

6
А-24
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

КИЕВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Инженер В. Л. ЯЗЕВ

**СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ
КОЛОНКОВЫМИ СВЕРЛАМИ
С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ И НЕЗАВИСИМОЙ
ПОДАЧАМИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации, представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель — доктор технических наук,
профессор В. В. ЦАРИЦЫН

КИЕВ — 1966

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

КИЕВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Инженер В. Л. ЯЗЕВ

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ
КОЛОНКОВЫМИ СВЕРЛАМИ
С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ
И НЕЗАВИСИМОЙ ПОДАЧАМИ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации, представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель — доктор технических наук,
профессор В. В. ЦАРИЦЫН

КИЕВ — 1966

Работа выполнена на кафедре технологии и механизации горных работ Киевского ордена Ленина политехнического института; лабораторные испытания осуществлены в научно-исследовательских лабораториях отдела буровой техники Конотопского электромеханического завода «Красный металлист», производственные испытания проведены в условиях шахты № 16 им. Известий комбината «Донбассантрацит».

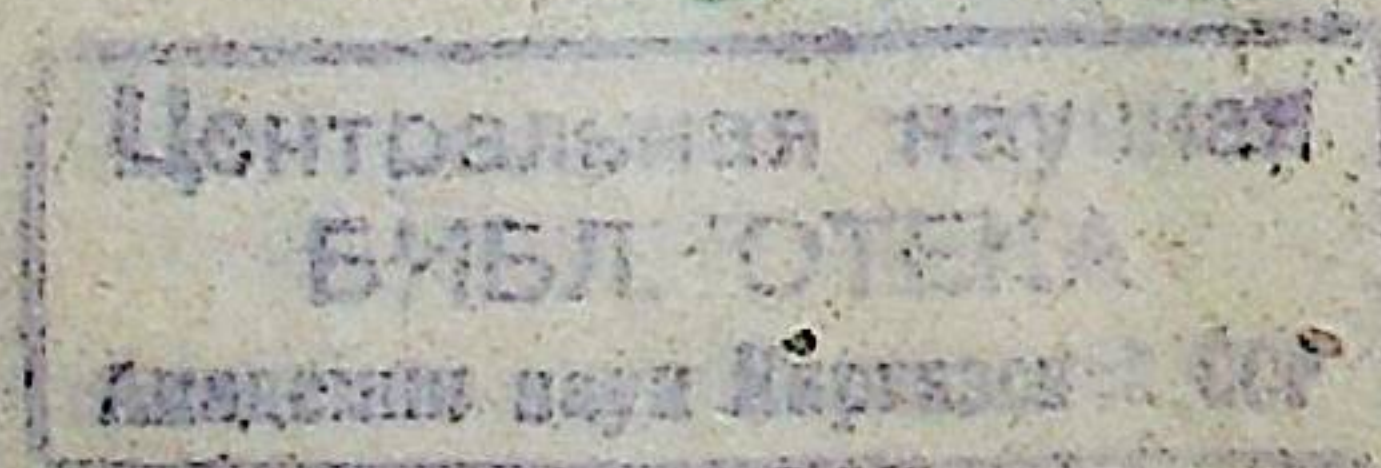
Киевский ордена Ленина политехнический институт направляет Вам для отзыва автореферат диссертации инж. В. Л. Язева на тему «Сравнительное исследование эффективности бурения колонковыми сверлами с принудительной и независимой подачами».

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направить в Ученый совет института по адресу: Киев, Брест-Литовский проспект, 39.

Защита намечается на декабрь 1966 г.

Ученый секретарь

(Г. М. ИЩЕНКО)



В директивах XXIII съезда КПСС уделяется большое внимание развитию тяжелой промышленности нашей страны на основе внедрения новейших достижений передовой отечественной науки и техники. В связи с этим была отмечена необходимость всемерного повышения производительности труда за счет перевооружения действующих предприятий, внедрения автоматизации и совершенствования технологических процессов.

Вследствие того, что совершенствование технологических процессов в горной промышленности в значительной мере зависит от улучшения работы и правильного выбора типа горных машин, вопросы повышения производительности труда и снижения себестоимости продукции находятся в прямой связи с теоретическим изучением механики разрушения горных пород и работы режущего инструмента.

Бурение шпуров является основной технологической операцией в комплексе буро-взрывных работ. Эта операция является наиболее трудоемкой и нередко занимает до 80% времени рабочей смены. Поэтому необходимо в первую очередь совершенствовать технологию самого бурения, установив наиболее выгодный в данных условиях режим работы сверла.

