

О Т З Ы В

официального оппонента, *д.т.н., профессора Мнацаканян Виктории Умедовны* на диссертацию *Нгуен Ван Дао* на тему: «Технологическое обеспечение качества эксплуатационных поверхностей деталей типа «тел вращения» из сталей аустенитного класса на основе локального криогенного воздействия», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения

1. Актуальность темы диссертации

Диссертация соискателя посвящена актуальной научно-технической проблеме – технологическому повышению качества обработки деталей типа «тел вращения» из коррозионностойких и жаропрочных материалов аустенитного класса. Известно, что аустенитные стали относятся к труднообрабатываемым материалам вследствие высокой пластичности, вязкости, интенсивного тепловыделения в зоне резания, склонности к наклёпу, образованию сливной стружки и наростообразованию. Существующие способы их обработки с дроблением стружки характеризуются повышенными силовыми и тепловыми нагрузками на режущий инструмент, а также высокой вероятностью возникновения автоколебаний технологической системы, что приводит к ухудшению шероховатости обрабатываемой поверхности, ускоренному износу режущего инструмента и снижению общей производительности процесса.

Применение способа механической обработки с использованием локального криогенного воздействия является перспективным направлением обработки стали данного класса, способствующим устойчивому сегментированию и дроблению сливной стружки, уменьшению наростообразования, что в результате позволяет снизить шероховатость обработанных поверхностей и обеспечить динамическую устойчивость станка. В связи с широким использованием аустенитных сталей в химическом, нефтегазовом, атомном машиностроении и медицине разработка научно обоснованных технологических решений по обеспечению качества изделий из них является своевременной и востребованной.

Таким образом, диссертация посвящена решению актуальной задачи на основе проведенных автором теоретических и экспериментальных исследований, позволивших научно обосновать эффективность разработанного способа.

2. Научная новизна диссертации

1. Установлены закономерности влияния технологических параметров процесса механической обработки с использованием локального криогенного воздействия на шероховатость обработанной поверхности из коррозионностойких и жаропрочных материалов аустенитного класса.

2. Разработана математическая модель технологической системы механической обработки, учитывающая локальное криогенное воздействие, позволяющая оценить динамическую

устойчивость системы при различных технологических параметрах и подтверждающая повышение динамической стабильности изготовления изделий из коррозионностойких и жаропрочных материалов аустенитного класса.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений подтверждаются результатами теоретических и экспериментальных исследований. Соискателем выполнен аналитический обзор научной литературы, посвящённой особенностям процесса механической обработки труднообрабатываемых материалов, в том числе коррозионностойких и жаропрочных материалов аустенитного класса, а также патентный научный поиск технических решений, позволяющих разработать способ механической обработки с дроблением стружки. По результатам патентного поиска предложено и разработано техническое решение, заключающееся в применении способа механической обработки, включающего схему нанесения локального криогенного воздействия и схему процесса механической обработки заготовки с метастабильной структурой; получен патент на изобретение.

Автором проведены комплексные экспериментальные исследования, в которых рассмотрено влияние криогенного воздействия и последующего пластического деформирования на структуру и свойства аустенитных сталей. Проведена статистическая обработка результатов экспериментов, которая позволила автору разработать математические модели, описывающие изменение шероховатости при различных значениях технологических параметров процесса механической обработки деталей типа «тел вращения» на основе локального криогенного воздействия. Автором проведены экспериментальные исследования влияния разработанного способа обработки на изменение динамической устойчивости технологической системы и граничных условий перехода к автоколебательному процессу. При проведении исследований использовались современное станочное оборудование и инструменты, поверенные средства измерения, сертифицированные приборы.

4. Научные результаты, их ценность

Научные результаты диссертации Нгуен В.Д. выражены в следующих положениях, выносимых на защиту:

1. Разработанный способ механической обработки деталей типа «тел вращения» из сталей аустенитного класса на основе локального криогенного воздействия, включающий в себя схему предварительного локального криогенного воздействия на обрабатываемую поверхность и схему обработки, обеспечивает устойчивое сегментирование и дробление сливной стружки на равные отрезки длиной 150...200 мм, а также позволяет снизить наростообразование во время резания, что приводит к уменьшению шероховатости поверхности в диапазоне $R_a = 1,3...1,4$ мкм.

2. Математическая модель технологической системы механической обработки, учитывающая комбинированное влияние совокупности технологических параметров механической обработки деталей типа «тел вращения» из сталей аустенитного класса на основе локального криогенного воздействия, позволяет адекватно оценить динамическую устойчивость системы при различных технологических параметрах и подтверждает повышение динамической стабильности изготовления изделий из сталей аустенитного класса с заданными параметрами шероховатости $R_a = 1,3...1,4$ мкм.

