

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертационную работу

Хуснудинова Михаила Константиновича

«Обоснование параметров шарошечного инструмента для бурения некруглых скважин с угловыми концентраторами напряжений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – «Горные машины»

На отзыв представлена диссертационная работа, которая включает 177 страниц текста, имеет 63 рисунка, 25 таблиц, список литературы из 163 наименований и одно приложение. Автореферат диссертации представлен на 20 страницах.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Объем добычи угля в России открытым способом имеет положительную динамику роста на протяжении последнего десятилетия и составляет 75,7 % от общего объема добываемого угля. На железорудных месторождениях РФ, объемы открытой добычи руды составляют 93 %. В ближайшие годы крупные отечественные предприятия, ведущие открытую разработку твердых полезных ископаемых, ожидает увеличение глубины горных работ, где доля крепких и крепчайших пород составит 75% от вынимаемой горной массы. В этой связи ожидается существенное повышение затрат на ведение буровзрывных работ: по данным ОАО «Ураласбест», понижение добычных работ с 200 до 350 м привело к увеличению удельного расхода взрывчатых веществ в 2,23 раза, и к снижению выхода горной массы с 1 м взрывных скважин в 1,43 раза.

Учитывая, что основные объемы буровых работ при открытой добыче выполняются карьерными шарошечными станками, возникает вопрос комплексного решения задач повышения эффективности буровзрывных работ путем совершенствования шарошечного бурения взрывных скважин и процесса взрывного дробления горной массы.

Изменение формы сечения взрывной скважины путем создания концентраторов напряжений на ее стенках является способом, позволяющим обеспечить управление распределением энергии взрыва в горном массиве для повышения качества дробления горной массы. Таким образом, тема диссертационной работы М. К. Хуснудинова является актуальной и направлена на обоснование параметров шарошечного инструмента для бурения некруглых скважин с угловыми концентраторами напряжений. Решение этой задачи имеет важное значение для горнодобывающей промышленности.

2. Оценка новизны, научной и практической значимости, достоверности, обоснованности научных результатов, полученных в диссертационной работе

Основными результатами диссертационной работы М.К. Хуснудинова, имеющими научную ценность, следует признать:

- установление изменения угла наклона секущих плоскостей, образующих калибрующие кромки шарошек, по линии диаметра которых они пересекаются, приводящее к изменению выпуклости или вогнутости стенок скважины некруглого поперечного сечения с угловыми концентраторами напряжений;

- определение поперечного сечения скважины с двумя и четырьмя углами, при вогнутой или плоской форме забоя где максимально возможное количество шарошек – 3, а для треугольного поперечного сечения – 2;

- установление характера изменения отклоняющего буровой инструмент момента за один оборот от оси его вращения, осевого усилия и крутящего момента.

Результаты диссертационного исследования позволяют сделать вывод о наличии потенциальной возможности широкого практического применения уникального бурового инструмента, обеспечивающего прохождение скважин с угловыми концентраторами напряжений в условиях открытых горных работ.

Практическая ценность результатов исследования заключается в том, что разработанные математические модели и схемные решения шарошечного инструмента для бурения некруглых скважин с угловыми концентраторами напряжений являются основой для дальнейшей разработки опытно-промышленных образцов породоразрушающего инструмента.

Следовательно, результаты диссертационного исследования целесообразно использовать для проектирования и разработки бурового инструмента в научно-исследовательских и проектных организациях горной отрасли.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечиваются использованием хорошо проверенных в различных областях знаний методов корреляционного анализа и теории принятия решений с использованием аддитивной функции полезности, корректностью допущений, которые приняты на основе анализа результатов известных исследований шарошечного бурения скважин при определении параметров шарошечного бурового инструмента и результатами его промышленной апробации. Обоснование параметров шарошечного бурового инструмента производилось в отношении различных форм и параметров поперечного сечения скважин с угловыми концентриаторами напряжений. Выполнена сравнительная оценка эффективности получаемых скважин с некруглым поперечным сечением. В диссертации при обосновании параметров бурового инструмента применен комплексный подход, при котором параметры породоразрушающего инструмента взаимосвязаны с эффективностью работы взрывных скважин посредством создаваемой формы их поперечного сечения.

