

На правах рукописи

Третьяк Александр Александрович

**РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОРОНОК,
АРМИРОВАННЫХ АЛМАЗНО-ТВЕРДОСПЛАВНЫМИ ПЛАСТИНАМИ,
И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Специальность: 25.00.14 - Технология и техника геологоразведочных работ

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Новочеркасск - 2012

Работа выполнена в Южно-Российском государственном техническом университете (Новочеркасском политехническом институте)

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор В.В. Попов

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Н.В. Соловьев

кандидат технических наук
И.П. Петров

Ведущая организация ОАО «Тульское научно-исследовательское геологическое предприятие»

Защита состоится 25 января 2012 в 13⁰⁰, в ауд. 415^а на заседании диссертационного совета Д 212.121.05 при Российском государственном геологоразведочном университете имени Серго Орджоникидзе

Адрес: 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГГРУ

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью организации, просим направить ученому секретарю диссертационного совета по указанному выше адресу.

Автореферат разослан

«___» _____ 2012г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, советник РАЕН
(e-mail: alexpnazarov@yandex.ru)

Назаров А.П.

Общая характеристика работ

Актуальность работы. Основным средством поисков и разведки твердых полезных ископаемых является колонковое бурение, дающее возможность извлекать из земных недр образцы горных пород в виде кернов. Последние позволяют наиболее точно составлять геологический разрез, определять условия залегания и запасы полезного ископаемого. Разведочное, колонковое бурение в комплексе геологоразведочных работ является ведущим как по объему и качеству геологической информации, так и по сумме ассигнований, выделяемых на их производство. Только по Министерству природных ресурсов ежегодно бурится с отбором керна около 25 млн. метров скважин и затрачивается, примерно, 25% всех ассигнований на полевые геологоразведочные работы.

В России твердосплавными коронками выполняется 40% от объема геологоразведочного бурения. Твердосплавными коронками бурят осадочные, метаморфические и магматические породы с I по IX категорию по буримости с применением промывочных жидкостей или с продувкой сжатым воздухом. Относительно низкая стоимость твердосплавных коронок, возможность бурения скважин под любым углом к горизонту в разнообразных геологических условиях обусловили широкое применение твердосплавного бурения. Создание новых типов твердых и сверхтвердых сплавов в перспективе расширяет возможности твердосплавного способа, как самостоятельно, так и в комбинации с природными и синтетическими алмазами.

К настоящему времени опубликовано огромное количество работ, посвященных конструированию и разработке технологии применения твердосплавных и армированных алмазно-твердосплавными пластинами (АТП) коронок. Наибольший вклад в решение этой проблемы внесли:

Г.В. Арцимович, Д.Н. Башкатов, Р.К. Богданов, Ю.Е. Будюков, Н.Н. Буренков, В.С. Владиславлев, Б.И. Воздвиженский, С.А. Волков, В.И. Власюк, В.Г. Володченко, Л.К. Горшков, Л.Г. Грабчак, Р.Х. Гафиятуллин, А.П. Загора, А.М. Исонкин, В.П. Дверий, А.Г. Калинин, В.Г. Кардыш, Е.А. Козловский, М.Г. Крапивин, Н.И. Куличихин, Б.Б. Кудряшов, М.А. Комаров, Ю.Ф. Литкевич, В.Г. Михайлов, С.Г. Мирный, Б.В. Мурзаков, О.В. Ошкордин, А.И. Осецкий, А.Н. Попов, А.А. Погарский, В.М. Питерский, А.В. Панков, И.Я. Раков, Б.М. Ребрик, В.И. Спиринов, А.И. Спиваков, С.С. Сулакшин, Н.В. Соловьев, Н.И. Сысоев, В.С. Федоров, К.А. Чефранов, В.Ф. Чихоткин, Ф.А. Шамшев, Л.А. Шрейнер, Р.М. Эйгелес, Е.Ф. Эпштейн, Х. Рабиа, Я.Л. Кеннду, И.Л. Луммис, Р.Г. Бентсен.

Исследования в области изготовления и отработки технологии породоразрушающего инструмента проводятся во многих странах. Традиционно работы ведутся в Швеции, России, США, Канаде. В последние десятилетия активно разрабатывается технология изготовления синтетического твердого сплава на Украине, в Китае и Германии. Сегодня геологоразведочные предприятия России покупают дорогостоящие и худшего качества коронки за рубежом, а коронки, армированные алмазно-твердосплавными пластинами, вообще никто серийно не выпускает, особенно диаметром 164-225 мм. Поэтому актуальной является проблема разработки современных конструкций коронок диаметром от 112 мм до 225 мм, армированных твердосплавными резцами, и внедрение в производство технологий бурения скважин коронками такого типа, особенно в горных породах VI-IX категории по буримости.

Цель работы: улучшение технико-экономических показателей геологоразведочного бурения скважин за счет применения новой конструкции коронок, армированных АТП, разработка и внедрение в производство технологий бурения скважин разработанными коронками.

Основные задачи исследований:

1. Анализ известных конструкций твердосплавных коронок, технологии бурения геологоразведочных скважин и выбор направления исследований;
2. Разработка конструкций коронок, имеющих алмазно-твердосплавное вооружение;
3. Разработка технологии крепления АТП на корпус коронки;
4. Экспериментальные испытания коронок, армированных АТП, в лабораторных условиях;
5. Разработка методов расчета конструктивных параметров коронок, армированных АТП;
6. Разработка рациональной технологии бурения скважин коронками, армированными АТП;
7. Оптимизация процесса бурения горных пород VI-IX категории по буримости коронками, армированными АТП;
8. Экспериментальная проверка разработанной технологии бурения в производственных условиях;
9. Разработка технологического регламента отработки коронок, армированных АТП.

Методы исследования поставленных задач имеют комплексный характер и включают анализ и обобщение известных конструкций твердосплавных коронок и технологий их обработки, теоретических, лабораторных и полевых материалов по данной проблеме, а также результатов собственных аналитических, лабораторных и производственных исследований с использованием современных установок, приборов и вычислительной техники.

