

6
А54

0251

УЧЕНЫЙ СОВЕТ ПО ГЕОЛОГИИ И ГОРНОМУ ДЕЛУ
ОБЪЕДИНЕННОГО УЧЕНОГО СОВЕТА ПО ТЕХНИЧЕСКИМ
И ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ
АКАДЕМИИ НАУК КИРГИЗСКОЙ ССР

На правах рукописи

КУДРУК ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИВОДОВ
БУРИЛЬНЫХ МАШИН С ЗАБОЕМ

(на примере машин вращательного и вращательно-
ударного бурения шпуров)

(Диссертация на русском языке)

Специальность 05.05.06. Горные машины

Автореферат
диссертации, представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук

Фрунзе 1974

110

УЧЕНЫЙ СОВЕТ ПО ГЕОЛОГИИ И ГОРНОМУ ДЕЛУ ОБЪЕДИНЕННОГО
УЧЕНОГО СОВЕТА ПО ТЕХНИЧЕСКИМ И ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ
АКАДЕМИИ НАУК КИРГИЗСКОЙ ССР

На правах рукописи

КУДРУК КРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИВОДОВ БУРИЛЬНЫХ
МАШИН С ЗАБОЕМ

(на примере машин вращательного и вращательно-
ударного бурения шуров)

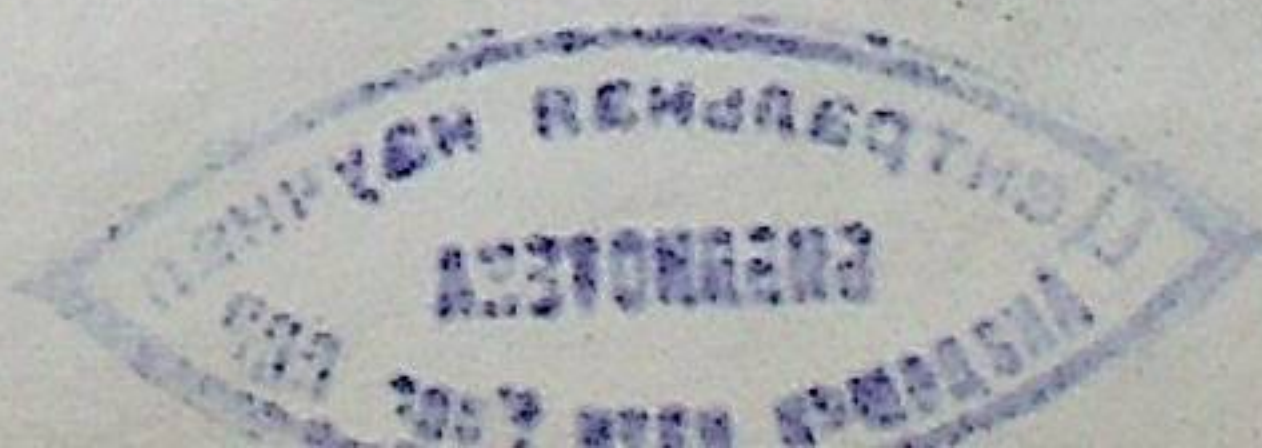
(Диссертация на русском языке)

Специальность 05.05.06. Горные машины

А в т о р е ф е р а т

диссертации, представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук

Фрунзе - 1974 г.



Общая характеристика работы

Актуальность работы. Директивы XXIV съезда КПСС и пятилетний план развития народного хозяйства на 1971-1975 г.г. предусматривают существенное увеличение производительности труда в горнодобывающей промышленности. Совершенствование буровой техники и способов ее эксплуатации является одним из необходимых условий увеличения производительности труда при горных работах. Эта задача решается в различных организациях, в том числе в институтах ЦНИИ-Подземмаш, Гипроникель, КузНИУИ, Гипромагобогашение, ИГД им. Скочинского, ДонУГИ, Гипрорудмаш, Институте автоматки АН Кирг. ССР, во Фрунзенском и Карагандинском политехнических институтах, на Кузмашзаводе, в основном за счет создания более мощных бурильных машин. В тоже время недостаточно изученными остаются вопросы, связанные с исследованием взаимодействия бурильных машин с забоем и согласованием мощностей их приводов между собой. Вместе с тем, решение этой задачи позволит увеличить производительность бурильных машин без особых затрат и при массовом внедрении результатов исследований может быть получен ощутимый народнохозяйственный эффект.

Решению этой задачи и посвящена наша работа, являющаяся частью проблемы по созданию научных основ расчета параметров бурильных машин, решаемой в отделе механики и горного машиностроения Института автоматки АН Кирг. ССР под руководством академика АН Кирг. ССР, д.т.н., профессора О.Д. Алимова.

Целью работы является поиск путей и средств управления бурильными машинами, обеспечивающих повышение скорости бурения за счет полного использования установленной мощности двигателей.

Основная идея работы заключается в определении соотношений

мощностей приводов, участвующих в бурении, путем изменения их характеристик в зависимости от физико-механических свойств горных пород и конструкции инструмента с целью повышения производительности бурильных машин.

Методика выполнения исследований. При выполнении работы был использован комплексный метод исследований, включающий: обзор и анализ средств и способов управления приводами бурильных машин; обобщение структурных схем приводов и их механических характеристик, аналитические и графоаналитические исследования взаимодействия бурильных машин с забоем в установившемся режиме работы, лабораторные и промышленные испытания с обработкой результатов методами математической статистики.

Научная новизна. Установлена взаимосвязь параметров механических характеристик приводов подачи, оптимальных по критериям максимума скорости бурения и постоянства мощности привода вращения, получены их уравнения. Доказано, что скорость бурения машинами вращательно-ударного действия имеет экстремум не только от усилия подачи, но и от ударной мощности.

Практическая ценность. Предложен способ формирования оптимальных механических характеристик приводов подачи путем введения в цепь двигателя нелинейных сопротивлений. При непосредственном участии автора разработаны рекомендации по повышению скорости бурения пневматических бурильных машин вращательно-ударного действия за счет перераспределения их мощности в зависимости от крепости горных пород с использованием управляемых дросселей, пневмоаккумуляторов и бурильных машин с комбинированным энергоснабжением. Произведен расчет параметров перспективных бурильных машин для условий Дзезказганского горно-металлургического (ДГМК) и Ачисайского полиметаллического (АПМК) комбинатов.

