Гилёв Анатолий Владимирович. Научно-технические основы создания специализированных буровых инструментов и технологий их применения на карьерах : диссертация ... доктора технических наук : 05.05.06.- Красноярск, 2005.- 386 с.: ил. РГБ ОД, 71 06-5/50

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет цветных металлов и золота»

На правах рукописи

C:\Users\Pavel\AppData\Local\Temp\Rar$DIa0.352\media\image1.jpeg

**«І**

ГИЛЁВ АНАТОЛИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ БУРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА КАРЬЕРАХ**

Специальность 05.05.06 - «Горные машины»

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук

Научный консультант:

Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор Буткин Владимир Дмитриевич

Красноярск - 2005

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ 7**

**ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ИЗЫСКАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ БУРЕНИЯ СКВАЖИН. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 19**

1. **Г**орно-геологические условия. Объемы и способы

бурения на карьерах 21

1. Тенденции развития техники бурения взрывных скважин 25
2. [Анализ развития конструкций буровых инструментов 30](#bookmark3)
3. Анализ исследований процессов очистки скважин

от бурового шлама 46

1. Восстановление и утилизация бурового инструмента 63
2. Резюме. Задачи и методы исследований 66

**ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ДОЛОТ ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ** 69

1. Значение бурового инструмента в технологии вращательного бурения взрывных скважин и критерии оценки эффективности

его использования 70

1. Закономерности процесса вращательного бурения (забойного процесса) и формирование экономико-математической модели системы

«горная порода - буровой инструмент - буровой станок» 75

1. Обоснование принципов создания специализированных буровых инструментов для открытых горных работ 79

Выводы 85

**ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ БАЗОВЫХ**

**МОДЕЛЕЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ДОЛОТ 86**

* 1. Долото режущего действия переменного диаметра

с зубчато-дисковыми шарошками (ДЗДШ-РД) 86

* 1. [Дисковое долото фрезерного типа с регулируемым диаметром (ДЗДШ-РД-Ц) 89](#bookmark26)
  2. Дисковое долото фрезерного типа с регулируемой частотой вращения (ДЗДШ-РВ) 93
  3. Разборное долото с конусными шарошками, сформированными из дисков (РШД-К-Д) 96
  4. Буровое долото режуще-скалывающего действия (ДЗДШ-УК)... 99
  5. [Разборное буровое долото шарошечного типа (РШД-К-Ц) 102](#bookmark29)
  6. Шарошечное долото с опорным устройством

*ф* разборного типа (РШД-К-И) 109

* 1. [Буровое долото со сменными вертикальными опорами (РШД-С-В) 115](#bookmark32)
  2. [Буровое долото со сферическими шарошками (РШД-С-Н) 121](#bookmark33)

ЗЛО. Долото с зубчато-дисковыми шарошками, устанавливаемыми

под различными углами к плоскости забоя (ДЗДШ-РУ) 128

1. Систематизация специализированного

бурового инструмента 134

1. Исследование прочностных характеристик специализированного бурового инструмента 136

[Выводы 144](#bookmark25)

**ГЛАВА** 4. **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛОТ С ЗУБЧАТО-ДИСКОВЫМИ ШАРОШКАМИ** 145

1. Научно-технические предпосылки создания

*(ф* разборных долот режущего действия ДЗДШ 146

1. Особенности конструкции и кинематика работы

[долота ДЗДШ 157](#bookmark90)

1. [Компоновочные схемы долот ДЗДШ 179](#bookmark65)
2. Опытно-промышленные испытания долот

с зубчато-дисковыми шарошками 184

Выводы 194

[***Ф* ГЛАВА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖИМА ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМИ ДОЛОТАМИ И СРЕДСТВ ОЧИСТКИ СКВАЖИНЫ** 196](#bookmark67)

1. [Теория и методы установления режима бурения 196](#bookmark68)
2. [Определение режимных параметров, обеспечивающих устойчивую работу долота ДЗДШ 209](#bookmark70)
3. Режимы пневматической очистки скважин от

бурового шлама при работе долот ДЗДШ 220

1. Влияние конструктивных и аэродинамических параметров долот ДЗДШ на эффективность пневмоочистки скважин....221
2. Определение расхода воздуха на продувку скважины