Научная новизна работы:

1. Получены аналитические зависимости, учитывающие взаимосвязь углов установки АТП на корпусе коронки с технологическими параметрами и конкретной категорией горных пород.

2. Установлены зависимости износа АТП по высоте во времени от технологических параметров бурения в режиме резания – истирания, что позволило интенсифицировать процесс разрушения горных пород в пределах области усталостного разрушения.

3. Выявлены зависимости механической скорости бурения от конструктивных параметров коронок, армированных АТП и параметров режима бурения ими.

Основные защищаемые положения:

1. Проектирование конструктивных параметров коронок нового типа, предназначенных для бурения горных пород VI-IX категории по буримости необходимо осуществлять в соответствии с разработанной методикой, позволяющей сформировать последовательность обоснования и выбора их конструктивных параметров, а также установить взаимосвязь и влияние на эксплуатационные характеристики породоразрушающего инструмента.

2. Эффективность процесса разрушения горных пород целесообразно оценивать на основе уточненных теоретических положений и полученных аналитических зависимостей учитывающих взаимосвязь технических и технологических параметров коронок, армированных АТП.

3. На основе полученных теоретических зависимостей и экспериментальных исследований установлены показатели и параметры, характеризующие основные элементы рациональной технологии бурения горных пород с отбором керна, которые позволили прогнозировать технико-экономические показатели и оценить эффективность коронок, армированных АТП.

Практическая значимость и реализация работы:

1. Разработан принцип создания коронок нового вида;
2. Разработаны конструкции коронок, армированных АТП. Выполнены теоретические исследования позволили разработать методику расчета конструктивных параметров коронок, армированных АТП;
3. Разработана математическая модель трехфакторного процесса бурения коронками, армированными АТП, позволяющая оптимизировать режимные параметры по критерию максимальной механической скорости бурения;
4. Разработана и внедрена в практику буровых работ рациональная технология бурения скважин, коронками, армированными АТП;
5. Подготовлен технологический регламент для бурения скважин в условиях работы ОАО “Алроса”;
6. Разработки по теме диссертации внедрены в ОАО “Алроса” (Мирнинская и Поморская ГРЭ);
7. Положения диссертации используются в учебном процессе кафедры “Бурения нефтегазовых скважин и геофизика” ЮРГТУ (НПИ) при изучении дисциплин: “Основы бурения”, “Технология бурения нефтяных и газовых скважин”, “Разработка нефтяных и газовых месторождений”.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и одобрены на девяти научно-технических конференциях, в том числе шести Международных.

Публикации. Основные научные положения и результаты диссертационной работы отражены в 29 печатных работах, в том числе в 9 статьях (из которых 6 в изданиях рекомендованных ВАК РФ), 14 тезисах докладов и 6 патентах на изобретение.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов и рекомендаций, изложенных на 161 странице текста в редакторе MS Word, содержит 40 рисунков, 28 таблиц, 11 фотографий, список использованных источников из 103 наименований и трех приложений.

Диссертация является результатом производственных и научно-исследовательских работ, выполненных на кафедре “Бурение нефтегазовых скважин и геофизика” - Госконтракт № П 458 от 13.05.2010г., Госконтракт №2645 от 2.12.2009 г. с министерством образования и науки РФ и с ОАО “Алроса” - договор № 0507 от 05.07.2007г., договор № БН от 25.03.2008г., договор № 2005 от 25.07.2008г. Работа базируется на теоретических и практических исследованиях отечественных и зарубежных специалистов, а также разработках выполненных лично автором.

Автор выражает благодарность научному руководителю доктору технических наук, профессору В.В. Попову за ценные советы и помощь при подготовке диссертации, докторам технических наук профессорам –Д.Н. Башкатову, Р.А. Гаджумяну, Н.И. Сысоеву, кандидатам технических наук Н.Н. Буренкову, Ю.Ф. Литкевичу, Ю.М. Рыбальченко за советы и ценные замечания, а также сотрудникам кафедры “Бурение нефтегазовых скважин и геофизика” ЮРГТУ (НПИ) за оказанную поддержку и рекомендации при выполнении диссертационной работы.

Во введении поставлена цель исследования. В первой главе представлен анализ известных конструкций твердосплавных коронок и технологии сооружения геологоразведочных скважин. Во второй главе изложена методика исследований по разработке конструкций коронок, армированных АТП, для бурения горных пород средней и выше средней категории по буримости, описаны экспериментальные исследования в лабораторных условиях. В третьей главе приведена методика расчета конструктивных параметров буровых коронок, армированных АТП. В четвертой главе разработана технология бурения скважин коронками, армированными АТП, с внедрением в полевых условиях, предложен технологический регламент отработки коронок для условий ОАО “Алроса”. В пятой главе представлен расчет экономической эффективности отработки коронок, армированных АТП. В заключение сформулированы общие выводы и рекомендации по применению коронок, армированных АТП, для вращательного бурения горных VI-IX категории по буримости.

Первое защищаемое положение. Проектирование конструктивных параметров коронок нового типа, предназначенных для бурения горных пород VI-IX категории по буримости, необходимо осуществлять в соответствии с разработанной методикой, позволяющей сформировать последовательность обоснования и выбора их конструктивных параметров, а также установить взаимозависимость и влияние на эксплуатационные характеристики породоразрушающего инструмента.

Одним из самых важных показателей, влияющим на механическую скорость бурения, при отработке коронок, армированных АТП, является глубина внедрения резца. Точечная нагрузка на породу каждого резца зависит не только от удельной нагрузки, но и от конфигурации используемых резцов на коронке. Размер резца, его угол атаки, угол бокового наклона, расположение на коронке, а также его состояние – все это влияет на механическую скорость бурения. Конечные значения глубины внедрения резца зависят от механических свойств породы, количества оборотов в минуту, количества и качества промывочной жидкости, удельной нагрузки на резец.