3. Установленные регрессионные математические зависимости, учитывающие комбинированное влияние совокупности технологических параметров с локальным криогенным воздействием, позволяют адекватно оценить эффективность варьируемых параметров технологической системы и получить прогнозируемые значения шероховатости поверхности в процессе обработки.

Ценность научных результатов обусловлена острой производственной необходимостью в разработке и внедрении новых современных методов обработки коррозионностойких и жаропрочных материалов аустенитного класса, поскольку они являются труднообрабатываемыми материалами. Разработанное соискателем обоснованное научно-техническое решение может быть предложено для внедрения, а методики проведенных экспериментальных исследований могут быть использованы авторами других работ по схожей тематике в качестве примера. Таким образом, исследования расширяют имеющуюся базу знаний в области обработки нержавеющей сталей, а также способствуют проведению новых научных исследований в области технологического обеспечения и повышения качества эксплуатационных поверхностей деталей типа «тел вращения» из сталей аустенитного класса на основе локального криогенного воздействия.

Основные научные результаты диссертационного исследования отражены в 9 печатных работах, в том числе в 2 статьях в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий (Перечень ВАК), в 3 статьях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получен 1 патент на изобретение.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Соискателем проведена серия экспериментальных исследований, по результатам которых разработан способ механической обработки стальной заготовки аустенитного класса с дроблением стружки (патент на изобретение RU 2804202 C1), включающий схему локального криогенного воздействия и схему процесса механической обработки резанием заготовки с метастабильной структурой.

Статистически обработанные результаты экспериментальных исследований позволили разработать математические модели, позволяющие определить значения шероховатости поверхности в зависимости от технологических параметров локального криогенного воздействия. Установлено, что применение способа механической обработки с использованием локального

криогенного воздействия позволяет повысить эффективность технологического процесса, гарантированно достичь требуемой шероховатости поверхности ($Ra = 1,3 \dots 1,4$ мкм) и значительно снизить трудоёмкость обработки.

Соискателем определены рекомендуемые режимы механической обработки заготовок точением с применением локального криогенного воздействия, позволяющие наряду со снижением параметра шероховатости в 2 раза, повысить точность формы получаемых изделий по параметру отклонения от цилиндричности на 26% по сравнению с обработкой без него.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Основные результаты диссертации Нгуен В.Д. могут быть внедрены в производственные процессы предприятий машиностроительного и нефтегазового профиля, изготавливающих детали из аустенитных сталей (валы, оси, гильзы, шпиндели и др.). Разработанные рекомендации по назначению технологических параметров обработки с локальным криогенным воздействием могут быть использованы технологами при составлении операционных карт.

Диссертация открывает перспективы дальнейших исследований в области применения криогенных технологий при обработке других труднообрабатываемых материалов.

7. Замечания и вопросы по работе

1. Экспериментальная часть работы выполнена для одной марки аустенитной стали. Отсутствуют данные о влиянии изменения химического состава (содержания Cr, Ni, Mo, Ti, N) на эффективность криогенного воздействия. Неясно, сохраняются ли установленные закономерности для высоколегированных аустенитных сталей, а также для аустенитно-ферритных сталей, обладающих иной структурой и механическими свойствами

2. В работе не рассмотрен вопрос влияния локального криогенного воздействия на стойкость режущего инструмента.

3. Шероховатость поверхности характеризовалась лишь одним параметром — средней арифметической высотой неровностей Ra . При этом для более детального анализа микрогеометрического состояния поверхности необходимо также учитывать дополнительные высотные параметры: Rz (наибольшую высоту неровностей), Rp (наибольшую высоту выступа) и Rq (среднеквадратичное отклонение профиля), а также материальный коэффициент профиля Rmr .

4. Автору при защите следует пояснить, с чем связано ухудшение шероховатости обрабатываемой поверхности (рис. 4.4, а) при увеличении времени воздействия криогенного состава?

5. Возникает вопрос о возможности применения разработанного способа на станках с ЧПУ без существенной модернизации системы подачи криоагента?

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости результатов диссертации и носят рекомендательный характер.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Технологическое обеспечение качества эксплуатационных поверхностей деталей типа «тел вращения» из сталей аустенитного класса на основе локального криогенного воздействия», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Нгуен Ван Дао, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения.

Официальный оппонент
Профессор кафедры горного оборудования,
транспорта и машиностроения
д.т.н., профессор

Мнацакян Виктория Умедовна

01.06.2026 г.

М.П.

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Почтовый адрес: 119049, г. Москва, Ленинский проспект, д.4, стр. 1
Официальный сайт в сети Интернет: <https://misis.ru/>.
эл. почта: mnatsakanyan.vu@misis.ru телефон: +7 (499) 230-94-40

ПОДПИСЬ *Мнацакян ВУ* ЗАВЕРЯЮ
Проректор по безопасности
и общим вопросам
НИТУ МИСИС *Исаев*