Научные положения, выводы рекомендации основаны на глубокой теоретической проработке научных задач. Они заключаются в аналитическом обосновании моделей взаимосвязей параметров для определения конструктивных, кинематических и силовых параметров шарошечного бурового инструмента являющихся основными для обеспечения заданной формы и параметров некруглого поперечного сечения скважины с угловыми концентриаторами напряжений. Первое и второе научные положения определяют конструктивные, кинематические и силовые параметры шарошечного бурового инструмента, которые являются основными для обеспечения заданной формы и параметров скважин некруглого поперечного сечения с угловыми концентриаторами напряжений. В третьем научном положении определены конструктивные, кинематические и силовые параметры для сравнительной оценки шарошечного инструмента при обосновании его параметров.

3. Оценка содержания работы

Рецензируемая работа состоит из введения, четырех разделов, заключения.

В первом разделе проведен комплексный анализ условий ведения буровзрывных работ на открытых горных работах с изучением опыта ранее проведенных исследований в области повышения эффективности действия взрыва и создания инструментов для получения некруглых скважин с угловыми концентриаторами напряжений. Анализ известных решений по управлению энергией взрыва показал, что управление процессом трещинообразования целесообразно использовать для повышения эффективности дробления горных пород. Отмечено, что управление процессом трещинообразования путем создания направленного действия взрыва с применением взрывной полости некруглого поперечного сечения, использование которого способно приводить к уменьшению удельного расхода взрывчатых веществ до 20 %, а наличие угловых концентриаторов напряжений, образованных сопряжением стенок скважины некруглого поперечного сечения, их геометрические параметры и расположение являются факторами, влияющими на эффективность действия взрыва. Рассмотрен современный уровень буровой техники и инструмента для образования взрывных скважин. Выделены факторы влияющие на развитие техники для бурения взрывных скважин. Отмечено, что шарошечный способ бурения получил повсеместное применение ввиду высокой производительности и относительно низких энергетических затрат на бурение, широкого диапазона эффективного применения по диаметру буримых скважин и крепости горных пород. В связи с чем, разработку современной конкурентоспособной техники бурения взрывных скважин высокого технического уровня предлагается осуществлять путем модернизации станков шарошечного бурения или замены шарошечного бурения комбинированным. Автор отмечает, что такой подход следует учитывать при создании инструмента для бурения скважин с некруглым поперечным сечением. Для определения подходов к конструированию буровых исполнительных органов для образования некруглых скважин с угловыми концентриаторами напряжений механическим способом

проанализированы известные конструкции бурового инструмента на основе патентного поиска по российским изобретениям и полезным моделям. На основе анализа характеристик рассмотренных конструкций бурового инструмента, сделан вывод о том, что для бурения некруглых скважин с угловыми концентраторами напряжений на открытых горных работах наиболее рациональным является использование шарошечного бурового инструмента при котором происходит эффективная очистка призабойной зоны от буровой мелочи и имеется малое количество кинематических ветвей конструкции и большее количество способов разрушающего воздействия на горную породу: раздавливание, удар и скальвание. Конструирование буровых исполнительных органов для образования некруглых скважин с угловыми концентраторами напряжений связано как с необходимостью повышения эффективности действия взрыва, так и с созданием соответствующего исполнительного органа, поэтому требуется обоснование его конструктивных и силовых параметров с учетом формы и параметров получаемой скважины некруглого поперечного сечения. В связи с этим имеется комплекс разнородных критериев для оценки эффективности альтернативных вариантов инструмента для бурения скважин с различными формой и параметрами некруглого поперечного сечения скважины с угловыми концентраторами напряжений. На основании проведенных аналитических исследований автор отмечает, что для обоснования параметров инструмента для бурения некруглых скважин с угловыми концентраторами напряжений целесообразно произвести комплексную оценку вариантов его исполнения на основе функции полезности с учетом формы и параметров некруглого поперечного сечения, конструктивных параметров и параметров его силового взаимодействия с забоем скважины.

