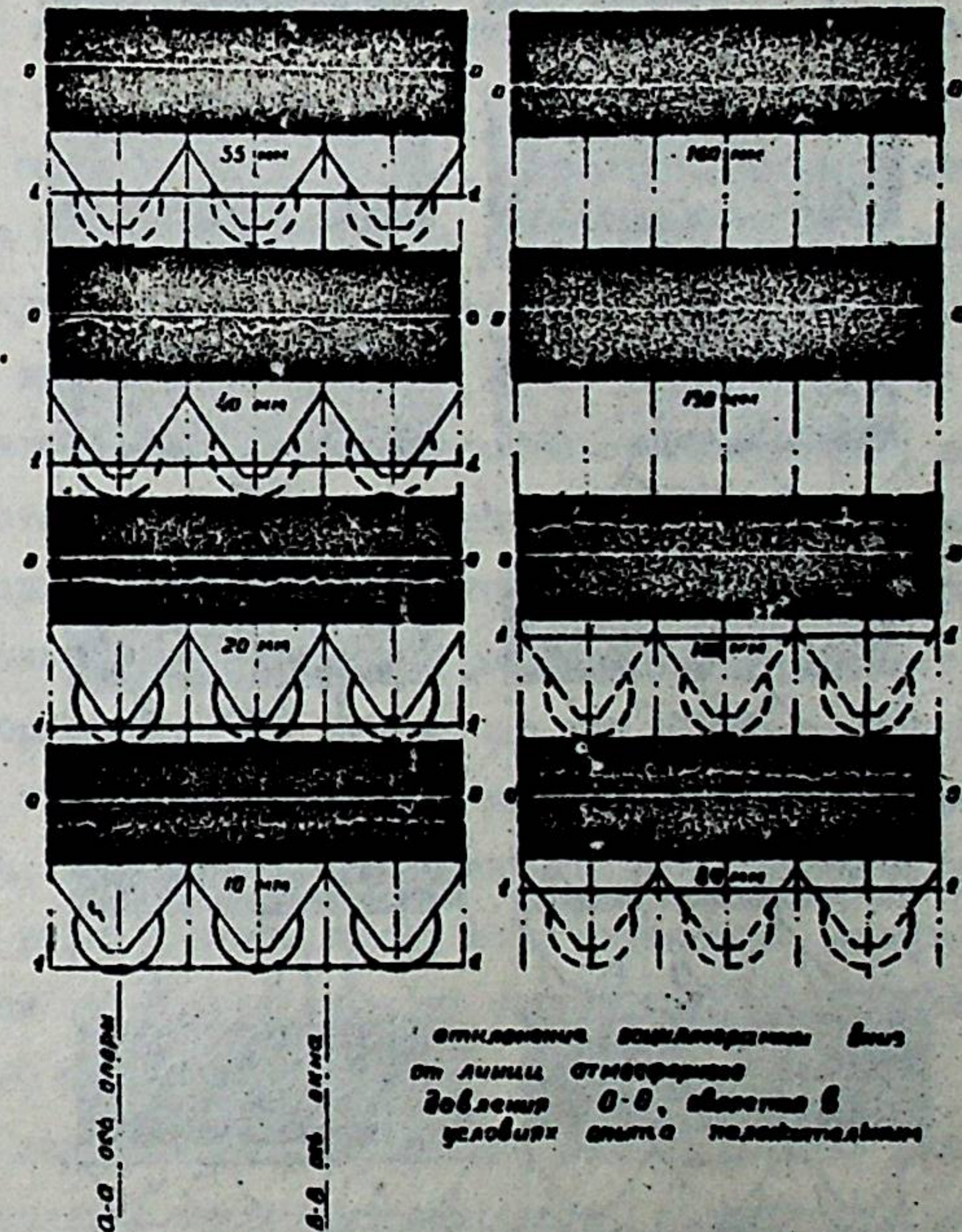


Рис. 5. Изменение статического давления у борта скважины за один оборот долота на различных промерных горизонталях.