Бурение в оптимальном режиме становится особенно эффективным при правильном выборе надлежащего типа исполнительного механизма с тем или иным видом подачи. Поэтому вопросам рационального использования различных типов колонковых электросверл приходится уделять большое внимание. При этом необходимо учитывать горногеологические условия, а также организационно-экономические факторы производства.

На основании изучения процесса вращательного бурения в интерпретации ведущих специалистов (проф. Михайлова В. Г., проф. Воздвиженского Б. Н., проф. Эпштейна Е. Ф., проф. Царицына В. В. и др.), а также теоретического исследования поставленных задач на базе анализа и обобщений опытов, проведенных автором, были получены основные выводы и рекомендации по использованию различных типов ко-

и независимой подачами — изменение режимных параметров во времени бурения происходят по-разному.

ГЛАВА 3

Третья глава посвящена стендовым лабораторным испытаниям сверл ЭБГ и ЭБК-5, основной задачей которых являлось получение достаточного фактического материала для подтверждения вышеизложенных теоретических разработок. Приведена методика лабораторных испытаний, произведено описание стендовой установки для проведения опытов, где использование самопишущей контрольно-измерительной аппаратуры позволяло определять величину любого контролируемого параметра в любой момент времени и в общей связи со всеми другими измеряемыми величинами.

Дано описание объектов исследования и вспомогательных средств выполнения опытов.

В качестве буримой породы использованы блоки гранита, песчаника и бетона, образцы которых раздавливались на прессе, в результате чего установлена их крепость на одноосное сжатие:

$$\sigma_r = 1300, \sigma_n = 1100, \sigma_b = 165 \text{ кг/см}^2.$$

В качестве режущего инструмента использованы резцы РП-3, армированные твердым сплавом ВК8. Удаление продуктов бурения производилось с помощью промывки водой от отдельной насосной установки.

Установка режима бурения на испытуемых электросверлах производилась согласно рекомендаций завода-изготовителя. Сравнительное бурение осуществлялось при двух скоростях вращения шпинделя: 155 (по граниту и песчанику) и 305 об/мин (по бетону). При этом на сверле ЭБК-5 величина подачи на один оборот составляла 0,88 мм при уставке усилия на фрикционе $P_{\max} = 1500—2000$ кг. На сверле ЭБГ использовались следующие уставки осевых усилий: 600, 800 и 1200 кг.

Итогом экспериментов, преследующих цель изучения закономерности затупления резцов, явились табличные и графические зависимости весового износа лезвий резцов в функции времени бурения: $G_t = f(t)$. При этом для определения влияния на процесс износа резца различных режимных данных последние поочередно менялись. Проведена статистическая обработка результатов наблюдений, определена максимальная относительная ошибка опытов — 15% при наибольшем коэффициенте вариации — 30%.

Затем путем пересчета были получены зависимости относительного притупления резца в функции времени бурения:

$\varphi = f(t)$; а также подсчитан ряд значений удельной износостойкости (M) твердого сплава ВК8, на основании чего, как первое приближение, за показатель абразивности принята величина, обратная удельной износостойкости твердого сплава: $\omega = 1/M$.

В итоге экспериментов получены записи самопишущих приборов, представляющие графические зависимости изменения параметров вращательного бурения в функции времени: скорости подачи $L_t = f(t)$, усилия подачи $P_t = f(t)$, потребляемой мощности $N_t = f(t)$, которые в дальнейшем позволили оценить экономическую эффективность бурения. Дано аналитическое описание опытных кривых. В результате сопоставления опытных зависимостей со своими аналитическими аналогами показано их качественное и количественное соответствие.

ГЛАВА 4

В четвертой главе на основании полученных экспериментальных данных подсчитаны удельные показатели бурения, отнесенные к одному шпурометру: удельный расход электроэнергии и удельный расход резцов.

Выбран критерий эффективности бурения, представляющий стоимость бурения одного погонного метра шпура

$$\Pi = \frac{\Sigma \mathcal{E}}{\Sigma l}, \quad (102)$$

где Σl — сменная производительность бурения, м;

$\Sigma \mathcal{E}$ — затраты на бурение, руб.

$$\Sigma \mathcal{E} = \mathcal{E}_n + \mathcal{E}_a + \mathcal{E}_y + \mathcal{E}_a. \quad (101)$$

Здесь каждое слагаемое соответственно представляет расходы на режущий инструмент, заработную плату, электроэнергию и амортизационные отчисления.

