

Отзыв официального оппонента

на диссертационную исследование Имомзода Назарали Баротали на тему: «Процесс формообразования шариков из поделочных камней на центробежных станках с вращающимся дном» по специальности 2.3.15–Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (05.02.07- Технология и оборудование механической и физико-технической обработки),- город душанбе, 2025.,- 154 стр.

Актуальность

Таджикистан богат уникальными месторождениями драгоценных, полудрагоценных и поделочных камней. Однако эти богатейшие ресурсы используются недостаточно. Производство ювелирных изделий из самоцветных камней связано с большими трудозатратами и малой производительностью. В ювелирном производстве большинство операций, связанных с обработкой самоцветных камней, выполняется вручную и имеет малую производительность. Поэтому совершенствование техники и технологии производства в этом направлении может существенно повысить эффективность операций, связанных с обработкой самоцветных камней.

Шаровидные изделия составляют основу большинства ювелирных изделий из самоцветных камней. Традиционно используемые при формообразовании кубических заготовок методы галтовки в барабанах с горизонтальной осью вращения недостаточно производительны, также не обеспечивают стабильность получения требуемых форм и качества поверхности. Методы центробежной обработки по производительности превосходят методы барабанной галтовки.

Силы, действующие при центробежной абразивной обработке, в разы больше, чем при галтовке в барабанах. Поэтому в зависимости от характера действия этих сил возможны появление дефектов и поломка камней. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования по разработке новых способов центробежной абразивной обработки, обеспечивающие наиболее высокую производительность и качественную обработку изделий из самоцветных камней.

Основное содержание работы изложено во введении, четырёх глав, выводах. Общий объем диссертации составляет 154 страницах компьютерного набора, включая 4 таблиц, 60 рисунков, 6 приложений. Список используемой литературы составляет 127 наименований.

Во введении обоснована актуальность решаемой задачи, изложены цель и задачи исследования, раскрываются научная новизна и практическая ценность работы, приведены сведения о результатах ее апробации, внедрении и основные положения, выносимые автором на защиту.

В первой главе содержатся материалы обзора и анализа научно-технической и патентной литературы по существующим способам абразивной галтовки. Сведения об обрабатываемых материалах, абразивы и абразивные

инструменты, способы абразивной галтовки, оборудования применяемые при абразивной галтовки.

На основе анализа существующих конструкции станков предложен новая конструкция защищенное патентом на изобретение. В предложенной конструкции устройства для центробежной абразивной обработки поставлена цель - увеличение производительности и точности обработки и деталей, типа шаров из самоцветных камней, а также повышение долговечности рабочего инструмента путем обеспечения его равномерного изнашивания. Это достигается тем, что в неподвижной верхней части монтированы пластины, перемещающие заготовки от центра к периферии и из периферии к центру, а стенки, образующие барабан, расположены перпендикулярно к его вращающему дну.

Предложенное устройство для центробежной абразивной обработки позволяет повысить качество и производительность обработки заготовок из самоцветных камней, также существенно увеличить срок службы шлифовального круга за счет равномерного его изнашивания по всей рабочей поверхности.

В данной главе анализированы существующие способы галтовки, области их применения, преимущества и недостатки этих способов. По результатам проведенного анализа определены цель и задачи исследования.

Во второй главе рассматриваются процесс формообразование шаровидных изделий из самоцветных камней. Процесс формообразование шаровидных изделий выполняются в два этапа. Первое, это округление или срезание вершин кубиков и второе формообразования до шаровидной формы.

В данной главе анализированы существующие способы абразивной обработки шариков из самоцветных камней для операции округление граней и формообразования в виде шариков. Для галтовки кубиков в настоящее время широко применяется их обработка с использованием галтовочных барабанов с горизонтальной или наклонной осью вращения. При малых оборотах частота смешивания заготовок и интенсивность обработки невысокая, а при повышенных оборотах возможен случай когда под действием центробежных сил происходит прилипание заготовок к стенке барабана, и их обработка практически прекращается. Получена формула для определения оптимальной частоты вращения галтовочного барабана в зависимости от условий обработки

В данной главе также рассмотрено, планетарно-центробежная галтовка кубиков из самоцветных камней с целью выявления возможности использования процесса центробежно-планетарной обработки для сферообразования из исходных заготовок в виде кубиков. Исследовано влияние режимов обработки на интенсивность съема граней и вершин кубиков. Выявлено, что производительность процесса центробежно-планетарной галтовки в 4-6 раз выше, чем при обработке на галтовочных барабанах с горизонтальной осью вращения, и данный способ обработки можно использовать как один из этапов обработки при образовании сферических поверхностей из самоцветных камней.