В разделе сформулированы задачи диссертационного исследования. Они включают проведение математического моделирования, разработку схемных и конструкторских решений шарошечного инструмента для бурения некруглых скважин с угловыми концентраторами напряжений, обоснование породоразрушающего инструмента по интегральному критерию с использованием аддитивной функции полезности, а также разработку, изготовление макетного и экспериментального образца с дальнейшей опытно-промышленной апробацией.

Во втором разделе перечислены исследователи внесшие значимый вклад в изучение процессов шарошечного бурения. Опираясь на результаты аналитических исследований, автор характеризовал кинематические параметры шарошечного бурения продольными и поперечными перемещениями корпуса инструмента; наклонами корпуса инструмента относительно оси скважины; частотой вращения и крутильными колебаниями корпуса инструмента; частотой вращения каждой из шарошек и передаточным отношением долота. Учитывая, что перечисленные кинематические параметры находятся сложной взаимосвязи как между собой, так и зависят от свойств горной породы и конструкционных материалов, также от особенностей конструкции долота, бурового става и бурового станка, усилия подачи и частоты вращения на вращательно-подающем механизме. Для определения конструктивных параметров шарошечного инструмента, при котором возможно образование некруглой формы поперечного сечения скважины, автор ввел допущения, позволившие упростить решение этой задачи с сохранением качественной картины взаимодействия инструмента с забоем скважины.

При разработке моделей взаимосвязей параметров шарошечного инструмента и формы и параметров забоя некруглой скважины с угловыми концентраторами напряжений, автором приняты следующие допущения:

1. Шарошки не теряют контакт с забоем скважины, т. е. долото не подскакивает и не наклоняется вместе с буровым ставом таким образом, что вооружение шарошек не воздействует на горную породу, что может быть обеспечено выбором режима бурения.

2. Поверхность забоя гладкая, что обосновано отсутствием влияния ухабов забоя, продольных перемещений и колебаний частоты вращения корпуса долота на обеспечение переменного радиуса разрушения забоя скважины, при условии обеспечения постоянного контакта шарошек с горной породой.

3. Забой скважины не разрушается и бурение происходит без его углубления, что обосновано малыми продольными перемещениями корпуса долота за один его оборот.

4. Шарошки не испытывают зубцовых колебаний и имеют гладкую конусную поверхность, что обосновано отсутствием влияния зубцовых колебаний на получение некруглой формы боковых стенок скважины.

5. Долото вращается вокруг оси скважины, то есть без поперечных колебаний его корпуса, что может быть, в той или иной степени, обеспечено применением наддолотных центраторов и забурника, выбором режимов бурения.

6. Шарошки по забою перекатываются без скольжения и синхронно, что может быть достигнуто при одинаковом количестве зубьев на одноконусных шарошках, с вершинами, лежащими на оси вращения корпуса долота.

Так же автором отмечено, несмотря на то, что процесс шарошечного бурения основанный на динамическом воздействии вооружения шарошек на горную породу, при решении указанной задачи допустимо не учитывать продольные перемещения корпуса долота, крутильные колебания корпуса долота, поперечные колебания и наклоны корпуса долота относительно долота, которые, главным образом, обусловлены прерывистым (зубчатым или штыревым) вооружением шарошек и различиями его на каждой шарошке. Повышение эффективности процесса бурения скважин в перечень задач диссертационного исследований не входило, в связи с чем, применяемые режимы бурения могли быть отличными от рациональных с позиции обеспечения энергоэффективности и производительности буровых работ.