При проектировании коронок, армированных АТП используется следующие конструктивные параметры: конфигурация коронки, высота и толщина коронки, количество, направление и глубина промывочных окон, материал коронки, характеристика резцов количество резцов, расстояние между ними, размер резцов, угол атаки, угол бокового наклона резца, интерфейс резца в виде АТП (конструкция, состав, форма). Исходя из вышеизложенного предложены коронки, армированные АТП, нового поколения

Преимуществом этих коронок является наличие пластин АТП, которые в процессе работы не меняют контактную площадь режущего инструмента (резца) с забоем, самозатачиваются и имеют 100% отработку алмазного слоя. При бурении коронками, оснащенными АТП, средних породах они работают как режущий инструмент, срезая породу. При встрече твердых пород (VIII-IX по буримости) эти коронки начинают работать в режиме микрорезания (истирания). Эти коронки предназначены, в первую очередь, для увеличения механической скорости бурения, увеличения проходки на коронку, улучшения качества очистки забоя от шлама, снижения момента сопротивления и усилия подачи. Добиться значительного увеличения технико-экономических

показателей работы данных коронок стало возможным за счет ориентированного расположения пластин АТП и последовательной их установки, в результате чего на забое образуются ступенчатые канавки.

Центральная АТП в коронке (рис 1, 2) установлена под отрицательным углом 20° и углом поворота равным 0° . Первой нарезается центральная борозда, две боковые борозды нарезаются позже. Такая последовательность углубки забоя способствует уменьшению затрат мощности на разрушение и, как результат, возрастает механическая скорость бурения. Кроме того, установка 2^x боковых АТП под отрицательным углом 15° и с поворотом наружу и во внутрь под углом 15° способствует улучшению удаления шлама из под торца коронки, что способствует увеличению механической скорости бурения, увеличивается процент выхода керна и уменьшается возможность его заклинивания. Резцы на коронке выполнены в виде секторов армированных алмазно - твердосплавными пластинами и имеют отрицательные передние углы β_1 β_2 в плане к боковым внутренней и внешней поверхностям резания и отрицательные передние углы β_3 к торцевой поверхности забоя скважины, что обеспечивает их самозатачиваемость, так как твердосплавная основа изнашивается быстрее алмазного слоя, образуя задний угол α у режущей пластины. На рис.1 приведён общий вид буровой коронки с боку, на рис. 2 – вид со стороны торцевой поверхности.

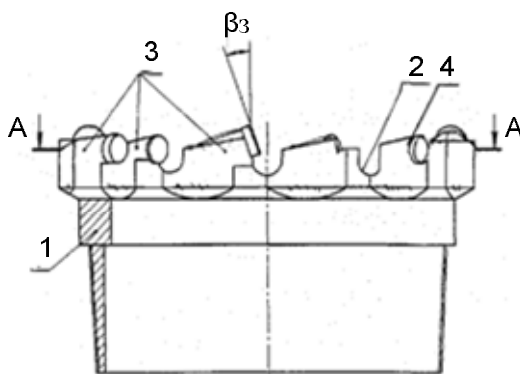


Рис 1. Общий вид буровой коронки

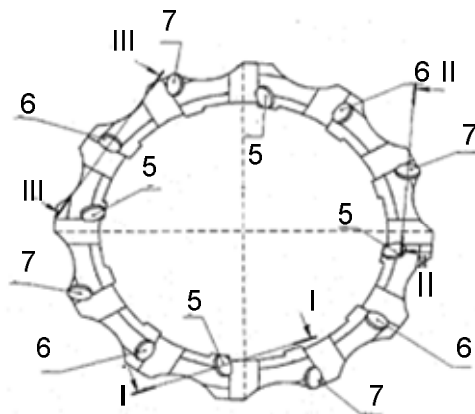


Рис 2 Буровая коронка (вид сверху)

Кольцевая буровая коронка режущего типа содержащая корпус 1, с соединительной резьбой разделённая промывочными каналами 2 на секторы 3, которые с торцевой поверхности 4 снабжены резцами 5, 6, 7, резцы 5, 6, 7 выполненные в виде секторов армированных алмазно - твердосплавными пластинами(патент RU 2359103)

При вращении, передаваемого от става бурового станка (на чертеже не показан) коронка при соприкосновении с забоем скважины разрушает его за счёт того, что опережающий режущий элемент 6 установленный с отрицательным передним углом β_3 прорезает канал глубиной h , создавая благоприятные условия резания для отстающих режущих элементов. Отстающие режущие элементы 5 и 7, установленные с отрицательными передними углами β_1 β_2 в диаметральной плоскости обрабатывают керн во внутрь и к стенке скважины соответственно. При резании твердых пород происходит изнашивание режущих элементов 5, 6, 7, при этом изнашивание твердосплавной основы превышает изнашивание алмазного слоя в десятки раз, за счёт чего формируется задний угол α и резец остаётся острым и может продолжать резание породы с толщиной стружки h . При длительном сохранении геометрических параметров у режущих элементов скорость бурения не уменьшается чем и достигается поставленная задача.

По результатам выполненных экспериментов пайку АТП на тело коронки лучше всего выполнять на оборудовании с применением токов высокой частоты (ТВЧ) с применением припоя Feeder 49% и специального флюса паяльного – FH-12. Оптимальной оказалась температура пайки 500-650°. При этой температуре алмазный слой не отслаивается и качество пайки АТП на корпус коронки высокое.

Целью дальнейшего исследования стало увеличение наработки времени на кольцевую буровую коронку путем замены алмазно-твердосплавных пластин, с закреплением механическим способом (рис. 3.4). Достигается это тем, что АТП закрепляются в цилиндрических пазах цилиндрическими клиньями с прижимными винтами.(патент RU 2422613). Кольцевая буровая коронка режущего типа содержит корпус 1 с присоединительной резьбой 2, разделена промывочными каналами 3 на секторы 4, снабженные резцами 5, армированными АТП 6. В корпус 1 в цилиндрическом пазу 7, имеющий диаметр, равный диаметру АТП 6, расположен цилиндрический клин 8, обладающий ограниченной степенью свободы в перемещении по осям X и Z, но способный перемещаться вдоль оси Y. Вставленная в цилиндрический паз 7 АТП 6 упирается своей задней поверхностью 9 в торцевую поверхность 10 цилиндрического паза 7 и прижимается к ней силой резания F и осевой силой P_z . Цилиндрический клин 8, закрепленный прижимным винтом 11 диаметром d , удерживает АТП 6 от перемещения вдоль оси Y. Прижимной винт 11 удерживает цилиндрический клин 8 от вращения. Конструкция, после замены

алмазно-твердосплавных пластин, позволяет использовать коронку многократно. Это увеличивает общую наработку инструмента в несколько раз, по сравнению с коронкой с припаянными алмазно-твердосплавными пластинами.