Реализация работы. Рекомендации, сформулированные по результатам исследований и разработок, прошли опытно-промышленную проверку в производственных условиях рудников ДГМК и АПМК. Пневматические аккумуляторы установлены на 97 буровых агрегатах типа СБУ-2, эксплуатируемых на шахтах Дзезказганского горно-металлургического комбината. Годовой экономический эффект от применения пневматических аккумуляторов составляет 240 тыс. рублей в год.

Апробация работы. Основное содержание докладывалось и получило одобрение: на заседании секции по разрушению горных пород научного совета "Новые процессы и способы производства работ в горном деле", г. Фрунзе, 1967; на Всесоюзной конференции по разрушению горных пород в г. Караганде, 1968 г.; на XV-XIX научно-технических конференциях Фрунзенского политехнического института в 1969-1973 гг.; на техническом совещании при главном инженере институтов "Гипромаш-обогащение" и ЦИИПодземмаш в 1972 году.

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 12 печатных работ.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, содержащих 132 страницы машинописного текста, 99 иллюстраций и 20 таблиц, списка использованной литературы из 117 наименований и четырех приложений на 120 страницах, оформленных отдельным томом.

Работа выполнялась в течение 7 лет в Институте физики и механики горных пород, Институте автоматики АН Кирг. ССР и в производственных условиях ДГМК и АПМК.

Параметры установившегося режима работы бурильной машины определяются точками пересечения механических характеристик приводов и нагрузочных характеристик забоя - забойных характеристик, в об-

щем виде представляющих собой зависимость момента и усилия сопротивления горной породы перемещению бурового инструмента от других параметров процесса бурения. Точки пересечения забойных и механических характеристик определяют скорость бурения и усилие подачи, скорость вращения бурового инструмента и необходимый крутящий момент. От совокупности этих параметров зависят мощности приводов подачи и вращения.

Анализ исследований д.т.н. О.Д.Алимова, к.т.н. Я.А.Серова, к.т.н. Г.М.Маслюка, к.т.н. Г.Е.Званского и др. показал, что параметры приводов бурильных машин, а именно: тип механических характеристик, величина и соотношение мощностей, оказывают существенное влияние на результаты бурения и только при определенных (рациональных) их сочетаниях можно обеспечить наибольшую эффективность применения бурильной машины в тех или иных условиях эксплуатации, т.е. при рациональном согласовании параметров приводов с забойными характеристиками.

Под рациональным согласованием параметров приводов бурильных машин с забойными характеристиками нами понимается программа бурения, задаваемая характеристиками приводов, обеспечивающая повышение эффективности работы бурильных машин за счет лучшего использования установленных мощностей и параметров механических характеристик приводов.

Эта задача в настоящее время решается с помощью систем автоматического управления. Обзор САУ режимом работы бурильных машин показал, что эти устройства, независимо от принятых критериев управления, осуществляют управление режимом бурения путем изменения механических характеристик одного или нескольких приводов в зависимости от физико-механических свойств горных пород, состояния бурового

инструмента и других факторов. Однако, при исследовании работы автоматизированных бурильных машин основное внимание обращалось на работу регуляторов и в меньшей степени на процесс взаимодействия приводов с забоем и обоснованию механических характеристик приводов бурильных машин, которые бы обеспечивали реализацию того или иного критерия управления.

Решение этой задачи представляет, по нашему мнению, научный и практический интерес, так как позволит не только создать предпосылки для разработки научных основ согласования приводов бурильных машин с забоем и синтезирования их рациональных механических характеристик, но и изыскать средства и методы перераспределения мощностей приводов бурильных машин при бурении пород различной крепости.

Наши исследования базируются на трудах докт. техн. наук О.Д.Алимова, А.И.Берона, Б.И.Воздвиженского, И.Ф.Медведева, В.Г.Михайлова, И.А.Остроушко, М.М.Скворцова, Л.А.Шрейнера, Е.Ф.Эштейна; канд. техн. наук Л.Т.Дворникова, Г.Е.Званского, Б.З.Израелита, Г.М.Маслюка, А.Б.Пащевского, Г.И.Покровского, А.И.Пуляева, Я.А.Серова, посвященных созданию буровой техники и исследованию закономерностей вращательного и вращательно-ударного бурения, и докт. техн. наук В.С.Гейера, Е.В.Герц, А.В.Докукина, П.В.Коваль, Б.Н.Кутузова, М.Г.Чиликина; канд. техн. наук В.З.Дозмарова, П.С.Мелкозерова и др., исследовавших работу пневмо-, электро- и гидроприводов.

Обзор существующих типов приводов бурильных машин, объединенных нами по типу используемых двигателей и структуре механизмов преобразования движения, и забойных характеристик горных пород позволил перейти к решению задачи поиска средств и способов рационального согласования бурильных машин и забоя по критериям макси-

лума скорости бурения и постоянства мощности привода вращения, т.е. факторов, определяющих производительность и надежность бурильных машин.

В зависимости от способа задания характеристик приводов и забоя исследования проводились аналитическим или графическим методом.

Установившаяся скорость бурения определяется при совместном решении уравнений механической характеристики привода подачи, например, $F = ci (P_k as - ibV)$ и забойной характеристики $V = \kappa (F - F_0)$:

$$V = \frac{\kappa (saci P_k - F_0)}{1 + ci^2 bk} \quad (1)$$

где V - скорость бурения (подачи), см/мин;
 F - усилие подачи, кг;
 F_0 - условное минимальное усилие подачи, при котором начинается объемное разрушение горной породы, кг;
 κ - коэффициент эффективности бурения по О.Д.Алимову и Л.Т.Дворникову, см/кг·мин;
 a, b - коэффициенты, характеризующие уравнение механической характеристики двигателя, см³, кг·см·мин/об;
 P_k - давление сжатого воздуха в напорной полости пневмодвигателя, кг/см²;
 $c = \frac{2\gamma}{s dtg(\beta + \rho')}$ - постоянный коэффициент в уравнении механической характеристики привода подачи, 1/см².