Автором разработаны модели взаимосвязи конструктивных и кинематических параметров шарошечного бурового инструмента и формы и параметров забоя некруглой скважины с угловыми концентраторами напряжений. При этом в качестве основных допущений принято, что шарошки представляют собой круговой конус, который перекатывается по конусной недеформируемой поверхности забоя скважины. Установлено, что форма и параметры некруглого поперечного сечения скважины с угловыми концентраторами напряжений определяются количеством одноконусных шарошек (m), углами их конусности (α), передаточным отношением (i) и параметрами расположения на них калибрующих кромок. Автором установлено, что некруглая форма поперечного сечения скважины с угловыми концентраторами напряжений образуется одноконусными шарошками, калибрующие кромки которых получены при сечении их конуса плоскостями, пересекающимися по линии их диаметра и проходящими под острым углом к оси их вращения. Перекатывание шарошки по забою воспроизводит стороны стенок скважины разной кривизны: при угле (μ) наклона секущей плоскости к оси конуса шарошки больше или равным 60° – выпуклые, а при величине этого угла менее 60° – вогнутые. На основании корреляционного анализа автором определены критерии позволяющие проводить сравнительную оценку форм поперечного сечения скважин. С точки зрения эффективности действия взрыва с помощью функции полезности установлено, что наиболее эффективная форма поперечного сечения (интегральный критерий $U=0,888$) образована четырьмя углами сопряжения ее стенок ($n = 4$) без притупления углов ($b = 0$), с вогнутой формой сторон, полученной при минимальном из рассмотренных значениях угла наклона секущей плоскости ($\mu=40^\circ$). В ходе исследований автором определено, что критериями, позволяющими проводить сравнительную оценку шарошечного бурового инструмента по конструктивным параметрам с помощью функции полезности являются угол конусности шарошки (α), величина притупления (b) углов сопряжения стенок скважины и угол (μ) наклона секущей плоскости к оси вращения шарошки. Установлено, что наиболее эффективной является конструкция (интегральный критерий $U=1,000$) при максимальном угле конусности шарошки ($\alpha = 83,6^\circ$), который достигается при треугольном поперечном сечении, максимальном из рассмотренных значениях притупления углов сопряжения стенок скважины ($b = 30$ мм) и максимальной выпуклости их сторон, полученной при максимальном из рассмотренных значениях угла наклона секущей плоскости ($\mu=80^\circ$).

В третьем разделе проведено исследование силового взаимодействия шарошечного инструмента с забоем некруглой скважины. При бурении скважины с некруглым поперечным сечением, дополнительным возмущающим продольные автоколебания фактором должно являться наличие переменной длины линии контакта шарошек с забоем по углу поворота

бурового инструмента, так как происходит изменение удельной контактной нагрузки на горную породу, что, в свою очередь, может приводить к появлению волнистости забоя скважины. При этом изучение процесса образования автоколебаний требует анализа сложной многокомпонентной системы с проведением теоретических и экспериментальных исследований. Поэтому в рамках диссертационного исследования произведена оценка такого возмущающего продольные автоколебания явления как изменение суммарной длины линии контакта шарошек с забоем скважины, что является фактором влияния формы поперечного сечения скважины на суммарное осевое усилие шарошечных инструментов. При разработке модели формирования суммарного осевого усилия, принято допущение, что шарошки представляют собой гладкий недеформируемый конус, который перекатывается по гладкому недеформируемому забою скважины, а реакции забоя скважины пропорциональны длине линии контакта одноконусных шарошек (L_i), изменяющейся по углу поворота (ψ) инструмента. Такое допущение позволило автору оценить изменение осевых усилий при повороте инструмента, вызванное некруглой формой поперечного сечения без определения количественных значений реакции горной породы и суммарного осевого усилия P_{oc} . Разработанные модели формирования силовых параметров взаимодействия шарошечного инструмента с забоем некруглой скважины позволили установить, что конструктивные параметры и форма и параметры поперечного сечения скважины с угловыми концентраторами напряжений являются факторами, влияющими на характер изменения за один оборот осевого усилия, крутящего момента и момента, отклоняющего буровой инструмент от оси его вращения, которые определены из условия пропорциональности реакций забоя скважины и сопротивления перекатыванию шарошек длине линии их контакта с забоем скважины.