при бурении долотами ДЗДШ 228

1. Определение показателей пневмотранспортной

системы станка при бурении долотами ДЗДШ 237

1. Режимы шнеко пневматической очистки скважин

, при бурении долотами ДЗДШ 242

1. Закономерности процесса удаления бурового шлама

из призабойной зоны скважины 244

1. Закономерности процесса удаления бурового шлама

из шнековой зоны скважины 253

1. Определение показателей работы пневмотранспортной системы станка со шнекопневматической очисткой 258
2. Пневмо-эжекционная эвакуация бурового шлама

из скважины 264

1. Сущность пневмо-эжекционного способа эвакуации бурового шлама и принцип работы реализующих

его устройств 266

1. Основы теории пневмо-эжекционной эвакуации

бурового шлама из скважины 275

*W* 5.5.3. Лабораторные и опытно-промышленные испытания

пневмо-эжекционной эвакуации бурового шлама

из скважины 293

1. Методика расчета технико-экономических показателей процесса бурения взрывных скважин

с пневмо-эжекционной эвакуацией бурового шлама 299

1. Опытно-промышленные исследования режимов очистки скважин от бурового шлама и их влияния

на показатели работы станка 302

Выводы 308

**ГЛАВА 6. КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ,**

**ВТОРИЧНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ**

**БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА 310**

* 1. Конструктивные преобразования долот при бурении горных пород с широким изменением

*^* физико-механических свойств 310

***ф***

* 1. Способ преобразования долот с конусными шарошками

в долота ДЗДШ 316

* 1. Способ преобразования долот с конусными шарошками

в долота РД со стационарными резцами 317

* 1. Утилизация бурового инструмента 319
  2. Опытно-промышленные испытания восстановленных

*(0* шарошечных долот 333

1. Технико-экономическое обоснование целесообразности вторичных конструктивных преобразований

бурового инструмента 336

[Выводы 339](#bookmark147)

[**ЗАКЛЮЧЕНИЕ 340**](#bookmark148)

***Ф* БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 343**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 360**

Справки о внедрении результатов диссертационной работы 361

Акты опытно-промышленных испытаний специализированных буровых инструментов, пневмо-эжекционного способа

эвакуации бурового шлама, восстановленных буровых долот 368

Акт о выполнении НИР «Разработка и исследование буровых инструментов с дисковыми шарошками для угольных разрезов» по научно- технической программе «Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники» 385

ВВЕДЕНИЕ

В основе всего промышленного производства стоит горная промышлен­ность, осуществляющая добычу полезных ископаемых и обеспечивающая сырьевые потребности не только России, но и других стран. Основные объемы горной массы подготавливаются к выемке буровзрывным способом, одним из главных технологических процессов которого является бурение взрывных скважин.

Буровой комплекс на открытых горных работах представляет собой крупную ресурсоемкую систему, в которой в настоящее время преобладает экс­тенсивное развитие. За последние годы рост производительности бурового обо­рудования практически прекратился и происходит значительное непрерывное увеличение затрат на буровые работы.

В ближайшее десятилетие в России ожидаемые годовые объемы бурения на открытых горных, земляных и строительных работах превысят 60 млн. м скважин, освоение которых при существующих устаревших средствах бурения потребует списочного состава буровых станков более 1500 ед. и расходования в год 160 - 200 тыс. буровых инструментов. Ежегодные эксплуатационные затра­ты могут достигнуть 6 млрд. руб., из них примерно 60 - 65 % составят затраты на буровой инструмент. Поэтому создание эффективных буровых инструмен­тов и технологий их применения на карьерах является важной научно- технической проблемой.

Буровой инструмент является самым высоконагружаемым и ответствен­ным элементом бурового станка, определяющим способ бурения в соответст­вии со свойствами буримых пород. Скоростные качества долота, его износо­стойкость и стоимость формируют главный критерий эффективности буровых работ — удельные затраты на бурение 1 м скважины, высокий уровень которых не соответствует современным требованиям к использованию ресурсов пред­приятий.