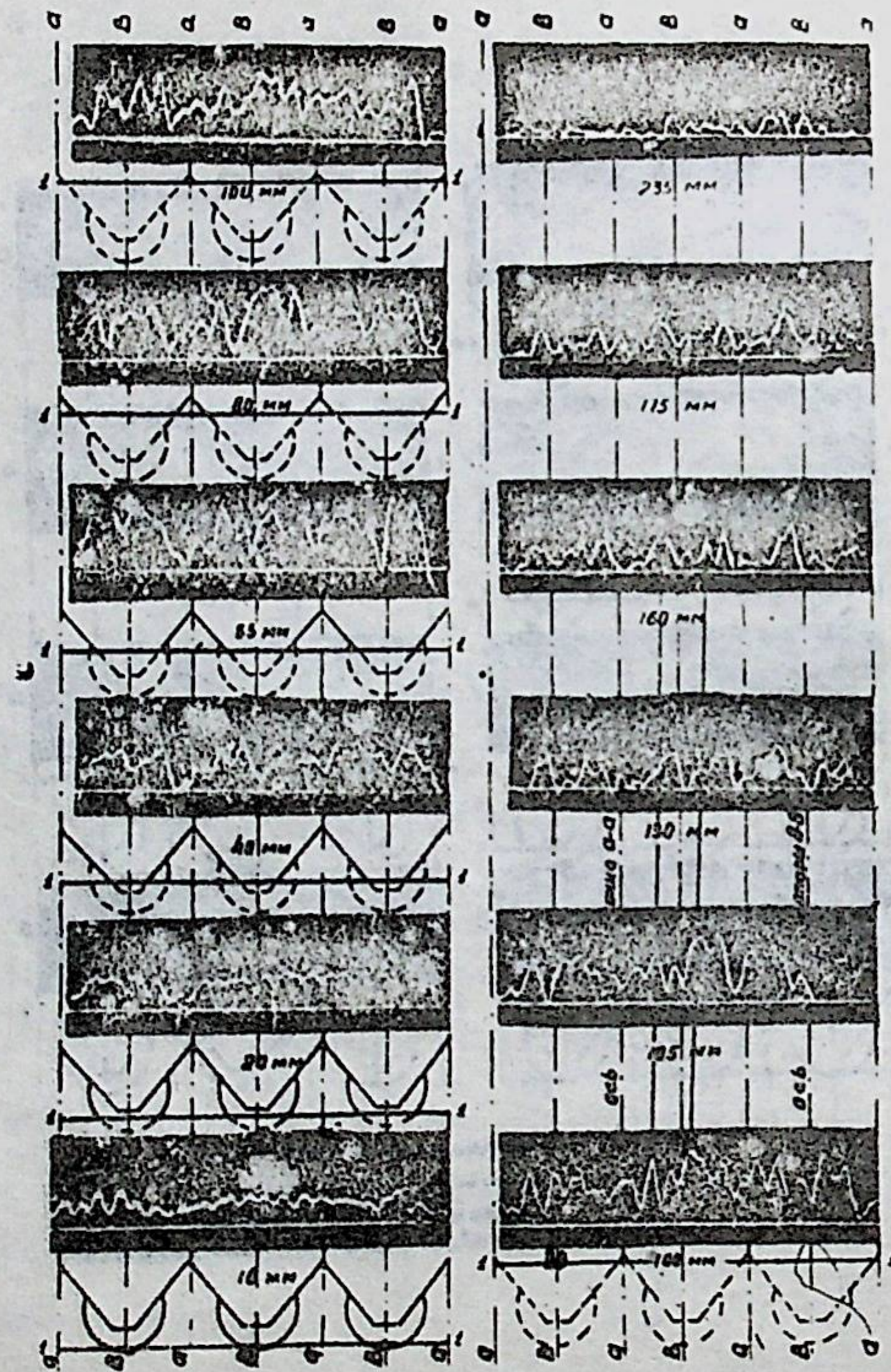


Рис. 6. Изменение скоростного давления у борта скважины за один оборот долота на различных примерных горизонталях.