Автором определен характер изменения осевого усилия и крутящего момента по углу поворота инструмента, а также относительных размахов их нормированных значений. Автором установлено, что максимальные значения и относительные размахи нормированных значений силовых параметров уменьшаются при увеличении выпуклости и притупления углов сопряжения стенок скважины. При образовании четырехугольного поперечного сечения тремя шарошками размахи нормированных значений осевого усилия и крутящего момента являются наименьшими. Максимальные значения осевого усилия и крутящего момента являются наименьшими при образовании треугольного поперечного сечения двумя шарошками. Автором определено, что при дробной кратности отношения количества углов поперечного сечения скважины к количеству шарошек: при образовании поперечного сечения с двумя и четырьмя углами тремя шарошками, а также при образовании поперечного сечения с тремя углами двумя шарошками возникает момент, отклоняющий буровой инструмент от оси его вращения.

Автором выполнено обоснование рациональных параметров шарошечного инструмента по его силовому взаимодействию с забоем некруглой скважины. Для сравнительной оценки силового взаимодействия различных конструкций шарошечного бурового инструмента с забоем скважин, имеющих различное поперечное сечение, использована методика сравнительной оценки технических решений предусматривает обеспечение отсутствия взаимозависимости частных критериев, путем исключения зависимых частных критериев из интегрального критерия с помощью построения корреляционной матрицы нормированных значений частных критериев. При этом исключаются те частные критерии, которые имеют меньшую чувствительность к изменению при варьировании параметров исследуемого объекта, а значит имеют меньшую значимость.

Автором отмечено, что практически для бурения взрывных скважин на открытых горных работах нашли применение трехшарошечные долота, которые также имеют большую устойчивость при опиравии на три шарошки, чем в случае использования двух шарошек, поэтому переход с двух шарошек на три шарошки обуславливает качественное улучшение силового взаимодействия бурового инструмента с забоем скважины и количество шарошек принято одним из критериев сравнительной оценки.

Критериями для сравнения различных вариантов по силовому взаимодействию бурового инструмента с забоем скважины приняты: количество шарошек бурового инструмента m ; относительный размах L_0 нормированных значений суммарной длины линии контакта шарошек

с забоем скважины; максимальный момент M_{max} , отклоняющий инструмент от оси его вращения; относительный размах нормированных значений крутящего момента на буровом инструменте M_0' ; максимальный крутящий момент M_{max}' на буровом инструменте; максимальная суммарная длина L_{max} линии контакта шарошек с забоем скважины, поперечное сечение которой имеет площадь, равную площади круга диаметром 216 мм. Значения указанных критериев, кроме количества шарошек, рассчитаны для 1050 вариантов, на основе определенных автором вариантов для оценки инструмента по конструктивным параметрам и дополнительно с учетом количества шарошек $m = 2, 3$, а для треугольного поперечного сечения скважины количество шарошек принято одинаковым $m = 2$.

На основании корреляционного анализа определено, что сравнительная оценка силового взаимодействия конструкций шарошечного бурового инструмента с забоем скважин, имеющих различное поперечное сечение с помощью функции полезности производится с использованием одного критерия – относительного размаха нормированных значений крутящего момента на буровом инструменте (M_0'). Установлено, что наиболее эффективной по силовым параметрам является конструкция (интегральный критерий $U = 1,000$) при которой обеспечивается минимальное значение относительного размаха нормированных значений крутящего момента на буровом инструменте ($M_0' = 0,00553$), когда происходит получение четырехугольного поперечного сечения скважины трехшарошечным буровым инструментом с шарошками, имеющими максимальный угол конусности ($\alpha = 60^\circ$), который достигается при четырехугольном поперечном сечении, максимальном из рассмотренных значениях притупления углов сопряжения стенок скважины ($b = 30$ мм) и максимальной выпуклости их сторон, полученной при максимальном из рассмотренных значениях угла наклона секущей плоскости ($\mu = 80^\circ$).