С целью усовершенствования конструкции буровой коронки нами предложено: промывочные пазы на коронке выполнить разнонаправленными под углом. Разнонаправленные промывочные пазы позволяют создать эффективный турбулентный поток промывочной жидкости на забое, что способствует увеличению механической скорости бурения горных пород, так как улучшается очистка забоя скважины, то есть крупные частицы шлама не попадают под режущую пластину коронки и вторично не разрушаются.

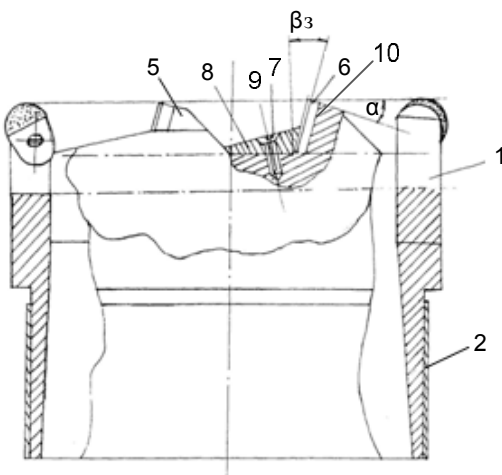


Рис 3 Общий вид коронки

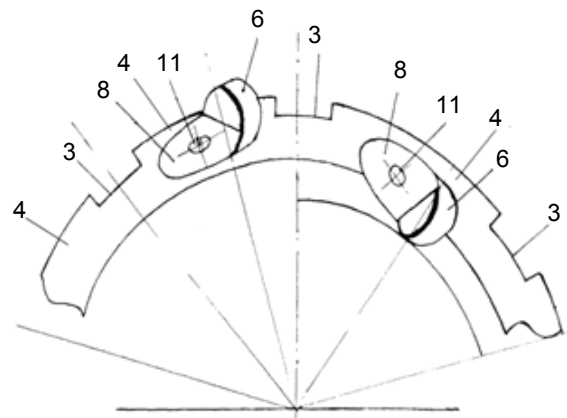


Рис 4 Вид коронки сверху

Кольцевая буровая коронка (рис. 5,6) работает также как и предыдущая коронка. Для увеличения интенсивности выноса продуктов разрушения из забоя скважины, промывочные каналы 2 у скважинообразующих 5 и кернообразующих режущих элементов 6 выполнены встречно под углом (патент RU 245927)

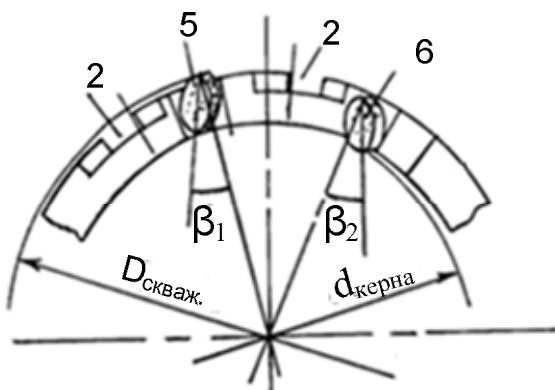


Рис. 5 Общий вид коронки

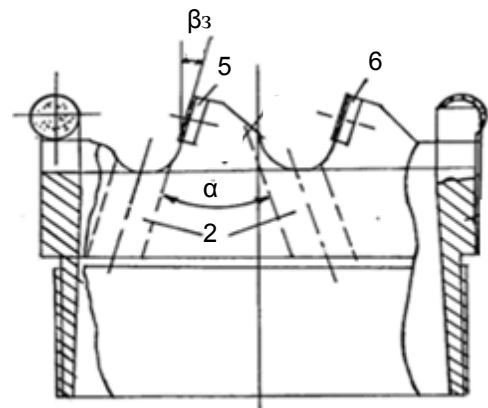


Рис. 6 Вид коронки сверху

Второе защищаемое положение. Эффективность процесса разрушения горных пород целесообразно оценивать на основе уточненных теоретических положений и полученных аналитических зависимостей учитывающих взаимосвязь технических и технологических параметров коронок, армированных АТП.

Оценивая выше изложенное необходимо отметить, что в настоящее время нет достаточно четкой научной теории рациональной геометрии коронок, армированных АТП. В этой работе мы впервые рассмотрели вопросы влияния на износ и стойкость коронок, армированных АТП, таких важных элементов геометрии режущей части АТП, как передний угол, задний угол, главный угол в плане, вспомогательный угол в плане, задний вспомогательный угол. Без правильного понимания этих вопросов нельзя создавать совершенные конструкции буровых коронок, армированных АТП, добиваться высокого их качества и оптимальной механической скорости бурения.

Режущая кромка алмазно-твердосплавной пластины (АТП) (рис.7), совершая вращательное с угловой скоростью $\bar{\omega}$ и поступательное со скоростью подачи $\bar{V}_П$ движения относительно системы отсчета XYZ, формирует поверхность резания. Рассмотрим в произвольно взятой на режущей кромке точке М углы, образованные пересечением рабочей секущей плоскости (РСП) тела АТП. РСП образована вектором абсолютной скорости точки М \bar{V} и вектором-нормалью \bar{N} к плоскости резания (касательной к поверхности резания в точке М). Ориентация РСП определяется вектором \bar{W} в направляющих косинусах углов к осям системы отсчета XYZ, получаемым как векторное произведение $\bar{W} = \bar{V} \times \bar{N}$. На пересечениях РСП с передней и задней гранями образуются векторы \bar{Q} и \bar{U} . Найдем основные углы.