Решение этого уравнения на экстремум показало, что для реализации критерия максимума скорости бурения при изменении крепости буримых пород (коэффициент эффективности бурения κ) привод подачи должен иметь механическую характеристику с различной жесткостью. Этого можно добиться, изменяя передаточное отношение редуктора согласно полученной нами зависимости:

$$i_0 = \frac{1}{sbkca P_k} (bF_0 + \sqrt{bk^2 F_0^2 + cba^2 s^2 \kappa P_k^2}). \quad (2)$$

Чтобы обеспечить работу машины с реализацией критерия максимума скорости бурения, необходимо автоматически изменять передаточное число редуктора подачи в зависимости от крепости буримых пород (коэффициента эффективности бурения), например, с помощью вариаторов или дифференциальных передач с управляемыми тормозными устройствами.

При неизменных параметрах механизма преобразования движения реализацию критерия максимума скорости бурения при произвольном изменении κ может обеспечить привод подачи со специальной (оптимальной по этому критерию) механической характеристикой. Оптимальная механическая характеристика привода подачи была определена при исключении коэффициента эффективности бурения из выражений для оптимальных усилий и скорости подачи

$$V_{max} = \frac{a^2 s^2 P_k c}{b F_{max}} \quad (3)$$

Анализ этого уравнения показал, что управление бурильными машинами по критерию V_{max} равноценно бурению с постоянной и максимальной мощностью привода подачи, а оптимальная механическая характеристика есть равнобочная гипербола. Совместный анализ взаимодействия приводов вращения и подачи при управлении бурильной машиной по этому критерию позволил установить, что привод вращения при изменении крепости горных пород будет развивать разную мощность. Поэтому к вопросу об области применения критерия V_{max} при вращательном бурении необходимо подходить осторожно, так как обеспечение постоянства мощности менее мощного привода может привести к перегрузке или недогрузке (в зависимости от крепости породы) бо-

лее мощного привода вращения, что приведет к уменьшению надежности в первом случае и скорости бурения - во втором.

Уравнение оптимальной механической характеристики привода подачи, реализующего критерий постоянства мощности главного привода вращения найдено при совместном решении уравнений забойных характеристик $V = K(F - F_0)$ и $N_3 = AfV$, исключением независимой переменной - крепости горной породы:

$$F = \frac{N_3}{AV} \left(\frac{AV^3 + 560AV^2 - 2,1N_3^2}{16A^2V^2 - 0,006N_3^2} \right), \quad (4)$$

где N_3 - мощность, развиваемая приводом вращения, вт;
 A - коэффициент пропорциональности по О.Д.Алимову и Л.Т.Дворникову. При бурении шпуров резцом РП-2 $A = 6,45$ вт·мин/см;
 f - коэффициент крепости горных пород по проф. М.М.Протодьяконову.

Эта характеристика также является гиперболой, но смещенной относительно осей координат. В работе приведены уравнения для расчета асимптот ветвей оптимальной механической характеристики.

Теоретические исследования были продублированы экспериментами. Для определения механической характеристики привода подачи, оптимальной по критерию постоянства мощности привода вращения, применялся разработанный нами автоматический регулятор. Испытания проводились в лабораторных условиях при бурении сверлом ЭБГ-1 породного блока с прослойками пород, имеющих различные физико-механические свойства. По результатам экспериментов построены оптимальные механические характеристики привода подачи для различных мощностей привода вращения, являющиеся также отрезками смещенной гиперболы (рис. I), и определены забойные характеристики горных пород, входящих в состав породного блока.

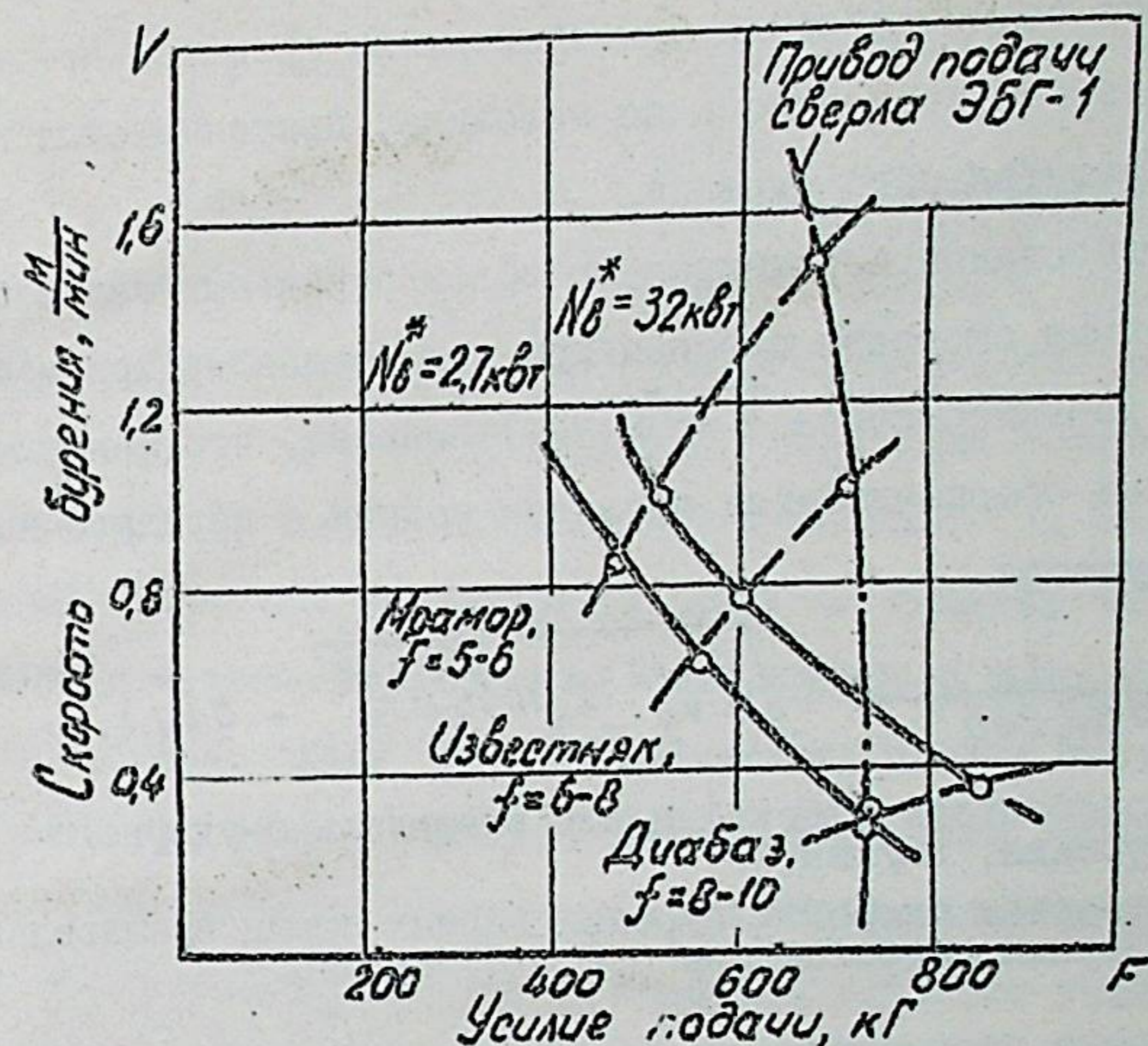


Рис. I. Механические характеристики привода подачи, обеспечивающие постоянство мощности привода вращения бурильной машины.