Четвертый раздел посвящен обоснованию рациональных параметров и разработке схемных решений шарошечного инструмента.

Для сравнительной оценки эффективности различных вариантов по интегральному критерию использованы частные критерии, определенные с точки зрения эффективности действия взрыва, по конструктивным и силовым параметрам: количество углов сопряжения стенок скважины n ; притупление углов сопряжения стенок скважины b , мм; относительный размах радиусов R_o ; угол конусности шарошки α , град; угол μ наклона секущей плоскости к оси вращения шарошки, град; относительный размах нормированных значений крутящего момента на буровом инструменте M_0' .

Комбинация максимальных и минимальных значений частных критериев способствовало проведению сравнительной оценки 40 вариантов конструктивного исполнения бурового инструмента. Комплексная сравнительная оценка шарошечного инструмента по интегральному критерию показала, что наиболее эффективным является вариант $U = 0,910$, при котором происходит образование четырехугольного поперечного сечения скважины без притупления углов сопряжения ее стенок ($b = 0$) трехшарошечным буровым инструментом, шарошки которого имеют наибольшее для такого поперечного сечения значение угла конусности ($\alpha = 600$), при котором реализуется плоская или вогнутая форма поверхности забоя скважины, а относительный размах нормированных значений крутящего момента ($M_0' = 0,0202$) получен при максимальном из рассмотренных значениях угла наклона секущих плоскостей к оси вращения шарошек, образующих калибрующие кромки шарошек ($\mu = 80^\circ$).

На основании проведённых исследований, автором определены требования для шарошечного инструмента. С учетом определенных требований и разработанных в разделе схемных решений бурового инструмента разработана конструкция двухшарошечного расширителя скважин, в котором достигается уменьшение нагрузки на шарошки, формирующие некруглое поперечное сечение. Опытно-промышленные испытания разработанного инструмента при бурении некруглой скважины с угловыми концентриаторами напряжений проведено в условиях разреза «Заречный» ОА «СУЭК-Кузбасс». Бурение осуществлялось по породам крепостью $f = 4$ по шкале М. М. Протодьяконова, на шарошечном буровом станке DML1200. Промышленная апробация шарошечного бурового инструмента подтвердила его

работоспособность и образование взрывных скважин с некруглой формой поперечного сечения. В подтверждение этого к диссертационной работе автора приложен акт испытаний экспериментального образца шарошечного бурового инструмента с некруглым поперечным сечением.

4. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите

Диссертация, представленная Хуснудиновым Михаилом Константиновичем «Обоснование параметров шарошечного инструмента для бурения некруглых скважин с угловыми концентраторами напряжений» соответствует пункту 3 паспорта специальности 05.05.06 – «Горные машины».

Работа достаточно апробирована на научно-практических международных и всероссийских конференциях, результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, являются аргументированными и полученными с учетом анализа мировых научных исследований в предметной области с корректным указанием источников их заимствования. Основные научные результаты диссертации опубликованы в достаточном количестве рецензируемых научных изданий – в 7 статьях, по результатам исследований получено 4 патента РФ на изобретения и 1 патент РФ на полезную модель.

5. Замечания по диссертационной работе

1. На стр. 5 и 12 диссертационной работы и на стр. 3 автореферата, при обосновании актуальности работы, указано о 809,6 млн т взрывчатых веществ, примененных за один год на угольных разрезах Кузбасса. Однако речь должна идти о 809,6 тыс т.