за вносом песка из скважины, проведенные в лаборатории, показали, что основная масса частиц транспортируется в области максимальных скоростных давлений, т.е. частицы забрасываются в зазор между бортом скважины и опорой долота. Таким образом, при работе типовых шарошечных долот вторичное дробление неизбежно, т.к. сама конструкция долот создает для него благоприятные условия.

С целью приближения струи к забоям, высота окон между опорами была уменьшена до 50 мм с помощью пластин, наваренных на опоры шарошек. На рис. 7 приведены изобары струи воздуха при истечении его из реконструированного долота. В этом случае поворот струи стал более плавным. Зона торможения по высоте уменьшалась до 10 мм, но полностью ее устранить не удалось. Поэтому было проведено исследование влияния количества подаваемого в скважину воздуха на величину зоны торможения при работе типового и реконструированного долота. Установлено, что увеличение расхода воздуха снимает высоту зоны торможения /\$10 работ/ но, при использовании типовых долот, также полностью ее не устраняет. Изменение расхода воздуха, подаваемого в скважину при работе реконструированных долот, резко снижает высоту зоны торможения. Максимальные значения скоростных давлений оказываются здесь на высоте всего 20 мм от забоя.

Следовательно, увеличение расхода воздуха должно сопровождаться реконструкцией долота, направленной на снижение аэродинамических сопротивлений, что несомненно положительно сказывается на стойкости долот.

Глава IV.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ СКВАЖИН ПРИ БУРЕНИИ СТАНКАМИ БСШ-2М.

Теоретические и лабораторные исследования были проведены в производственных условиях. С 1965 по 1967 г. на Николаевском карьере Иртышского полиметаллического комбината велись наблюдения за бурением 34000 пог.м. скважин.

Наблюдаемыми величинами являлись проходка долота и скорость бурения, показанные в породах с известными физико-механическими свойствами.

Для определения средней проходки на долото, на всех станках велись журналы проходки каждого долота с указанием категории пород и причины замены долота.

В ходе исследований постоянно замерялись осевое давление, скорость вращения инструмента, давление воздуха на выходе из компрессора, вибрации бурового става и скорость бурения. В качестве приборов, определяющих указанные величины, использовались датчики измерения неэлектрических величин электрическим способом.

Информация об изменении параметров бурения поступала в виде электрических сигналов на зеркальные гальванометры шлейфового осциллографа Н-700 и регистрировалась на фотобумаге. Обработка результатов проводилась с помощью тарировочных кривых, полученных в процессе выверки аппаратуры в лабораторных условиях.

Наблюдения подтвердили, что основной причиной выхода из строя долот различных типов является износ опор в последующем