Большие расходы на буровой инструмент объясняются преимущественно использованием на карьерах ресурсоемких (энергоемких) и сложных шарошеч­ных долот (свыше 80 % от всех объемов). Их стоимость непрерывно повышает­ся, особенно долот увеличенного диаметра (244,5 - 320 мм), масштабы потреб­ления которых интенсивно возрастают по технологическим причинам. Стой­кость отечественных шарошечных долот в 5 — 6 раз ниже лучших зарубежных образцов.

Практика показывает, что выпускаемые шарошечные долота, конструк­тивные и ресурсные параметры которых изначально рассчитаны на жесткие требования проходки глубоких скважин, не могут соответствовать всем усло­виям бурения неглубоких взрывных скважин.

В горных породах с относительно небольшим коэффициентом крепости (f = 2 - 10), составляющих на открытых горных работах значительную долю (от 25 - 35 % на добыче руд, алмазов и строительных материалов до 85 — 90 *%* на угольных разрезах), в 1,5 - 3 раза большую производительность и экономич­ность по сравнению с шарошечными долотами могут обеспечить более деше­вые и простые режущие долота, а в сложноструктурных породных массивах — долота с зубчато-дисковым вооружением и различные комбинированные инст­рументы.

Пилотные образцы (модели) некоторых видов долот усилиями ряда НИИ и вузов (НИИОГР, ИГД им. Л.А. Скочинского, ГУЦМиЗ, ИрГТУ, КузГТУ и др.) разработаны давно, но серийное их изготовление и должное использование не организовано (за исключением режущих долот диаметром 160 мм для шне­ковых станков) и четкие границы их применения не определены. Многие из­вестные технические решения в области буровых инструментов еще требуют длительной опытно-промышленной проверки и экономических обоснований.

Работа бурового инструмента органически сопряжена с технологически­ми процессами бурения и характеристиками исполнительных механизмов бу­рового станка. Поэтому необходимо обеспечивать согласованность параметров создаваемых новых моделей буровых инструментов с режимными параметрами процессов разрушения пород и удаления продуктов разрушения из забоя сква­жины, а также с параметрами буровых станков (механизмов вращения, подачи бурового инструмента и очистки скважины).

Особенно больших изменений требуют устройства и параметры пнев- мотранспортных систем буровых станков при использовании высокопроизво­дительных долот режущего и режуще-скалывающего действия. Их работа со­провождается выходом из скважины крупнокомпонентных концентрированных пневмосмесей, оптимальные условия стабильного перемещения которых из скважины (без ее зашламовывания) окончательно не определены.

До сих пор не найдены надежные инструменты и технологии проходки скважин в достаточно распространенных аномальных геологических условиях, когда сочетание вязких водонасыщенных глинистых формаций и включений крепких пород обусловливает чрезвычайно низкие технико-экономические по­казатели бурения с пневмоочисткой скважин вследствие запрессовывания про­дувочных каналов БИ и блокирования работы их вооружения.

В процессе бурения со шнекопневматической очисткой скважин в ука­занных условиях наблюдается интенсивное изнашивание шнековых штанг и увеличение потребляемой мощности, особенно с ростом диаметра и глубины скважин.

Следовательно, возникает необходимость совершенствования и разработ­ки новых способов очистки скважин от бурового шлама.

Выпускаемые ШД являются неремонтопригодными, не подлежат восста­новлению и 80 % из них преждевременно выходят из строя из-за износа опор и вооружения. Ресурс долот при этом остается невыработанным. Кроме того, ШД имеют на вооружении дорогостоящий металлокерамический твердый сплав (ВК8В, ВК11ВК и др.), и до настоящего времени нет эффективной технологии его извлечения из отработанных ШД.

Отсутствует технология централизованной переработки и реставрации изношенных буровых долот, в связи с чем остро стоит вопрос разработки мето­дов вторичных конструктивных обоснований БИ и технологии его утилизации.

Таким образом, важное значение приобрела научная проблема теоретиче­ского обоснования и разработки эффективных БИ и целого ряда технологий их использования при бурении на ОГР, решение которых внесет существенный вклад в повышение уровня рентабельности горных предприятий.