- рабочий угол заострения равен

$$\delta_p = \cos^{-1}(\bar{Q} \cdot \bar{U}) = \cos^{-1}(Q_x U_x + Q_y U_y + Q_z U_z), \quad (3.1)$$

где $Q_x, Q_y, Q_z, U_x, U_y, U_z$ – направляющие косинусы углов векторов \bar{Q} и \bar{U} к осям системы отсчета XYZ;

- рабочий передний угол равен

$$\beta_p = \cos^{-1}(\overline{Q} \cdot \overline{V}) - \pi/2 = \cos^{-1}(Q_x V_x + Q_y V_y + Q_z V_z) - \pi/2, \quad (3.2)$$

где V_x, V_y, V_z – направляющие косинусы углов вектора абсолютной скорости \overline{V} к осям системы отсчета XYZ;

Для обеспечения прочности режущей части АТП и исключения контакта ее задней поверхности с забоем скважины, приводящей к выколам алмазного слоя по передней грани, при бурении пород средней и выше средней крепости рабочие передний и задний углы должны быть: $\beta_p = -25^\circ \dots -10^\circ$ [1,3].

Для вычисления ориентации вышеуказанных векторов найдем координаты точки М в системе координат (СК) АТП (рис. 7)

$$\bar{x}_{пл} = \begin{bmatrix} x_{пл} \\ y_{пл} \\ z_{пл} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \xi \\ r_{пл} - \sqrt{r_{пл}^2 - \xi^2} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

где ξ – параметр, определяющий положение точки М на режущей кромке, мм; $r_{пл}$ – радиус АТП, мм.

Передний угол – один из главных элементов режущей части породоразрушающего инструмента. Его величина является средством с помощью которого можно изменять сопротивление резанию и расход энергии на резание. От величины переднего угла зависит количество выделяющейся теплоты при бурении горных пород, температура, износ и стойкость инструмента.

Первый, основной резец АТП выступает на 0,3 мм по сравнению со вторым и третьим резцом. Таким образом, в самых тяжелых условиях работает первый резец АТП, он делает первую борозду на забое. Вторым и третий резец АТП нарезают борозды позже. Такая схема углубки забоя способствует уменьшению затрат мощности на разрушение и, как результат, возрастает механическая скорость бурения. В геометрии гребней рабочего торца коронки, армированной АТП, заложен расчет по принципу минералогического закона, то есть нарезать вторую и третью борозды значительно менее затратно по мощности, чем первую, так как в этом случае происходит частично скол горной породы, частично истирание (рис.8).

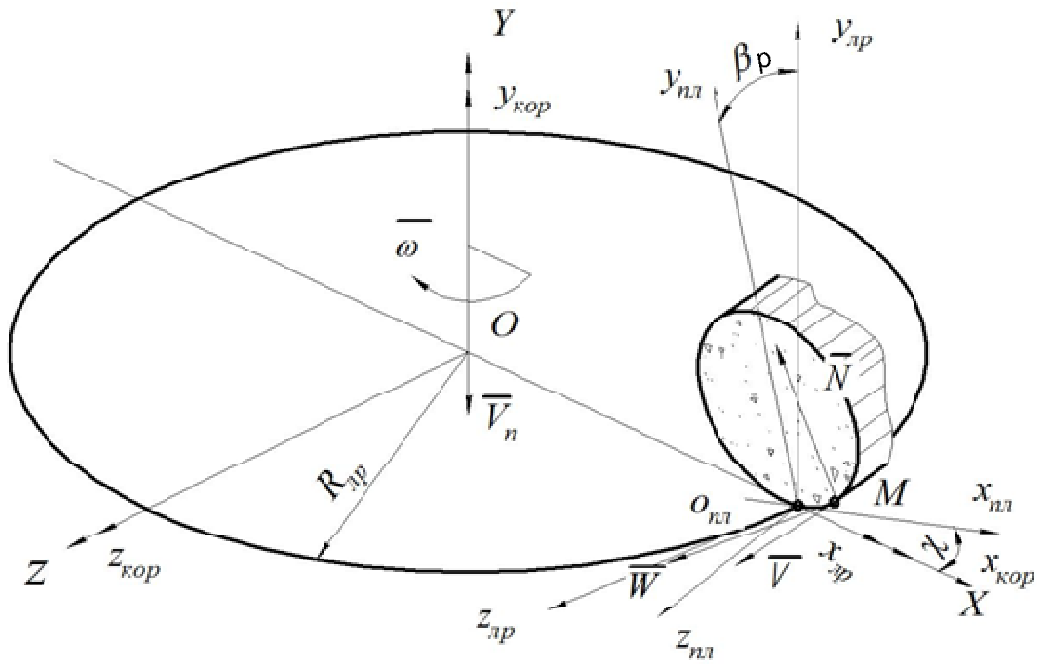


Рис. 7 Схема к расчету рабочих геометрических параметров АТП.

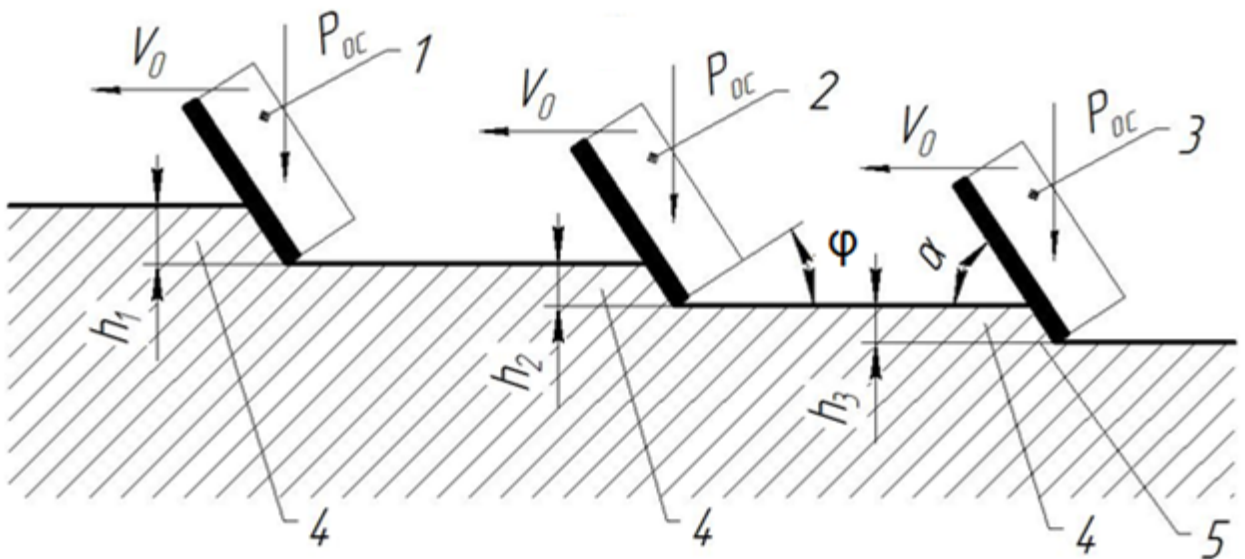


Рис. 8 Схема разрушения горной породы при комбинированной схеме расположения трех резцов.

