

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.435.02,**

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук

аттестационное дело №  
решение диссертационного совета от 28.12.2023 г. № 6

О присуждении Костину Николаю Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Научно-технологические основы интенсивного азотонауглероживания из активных сред сталей штампового инструмента» по специальности 2.6.1. Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i spлавов принята к защите 28 сентября 2023 года (протокол заседания №2) диссертационным советом 24.2.435.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94) приказом № 49/нк от 30 января 2019 года.

Соискатель Костин Николай Анатольевич, 17 сентября 1964 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Динамика процесса экструзии при брикетировании стружки алюминиевых сплавов» защитил в 1998 г. в диссертационном совете Д 064.50.01, созданном на базе Курского политехнического института. В 2006 г. Костину Н.А. присвоено ученое звание доцента по кафедре теоретической механики и мехатроники. В 2022 г. Костин Н.А. прошел профессиональную переподготовку на базе ЮЗГУ по программе «Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i spлавов». Тема докторской диссертации по специальности 2.6.1. Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i spлавов (технические науки), утверждена решением Ученого совета Юго-Западного государственного университета №2 от 26 сентября 2022 года.

Работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Юго-Западный государственный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, в должности старшего научного сотрудника кафедры технологии материалов и транспорта.

Диссертационная работа выполнена на кафедре технологии материалов и транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

## **Официальные оппоненты:**

1. Белашова Ирина Станиславовна, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», профессор кафедры технологии конструкционных материалов, г. Москва;

2. Дьяков Илья Геннадьевич, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет», профессор кафедры общей и теоретической физики, г. Кострома;

3. Степанов Макар Степанович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», профессор кафедры управления качеством, г. Ростов-на-Дону **дали положительные отзывы о диссертации.**

**Ведущая организация** - федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет», г. Брянск., **в своем положительном отзыве**, утвержденном проректором по перспективному развитию Киричком Андреем Викторовичем, доктором технических наук, профессором и подписанном заведующим кафедры «Машиностроение и материаловедение» Петраковым Олегом Викторовичем и Макаренко Константином Васильевичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Машиностроение и материаловедение», указала, что диссертационная работа Костина Николая Анатольевича на тему «Научно-технологические основы интенсивного азотонауглероживания из активных сред сталей штампового инструмента» является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-практическая задача-повышение стойкости штамповых инструментов для повышения эффективности штамповочного производства. По научному уровню полученных результатов, содержанию представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9...11, 13, 14 «Положение о порядке присуждения учёных степеней» Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 26.10.2023 г.), а ее автор, Костин Николай Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Соискатель имеет 80 опубликованных научных работ, в том числе по теме диссертации 30 научных работ, общим объемом 25 печатных листов, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 16 (общий объем 5,25 печатных листа, авторский вклад 82,14%), 1 монография, 9 патентов на изобретения РФ, 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science. Соискателем опубликовано более 20 работ в материалах международных и всероссийских конференций. Авторский вклад по публикациям составляет 6,25 печатных листов.

### Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Костин, Н.А. Технологические аспекты повышения стойкости штампового инструмента: монография / Н.А. Костин. – Курск: Университетская книга, 2018. – 286 с.
2. Костин, Н.А. Использование цементированной стали 30ХГТ в качестве материала штампов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2015. – № 3. – С. 25–29.
3. Костин, Н.А. Азотонауглероживание штамповой стали 5ХНМ в универсальной высокоактивной среде / Н.А. Костин // Машиностроение и инженерное образование. – 2015. – № 4. – С. 42–47.
4. Костин, Н.А. Повышение эксплуатационных свойств штамповой стали 5Х2ГФ путём создания карбонитридных слоёв химико-термической обработкой / Н.А. Костин // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2016. – №8. – С. 19–22.
5. Костин, Н.А. Разработка эффективного способа повышения износостойкости сталей для молотовых штампов путем цементации в пастообразном карбюризаторе / Н.А. Костин // Вопросы материаловедения. – 2018. – № 3. – С. 14–21.
6. Костин, Н.А. Цианирование стали 6Х4М2ФС в твердой среде для повышения стойкости тяжело нагруженных штампов / Н.А. Костин // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2020. – №5. – С 35–40.
7. Костин, Н.А. Особенности закалки штамповых сталей 5ХГС и 5Х3ГС, науглероженных до заэвтектоидных концентраций / Н.А. Костин // Черные металлы. – 2020. – № 5. – С. 31–36.
8. Костин, Н.А. Наплавка штамповых инструментов с последующей нитроцементацией для их эффективной реставрации / Н.А. Костин // Черные металлы. – 2022. – № 2. – С. 56–61.
9. Костин, Н.А. Поверхностное модифицирование экономно легированной стали 9ХС в азотисто-углеродной среде для повышения износостойкости / Н.А. Костин, В.И. Колмыков, Н.Н. Костин // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и Технологии. – 2022. – № 3. – С. 57–71.
10. Kostin, N.A. Raising the operating properties of die steel 5KH2GF by creating carbonitride layers by thermochemical treatment / N.A. Kostin // Metal Science And Heat Treatment. – 2016. – Vol. 58, No 7-8. – P. 466–469.
11. Kostin, N.A. Pack Cyaniding of Steel 6Kh4M2FS in Order to Increase Heavily-Loaded Die Durability / N.A. Kostin // Metal Science and Heat Treatment. – 2020. – Vol. 62. – Nos. 5-6. – P. 331-335.
12. Kostin, N.A. Features of hardening of 5XGC and 5X3GC die steels carburized to hypereutectoid concentrations / N.A. Kostin // Chernye Metally. – 2020. – No 5. – P. 31-36.