В результате количественного сопоставления конкретных значений показателей эффективности для принудительной (Π_L) и независимой (Π_p) подачи была установлена относительная целесообразность работы механизма с тем или другим видом подачи. При этом имелось в виду, что меньшие удельные затраты однозначно определяют выбор того или другого типа электросверла. Анализ табличных данных по элементам затрат показал, что:

1. Определяющими показателями эффективности работы сверл являются удельные затраты на заработную плату и режущий инструмент, на долю которых приходится 92—98% от общих удельных затрат.

2. Величины удельных затрат на электроэнергию и амортизационные отчисления незначительны и не превышают 2—8%.

3. При бурении слабых горных пород определяющим показателем эффективности работы сверл является расход по заработной плате (92—96% от общих удельных затрат).

4. При бурении крепких горных пород определяющим показателем работы сверл являются расходы на режущий инструмент (56—78%).

5. Бурение крепких горных пород целесообразно осуществлять электросверлами с принудительной подачей (ЭБК-5).

6. Бурение слабых горных пород целесообразно осуществлять механизмами с независимой подачей (ЭБГ).

ГЛАВА 5

В пятой главе на основании обобщения опытных данных проведенных испытаний сделано заключение, что при бурении пород средней крепости непременно существует граница равноценности использования колонковых электросверл с принудительной и независимой подачами, то-есть имеет место условие $P_L = P_p$.

Показано, что с повышением крепости горных пород эффективность использования принудительной подачи увеличивается, а независимой подачи—уменьшается, так как в первом случае удельная стоимость бурения по фактору расхода резцов пропорциональна квадрату крепости горных пород, а во втором—кубу крепости.

Уравнением равноценности использования обоих видов подач является выражение

$$\omega = \frac{k}{\sigma^2} \cdot \frac{\sigma_{\max} - \sigma}{\sigma - \sigma_{\min}}, \quad (121)$$

где ω — показатель абразивности горной породы;

σ — крепость горной породы при ее одноосном сжатии;

k — аналитическая постоянная, учитывающая условия бурения;

σ_{\max} — верхний предел крепости горных пород по использованию электросверл с независимой подачей;

σ_{\min} — нижний предел крепости горных пород по использованию электросверл с принудительной подачей.

Значения σ_{\max} и σ_{\min} определяются по аналитическим формулам и зависят от режима работы сравниваемых механизмов и технических данных режущего инструмента.

Методика определения целесообразного вида подачи применительно к конкретным условиям работы сводится к следующему:

1. Из опыта определяется крепость подлежащей бурению горной породы σ_i (а при необходимости и ее абразивность ω_i).

2. По формулам

$$\sigma_{\max} = \frac{2 \cdot n_p \cdot P}{3 \cdot \rho \cdot z \cdot \tau \cdot \mu \cdot L}; \quad (117)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{n_L \cdot P^2}{3 \cdot \rho \cdot z \cdot \tau \cdot \mu \cdot L \cdot P_{\max}} \quad (119)$$

подсчитываются верхний и нижний пределы возможного использования сверл с различным видом подач, где P — уставка осевого усилия на сверле ЭБГ, P_{\max} — уставка осевого усилия на сверле ЭБК-5, n_L и n_p — число оборотов шпинделя соответственно на сверле с принудительной и независимой подачей, τ — постоянная резца, z — число перьев резца, μ — коэффициент трения резца о забой, определяемый из опыта, ρ — коэффициент скалывания горной породы, определяемый на основании значений μ , L — установленная скорость подачи на сверле с принудительной подачей.

3. С точки зрения минимума экономических затрат из двух сравниваемых сверл определяется наиболее эффективное. При этом могут иметь место три случая:

а) если $\sigma_i > \sigma_{\max}$ — то принимается сверло с принудительной подачей;

б) если $\sigma_i < \sigma_{\min}$ — то принимается сверло с независимой подачей;

в) если $\sigma_{\min} < \sigma_i < \sigma_{\max}$ — то вопрос о целесообразности использования того или другого сверла решается с помощью уравнения равноценности, которое наносится на график в координатах ω — σ . При этом, если точка, характеризующая физико-механические свойства горной породы (σ_i и ω_i), расположится выше кривой равноценности, — то следует принять сверло с принудительной подачей. Если же — ниже, — то следует выбрать сверло с независимой подачей. В случае расположения точки на кривой — использование обоих сравниваемых сверл оказывается равноценным.