Результаты экспериментальных исследований довольно хорошо согласуются с результатами наших аналитических исследований и статистическими обобщениями О.Д.Алимова и Л.Т.Дворникова, что дает нам возможность рекомендовать этот способ исследований для широкого применения.

Проведенные исследования позволили синтезировать идеализированную оптимальную механическую характеристику привода подачи. Предложен метод формирования оптимальных механических характеристик электрических и гидравлических приводов подачи. Формирование оптимального участка механической характеристики, имеющей гиперболический характер, осуществляется с помощью введения в цепь

двигателя нелинейных сопротивлений.

Исследование взаимодействия приводов машин вращательно-ударного действия с забоем проводилось по методике, применявшейся при исследовании вращательного бурения.

Анализ согласования параметров приводов бурильных машин по критерию максимума скорости бурения при вращательно-ударном бурении (забойная характеристика $V = (V_y + \mu F)$) показал, что максимум скорости бурения обеспечивается приводом подачи с передаточным отношением редуктора

$$i_{ay} = \frac{1}{\mu a p_k c s b} \left(\sqrt{b^2 V_y^2 + \mu c b s^2 a^2 p_k^2} - b V_y \right), \quad (5)$$

где μ — коэффициент эффективности вращательно-ударного бурения, см/мин·кг;
 V_y — условная скорость бурения горных пород вращательно-ударным способом при $F = 0$, см/мин.

При неизменных параметрах механизма преобразования движения оптимальная механическая характеристика привода подачи имеет вид равнобочной гиперболы, т.е. аналогична подобной характеристике для вращательного бурения.

Предложена методика расчета необходимых параметров приводов бурильных машин, основанная на использовании экспериментальных зависимостей удельной подачи за оборот от усилия подачи и момента сопротивления вращению бурового инструмента от удельной подачи при различных значениях скорости вращения бурового инструмента и ударной мощности.

Проведено исследование взаимодействия приводов машин с забоем на примере пневматических бурильных машин вращательно-ударного действия, применяющихся на самоходных установках типа СБУ-2.

Характерной особенностью этих машин являются мягкие механические характеристики приводов вращения и подачи и зависимость

параметров приводов, в том числе и ударного узла, от давления сжатого воздуха. Мягкие механические характеристики приводов вращения машин вращательно-ударного действия обуславливают экстремальный характер зависимости скорости бурения не только от усилия подачи, но и от ударной мощности. Величины оптимальных усилия подачи и ударной мощности зависят от физико-механических свойств горных пород и мощности привода вращения. При бурении крепких горных пород ($f > 12$) привод вращения недоиспользуется по мощности, что приводит к увеличению скорости вращения штанги, сопровождающееся уменьшением частоты ударов на один оборот и повышением износа буровой коронки. Кроме того увеличивается расход сжатого воздуха приводом вращения и потери давления в системе энергоснабжения.

В этих условиях повышение скорости бурения можно достигнуть преимущественным увеличением мощности ударного узла. Некоторое увеличение мощности ударного узла можно обеспечить путем перераспределения энергии сжатого воздуха между приводами и изменения параметров механических характеристик двигателя привода вращения.

При бурении пород с коэффициентом крепости менее 12 с усилием подачи более 1000 кг привод вращения переходит за область номинального режима работы, что уменьшает скорость вращения штанги и перегрузочную способность бурильной машины.

Наиболее предпочтительным путем увеличения скорости бурения в этих условиях является повышение мощности привода вращения штанги. Учитывая ограниченную пропускную способность шахтных систем пневмоснабжения наиболее целесообразно в этом случае использование для питания приводов вращения другого вида энергии, например, электрической или гидравлической.

При участии автора разработаны способы обеспечения необходимого соотношения мощности приводов в зависимости от условий бурения за

счет перераспределения потоков энергии сжатого воздуха, поступающего в двигатели приводов. Предложены способы повышения мощности ударных узлов пневматических бурильных машин за счет отбора неиспользованной мощности привода вращения; установки в магистрали, питающей ударный узел, пневмоаккумулятора и применения для бурения машин с комбинированным энергоснабжением, имеющих пневматический ударный узел и электрический (или гидравлический) привод вращения бурового инструмента.

Для изменения параметров механической характеристики привода вращения использовался силовой дроссель. Введение его в цепь питания при постоянном моменте сопротивления вращению бурового инструмента приводит к переходу двигателя с естественной на искусственную механическую характеристику. Этот способ рационального согласования параметров бурильных машин и забоя применим в том случае, если в процессе бурения привод вращения недогружен. В качестве пневмоаккумулятора использовался баллон, встраиваемый в напорную магистраль ударного узла. Бурильная машина с комбинированным энергоснабжением была создана на базе серийной бурильной машины БГА-1, буровой инструмент которой приводился во вращение асинхронным электродвигателем. Комплект сменных шестерен позволял получать несколько скоростей вращения шпинделя.

В качестве основного способа оценки эффективности разработанных рекомендаций был принят метод производственного экспериментирования с последующей обработкой результатов приемами статистического анализа. В процессе исследований и опытно-промышленных испытаний на рудниках Дзезказганского горно-металлургического и Ачисайского полиметаллического комбинатов в течении трех лет было захронометрировано более 5000 шпурометров, основная часть которых вместе с

актами и протоколами испытаний приведена в приложениях.

Одновременно с хронометражными наблюдениями производилось непрерывное измерение и регистрация с помощью самопишущих приборов давления сжатого воздуха в различных точках пневматической сети буровой установки типа СБУ-2 и мощности, потребляемой электродвигателем комбинированной бурильной головки.

