



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Т.Ф.ГОРБАЧЕВА» (КузГТУ)
Весенняя ул., д. 28, г. Кемерово, 650000
тел./ факс: (384-2) 39-69-60, факс: (384-2) 68-23-23
<http://www.kuzstu.ru> e-mail: kuzstu@kuzstu.ru
ОКПО 02068338 ОГРН 1024200708069
ИНН / КПП 4207012578 / 420501001

23.01.2024 № 04-04/4-184

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
международному сотрудничеству

Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Кузбасский
государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ)



К. С. Костиков

2024 года

[отзыв ведущей организации]

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» на диссертационную работу **Мартюшовой Анастасии Алексеевны** на тему **«Повышение ресурса алмазных долот на основе совершенствования технологии их изготовления»**, представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины»

Актуальность темы диссертационного исследования

В России для нужд горной промышленности производится широкая номенклатура породоразрушающих инструментов. Для бурения скважин различного функционального назначения сплошным забоем в последнее время успешно применяются алмазные PDC-долота. Конструкция такого инструмента непрерывно совершенствуется и усложняется, что приводит к его удорожанию и, как следствие, повышению стоимости строительства скважин. Эти обстоятельства определяют достаточно высокие требования к ресурсным показателям и ремонтпригодности бурового инструмента, а значит, и к качеству его изготовления. Несмотря на высокие эксплуатационные характеристики PDC-долот, на практике порой случаются преждевременные их отказы из-за выпадения алмазных резцов, неравномерного износа или выкрашивания алмазного слоя, а также абразивного износа корпуса инструмента.

Ресурс бурового долота, как сборочной единицы, обеспечивается комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств применяемых

конструкционных и инструментальных материалов, а также геометрической и позиционной точностью функционально связанных элементов конструкции - корпуса, ниппеля и PDC-резцов. Поэтому наряду с улучшением конструкции PDC-долот необходимо проводить работы по совершенствованию технологии их изготовления и созданию условий для организации прогрессивных автоматизированных производств с уменьшением доли ручного труда. При этом к приоритетным научным задачам относятся обоснование параметров точности бурового инструмента на основе выявления, анализа и математического описания погрешностей изготовления, формируемых на этапах механической обработки деталей, а также разработка предложений по повышению точности сборки соединений PDC-долот, решение которых позволит повысить качество изготовления инструмента, а следовательно, и его ресурс, а также снизить трудоёмкость производства долота. В связи с этим, диссертационная работа Мартюшовой А. А., посвящённая технологическому обеспечению качества и ресурса PDC-долот, является актуальной, имеет важное научное и практическое значение для отечественной горной промышленности.

Структура и основное содержание диссертационной работы

На отзыв представлена диссертационная работа, состоящая из введения, четырёх глав, заключения и библиографического списка, содержащего 119 источников, и двух приложений. Работа изложена на 147 страницах, содержит 22 таблицы и 35 рисунков. На отзыв также представлен автореферат на 22 страницах.

В первой главе диссертации автором обоснована актуальность задачи повышения ресурса алмазного долота и показана возможность её решения за счёт совершенствования и разработки эффективных технологий изготовления составных элементов и сборки породоразрушающего инструмента, сформулирована цель работы и обозначен круг задач исследования. Представлены особенности конструкции и классификационные признаки износа алмазных долот, приведена сравнительная характеристика эксплуатационных возможностей и экономической целесообразности применения PDC- и трёхшарошечных долот.

Во второй главе автором выполнен анализ механики процесса резания-скалывания PDC-резцом и математических выражений, используемых для расчёта сил резания-скалывания, на основе которого установлено влияние геометрических параметров и позиционной точности резцов инструмента на баланс сил резания-скалывания и распределение напряжений в PDC-пластине. Показана связь ресурса долот с точностью их изготовления, определены основные пути повышения качества инструмента.

В третьей главе диссертации рассматриваются вопросы технологического обеспечения качества изготовления алмазного долота и целесообразности организации автоматической сборки ответственных соединений.

Для оценки приспособленности PDC-долота к автоматической сборке предложена методика многоуровневой оценки технологичности конструкции

инструмента. Определены частные и комплексные показатели технологичности, подтверждающие возможность и целесообразность организации автоматической сборки соединений корпус-ниппель и резец-корпус. Сравнение полученных расчётных показателей технологичности с нормативными значениями указывает на высокий уровень безотказности автоматизации процессов сборки соединений.

В соответствии с предложенным маршрутом механической многокоординатной обработки на станках с ЧПУ дано математическое описание позиционной точности обрабатываемых поверхностей в координатной системе фрезерного обрабатывающего центра, благодаря чему удалось получить выражения для оценки погрешности установки заготовки и её влияния на формируемую геометрическую точность обрабатываемых поверхностей и, тем самым, обосновать параметры точности корпуса долота.