При использовании настоящей методики решены несколько конкретных задач применительно к условиям проведенных испытаний. Решения задач согласуются с фактическими результатами испытаний.

В целях проверки практической применимости разработанной методики были проведены производственные испытания колонковых сверл ЭБГ и ЭБК-5. Буримые породы были представлены песчаниками ($f = 10$) и глинистыми сланцами ($f = 5$). Бурение производилось резцами двух типов: РП-7ЦБ и РБ42. Объем испытаний составил около 450 шпурометров.

В процессе проведения испытаний был произведен ряд хронометражных наблюдений, результатом которых явились фотографии затрат рабочего времени на бурение одного шпура. Хронометрированию подлежали все операции, выполняемые рабочими при бурении.

При использовании результатов наблюдений были определены фактические стоимости одного шпурометра для различных условий бурения (таблица).

Элементы затрат на бурение 1 пог. м, руб. м	Сверло ЭБК-5			Сверло ЭБГ		
	песчаник	гл. сланец		песчаник	гл. сланец	
		РБ42	РП7ЦБ		РБ42	РП7ЦБ
По заработной плате	0,25	0,22	0,24	0,33	0,11	0,13
По расходу резцов	0,34	0,09	0,12	0,42	0,09	0,12
Общие	0,59	0,31	0,36	0,75	0,20	0,25

Анализ данных хронометражных наблюдений подтвердил состоятельность ранее сделанных выводов о целесообразности использования сверл с тем или другим видом подачи. Табличные данные свидетельствуют о том, что бурение песчаника сверлом ЭБК-5 оказывается в 1,3 раза дешевле, чем бурение сверлом ЭБГ, тогда как бурение глинистого сланца сверлом ЭБК-5 оказывается в 1,5 раза дороже, чем бурение сверлом ЭБГ в тех же условиях.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Установлена закономерность процесса износа резцов при бурении с независимой подачей, где имеет место постоянство объемного истирания материала лезвий в единицу времени. При этом оказывается, что относительное притупление резца в процессе бурения прямо пропорционально корню квадратному из текущей координаты времени и обратно пропорционально корню квадратному из периода стойкости резца, тогда как при бурении с принудительной подачей относительное притупление резца в процессе работы прямо пропорционально текущей координате времени и обратно пропорционально периоду стойкости резца.

2. Получены фактические зависимости затупления режущего инструмента в функции времени бурения. Даны аналитические описания этих зависимостей.

3. Предложены аналитические зависимости для определения рационального периода стойкости резца при бурении электросверлами с принудительной и независимой подачами,

которые могут быть использованы для проведения инженерных расчетов.

4. Рассмотрено влияние прочностных свойств горных пород на сравнительную эффективность бурения колонковыми сверлами с принудительной и независимой подачами, в связи с чем определены области эффективного использования различных видов подач. При этом оказалось, что при бурении крепких и высокоабразивных горных пород выгоднее использовать принудительную подачу; при бурении слабых и малоабразивных горных пород целесообразно применить независимую подачу.

5. Показано, что в общем случае стоимость одного шпурометра определяется удельными расходами на заработную плату и режущий инструмент. Другие факторы расходов по сравнению с ними незначительны и в большинстве случаев ими можно пренебречь. При этом при бурении слабых горных пород затраты по заработной плате составляют 92—96%, а при бурении крепких горных пород преобладают затраты по расходу режущего инструмента (56—78%).

6. Исходя из условия равноценности ($P_L = P_P$), предложена методика определения рационального вида подачи (типа электросверла) применительно к различным условиям бурения. Возможность использования предлагаемой методики для ведения инженерных расчетов подтверждена в ходе лабораторных и производственных испытаний.

7. Данные лабораторных и производственных испытаний сверл ЭБГ и ЭБК-5 дают основания считать, что

—при бурении крепких горных пород ($f = 10$ и выше) целесообразно использовать сверло с принудительной подачей ЭБК-5;

—при бурении слабых пород ($f = 5$ и ниже) следует применять сверло с независимой подачей ЭБГ;

—при бурении горных пород крепостью $f = 5—10$ вопрос о целесообразности использования сверл ЭБГ и ЭБК-5 решается с помощью технико-экономического расчета по предложенной методике.