Первоначально с целью получения данных о работе серийного бурового оборудования были проведены испытания серийных бурильных машин БГА-1, которые показали, что во время работы этих машин потери давления сжатого воздуха составляют 30+50%. При колебании давления сжатого воздуха в шахтной пневматической сети в течении смены от 4,2 до 7,0 ати давление сжатого воздуха в ударном узле бурильных машин, эксплуатируемых на комбинатах, изменяется от 2,4 до 4,4 ати, в среднем составляя 3,4-3,6 ати. То есть фактическая мощность приводов бурильных головок БГА-1 при бурении шпуров в условиях шахт ДГМК и АПМК меньше паспортной (номинальной) и технические возможности бурильных машин используются не полностью.

Испытания серийного бурового оборудования показали также, что если в условиях ДГМК для повышения производительности бурильных машин можно использовать все разработанные рекомендации, то в условиях АПМК значительного повышения производительности можно ожидать только при использовании бурильных машин с комбинированным энергоснабжением.

Основной объем бурения шпуров в Дзезказгане был выполнен по серым кварцполевошпатовым песчаникам на карбонатно-кремнистом цементе, имеющим коэффициент крепости 13+16. На руднике Миргалымсай бурение осуществлялось по доломитизированным и мергелистым мелкозернистым известнякам с коэффициентом крепости 9+14.

При бурении горных пород Дзезказганского месторождения перевод привода вращения на искусственную механическую характеристику привел к повышению скорости бурения на 20% без изменения конструкции бурильной машины. Давление сжатого воздуха в ударном узле бурильной машины с дросселированием привода вращения (условно обозначенной БГА-1Д) по сравнению с серийной бурильной головкой БГА-1 увеличилось на 9% от давления сжатого воздуха в шахтной пневматической сети P_0 .

Повышение мощности ударного узла серийных бурильных головок БГА-1 за счет установок в их магистрали пневматических аккумуляторов (БГА-1А) позволило повысить скорость бурения шпуров в породах Дзезказганского месторождения на 30%. Пневматические аккумуляторы прошли промышленную проверку и внедрены в производство. В настоящее время на шахтах ДГМК эксплуатируется 97 буровых установок СВУ-2, бурильные головки которых оснащены пневматическими аккумуляторами. Годовой экономический эффект от применения пневматических аккумуляторов составляет 2500 руб. в год на одну буровую установку.

Во время испытаний была доказана целесообразность создания бурильных машин с комбинированным энергоснабжением — как способа существенного повышения мощности привода вращения и одновременно, снижения влияния цепей энергоснабжения на производительность бурильных машин. На шахтах ДГМК в равных условиях работы бурильная головка с комбинированным энергоснабжением (БГА-1Э) обеспечивает повышение скорости бурения по сравнению с бурильными головками БГА-1 на 45–50% при одновременном росте стойкости бурового инструмента. При этом давление сжатого воздуха в ударном узле этих бурильных машин по сравнению с головками БГА-1 повысилось на 20% от дав-

ления сжатого воздуха в шахтной пневматической сети.

Графики зависимости скорости бурения шпуров в условиях ДГМК серийными бурильными головками БГА-1 и бурильными машинами, реализующими разработанные рекомендации, от давления сжатого воздуха в шахтной пневматической сети, характеризующего условия работы бурового оборудования на шахтах, приведены на рис. 2. Повышение