1 – основной резец; 2 – кernoобразующий резец; 3 – скважинообразующий резец, 4- слой породы срезаемой АТП; 5-линия скола породы; α -передний угол; ϕ -задний угол; h_1, h_2, h_3 -высота резания

С учетом выше изложенного нами предложена коронка Д225АТП с десятью пластинами АТП, то есть три тройки пластин работают в одной связке, помогая друг другу, а десятая пластина АТП является как бы «дублером» трех основных пластин. Такое конструктивное решение способствует увеличению механической скорости бурения в два и более раза.

Установка основного АТП на коронке под отрицательным углом – 20° , с выступом его на 0,3 мм и в связке по три штуки позволяет при бурении малоабразивных горных пород средней твердости (VI-VII категория) работать как резцовой, а абразивных – выше средней (VIII-IX) – как истирающей, самозатачивающейся, то есть в режуще-истирающем режиме.

В соответствие с вышеизложенным и с учётом схемы (рис. 7) к расчёту конструктивных параметров коронки, армированной АТП нами была составлена и реализована программа KOR – G – S расчёта геометрических параметров АТП коронки.

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования, а также расчеты по программе позволили установить следующее: 1. основной резец АТП необходимо устанавливать с передним отрицательным углом 20° и углом поворота в плоскости торца, между проекциями радиуса коронки и продольной оси, равным 0° ; 2. кернаобразующую и скважиннообразующую пластину необходимо устанавливать с передним отрицательным углом 15° и углом поворота в плоскости торца, между проекциями радиуса коронки и продольной оси, равным 15° ; для каждой из трёх АТП на коронке определены усилия подачи и крутящий момент относительно оси вращения коронки; 3. коронки, армированные АТП, с учетом вышеизложенного позволили достичь в производственных условиях максимальной механической скорости 11м/ч; 4. наработку коронок с алмазно-твердосплавным вооружением в различных горно-геологических условиях целесообразно определять через интенсивность изнашивания режущих элементов по высоте во времени.

Третье защищаемое положение. На основе полученных теоретических зависимостей и экспериментальных исследований установлены показатели и параметры, характеризующие основные элементы рациональной технологии бурения горных пород с отбором керна, которые позволили прогнозировать технико-экономические показатели и оценить эффективность коронок, армированных АТП.

Оценка эффективности работы коронки выполнялась по трем критериям: 1. изменение механической скорости бурения; 2. изменение проходки на коронку; 3. изменение износа АТП по высоте во времени.

Для оценки эффективности работы коронок режущего типа принят комплексный критерий, отражающий механическую скорость бурения, проходку на коронку и характеристику износа, так как оптимизация именно этих параметров делает коронку более предпочтительной, по сравнению с аналогами в данных геолого-технических условиях.

Экспериментальные исследования коронок были проведены в лабораторных и полевых условиях на базе станка СКБ-4 с усилием подачи от 10 до 46 кН, в диапазоне скоростей вращения от 120 до 430 об/мин, при подаче промывочной жидкости от 100 до 360 л/мин и количества АТП на коронке от 6 до 18. Плотность раствора изменялись от 1,02 до 1,3 г/см² вязкость – от 17 до 40с. Выполненные работы позволили установить, что бурить эксплуатационные скважины диаметром 225 мм. более эффективно, если коронка имеет на вооружении 10 съемных АТП с встречным направлением промывочных каналов, при этом количество промывочной жидкости составляет 225 л/мин., плотность раствора -1,2 г/см²., вязкость – 22с., нагрузка – 39кН., частота вращения – 250 об/мин (рис. 9).

На основании отработки более 200 экспериментальных коронок в Мирнинской и Поморской ГРЭ ОАО “Алроса” диаметром от 112 до 225 мм составлена режимно - технологическая карта на бурение горных пород с VI по IX категорию по буримости (табл. 1,2)