Диссертационная работа основана на материалах и результатах исследо­ваний, проведенных при непосредственном участии автора в течение 1995 - 2005 г.г. на кафедре “Горные машины и комплексы” ГОУ ВПО “ГУЦМиЗ” по научно-техническим (государственным) программам Госкомвуза РФ и Миноб­разования РФ и по прямым договорам с предприятияхми горнодобывющей и металлургической промышленностей.

Целью диссертационной работы является научное обоснование и разра­ботка буровых инструментов и технологий их применения, обеспечивающих интенсификацию процессов разрушения пород, повышение производительно­сти и экономичности бурения взрывных скважин на карьерах.

Основная идея работы заключается в создании эффективных разборных буровых инструментов и способов удаления бурового шлама, соответствующих специфике условий бурения взрывных скважин.

Основные защищаемые научные положения диссертации:

1. Эффективное функционирование системы «горная порода - буровой инстру­мент - буровой станок» достигается созданием специализированных буровых инструментов, обладающих разборностью, многократностью использования корпусных деталей и взаимозаменяемостью породоразрушающих элементов, а также установлением пропорции между применяемыми типами долот и объе­мами буримых пород по крепости.
2. Разработанные конструкции и практика применения долот с зубчато­дисковыми шарошками обеспечивают двукратное повышение стойкости по сравнению с режущими долотами со стационарными резцами и расширяют об­ласть эффективного применения высокоскоростного бурения резанием в слож­ноструктурных породных массивах с f < 8, имеющих включения до f = 10 - 12.
3. Созданная теория и математическая модель взаимодействия вооружения ДЗДІІІ с разрушаемой породой, а также конструктивных и аэродинамических параметров с показателями систем очистки скважины от бурового шлама явля­ются достаточной основой для определения рациональных режимов бурения и параметров буровых станков.
4. Предложенный пневмо-эжекционный способ эвакуации бурового шлама и реализующее его устройство - шнековый пневмо-эжекционный эвакуатор - обеспечивают рациональный режим очистки, увеличение скорости подъема бу­рового шлама из скважины, снижение расхода и давления воздуха.
5. Разработанные методы конструктивных преобразований, восстановления и утилизации буровых инструментов значительно повышают эффективность ис­пользования их ресурса.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и реко­мендаций обеспечиваются: сочетанием и согласованностью теоретических ис­следований и опытных испытаний разработанных способов и устройств очист­ки скважин, конструкций буровых инструментов, способов их конструктивных преобразований; применением методов смещенных гипербол, статистического и математического анализа, конечно-элементных технологий моделирования (численных методов расчета), а также кинематических исследований новых бу­ровых инструментов. Научно-технические рекомендации и разработки диссер­тации подтверждены положительными результатами опытно-промышленных испытаний новых буровых инструментов, технологий их восстановления и спо­собов удаления бурового шлама, проведенных на карьерах Сибири и Хакасии.

Научная новизна результатов исследований состоит в:

* разработке экономико-математической модели системы «горная порода - бу­ровой инструмент - буровой станок», включающей описание процесса враща­тельного бурения методом смещенных гипербол;
* обосновании целесообразности создания разборных буровых инструментов с возможностью многократного использования деталей, взаимозаменяемости по­родоразрушающих элементов и для применения в широком диапазоне измене­ния горно-технологических условий бурения;
* обосновании осевых усилий, необходимых для устойчивой работы долот с зубчато-дисковыми шарошками;
* разработке пневмо-эжекционного способа и устройства очистки скважины от бурового шлама;
* оценке влияния конструктивных, аэродинамических, кинематических и тех- нико-экономических параметров долот с зубчато-дисковыми шарошками на эффективность процесса бурения;
* обосновании способов конструктивных преобразований, восстановления и утилизации бурового инструмента;
* разработке экономико-математических моделей забойного процесса для срав­нительной оценки и прогнозирования эффективности буровых инструментов с учетом их новых конструктивно-потребительских качеств и конструктивных преобразований.