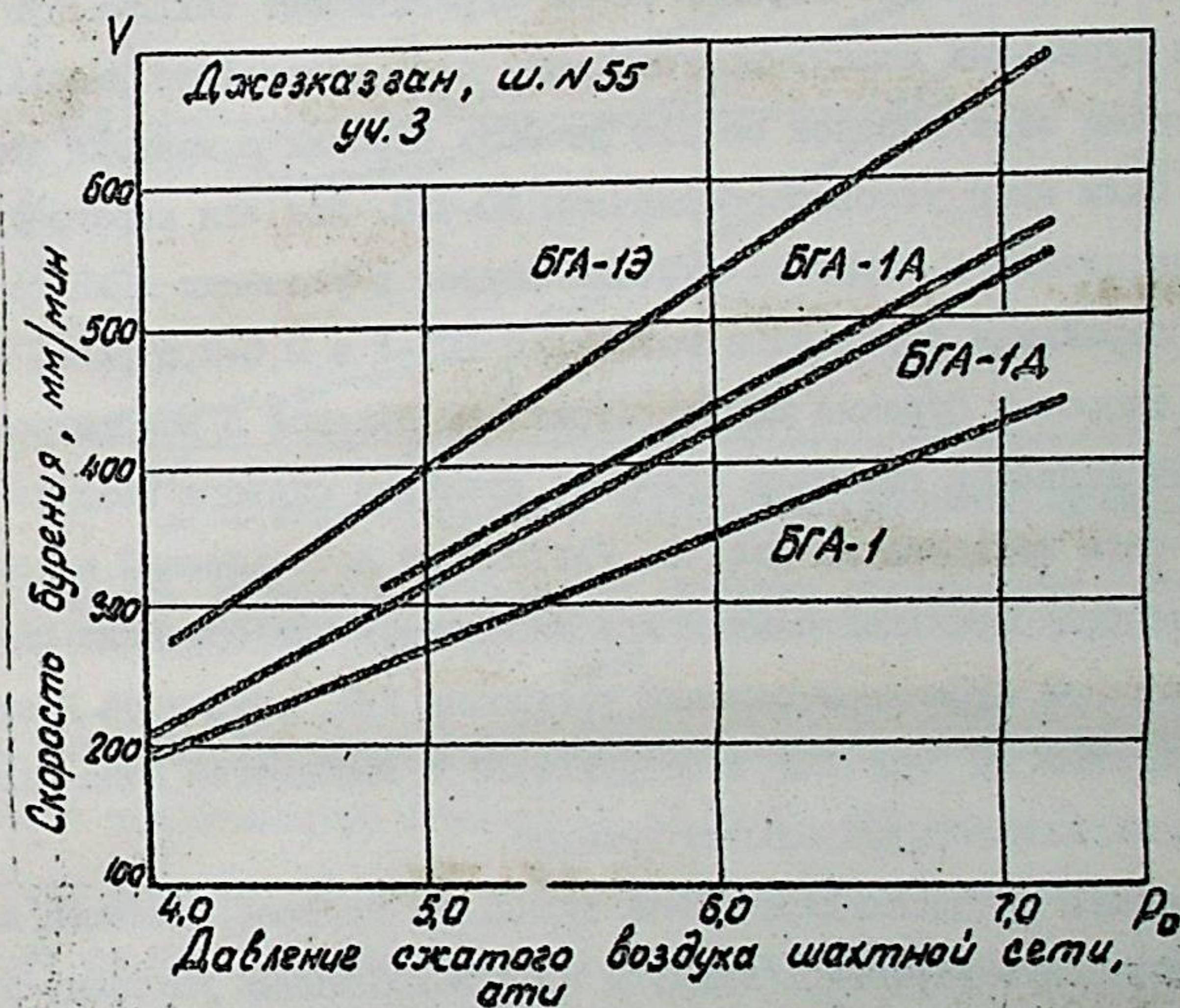


Рис. 2. Зависимость скорости бурения шпуров от давления в шахтной пневматической сети в условиях ДГМК.

скорости бурения во всех случаях было достигнуто за счет увеличения мощности ударного узла. При бурении машиной БГА-1Д положительный эффект был получен и за счет уменьшения скорости вращения штанги.

Испитания бурильных машин с комбинированным энергоснабжением на Ачисайском полиметаллическом комбинате показали, что при бурении более мягких и менее абразивных горных пород этого месторождения скорость бурения может быть повышена не только за счет увеличения ударной мощности, но и за счет увеличения усилия подачи и скорости вращения бурового инструмента. Во время испытаний этих машин было так же установлено, что конструкция применяемых в настоящее время на комбинате коронок КО-42 ограничивает технические возможности бурильных машин, поэтому нами было предложено уменьшить угол заточки этих коронок со 110 до 90°. Коронки с меньшим углом заточки были нами условно обозначены КО-42П. Все эти мероприятия позволили повысить скорость бурения шуров в условиях АПМК по сравнению с серийными бурильными головками БГА-1 в 2,0-2,5 раза. Зависимость скорости бурения шуров бурильной машиной с комбинированным энергоснабжением и головкой БГА-1 от давления сжатого воздуха в шахтной сети показана на рис. 3. Результаты исследований пневмоэлектрической бурильной машины использовались при создании пневмогидравлической бурильной головки установки УБА, созданной Институтом автоматизации АН Кирг.ССР в содружестве с комбинатом Ачполиметалл и Кузнецким машиностроительным заводом.

С помощью пневмоэлектрической бурильной головки, имеющей жесткую механическую характеристику, в производственных условиях было проведено исследование влияния на скорость бурения и мощность привода вращения параметров режима бурения — скорости вращения, усилия подачи, ударной мощности и геометрии бурового инструмента. Определены забойные характеристики горных пород Джекказганского и Миргалмсайского месторождений, что позволило апробировать методику графоаналитического исследования взаимодействия приводов бурильных

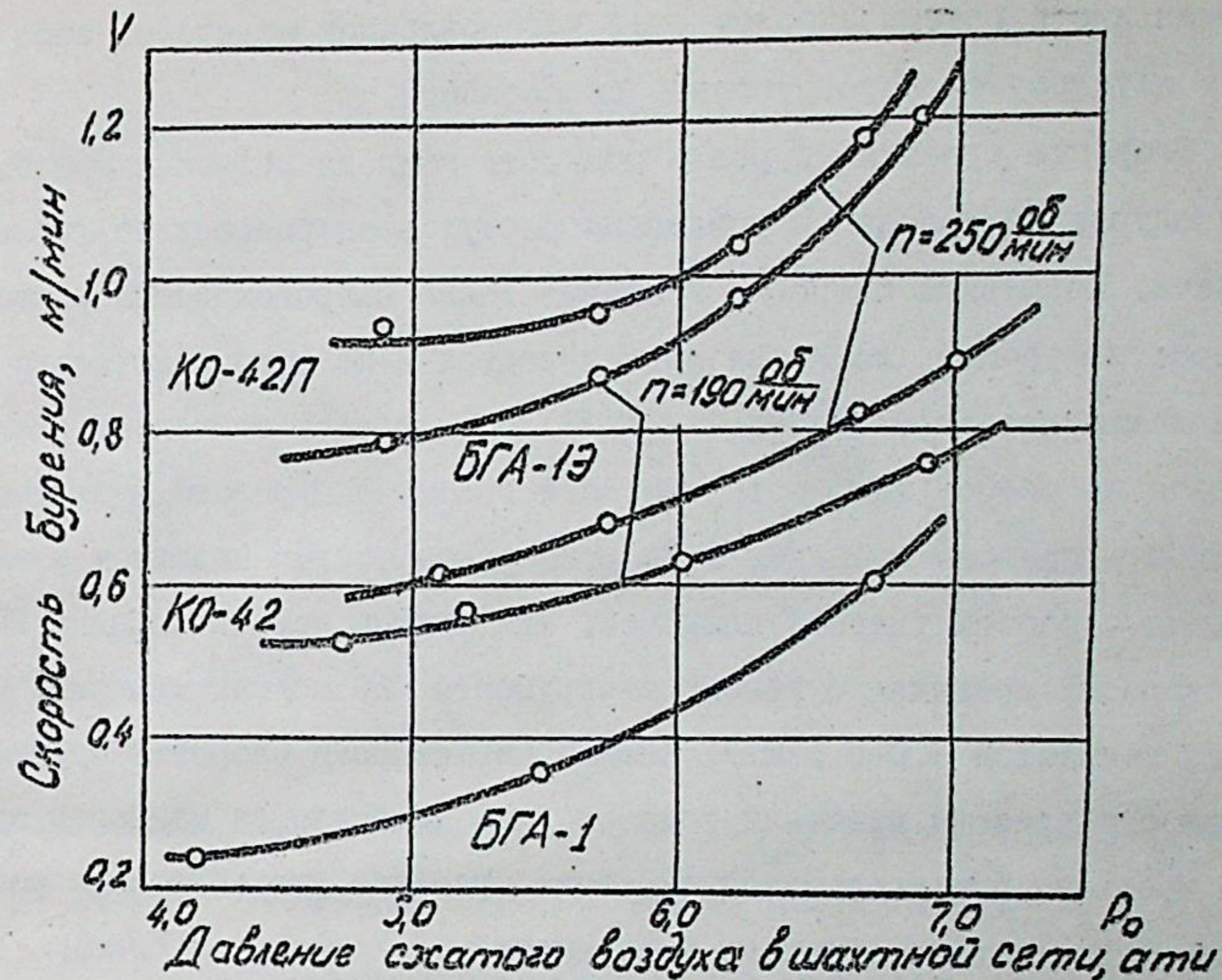


Рис. 3. Зависимость скорости бурения от давления сжатого воздуха в шахтной пневматической сети в условиях АПМК.