На основе анализа недостатков этих методов предложено и опробовано способ центробежно- абразивной обработки самоцветных камней на станке с направляющими пластинами. В предложенной конструкции, с целью повышение производительности и точности обработки и деталей, типа шаров, повышение долговечности абразивного инструмента путем обеспечения его равномерного изнашивания вращающее дно изготовлено из абразивного материала, а стенки образующее барабана расположены перпендикулярно к его вращающего дна. Дополнительно к этому в неподвижной верхней части монтированы пластины перемещающие заготовки от центра к периферии и из периферии к центру.

Таким образом, предложенное устройство позволяет существенно повысить качество и производительность обработки заготовок из самоцветных камней, также существенно повышается срок службы шлифовального круга за счет равномерного его изнашивания по всей рабочей поверхности.

В третьей главе приведена методика проведения экспериментов, оборудования и образцы применяемые при экспериментальном исследовании.

Экспериментальные исследования процесса галтовки проводились на следующих оборудовании: станок для центробежной планетарной галтовки; станок для центробежной абразивной галтовки с вращающимся дном; станок для центробежной абразивной обработки с направляющей пластиной; проектор оптического профиля 400Н (Optomech Profile Projector Model 400H); галтовочные барабаны разного объема с горизонтальной осью вращения; весы электронные; микрометры 0-25мм и 25-50мм с ценою деления 0,01мм.

Экспериментальные исследования процесса обработки проводились на галтовочном барабане, планетарно-центробежном станке, центробежном станке с вращающимся дном из абразивного материала и центробежном станке с вращающимся дном и направляющими пластинами.

При экспериментальных исследованиях использовался метод полного факторного эксперимента, планирование на двух уровнях, которое позволяет описать процесс полной моделью, включающий также взаимодействия факторов. В эксперименте использовались значения факторов, соответствующие верхней и нижней границе интервала варьирования.

В четвертой главе рассматриваются вопросы экспериментального исследования процесса галтовки. Эксперименты показали, что интенсивность съема материала зависит от технологических факторов и режимов обработки.

Учитывая многофакторность и сложность процесса влияния количества абразива на производительность обработки, для определения влияния количества абразива, провели экспериментальное исследование процесса барабанной галтовки.

Из графиков следует, что производительность, в первую очередь, зависит от количества абразива, подаваемого в зону обработки. Снижение производительности процесса обработки при увеличении количества абразива объясняется снижением удельного давления на единицу абразива и перехода от микрорезания к пластическому и упругому деформированию поверхности.

В четвертой главе рассматриваются вопросы влияние основных факторов на производительность процесса и формообразование шариков при центробежной абразивной обработки из самоцветных камней на станке с направляющими пластинами. В том числе исследованы: влияние продолжительности обработки на величину съема; влияние линейной скорости инструмента на производительность обработки; влияние зернистости абразива на производительность обработки; влияние угла наклона направляющей пластины на износ инструмента и производительность обработки; влияние угла наклона направляющей пластины на равномерность изнашивания инструмента при обработке. Также исследование влияния продолжительности обработки, линейной скорости инструмента, зернистости абразива, угла наклона направляющей пластины на процесс формообразование шариков из самоцветных камней.

В выводах приведены основные результаты проведенных исследований, которые полностью отражают цель работы.

Научная новизна

В работе представлен ряд новых и важных научных результатов, основными из которых являются следующие:

- разработана конструкция станка с направляющими пластинами, защищенная патентом на изобретение (патент № TJ 1199);
- исследованы взаимосвязи движения шариков от линейной скорости инструмента и угла наклона направляющих пластин;
- исследованы условия обеспечения равномерного изнашивания инструмента при обработке;
- получены аналитические зависимости для расчета производительности, точности формы шариков из самоцветных камней от режимов обработки;
- исследованы зависимости шероховатости обрабатываемых поверхностей изделий от технологических факторов процесса и получены математические модели процесса обработки.