Практическая и методологическая значимость результатов работы состо­ит в разработке:

* ряда новых видов специализированных буровых инструментов, способных осуществлять эффективное бурение взрывных скважин в расширенных диапа­зонах изменения горно-геологических условий и составить успешную конку­ренцию дорогим отечественным и зарубежным шарошечным долотам;
* буровых долот с зубчато-дисковыми шарошками (ДЗДШ), обеспечивающих в сложноструктурных породных массивах с f < 8 (при наличии включений до f = 10-12) повышение скорости и экономичности бурения в 1,3 - 1,5 раза по срав­нению с шарошечными долотами и увеличение стойкости породоразрушающих элементов в 2 раза по сравнению с режущими долотами;
* методики определения рациональных конструктивных и аэродинамических параметров долот ДЗДШ, обеспечивающих снижение энергоемкости процесса очистки скважины от бурового шлама;
* методики определения рациональных режимов бурения скважин долотами ДЗДШ, обеспечивающих устойчивую работу их с повышенными величинами скорости бурения и стойкости долот;
* пневмо-эжекционного способа удаления бурового шлама и шнекового пнев- мо-эжекционного эвакуатора, повышающих эффективность процесса очистки скважин при бурении сложноструктурных породных массивов и снижающих энергоемкость процесса очистки скважин;
* методов конструктивных преобразований бурового инструмента, обеспечи­вающих повышение ресурса работы долот и снижение расходов на бурение;
* методов извлечения твердосплавных зубьев из отработанных шарошечных долот, что приводит к экономии ресурсов;

Результаты работы реализованы в следующих направлениях.

В научно-технических программах и научно-исследовательских и опытно­конструкторских работах:

* «Исследование и разработка перспективных способов и устройств бурения крепких пород», № гос. регистрации 01900059971, 1995 г. - Заказчик: Госком­вуз РФ;
* «Разработка технологии, проектирование участка и изготовление шарошечно­го и режуще-вращательного бурового инструмента», № 390/98, 1998 г. - Заказ­чик ОАО «Ачинский глиноземный комбинат»;
* «Теоретические основы извлечения твердого сплава из бурового инструмента с целью его вторичного применения». Единый заказ-наряд, 1996-1998 г.г. — За­казчик: Минобразования РФ;
* «Разработка перспективных способов и устройств для бурения крепких по­род», 1999 г.-Заказчик: Минобразования РФ;
* «Проектирование участка, разработка технологии изготовления и восстанов­ления бурового инструмента», № 852/00, 2000-2002 г.г.- Заказчик ОАО «Ачин­ский глиноземный комбинат»;
* «Разработка и поставка разборных шарошечных буровых долот режущего действия», № М-04-01, 2004 г. - Заказчик: ООО «Черногорская угольная ком­пания», ОЛО «СУЭК»;
* «Разработка и исследование буровых инструментов с дисковыми шарошками для угольных разрезов»; НТП «Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники»; № гос. регистрации 01200309829, 2003-2004 г.г. - Заказчик: Министерство образования и науки РФ. Долота РШД-244,5, и ДЗДШ-244,5 - включены в каталог научно-технических разработок по подпрограмме «Топливо и энергетика».

В промышленности:

* проект участка и техническая документация для изготовления специализиро­ванного бурового инструмента и восстановления долот приняты к использова­нию на ОАО «Ачинский глиноземный комбинат»;
* опытная партия долот ДЗДШ-244,5-3 реализована на Мазульском руднике ОАО «Ачинский глиноземный комбинат»;
* опытные образцы долота ДРВУ-244,5-3 реализованы на ОАО «Угольный раз­рез Чалпан» (Республика Хакасия);
* опытная партия долот ДЗДШ-244,5-3 и ДЗДШ-244,5-4 реализована на разрезе «Черногорский» ООО «Черногорская угольная компания» (Республика Хака­сия);
* результаты опытных испытаний долот ДЗДШ положительно оценены в ОАО «СУЭК». Рекомендовано провести полномасштабные испытания долот на че­тырех разрезах Хакасии, по результатам которых принять решение об органи­зации серийного производства на Бородинском ремонтно-механическом заводе для горнодобывающих предприятий;
* технология восстановления шарошечных долог передана на ОАО «Ачинский глиноземный комбинат», по которой восстановлена опытная партия долот, реа­лизованная на Мазульском руднике;
* пакет технологической документации на изготовление специализированных долот (РШД-244,5, ДЗДШ 244,5-3 и ДЗДШ 244,5-4) принят к реализации в ОАО «Сибирский инструментальный завод»;
* пакет конструкторской документации на изготовление устройства для пневмо- эжекционной очистки - шнекового пневмо-эжекционного эвакуатора (ШПЭ- 244,5)- передан на ремонтно-механический завод ОАО «Сорский горно- обогатительный комбинат» (Республика Хакасия), по которой изготовлен опытный экземпляр устройства;
* пневмо-эжекционный способ эвакуации бурового шлама и устройство ШПЭ-

1. испытаны на Мазульском известняковом руднике ОАО «АГК».