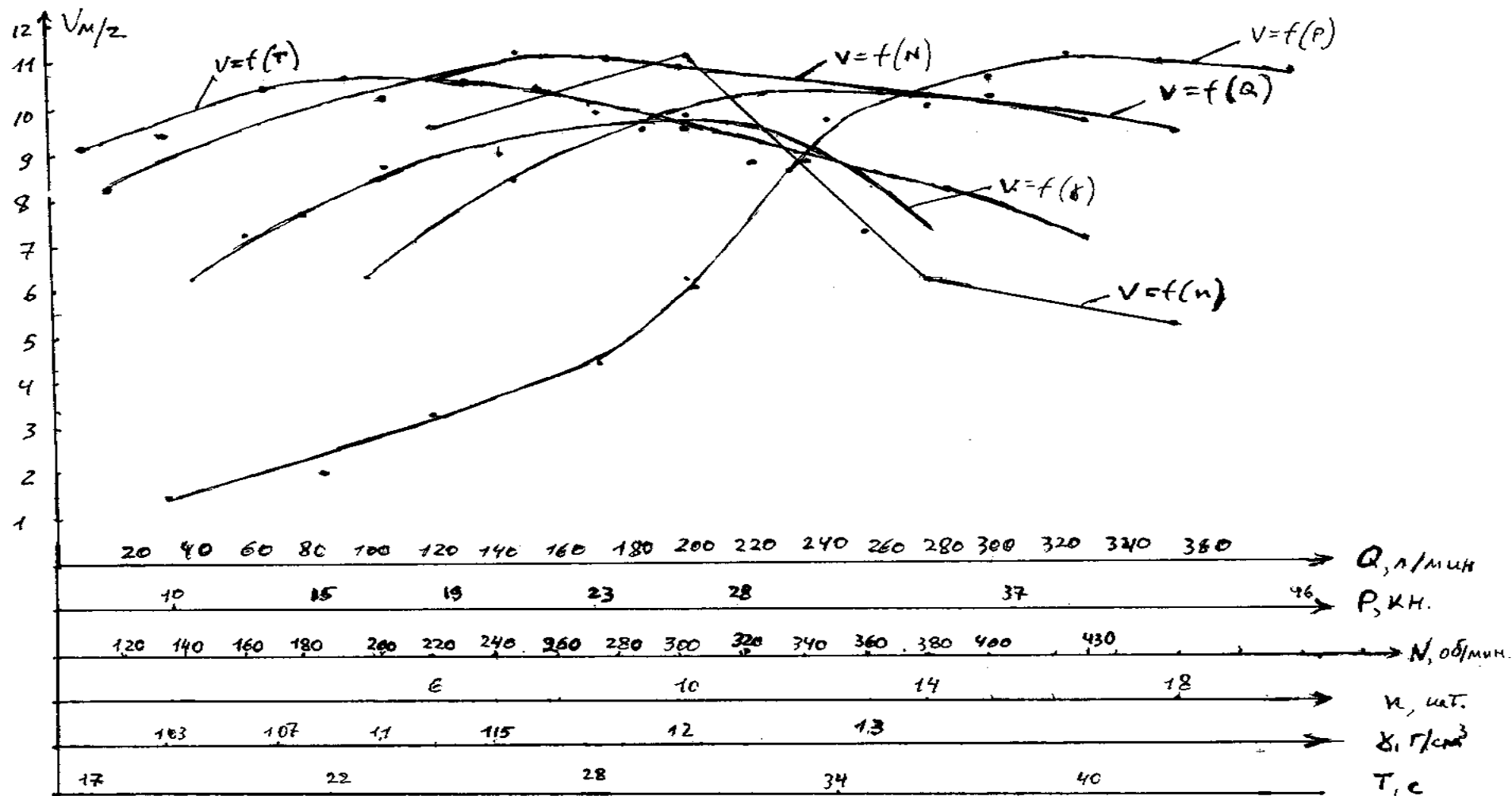


Рис. 9. Зависимость механической скорости бурения V от количества промывочной жидкости Q , нагрузки P , частоты вращения N , количества АТП n , плотности γ и вязкости T раствора.

Таблица 1 Основные технологические параметры коронок, армированных АТП

Тип коронки	Категория по буримости	Осевая нагрузка, кН	Частота вращения, об/мин.	Количество промывочной жидкости, л/мин
ККД-184	VI	20,4	260	202
ККД-184	VII	22,8	280	184
ККД-184	VIII-IX	25,0	300	184-166
ККД-164	VI	14,4	280	164
ККД-164	VII	16,2	300	164
ККД-164	VIII-IX	17,1-18,0	320	148-132

Таблица 2 Основные технологические параметры коронок, армированных АТП.

№ п/п	Тип коронки	Категории по буримости	Осевая нагрузка, кН	Частота вращения, об/мин	Количество промывочной жидкости л/мин
1	Д-112 АТП	VI	10,4	330	180
	Д-112 АТП	VII	12,0	350	170
	Д-112 АТП	VIII-IX	14,4-16,2	430	140
2	Д-225 АТП	VI	30,0	200	250
	Д-225 АТП	VII	34,0	200	240
	Д-225 АТП	VIII-IX	36,0-39,0	250	225-250

По результатам проведенных работ установлены диапазоны изменения значения количества и качества промывочной жидкости, нагрузки и скорости вращения коронок, армированных АТП, соблюдение которых позволило обеспечить увеличение механической скорости бурения более чем в два раза

Основные выводы и рекомендации

Выполнение экспериментальных и теоретические исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Обобщен опыт и систематизированы результаты исследований по конструкции и технологии применения кольцевых коронок, армированных твердосплавными резцами.

2. Эффективность работы коронок армированных АТП оценивалась по следующим критериям: изменению механической скорости, изменению проходки, величине износа по высоте во времени

3. Выполненные экспериментально-лабораторные и полевых исследований, позволили создать на основе 6 изобретений оптимальные конструкции коронок с учетом количества АТП в каждой коронке, возможности их замены, расположения АТП, конфигурации промывочных окон.

4. В результате расчёта по программе KOR_G_S рабочих геометрических параметров коронок, армированных АТП, было установлено, что оптимальными являются следующие углы: основной, центральный резец АТП необходимо устанавливать на коронке под отрицательным углом 20° и углом поворота в плоскости торца, между проекциями радиуса коронки и продольной оси, равным 0° ; кернаобразующий и скважинообразующий АТП необходимо устанавливать с передним отрицательным углом 15° и углом поворота в плоскости торца, между проекциями радиуса коронки и продольной оси, равным 15°

5. Разработана 3х факторная математическая модель оптимизации процесса бурения коронками, армированными АТП, которая позволила оптимизировать режимные параметры бурения скважин по критерию максимальной механической скорости бурения.

6. Разработанные модели коронок, обладающие абсолютной новизной, позволили достичь механической скорости бурения 11м/час, при средней категории по буримости VIII, при этом проходка на коронку составила порядка 150 м без замены АТП.

7. Внедрение породоразрушающего инструмента, армированного АТП, позволило увеличения наработки на коронку в 50 и более раз, при этом износостойкость в 65-85 раз превышает износостойкость коронок, армированных вольфрамокобальтовым сплавом.