машин и забоя. При проведении экспериментов в Джекказгане не было замечено существенного влияния на скорость бурения усилия подачи и скорости вращения бурового инструмента. Скорость бурения в основном зависит от ударной мощности, пропорциональной давлению сжатого воздуха в ударном узле. Ударная мощность в исследованном диапазоне при $F = const$ не оказывает заметного влияния на мощность привода вращения. При увеличении ударной мощности с 2,6 до 3,9 квт повысилась всего на 100 вт. Мощность привода вращения линейно зависит от усилия подачи и в среднем составляла 1,2 квт при 83 об/мин и 1,8 квт при 120 об/мин. Для обеспечения устойчивой работы при бурении трещиноватых пород и прослоек мягких пород привод вращения

должен иметь резерв либо за счет установленной мощности, либо за счет двукратной перегрузочной способности.

Скорость бурения шпуров и мощность привода вращения при бурении шпуров по породам Миргалимская растут пропорционально усилию подачи. Повышение скорости вращения также сопровождается ростом скорости бурения, хотя она увеличивается и не пропорционально n . Выплачивание зависимости $V = f(n)$ объясняется снижением удельной подачи за оборот при росте скорости вращения бурового инструмента. Мощность привода вращения пропорциональна усилию подачи и увеличивается с ростом ударной мощности. При усилии подачи порядка 2000 кг и скорости вращения бурового инструмента 250 об/мин мощность привода равняется 6,0–6,5 квт. Анализ зависимости скорости бурения от мощности привода вращения показал, что необходимая мощность привода вращения при постоянной скорости вращения уменьшается с ростом скорости вращения бурового инструмента.

По результатам исследований построены забойные характеристики, использовавшиеся при анализе работы и расчете параметров приводов бурильных машин. В качестве примера на рис. 4 приведен зависимость удельной подачи за оборот от усилия подачи и момента сопротивления вращению от удельной подачи для горных пород Миргалимсайского месторождения при $n = 250$ об/мин и различной ударной мощности.

Обоснованы параметры бурильных машин для условий ДГМК и АПК, обеспечивающие повышение скорости бурения шпуров диаметром 42 мм по сравнению с используемой в настоящее время буровой техникой в 1,5–2,0 раза (табл. I).

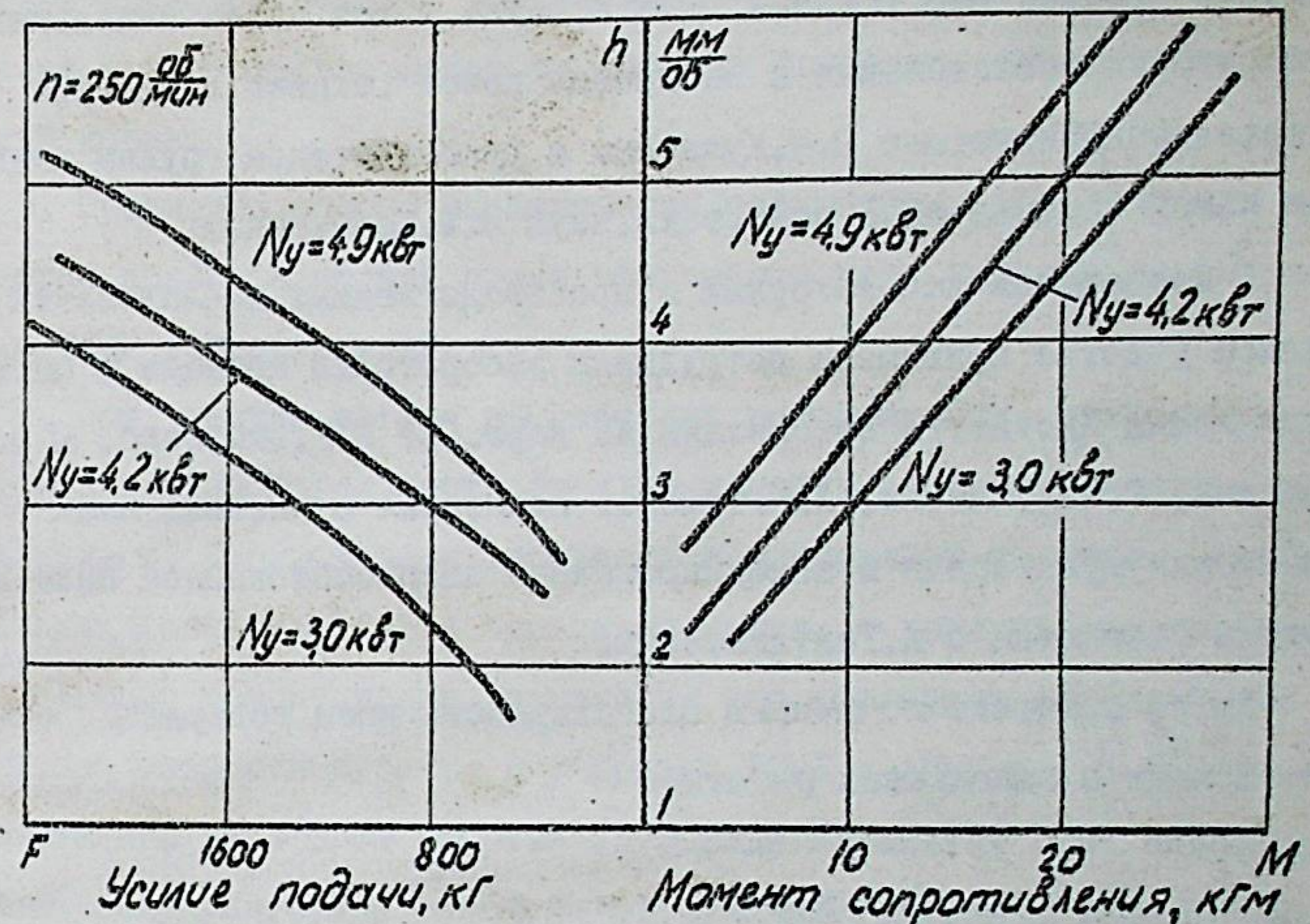


Рис. 4. Забойные характеристики горных пород Миргалимсайского месторождения.