В учебном процессе:

* основные результаты диссертационной работы, изложенные в пяти учебных пособиях (2 - автор А.В. Гилев, 3 - авторы В.Д. Буткин и А.В. Гилев), исполь­зуются в учебном процессе ГОУ ВПО «ГУЦМиЗ»;
* изготовленный стенд «Пневмо-эжекционный способ очистки скважин» ис­пользуется в научно-исследовательских работах студентов.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы представ­лялись, докладывались и обсуждались:

* на Международных конференциях: «Актуальные проблемы ресурсосбереже­ния при добыче и переработке полезных ископаемых» (Красноярск, 1996 г.); по открытым горным работам (Москва, 1996 г., 1998 г.); «Проблемы разработки месторождений глубоких карьеров» (Челябинск, 1996 г.); «16ТН ANNUAL ISTD TECHNICAL CONFERENCE» (Las Vegas, Nevada, USA, 1996); Всерос­сийской научно-практической конференции и выставке с международным уча­стием «Достижения науки и техники - развитию сибирских регионов» (Красно­ярск, 1999 г.); «Актуальные проблемы разработки кимберлитовых месторожде­ний: современное состояние и перспективы решения» (Мирный, 2001 г.); на на­учных симпозиумах «Неделя Горняка» (Москва, 1999, 2005 г.г.); «Компьютер­ное моделирование и информационные технологии в науке, инженерии и обра­зовании» (Пенза, 2003 г.); «Современные технологии освоения минеральных ресурсов (Красноярск, 2004, 2005 г.г.);
* на Всероссийских конференциях: «Перспективные материалы: получение и технологии обработки» (Красноярск, 1998 г.); «Перспективные материалы, тех­нологии, конструкции, экономика» (Красноярск, 1998, 2001, 2002 г.г.), VII Все­российской конференции с участием иностранных ученых «Современные мето­ды математического моделирования природных и антропогенных катастроф» и III Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы защиты на­селения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (Красноярск, 2003 г);
* на научно-практической конференции «Игошинские чтения» (Иркутск, 2003 г.), на конференции по подпрограмме «Топливо и энергетика» НТП Минобра­зования РФ «Научные исследования высшей школы по приоритетным направ­лениям науки и техники» (Москва, 2004 г.).

Личный вклад соискателя в работу состоит: в постановке цели и задач диссертационной работы; разработке ряда конструкций специализированных буровых инструментов (защищенных патентами) и их систематизации; научном обосновании рациональных режимов бурения долотами ДЗДШ; установлении влияния конструктивных и аэродинамических параметров долот ДЗДШ на за­кономерности движения бурового шлама при пневматическом и шнекопневма- тическом способах очистки скважины; в разработке пневмо-эжекционного спо­соба эвакуации бурового шлама и устройства для его реализации; разработке ряда методов конструктивных преобразований и утилизации буровых инстру­ментов с обоснованием их эффективности.

Все результаты диссертационной работы, перечисленные в ее заключе­нии, получены лично автором.

По теме диссертации всего опубликовано 75 научных работ, в том числе 2 монографии, 5 учебных пособий, 9 статей в центральных изданиях, представле­но 10 докладов на международных научно-практических конференциях, полу­чено 14 патентов на изобретения.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и приложений. Содержит 386 страниц машинописного текста, включая 120 рисунков, 42 таблицы и библиографический список литературы из 167 наименований.

Введение содержит обоснование актуальности работы, основные научные положения диссертации, ее научную и практическую значимость.