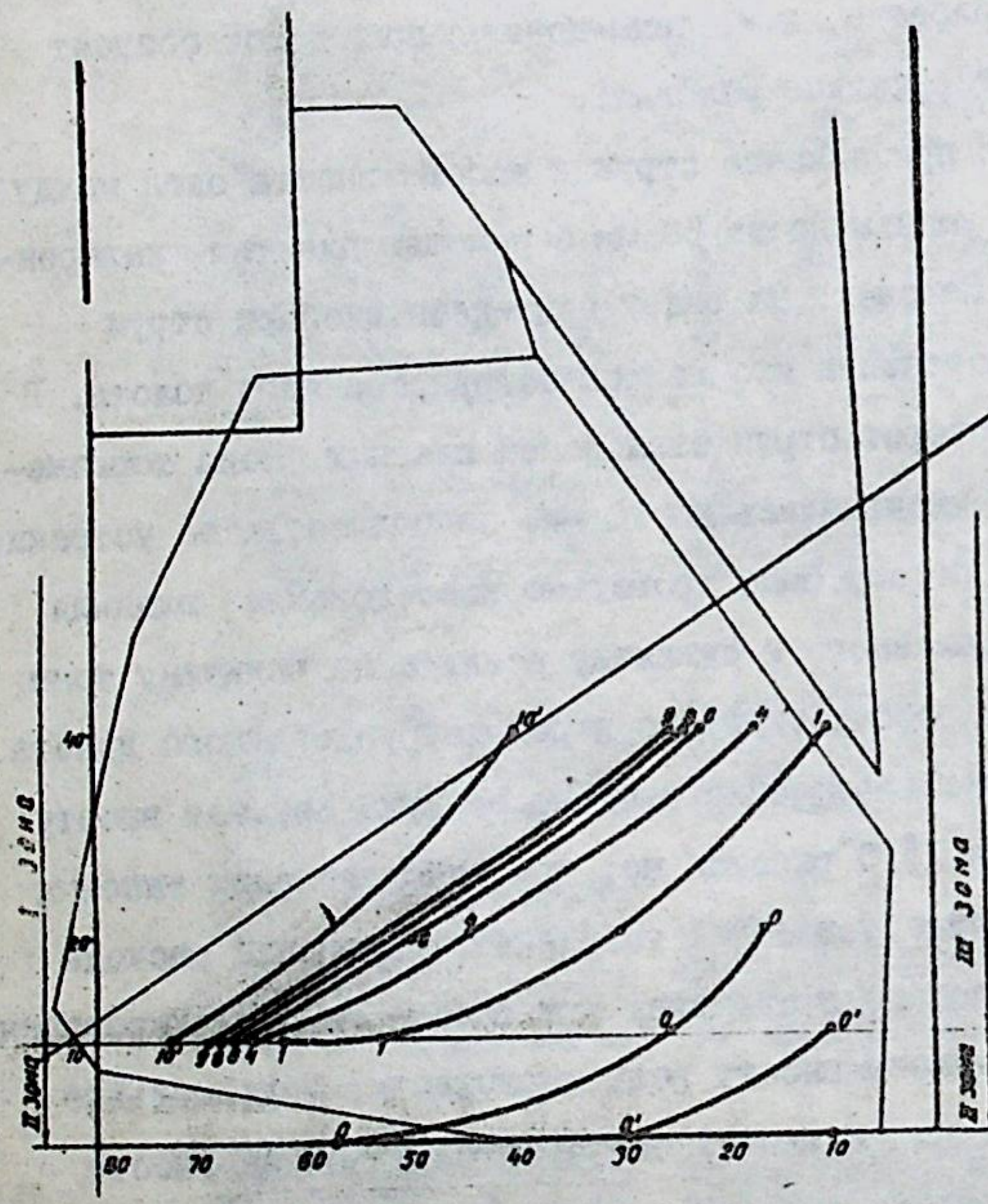


Рис. 7. Изобары, построенные по давлениям воздуха на расстоянии от забоя 0, 10, 20, 40 мм. Долото реконструировано. Давление в изобарах 01, 0, 1, 4, 6, 8, 9, 10, соответственно равны 43, 30, 20, 10, 0, -10, -20, -45 мм сп.ст.

заклинивания шарошек.

С целью проверки влияния количества воздуха (§13) на качество очистки скважин, производительность компрессорной станции станка № 5 была увеличена на 40%. Результаты изменения стойкости долот ЗВ 190 ТК приведены в таблице 2

Таблица 2

Величины	Станок № 5		Станок № 2	
	1	2	1	2
Категория пород по буримости	4-5	5-6	4-5	5-6
Расход долот, шт	21	22	38	15
Общая проходка долот, м	5275	2330	5739	1681
Средняя проходка на долото, п.м.	251	151	151	112

Далее проводилось наблюдение за бурением реконструированными долотами. Центральное продувочное отверстие у долот ЗН 190 ОК рассверливалось до диаметра 40 мм. Бурение велось станком с увеличенной производительностью компрессорной станции. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

Величины	Типовые долота	Рассверленные долота
Расход долот, шт	20	16
Общая проходка долот, м	5470	6942
Средняя проходка на долото, м	274	452