Четвертая глава диссертационной работы посвящена вопросам формирования позиционной точности соединения ниппель - корпус алмазного долота и уменьшения радиального биения PDC-резцов относительно оси инструмента. На основе моделирования позиционных связей, формируемых при сборке соединения, определены условия автоматической собираемости корпуса с ниппелем. Использование аналитических методов теории баз позволило точно определить погрешности установки и оценить их влияние на позиционную точность деталей.

Применение селективной сборки для соединений резец-корпус и корпус-ниппель позволило повысить их точность за счёт уменьшения допуска на радиальное биение резцов с 0,14 мм до 0,08 мм и снижения допуска на зазор в резьбовом соединении с 0,7 мм до 0,35 мм и 0,15 мм при размерной сортировке деталей соответственно на 2 и 4 группы. В результате повышения точности соединений уровень качества долота повысился с 0,84 до 0,987, что позволило повысить ресурс инструмента в среднем до 0,95 от максимального его значения.

Завершают диссертационную работу заключение и общие выводы, позволяющие объективно оценить значимость проведённых исследований.

Научная новизна и достоверность результатов исследования

Новизна проведённого автором исследования заключается в разработке научно обоснованных конструкторско-технологических решений, обеспечивающих технологичность конструкции и достижение требуемых параметров точности алмазного долота на основе выявления и анализа формируемых позиционных связей элементов конструкции на этапах его изготовления и определяющих пути повышения ресурса бурового инструмента.

Составляющими научной новизны являются:

1. Раскрытие пространственных размерных связей, позволяющих обосновать методы достижения точности и определить факторы, влияющие на отклонения основных параметров точности буровых долот – позиционную точность и радиальное биение зубков относительно оси долота, точность диаметральных размеров, соосность осей корпуса и ниппеля.

2. Теоретическое обоснование прогрессивной цельнометаллической конструкции корпуса долота и целесообразности автоматической сборки

ответственных соединений бурового инструмента на основе выявления и расчёта частных и общих показателей технологичности конструкции изделия.

3. Аналитическое обоснование и математическое описание модели формируемой точности базовых и исполнительных поверхностей цельнометаллического корпуса алмазного долота в процессе механической многокоординатной обработки.

4. Выявление и математическое описание условий автоматической собираемости соединения «корпус-ниппель» и достижения высокой точности резьбового соединения на основе использования принципов групповой взаимозаменяемости. с учётом параметров относительного положения и движения сопрягаемых деталей.

Научное значение работы очевидно и состоит в разработке научного подхода к обоснованию и моделированию позиционной точности функционально связанных элементов алмазного долота, что позволило усовершенствовать конструкцию и технологию изготовления бурового инструмента, тем самым создать предпосылки организации автоматизированного производства, повысить качество изготовления и ресурс инструмента.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации Мартюшовой А. А. подтверждается использованием апробированных методов системного анализа, применением сертифицированных программ, хорошей сходимостью полученных результатов расчёта с данными литературных источников по теме исследования.

Практическая значимость и реализация результатов диссертации

Практическую значимость работы составляют: разработанная методика выявления и анализа пространственных размерных связей алмазного долота, при помощи которой представляется возможным моделировать позиционную точность элементов бурового инструмента на этапах его изготовления; технология механической обработки предложенной конструкции цельного корпуса с описанием возникающих погрешностей обработки, анализ которых позволяет достичь заданную точность исполнительных и базовых поверхностей детали; технологические рекомендации по автоматической сборке соединения «корпус-ниппель»; методика количественной оценки технологичности конструкции долота, а также расчёта частных и комплексных показателей для условий автоматизированного производства. Наряду с этим предложен модернизированный технологический маршрут изготовления долота с использованием в качестве упрочняющей обработки способов, альтернативных наплавке, не оказывающих температурное влияние на материал корпуса и достигаемую на этапах механообработки точность.

Полученные в диссертации результаты приняты к внедрению в ООО «НПЦПодземмаш», где используются при проектировании горного инструмента.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведённых в диссертации

В работе получен ряд новых результатов, которые представляют интерес для профильных специалистов, научных организаций и производственных предприятий, специализирующихся в области проектирования, изготовления и ремонта породоразрушающих инструментов.