2. В разделе 3.4 диссертации, на стр.120, указано, что для сравнительной оценки силового взаимодействия различных конструкций шарошечного бурового инструмента с забоем скважин, имеющих различное поперечное сечение использована методика, представленная в подразделе 2.2.1. Методика находится в подразделе 2.3.1. Подраздел 2.2.1 в диссертации отсутствует, явная опечатка автора.

3. Учитывая, что научная новизна и есть отображение нового в науке, использование слова *впервые* в п.3 новизны целесообразно исключить.

4. В п.15, списка литературы автореферата, целесообразно написать ... *патент на полезную модель № 141747...*, вместо ...*патент № 141747...*.

5. Имеет место незаконченность выражений в диссертации. Так, на стр.126 раздел 4.1 в первом абзаце ...*для сравнительной оценки различных вариантов (...) по интегральному критерию использованы частные критерии*. Вариантов чего?

6. В обзорной части диссертации уделено особое внимание вопросам повышения эффективности скважинной отбойки горных пород, в частности, в условиях их повышенной прочности. К сожалению, оценка эффективности влияния взрыва на дробление горной породы в ходе опытно-промышленного испытания не проводилось. Бурение скважины выполнялось по породе с крепостью $f = 4$, которую к крепким или крепчайшим нельзя отнести. Следовательно, количественное представление о эффективности работы некруглой скважины, на основе проведенных натурных испытаний не выполнялось.

7. В работе не стояла задача повышения производительности буровых работ и снижения энергоемкости процесса (стр.55). Следовательно, заблаговременного обоснования рационального режима бурения скважины при испытаниях шарошечного долота не производилось. Отобразилось ли это на ходе проведения эксперимента? Требуется ли для разработанного бурового инструмента разработка специального режима бурения, отличного от шарошечного?

8. В направлении дальнейших исследований не отображена оценка эффективности взрывной отбойки скважинных зарядов некруглой формы образованных усовершенствованным буровым инструментом. Целесообразна ли разработка нового бурового инструмента, выбор и обоснование режимов бурения без оценки эффективности взрывных работ?

Отмечаю, что сформулированные замечания не снижают ценности решения основных задач диссертационной работы, а служат скорее рекомендациями автору для дальнейших исследований.

Заключение:

Изложенное выше позволяет сделать вывод о том, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложено научное обоснование параметров шарошечного инструмента для бурения некруглых скважин с угловыми концентраторами напряжений, что имеет существенное значение для горных предприятий отрасли с открытым способом разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством с постановкой цели, задач и их решения, содержит новые научные результаты. Автореферат диссертации содержит основные научные положения, выводы и рекомендации, сведения о научной и практической ценности диссертационной работы.

Содержание и научные положения диссертации соответствуют специальности 05.05.06 «Горные машины».

Таким образом, диссертационная работа «Обоснование параметров шарошечного инструмента для бурения некруглых скважин с угловыми концентраторами напряжений» удовлетворяет п. 9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, **Хуснудинов Михаил Константинович**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт горного дела им. Н. А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук

Научная специальность – 05.05.06 «Горные машины»

Подпись к.т.н., Карпова Владимира Николаевича заверяю:

ученый секретарь ИГД СО РАН
к.т.н., Хмелинин Алексей Павлович



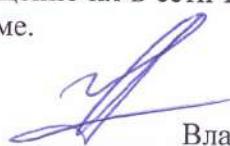
Владимир Николаевич Карпов

М.П. «18» декабря 2020 г.

Почтовый адрес

Институт горного дела им. Н. А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук,
630091, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 54
тел. +7(953)8784334,
E-mail: karpov@misd.ru.

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Михаила Константиновича Хуснудина, исходя из нормативных документов Правительства, Минобрнауки и ВАК, в том числе на размещение их в сети Интернет на сайте КузГТУ, на сайте ВАК в единой информационной системе.



Владимир Николаевич Карпов