В первой главе дана оценка проблемы и перспективных направлений со­вершенствования конструкций и технологий использования буровых инстру­ментов на карьерах, определены задачи и методы исследований.

Во второй главе изложены теоретические основы создания специализиро­ванных долот для открытых горных работ и даны методики оценки эффектив­ности функционирования системы «горная порода - буровой инструмент - бу­ровой станок».

Третья глава посвящена выбору и разработке базовых моделей специали­зированных буровых инструментов. Дана их систематизация по конструктив­ным признакам и области применения.

Четвертая глава содержит исследование и разработку долот режущего действия с зубчато-дисковыми шарошками. На основе кинематических иссле­дований дано обоснование двукратного повышения стойкости долот ДЗДШ по сравнению с режущими долотами со стационарными резцами.

В пятой главе представлены исследования режимов работы долот с зуб- чато-дисковыми шарошками и способов очистки скважин от бурового шлама с учетом конструктивных и аэродинамических параметров ДЗДШ. Рассмотрены результаты опытно-промышленных испытаний долот ДЗДШ и нового способа очистки скважин от бурового шлама.

В шестой главе изложены методы конструктивных преобразований буро­вого инструмента, его восстановления и утилизации. Приведены результаты опытно-промышленных испытаний восстановленных долот и дана методика технико-экономической оценки эффективности их работы.

В заключении обобщены основные результаты, полученные в диссерта­ционной работе. В приложении к диссертации приведены справки о внедрении и акты реализации основных технических решений, предложенных в работе.

Автор глубоко признателен Заслуженному деятелю науки РФ, доктору технических наук, профессору В.Д. Буткину за научные консультации и неоце­нимую методологическую помощь при работе над диссертацией.

Автор считает своим приятным долгом выразить благодарность коллек­тиву кафедры «Горные машины и комплексы» Красноярского государственного университета цветных металлов и золота за поддержку при выполнении дис­сертационной работы. Отдельная признательность - доценту В.Т. Чеснокову за помощь в проведении опытно-промышленных испытаний.

Автор благодарит инженерно-технические персоналы ОАО «Ачинский глиноземный комбинат», ООО «Черногорская угольная компания», ОАО «Си­бирский инструментально-ремонтный завод» и другие предприятия за оказан­ную помощь в проведении опытно-промышленных испытаний и реализации предложенных научных разработок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации разработаны и обоснованы теоретические положения, совокупность которых можно классифицировать как решение крупной научно-технической проблемы повышения эффективности средств и технологий бурения взрывных скважин на открытых горных работах, имеющей важное народно-хозяйственное значение для развития горнодобывающей отрасли страны.

Основные выводы, научные и практические результаты, полученные в работе, заключаются в следующем:

1. Выполнен анализ современного состояния техники и технологии буровых работ на карьерах, которые характеризуются большими затратами на бурение вследствие преимущественного использования дорогих, энергоемких и сложных шарошечных долот, которые не могут полностью соответствовать всем существующим условиям бурения взрывных скважин.
2. Разработана комплексная экономико-математическая модель забойного процесса и функционирования системы «горная порода - буровой инструмент - буровой станок», позволившая определять эффективность работы буровых долот и целесообразные пути их преобразования.
3. Обосновано, что значительное повышение эффективности буровых работ на открытых горных работах достигается созданием специализированных буровых инструментов, обладающих разборностью, многократностью использования корпусных деталей и взаимозаменяемостью сменных породоразрушающих элементов в соответствии с горно-геологическими условиями; оптимизацией параметров режима бурения с учетом новых конструктивных и повышенных скоростных и ресурсных характеристик буровых инструментов; установлением пропорций между соотношением применяемых типов долот и объемов разрабатываемых пород по крепости.
4. Разработан ряд новых моделей специализированных буровых инструментов (11 наименований, защищенных патентами на изобретения), основанных на базовых моделях и систематизированных по конструктивным признакам, способам разрушения горных пород, областям применения и режимам бурения.
5. Обоснованы, разработаны и испытаны новые модели буровых долот режущего действия с зубчато-дисковыми шарошками, кинематика которых обеспечивает двукратное повышение стойкости по сравнению с режущими долотами со стационарным вооружением и позволяет осуществлять эффективное бурение скважин в сложноструктурных породных массивах с f < 8, имеющих включения до f = 10 - 12.
6. Разработана методика определения рациональных конструктивных и аэродинамических параметров долот ДЗДШ, обеспечивающих значительное снижение энергоемкости процесса очистки скважины от бурового шлама.
7. На основе кинематических исследований и забойного процесса разрушения горных пород разработана методика определения рациональных режимов бурения скважин долотами ДЗДШ, обеспечивающих их устойчивую работу с повышенными величинами скорости бурения и стойкости долот.
8. Обоснованы, разработаны и испытаны новый пневмо-эжекционный способ эвакуации бурового шлама и реализующее его устройство - шнековый пневмо-эжекционный эвакуатор, позволяющие устанавливать рациональный режим очистки с помощью эжекции воздущно-шламового потока, управления его концентрацией, регулирования параметров воздуха в пневмотранспортной системе станка и винтообразного движения шлама, что приводит к увеличению скорости подъема и наклонному безвозвратному выносу его из устья скважины, снижению расхода и давления воздуха, повышению скорости проходки и уменьшению энергозатрат на процесс бурения.
9. Обоснованы и разработаны методы конструктивных преобразований, восстановления и утилизации бурового инструмента (защищенные патентами на изобретения), позволяющие повысить ресурс долот и снизить затраты на процесс бурения скважин. Предложена методика технико-экономической оценки эффективности восстановления долот. Результаты опытно­