Таблица I.

Комбинат	V	N_u	n	N_B	F
	мм/мин	квт	об/мин	квт	кг
ДГМК	500	4,0	100–120	не менее 3,0	800
	600	4,8			
	700	5,6			
АПК	750	3,0	250	4,0	1320
		4,2		3,0	720
		4,9		1,6	520
	1000	3,0		6,5	2250
		4,2		5,4	1700
		4,9		4,0	1180
		1250		4,9	6,3

При проведении производственных испытаний большая помощь автору была оказана работниками ДГМК и АПМК, в том числе начальником лаборатории исследования и внедрения новой техники института ДжезказганНИПИцветмет Ю.М.Кулаевым и руководителем группы внедрения новой техники АПМК канд.техн.наук В.Ф.Щербининым.

В проведении лабораторных и производственных исследований активное участие принимали сотрудники лаборатории привода и систем управления Института автоматики АН Кирг.ССР Л.Р.Еникеева, Ю.М.Сосновский, С.П.Гулямова, Л.М.Фомина. Испытания бурильных машин с пневмоаккумуляторами и комбинированным энергоснабжением были проведены совместно с А.Тентимшевым.

Автор приносит искреннюю благодарность всем товарищам, оказавшим помощь в выполнении работы.

З а к л ю ч е н и е

Основные результаты работы по исследованию взаимодействия приводов бурильных машин с забоем на примере вращательного и вращательно-ударного бурения шпуров можно сформулировать следующим образом:

1. Проведена систематизация приводов бурильных машин и их механических характеристик с учетом типа и структуры приводов.

2. Проведено исследование влияния механических характеристик приводов бурильных машин вращательного и вращательно-ударного действия на результаты бурения. Установлено, что управление бурильными машинами по критерию максимума скорости бурения равноценно бурению с постоянной и максимальной мощностью привода подачи; скорость бурения машин вращательно-ударного действия с мягкими механическими характеристиками имеет максимум не только от усилия подачи, но и от ударной мощности; оптимальные механические характе-

ристики приводов подачи, реализующие критерии максимума скорости бурения и постоянства мощности привода вращения, имеют гиперболический характер.

3. Предложен способ формирования оптимальных механических характеристик приводов подачи путем введения в цепь питания двигателей нелинейных сопротивлений.

4. При участии автора разработаны рекомендации, позволяющие повысить производительность бурильных машин с пневматическими ударными узлами. Промышленные испытания в одинаковых условиях серийных бурильных головок БГА-1 и бурильных машин, в которых реализованы предложенные рекомендации, показали, что последние обеспечивают повышение скорости бурения в условиях ДГМК и АПМК в 1,5-2,0 раза. По состоянию на второй квартал 1973 года на шахтах ДГМК пневматическими аккумуляторами оснащены 97 буровых установок типа СБУ-2. Суммарная годовая эффективность от применения пневматических аккумуляторов на шахтах ДГМК (согласно справке института ДжезказганНИПИцветмет) составляет 240 тыс. р.блей.

5. Рассчитаны параметры бурильных машин, обеспечивающих повышение в 1,5-2,0 раза скорости бурения шпуров в условиях ДГМК и АПМК.

Публикации

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 12 печатных работах, основными из которых являются:

1. О создании специализированного электропривода. Сб. Проблемы разработки рудных месторождений с применением скважинных зарядов уменьшенного диаметра. Изд. "Илим", Фрунзе, 1968 (соавторы А.В.Фролов, Л.Р.Еникеева, П.С.Туровский, А.Б.Бообеков).

2. Некоторые результаты исследований режимов работы приводов бурильных машин. Сб. Бурильные машины. Изд. "Илим", Фрунзе, 1969

(соавтор А.В.Фролов).

3. Задачи и направления работ в области создания электропривода буровой техники для подземных работ. Сб. Бурильные машины. Изд. "Илим", Фрунзе, 1969 (соавторы А.В.Фролов П.С.Туровский, Л.Р.Еникеева, А.Б.Бообеков).

4. О целесообразности создания пневмоэлектрических бурильных головок вращательно-ударного действия. Сб. Совершенствование буровых машин. Изд. "Илим", Фрунзе, 1970 (соавторы О.Д.Алимов, А.В.Фролов, А.Тентимшиев).

5. Об одной из схем системы стабилизации нагрузки приводных двигателей бурильных машин. Сб. Совершенствование буровых машин. Изд. "Илим", Фрунзе, 1970 (соавтор А.В.Фролов).

6. Результаты испытаний пневмоэлектрической бурильной головки. Горные машины и автоматика ЦНИЭИУголь. Москва, № 3, 1970 (соавторы О.Д.Алимов, А.В.Фролов, А.Тентимшиев).

7. Аба-электр кубаты менен бургулочу БГА-1Э головканы ондурушто колдонунун эффектив дуулугу. Илимден жана техниканын жаңалыктары. № 4, 1971, Фрунзе, (соавторы О.Д.Алимов, А.В.Фролов, А.Тентимшиев).

8. Результаты испытаний бурильных головок с пневмоаккумулятором в ударном узле. Цветная металлургия № 24, Москва, 1971 (соавторы А.В.Фролов, Ю.М.Сосновский, Л.Р.Еникеева, С.Н.Тулямова).

9. Механизация и автоматизация буровых работ. Изд. "Илим", Фрунзе, 1971 (соавторы О.Д.Алимов, А.В.Фролов, Е.Б.Бексалов, Ю.Б.Башлов, Н.С.Колодяжный, Ю.М.Сосновский, Ю.М.Кулаев, В.Ф.Щербинин, С.А.Басов, А.Ф.Коршунов).

10. Экспериментальное исследование пневмоэлектрической бурильной головки на руднике Миргалымсай. Труды Фрунзенского политехнического института, вып. 52, Фрунзе, 1971 (соавторы О.Д.Алимов, А.В.Фролов, А.Тентимшиев).

Подписано в печать 12/V 1974 г. Формат бумаги 60×90 1/16.
Объем 1,5 п. л. Д—01749. Заказ 1348. Тираж 200 экз.