Практическая значимость заключается в:

- разработке новой конструкции станка, обеспечивающей более высокую производительность и точность обработки;
- разработке технологического процесса осуществления обработки с использованием разработанного оборудования;
- определении области эффективного применения разработанного станка;
- проектировании, изготовлении и испытании станка новой конструкции, обеспечивающей более высокую производительность и точность обработки.

Степень достоверности полученных результатов высока, что обусловлено использованием современной приборной базы и экспериментального оборудования, корректностью постановки задач, большим объемом экспериментальных данных и их обработкой с использованием математического аппарата теории вероятности, математической статистики. Полученные результаты в экспериментальной части работы хорошо согласуются с уже известными литературными данными.

Традиционно используемые при формообразовании кубических заготовок методы галтовки в барабанах с горизонтальной осью, не обеспечивают стабильность получения требуемых форм и качества поверхности. Используемые в данной работе методы центробежной обработки по производительности превосходят методы барабанной галтовки. Они согласуются с результатами других авторов, полученных в частных случаях.

По работе были сделаны следующие замечания:

1. Масса загрузки влияет на параметры процесса обработки, поэтому желательно было бы провести экспериментальное исследование процесса обработки на станке с направляющими пластинами также с учетом переменных масс.
2. При анализе перемещение заготовок в по поверхности инструмента в радиальном направлении можно было также исследовать скорость перемещения от значение угла наклона направляющей пластины.
3. Зависимость производительности от заполнения объема контейнера подробно исследовано для процесса барабанной галтовки, желательно было бы эту зависимость исследовать и для других методах обработки.
4. Желательно было бы явление кавитации имеющий место при галтовке в водной среде исследовать более детально.
5. Из работы не ясно зависит ли производительность обработки от угла наклона направляющей пластины в вертикальной плоскости.

Высказанные замечания не являются определяющими и не влияют на общую положительную оценку работы. Представленная диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне. Автореферат диссертации полностью соответствует ее содержанию и адекватно отражает выводы и положения, выносимые на защиту.

Заключение

Диссертация на тему: **«Процесс формообразования шариков из поделочных камней на центробежных станках с вращающимся дном»** представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук, представленной Имомзод Н. Б., содержит новые научно-теоретические и практические результаты и положения выдвигаемое для публичной защиты и свидетельствует о личном вкладе автора в науку машиностроение.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 24 работах, 5 из них опубликованы в рецензируемых научных журналах, и получены 2 патента на изобретение.

В диссертационной работе Имомзода Н. Б. цитирование, оформленные корректность, ссылки на авторов и соавторов оформлены в соответствии с критериями установленными ВАК Республики Таджикистан.

Диссертация Имомзода Назарали Баротали «на тему: «Процесс формообразования шариков из поделочных камней на центробежных станках с вращающимся дном», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.15- Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (05.02.07- Технология и оборудование механической и физико-технической обработки), является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержатся решение задач в области **машиностроительной, приборостроительной и ювелирной промышленности**. и соответствует «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.15- Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (05.02.07- Технология и оборудование механической и физико-технической обработки)

Считаю, что автор диссертационной работы Имомзода Назарали Баротали заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07-Технология оборудование механической и физико-технической обработки.

Официальный оппонент:

профессор кафедры высшей математики
и естественных наук Таджикского
государственного университет коммерции
доктор технических наук, профессор



Назарзода Х.Х

Адрес: 734061,Республик Таджикистан,
город Душанбе,район Фирдоуси,
улица Борбад,дом 48/11,кв.2
Тел: (+992) 777 07-65-00
E-mail: Nazarov-h2013

Подпись профессор Назарзода Х.Х .подтверждаю :
Начальник отдела кадров и специальных работ
ТГУК

Адрес : 734061,Республик Таджикистан,
город Душанбе,район Фирдоуси,
улица Дехоти 1/2

E-mail:

05.01.2026



Пирзод С.С.