8. Установлено, что увеличение интенсивности промывки со 100 до 200 л/мин. вызывает повышение механической скорости бурения горных пород

коронками, армированными АТП в 1,6 раз, повышение плотности промывочной жидкости с 1,2 до 1,3 г/см³ вызывает снижение механической скорости бурения в 1,2 раза, а увеличение вязкости с 22 до 40с. способствует снижению механической скорости бурения в 1,4 раза, увеличение осевой нагрузки с 30 до 39 кН приводит к росту механической скорости бурения в 1,3 раза, увеличение частоты вращения коронки в интервале 200-300 об/мин приводит к росту механической скорости бурения в 1,6 раза, увеличение количества АТП на коронке с 6 до 10 способствует увеличению механической скорости бурения в 1,2 раза.

9. Внедрение коронок, армированных съемными АТП, позволяет достичь производительности бурения на станок в месяц до 800м.

10. Разработана режимно – технологическая карта, регламентирующая подбор режимных параметров бурения коронками, армированными АТП, в конкретных геолого-технических условиях.

11. Экономический эффект от внедрения одной коронки, армированной съемными АТП, составил 90,3 тыс. руб.

12. Выполненные исследования позволили приступить к мелкосерийному производству коронок, армированных АТП, способных успешно бурить горные породы с VI по IX категорию по буримости.

Основное содержание работы опубликовано в 29 печатных работах, из которых основные 20 представлены ниже, в том числе работы №2,4,8,12,13,14 опубликованы в изданиях рекомендованных ВАК .

1. Коронка для бурения горных пород/Литкевич Ю.Ф.; Онофриенко С.А.и др.// Проблемы добычи газа, газового конденсата, нефти : тез. докл. VI Межд. науч. - практ. конф., г. Кисловодск, 22-27 сент. 2008 г. / ОАО СевКавНИПИГаз. - Ставрополь: РИО СевКавНИПИГаз, 2008. - С. 78-84

2. Разработка ингибированного раствора для бурения скважин в осложненных условиях/ Рыбальченко Ю.М.; Бурда М.Л.; Онофриенко С.А.// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. - 2009. - № 6. - С. 29-33

3. Технология бурения скважин коронками армированными АТП/ Студенческая научная весна - 2009 : материалы Межрегион. науч.-техн. конф. студ., асп. и молодых ученых Южного федерального округа / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). - Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2009. - С. 385-386

4. Управление реологическими свойствами буровых растворов и опыт применения высокоингибирующего полимерглинистого раствора/ Рыбальченко Ю.М.; Бурда М.Л.; Онофриенко С.А.// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. - 2009. - № 7. - С. 20-23

5. Оптимизация технологического процесса бурения скважин долотами режущего типа в сложных геологических условиях/ Литкевич Ю.Ф.; Асеева А.Е.; Бурда М.Л. и др.// Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике: материалы X Межд. науч.- практ. конф., г. Новочеркасск. 26 фев. 2010г. /Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ).- Новочеркасск: ЮРГТУ. - 2010.-С 92-97

6. Моделирование состояния рабочего торца матрицы алмазной коронки при бурении/ Чихоткин В.Ф.// Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике: материалы X Межд. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 26 фев. 2010 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2010. - С. 97-105

7. Совершенствование технологии бурения скважин кольцевыми коронками с алмазно-твердосплавным вооружением/ Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., 3 дек. 2009 г., г. Новочеркасск. - Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2010. - С.123-130

8. Литкевич Ю.Ф; Асеева А.Е. Разработка методики расчета наработки породоразрушающего инструмента с алмазно – твердосплавным вооружением.// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. - 2010. - № 12. - С. 2-5

9 Исследования по технологии отработки породоразрушающего инструмента, армированного алмазно-твердосплавными пластинами./ Сборник научно-исследовательских работ финалистов конкурса аспирантов и молодых ученых в области энергосбережения в промышленности. г. Новочеркасск. Эврика 2010г. ст 267-271

10. Технологические режимы бурения скважин кольцевыми коронками с алмазно-твердосплавным вооружением/ Вестник ЮРГТУ (НПИ) – Новочеркасск – 2010 №1. С. 104-109
11. Оптимальные технологии бурения скважин коронками, армированными алмазно-твердосплавными пластинами/ Новые идеи в науках о Земле. X Межд. конф. Москва, 2011. – С 317
12. Разработка технологического регламента отработки коронок, армированных алмазно-твердосплавными пластинами/ Горный ИБА– Из-во “Горная книга” М. 2011.-№ 12, С 228-233
13. Технология бурения скважин коронками армированными алмазно-твердосплавными пластинами// НТЖ “Разведка и охрана недр” М. 2011.- №12, С. 63-65
14. Зависимость механической скорости бурения горных пород коронками, армированными АТП, от основных технологических параметров// Горный ИАБ. Из-во “Горная книга” М.2011. - №12, С 233-237
15. Кольцевая буровая установка. Патент на изобретение № 2359103 Рос. Федерация : МПК Е 21 В 10/48./ Трещев С.Л.; Литкевич Ю.Ф и др.// – Заяв. 11.12. 2007 ; опубл. 20.06.2010, Бюл. №17
16. Кольцевая буровая коронка. Патент на изобретение №2422613 Рос. Федерация МПК Е21 В 10/48./Литкевич Ю.Ф; Асеева А.Е; Бурда М.Л. Онофриенко С,Л и др.// – Заявл. 10.12.2011г; опубл. 27.07.2011г, Бюл. №21
17. Стабилизирующие двухъярустное долото режущего типа. Патент на полезную модель №92900 Рос. Федерация : МПК Е 21 В 10/46./Литкевич Ю.Ф; Асеева А.Е и др.// – Заявл. 16.06. 2008 ; опубл. 10.04.2010, Бюл. №10
- 18 Кольцевая буровая коронка. МКК Е 21В 10/48 /Литкевич Ю.Ф. и др.// заявлено 15.04.2011г. патент №2435927 от 10.12.2011г.
19. Стабилизирующее двухъярустное долото режущего типа./ Литкевич Ю.Ф; Асеева А.Е и др. // Заявка № 2010129126/03 от 13.07.2010 (положительное решение от 15.09.2011г).
20. Способ создания осевой нагрузки на забой горизонтальных скважин и устройство для его осуществления/ Литкевич Ю.Ф; др.// Заявка № 2010124483/03 от 15.06.2010г. (положительное решение от 09.08.11).