Результаты и выводы диссертации, в частности: методика выявления и анализа пространственных размерных связей алмазного долота и моделирование позиционной точности элементов бурового инструмента на этапах его изготовления; методика многоуровневой оценки технологичности конструкции долота; методика моделирования позиционных связей, возникающих на этапах комплексной механической обработки корпуса с обоснованием параметров геометрической точности детали; математическое описание условий автоматической собираемости соединения «корпус-ниппель» с учётом параметров относительного положения и движения сопрягаемых деталей; достижение высокой точности резьбового соединения корпус-ниппель на основе использования принципов групповой взаимозаменяемости; уменьшение радиального биения PDC-резцов относительно оси инструмента на основе применения селективной сборки могут быть рекомендованы для использования в таких организациях как ООО НПП «Буринтех» (Республика Башкортостан, г. Уфа), ОАО «Волгабурмаш» (г. Самара), ЗАО «Проммашсервис» (Моковская область, г. Серпухов), СП ЗАО «Удол» (Республика Удмуртия, г. Ижевск).

Значимость полученных автором результатов для развития геотехники (горных машин)

Полученные в работе результаты содержат научные знания, открывающие возможность повышения ресурса алмазных долот на основе совершенствования технологии их изготовления, что имеет важное научно-практическое значение.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 6 научных трудах, из которых 3 – в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на международных и российских конференциях: Международной научно-практической online-конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №13), посвящённой 30-летию независимости Республики Казахстан в КарГУ, 2021 г.; Международной научно-практической конференции: «Инновационные технологии в машиностроении», Томск, 2022 г., Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных «Инновационные идеи в машиностроении» (ИИМ-2022) в СПбПУ, 2022 г., а также на международном научном симпозиуме «Неделя горняка» 2021–2022 г.

Соответствие автореферата содержанию диссертации

В автореферате изложены основные идеи и выводы диссертации, показан вклад автора в проведённое исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследований. Содержание автореферата отражает основные положения диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертации предложен усовершенствованный технологический маршрут изготовления корпуса долота с использованием многокоординатной обработки. Вместе с тем автор не рассматривает экономические аспекты данной технологии, которые могут ограничивать её применение.

2. Автор, используя универсальные графические зависимости (рис. 4.6., стр. 126), а также полученные в диссертации значения уровня качества сборки соединений корпус-ниппель, определяет ресурс долота. Однако не конкретизировано, при каком значении коэффициента ресурса по точности K_p (1,5–3) определяется максимальный ресурс долота.

3. Известно, что одним из недостатков селективной сборки соединений является образование определённого объёма незавершённого производства (некомплектных деталей) вследствие различных законов распределения отклонений размеров сопрягаемых элементов. Неясно, каким образом в работе решается данный вопрос.

4. Автору при защите следует пояснить, как в условиях автоматизированного производства рекомендуется осуществлять сортировку деталей на размерные группы для реализации предлагаемой селективной сборки?

5. Для повышения точности резьбового соединения корпуса долота с ниппелем, предлагается использовать селективную сборку, которая достаточно трудоёмка в реализации. При этом в работе не рассматривается вопрос использования резьбы с более высокими параметрами точности, что дало бы возможность осуществлять точную автоматизированную сборку методом полной взаимозаменяемости.

В целом, указанные замечания не снижают ценность диссертационной работы Мартюшовой Анастасии Алексеевны, имеющей научную новизну и практическую значимость в области создания и модернизации горного инструмента. Работа хорошо оформлена, изложена грамотным языком, разделы диссертации логически связаны.

Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основе выполненных автором теоретических исследований

разработаны научно обоснованные конструкторско-технологические решения, обеспечивающие достижение требуемых параметров точности алмазного долота на основе выявления и анализа формируемых позиционных связей элементов конструкции на этапах его изготовления и определяющих пути повышения ресурса бурового инструмента, что имеет важное научное и практическое значение для отечественной горной промышленности.

Диссертационная работа по актуальности решаемых задач, научной новизне, объёму, уровню опубликованных работ, практической значимости, достоверности полученных результатов и степени обоснованности выводов соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., ред. 26.10.2023 г.), полностью отвечает квалификационным требованиям п. 2 «Положения о порядке присуждения учёных степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

По научно-технической направленности, содержанию, выводам и практической значимости работа соответствует паспорту специальности 2.8.8 «Геотехнология, горные машины».

Диссертационная работа выполнена соискателем на высоком научно-техническом уровне. Автор диссертации – Мартюшова Анастасия Алексеевна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 «Геотехнология, горные машины».

Отзыв подготовил профессор кафедры горных машин и комплексов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ), доктор технических наук, профессор


Хорешок Алексей Алексеевич

Отзыв ведущей организации по диссертационной работе Мартюшовой Анастасии Алексеевны обсуждён и утверждён на заседании кафедры горных машин и комплексов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» (протокол № 8 от «15» января 2024 г.)

Заведующий кафедрой горных машин и комплексов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ),


Ананьев Кирилл Алексеевич