ОТЗЫВ

**на диссертацию Имомзода Назарали Баротали
«Процесс формообразования шариков из поделочных камней
станках с вращающимся дном» по специальности 2.3.15 – Технология
и оборудование механической и физико – технической обработки
(05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико –
технической обработки)**

Соответствие диссертации сертификату по научной специальности.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.3.15 – Технология и оборудование механической и физико – технической обработки (05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико – технической обработки) соответствующие пункты :

1. Процессы физико-химической обработки материалов, включая комбинированную и высокоэнергетическую обработку материалов с наложением различных энергетических воздействий;
3. Механизмы взаимодействия инструмента, технологической среды с материалом заготовки, формирования напряженного состояния, структурно-фазовых превращений в изделии и инструменте, как при механической обработке, так и при воздействии направленных потоков энергии различной природы;
5. Математическое и физическое моделирование, оптимизация и диагностика процессов, оборудования и инструментов для физико-химической обработки в целях повышения технико-экономических показателей средств.

Связь исследования с программами и научными (проектами) темами.

Исследование и научные работы представленные в диссертации, непосредственно связаны с научным направлением кафедры технологии машиностроения, металлорежущие станки и инструменты ТТУ имени академика М.С. Осими, Национальной стратегии развития РТ на период до 2030 года (№636, от 01.12.2016 г.), Закон РТ о драгоценных металлах и драгоценных камнях (№215, от 06.05.2006 г.) и Программе развития машиностроительной промышленности РТ на 2020-2025 годы (№527, от 29.09.2020 г.).

Актуальность работы. Таджикистан богат уникальными месторождениями драгоценных, полудрагоценных и поделочных камней. Однако эти богатейшие ресурсы используются недостаточно. Производство ювелирных изделий из самоцветных камней связано с большими трудозатратами и малой производительностью. В ювелирном производстве большинство операций, связанных с обработкой самоцветных камней, выполняется вручную и имеет малую производительность. Поэтому совершенствование техники и технологии производства в этом направлении может существенно повысить эффективность операций, связанных с обработкой самоцветных камней.

Шаровидные изделия составляют основу большинства ювелирных изделий из самоцветных камней. Традиционно используемые при формообразовании кубических заготовок методы галтовки в барабанах с горизонтальной осью вращения недостаточно производительны, также не обеспечивают стабильность получения требуемых форм и качества поверхности. Методы центробежной обработки по производительности превосходят методы барабанной галтовки.

Силы, действующие при центробежной абразивной обработке, в разы больше, чем при галтовке в барабанах. Поэтому в зависимости от характера действия этих сил возможны появление дефектов и поломка камней. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования по разработке новых способов центробежной абразивной обработки, обеспечивающие наиболее высокую производительность и качественную обработку изделий из самоцветных камней.

Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна данной работы заключается в следующем: разработана конструкция станка с направляющими пластинами, защищенная патентом на изобретение (патент № TJ 1199); исследованы взаимосвязи движения шариков от линейной скорости инструмента и угла наклона направляющих пластин; исследованы условия обеспечения равномерного изнашивания инструмента при обработке; получены аналитические зависимости для расчета производительности, точности формы шариков из самоцветных камней от режимов обработки; исследованы зависимости шероховатости обрабатываемых поверхностей изделий от технологических факторов процесса и получены математические модели процесса обработки.

Практическая значимость: проектировано, изготовлено и испытано станок новой конструкции, обеспечивающей более высокую производительность и точность обработки; разработан технологический процесс осуществления обработки с использованием разработанного оборудования; определены области эффективного применения разработанного оборудования.

Достоверность результатов и апробация

Степень достоверности полученных результатов высока. Это обусловлено использованием современной приборной базы, корректностью постановки задач и большим объемом экспериментальных данных, обработанных с использованием математического анализа и статистики.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 24 научных работах, включая 5 статей в рецензируемых ВАК научных журналах и 2 патента на изобретение.

Структура и содержание работы

Содержание диссертации изложено на 154 страницах компьютерного набора, включая 4 таблиц, 60 рисунков, 6 приложений, библиографический список из 127 наименований.

В первой главе приведены сведения об обрабатываемых материалах, абразивы и абразивные инструменты, свойства камней, используемых в ювелирной промышленности, виды абразивной обработки дан обзор физической сущности процессов галтования и анализ кинематики и динамики

существующих способов обработки. На основе анализа определены цель и задачи исследования.