промышленных испытаний на Мазульском известняковом руднике доказали эффективность метода восстановления шарошечных долот, реализация которого позволяет значительно снизить расходы на буровой инструмент.

•>

10. Практическая значимость научных разработок и технических решений, приведенных в диссертации, подтверждена их опытно-промышленными испытаниями и внедрением, проведенными в условиях ОАО «Ачинский глиноземный комбинат», ООО «Черногорская угольная компания», ОАО «Угольный разрез “Чалпан”» и др. Техническая документация на изготовление долот ДЗДШ принята к реализации в ОАО «Сибирский инструментально-ремонтный завод».

БИБЛИОГРФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронов, Ю. Е. Совершенствование бурового оборудования разрезов [Текст] / Ю. Е. Воронов. — Кемерово: Кузбасс, гос. ун-т, 1998. — 192 с.
2. Справочник. Открытые горные работы [Текст] / К. Н. Трубецкой [и др.]. - М.: Горное бюро, 1994. - 590 с.
3. Справочник механика открытых работ. Экскавационно-транспортные машины цикличного действия [Текст] / под ред. М. И. Щадова, Р. Ю. Подэрни. - М.: Недра, 1979. - 374 с.
4. Симкин, Б. А. Справочник по бурению на карьерах [Текст] / Б. А. Сим- кин, Б. Н. Кутузов, В. Д. Буткин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1990. - 224 с.
5. Калашников, А. Г. Приоритетные направления создания техники для бурения взрывных скважин на открытых горных работах [Текст] / А. Г. Калаш- ников, Б. Н. Кутузов // Еорный журнал. — 1997. - № 8. - С. 28—34.
6. Техника, технология и опыт бурения скважин на карьерах [Текст] / под ред. В. А. Перетолчина. - М.: Недра, 1993. - 286 с.
7. Буткин, В. Д. Основы техники и технологии бурения горных пород на карьерах [Текст]: учеб. пособие / В. Д. Буткин, А. В. Гилев; ГАЦМиЗ. - Крас­ноярск, 1995. -208 с.
8. Подэрни, Р. Ю. Основные концепции создания бурового станка нового *ф* технического уровня [Текст] / Р.Ю. Пдэрни, М.Р. Хромой // Горный журнал. -

1994.-№3.-С 35-39.

1. Сафохин, М. С. Машинист буровой установки на карьерах [Текст]: учеб. пособие для учащихся профтехобразования / М. С. Сафохин, Б. А. Ката- нов. - М.: Недра, 1992. - 312 с.
2. Иванов, К. И. Техника бурения при разработке месторождений по­лезных ископаемых [Текст] / К. И. Иванов, В. А. Латышев, В. Д. Андреев. — 3-є изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1987. - 272 с.