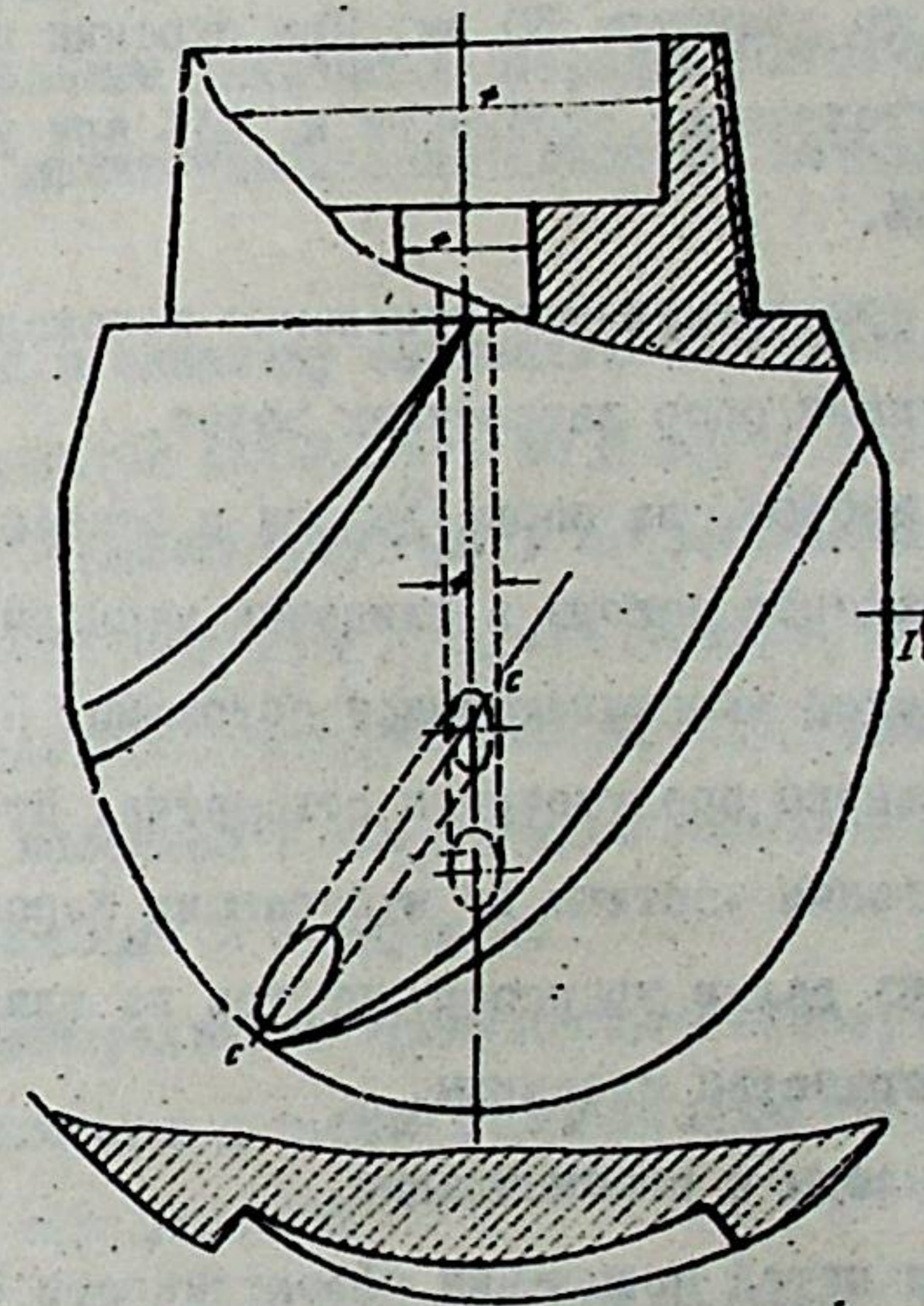


Рис. 8 Предлагаемая опора шарошечных долот.