Во второй главе исследована кинематика и динамика различных способов галтовки (барабанная, центробежная, вибрационная, планетарно-центробежная). На основе анализа недостатков этих методов предложено и опробовано способ центробежно- абразивной обработки самоцветных камней на станке с направляющими пластинами. В предложенной конструкции, с целью повышение производительности и точности обработки и деталей, типа шаров, повышение долговечности абразивного инструмента путем обеспечения его равномерного изнашивания вращающее дно изготовлено из абразивного материала, а стенки образующее барабана расположены перпендикулярно к его вращающего дна. Дополнительно к этому в неподвижной верхней части монтированы пластины перемещающие заготовки от центра к периферии и из периферии к центру.

Без направляющих пластин траектория движения шариков определяется внутренней поверхностью барабана. В данном случае внутренняя поверхность барабана составляет окружность. Заготовки, перемещаясь по окружности, соприкасаются с ограниченной участки абразивного круга. В этом случае абразивный круг изнашивается неравномерно. Эксперименты показали, что когда количество обрабатываемых заготовок много и полностью перекрывается поверхность абразивного круга, его износ, почти линейно с возрастанием от центра к периферии. Когда заготовки при обработке прикрывают, част поверхности износ инструмента неравномерный с образованием лунки износа на некотором расстоянии от периферии.

Чтобы равномерно изнашивался абразивный круг, необходимо, что работа сила трение в всех точках соприкосновения с заготовками было одинаково. Одинаковость работы силы трения обеспечивается направляющими.

Предложенное устройство позволяет существенно повысить качество и производительность обработки заготовок из самоцветных камней, также существенно повышается срок службы шлифовального круга за счет равномерного его изнашивания по всей рабочей поверхности.

В третьей главе приведена методика проведения экспериментов, оборудования и образцы применяемые при экспериментальном исследовании. Экспериментальные исследования процесса галтовки проводились на следующих оборудовании: станок для центробежной планетарной галтовки, станок для центробежной абразивной галтовки с вращающимся дном, станок для центробежной абразивной обработки с направляющей пластиной, проектор оптического профиля 400Н (Optomech Profile Projector Model 400H), галтовочные барабаны разного объема с горизонтальной осью вращения, весы электронные; микрометры 0-25мм и 25-50мм с ценою деления 0,01мм.

Для уменьшения числа опытов и установления зависимости исследуемого параметра от факторов при их различных сочетаниях проведения экспериментов, осуществлялось в соответствии с методикой рационального планирования экспериментов.

В четвёртой главе представлены результаты экспериментальных исследований. Исследованы влияние продолжительности обработки на величину съема; влияние линейной скорости инструмента на производительность обработки; влияние зернистости абразива на производительность обработки; влияние угла наклона направляющей пластины на износ инструмента и производительность обработки; влияние угла наклона направляющей пластины на равномерность изнашивания инструмента при обработке. Также исследование влияния продолжительности обработки, линейной скорости инструмента, зернистости абразива, угла наклона направляющей пластины на процесс формообразование шариков из самоцветных камней.

Исследовано также шероховатость поверхности образцов при обработке на центробежном станке с направляющими пластинами. Выявлено, что на шероховатость поверхности наибольшее влияние оказывают зернистость абразивного инструмента и длительность обработки.

Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна данной работы заключается в следующем: разработана конструкция станка с направляющими пластинами, защищенная патентом на изобретение (патент № ТЈ 1199); исследованы взаимосвязи движения шариков от линейной скорости инструмента и угла наклона направляющих пластин; исследованы условия обеспечения равномерного изнашивания инструмента при обработке; получены аналитические зависимости для расчета производительности, точности формы шариков из самоцветных камней от режимов обработки; исследованы зависимости шероховатости обрабатываемых поверхностей изделий от технологических факторов процесса и получены математические модели процесса обработки.

Практическая значимость: проектировано, изготовлено и испытано станок новой конструкции, обеспечивающей более высокую производительность и точность обработки; разработан технологический процесса осуществления обработки с использованием разработанного оборудования; определены области эффективного применения разработанного оборудования.

Достоверность результатов и апробация

Степень достоверности полученных результатов высока. Это обусловлено использованием современной приборной базы, корректностью постановки задач и большим объёмом экспериментальных данных, обработанных с использованием математического анализа и статистики.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 24 научных работах, включая 5 статей в рецензируемых ВАК научных журналах и 2 патента на изобретение.

Замечания по работе

1. Недостаточно исследовано условия трехосного вращения шарика при обработке на центробежном станке с направляющими пластинами.