Основные положения работы были доложены:

—в отделе буровой техники Конотропского института «Автоматуглерудпром» при заводе «Красный металлист» в 1962 и 1964 гг.;

—на кафедре технологии и механизации горных работ Киевского политехнического института в 1962 и 1966 гг.;

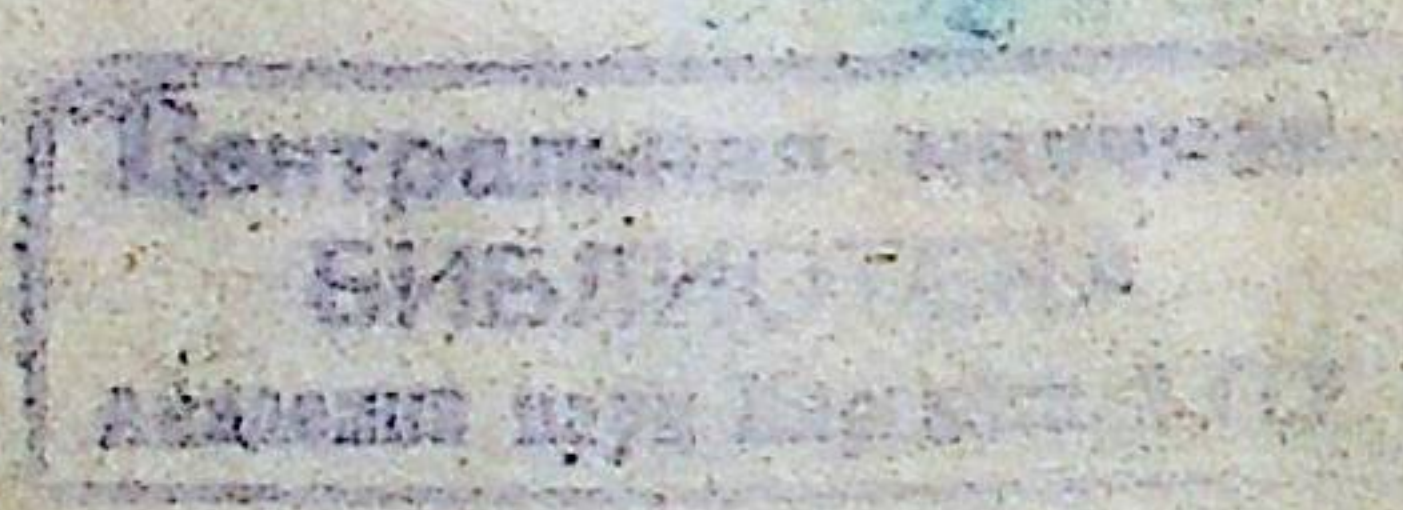
—на горной секции Ученого Совета Украинского института сверхтвердых материалов в 1964 и 1965 гг.;

—на Всесоюзном научно-техническом совещании по новым конструкциям твердосплавного горнобурового инструмента в г. Киеве в 1965 г.;

—на горной секции отчетно-технической конференции Киевского политехнического института в 1966 г.;

и опубликованы в печати.

1. Выбор режима работы колонковых сверл с принудительной подачей. Журнал «Уголь Украины» № 7, 1962 г.
2. К определению области рационального использования колонковых сверл в зависимости от крепости буримых пород. Сборник «Вопросы механики и машиностроения», изд. Киевского Университета, 1964 г.
3. Выбор колонкового сверла для бурения шпуров. Сборник «Алмазный и твердосплавный инструмент в горном деле», изд. «Техника», г. Киев, 1965 г.
4. Износ режущего инструмента в процессе вращательного бурения. Сборник «Горное, дорожное и строительное машиностроение», № 1, 1965 г.
5. Выбор марки твердого сплава для оснащения зубков бурокрановых машин при бурении мерзлых грунтов. г. Киев, ОНТИ НИИССМИ, 1965 г. (соавтор Е. И. Асыченко).
6. Результаты испытаний твердосплавного инструмента для бурения мерзлых грунтов бурокрановыми машинами. г. Киев, ОНТИ НИИССМИ, 1965 г. (соавтор Е. И. Асыченко).
7. Колонковое электросверло для бурения горных пород. Авторское свидетельство № 169470 (соавторы М. Н. Шагалин и В. В. Царицын).
8. Опыт применения свободной и принудительной подачи при бурении шпуров. Журнал «Уголь Украины», № 12, 1966 г. (соавтор Е. И. Асыченко).



БФ 37262 Подписано к печати 28.10.66 г. Формат 60×90¹/₁₆.
Объем 0,75 печ. л., 0,375 б. л. Заказ 721. Тираж 180.

Лаб. веч ф.-та УПИ. Киев, Брест-Литовский проспект, 39.