Скорость бурения рассверленными долотами оказалась на 17% больше, чем типовыми.

Реконструкция долот ЗВ 190 ТК также обеспечила положительные результаты. У этих долот окна между опорами закрывались металлическими пластинами. Центральное продувочное отверстие рассверливалось до диаметра 30 мм. При бурении пород 5-6 категории получено увеличение стойкости на 53% при увеличении скорости бурения на 13%.

Указанные конструктивные изменения положены в основу предлагаемой конструкции опор шарошечных долот.

На рис. 8 изображена опора долота с отверстием направленным в сторону вращения долота, и шлицевым каналом. Очистка скважины осуществляется складывающимися потоками. Первый из них движется из центрального продувочного отверстия. Второй из отверстий в опорах, отгоняя частицы от набегающих шарошек. Взмученная буровая мелочь далее транспортируется по шлицевым каналам в кольцевое пространство скважины.

Основные выводы и рекомендации.

1. Одним из путей повышения эффективности бурения скважин шарошечными станками является современная очистка забоя, исключающая переизмельчение буровой мелочи.

2. Качественная очистка забоя существенно зависит от закономерностей изменения поля скоростей и давлений воздушной струи в призабойной зоне.

3. При истечении воздуха из типовых шарошечных долот, у забоя создается зона торможения потока, характеризующаяся высокими статическими давлениями и низкими скоростями, что

препятствует очистке скважин. Размеры зоны торможения зависят от количества подаваемого воздуха и от конструктивных особенностей долота.

4. Улучшение очистки скважин может быть достигнуто следующими способами:

а) максимальным снижением аэродинамических сопротивлений в зоне долота с целью увеличения скорости воздуха в призабойной зоне;

б) подачей в скважину оптимального количества воздуха, которое рекомендуется определять по формуле (5).

Указанные способы могут быть использованы одновременно.

5. Повышение скорости движения воздуха в призабойной зоне при постоянном количестве воздуха, подаваемого в скважину, возможно путем внесения в конструкцию шарошечных долот изменений, сущность которых в следующем:

а) срез центрального продувочного отверстия должен быть максимально приближен к забоям (практически до высоты шарошек по центральной оси долота);

б) размеры площади поперечного сечения продувочных отверстий должны быть максимально возможными;

в) окна между опорами долота должны быть минимальными (высота окон не должна превышать высоту шарошек по периметру долота);

г) торможение потока воздуха между забоем и бортом скважины может быть устранено складывающимися потоками, выходящими из центрального продувочного отверстия и из отверстий в опорах, направленных в сторону вращения инструмента.

Практическое осуществление указанных рекомендаций в условиях Николаевского рудника, обеспечило:

- а) увеличение стойкости долот на 50-60%;
- б) увеличение скорости бурения на 13-17%;
- в) снижение себестоимости бурения 1 м скважины на 10%.

Материалы диссертации доложены на Всесоюзной конференции по новым физическим методам разрушения минеральных сред (Алма-Ата, 1966 г.).

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах автора:

1. Пальгов В.А., Лысенко В.М., Крупник Л.А. Некоторые аэродинамические особенности движения газового потока при бурении скважин с продувкой. МВ и ССО КазССР, Геология и горное дело. Алма-Ата, 1966 г.

2. Пальгов В.А., Лысенко В.М. Опыт бурения шарошечными станками при улучшенной очистке скважин МВ и ССО КазССР, Геология и горное дело. Алма-Ата, 1966г.

3. Пальгов В.А., О необходимой скорости воздушного потока при бурении скважин шарошечными станками с продувкой воздухом. Известия высших учебных заведений. Горный журнал № 3; 1967.

4. Пальгов В.А., Лысенко В.М. О рациональной организации потока воздуха в призабойной зоне при бурении шарошечными станками с продувкой воздухом. Известия высших учебных заведений. Горный журнал № 6, 1967.