## Патенты на изобретения РФ

1. Костин Н.А., Колмыков В.И. и др. Способ нитроцементации деталей из конструкционных и инструментальных сталей // Патент на изобретение РФ № 2501884 С1, МПК С23С 8/76 от 20.12.2013.
2. Костин Н.А., Колмыков В.И., Костин Н.Н. и др. Способ нитроцементации деталей из конструкционных и инструментальных сталей//Патент на изобретение РФ №2600612 С1, МПК С23С 8/76 от 27.10.2016.
3. Костин Н.А., Колмыков В.И., Костин Н.Н., и др. Способ нитроцементации деталей из конструкционных и инструментальных сталей// Патент на изобретение РФ №2592339 С1, МПК С23С 8/76 от 20.07.2016.
4. Костин Н.А., Колмыков В.И., Костин Н.Н. Способ нитроцементации деталей из конструкционных и инструментальных сталей//Патент на изобретение РФ №2586178 С1, МПК С23С 8/76 от 10.06.2016.
5. Костин Н.А., Дедов А.Е., Костин Н.Н. Способ цементации деталей из конструкционных и инструментальных сталей в цементуемой пасте// Патент на изобретение РФ № 2704044 С1, МПК С23 С 8/66 от 23.10.2019.
6. Костин Н.А., Колмыков В.И., Костин Н.Н. и др. Способ упрочнения деталей из инструментальных и конструкционных сталей в цементуемой среде// Патент на изобретение РФ № 2757021 С1, МПК С23 С 8/66 от 08.10.2021. Бюл. № 28.
7. Костин Н.А., Колмыков В.И., Костин Н.Н. Способ цементации деталей из конструкционных и инструментальных сталей// МПК С23С 8/66 RU 2728333 С1 опубл. 29.07.2020. Бюл. № 22.
8. Костин Н.А., Костин Н.Н. и др. Состав ванны для азотирования деталей из конструкционных и инструментальных сталей// Патент на изобретение РФ № 2714271 С1, МПК С23 С 8/50 от 13.02.2020.
9. Костин Н.А., Колмыков В.И. и др. Состав ванны для цианирования металлов и сплавов в жидких средах // Патент на изобретение РФ № 2533577 С1, МПК С23С 8/54 от 20.11.2014.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Автореферат и публикации соискателя полностью отражают основные результаты работы.

**На диссертацию и автореферат поступило 12 положительных отзывов:**

1. **Сизов Александр Семенович**, заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Научно-исследовательского центра (г. Курск) ФГУП «18 ЦНИИ» МО РФ, научная специальность 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации».

Замечание: в автореферате нет сравнительного анализа предлагаемого метода упрочнения штамповых сталей нитроцементацией с другими методами, которых к настоящему времени насчитывается достаточно большое количество.

2. **Терентьев Александр Олегович**, чл.-корр. РАН, доктор химических наук, заведующий лабораторией исследований №13 ИОХ РАН Федерального государственного бюджетного учреждения науки, Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук (ИОХ РАН), научная специальность 02.03.00 Органическая химия.

Замечаний нет.

3. **Башкирев Анатолий Петрович**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Курский государственный аграрный университет им. И. И. Иванова, научная специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».

Замечания:

– из автореферата неясно, проводилось ли исследование нитроцементации штамповых сталей на такую важную характеристику как усталостная прочность;  
– неясно, проводилась ли закалка сталей после высокотемпературной нитроцементации с повторного нагрева, либо непосредственно с нитроцементационного нагрева.

4. **Булычев Всеволод Валериевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой колесных машин и прикладной механики Калужского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», научная специальность 05.02.10 - Сварка, родственные процессы и технологии.

Замечания:

– при представлении содержания второй главы отмечено, что «Для исследования были выбраны стали с различными системами легирования и с различным содержанием собственного углерода (доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные), применяемые для изготовления штамповых инструментов различного назначения». Представляется, что было бы целесообразным привести конкретные марки сталей, выбранные автором для исследований, что позволило бы более обоснованно оценить поставленные в работе задачи исследований и их объем.

– из изложения содержания третьей главы диссертации, посвященной разработке и исследованию нитроцементующей среды, остается не ясным, обладает ли предложенная комбинированная среда наибольшей активностью по сравнению с известными газовыми, твердыми и жидкими средами и является ли она оптимальной для обработки всех штамповых сталей.

– пятой главе рассматриваются результаты экспериментов, проведенных, как отмечает автор, с использованием математического планирования, однако в тексте автореферата отсутствуют результаты статистической обработки проведенных экспериментов, что затрудняет оценку и обобщение полученных результатов.

5. **Голубев Иван Григорьевич**, доктор технических наук, заведующий отделом научно-информационного развития АПК ФГБНУ «Росинформагро»  
Научная специальность: 05.20.03 «Технологии и средства технического

обслуживания в сельском хозяйстве».

Замечания:

- в заключении (вывод 5) следовало бы указать конкретные машиностроительные предприятия, на которых внедрены технологии поверхностного упрочнения штамповых инструментов.
- в заключении (вывод 4) привести объёмы работ по упрочнению штампов для которых рассчитан экономический эффект (рублей в год)
- считаю, что перспективой дальнейшего использования полученных результатов является рекомендация по применению поверхностного упрочнения деталей почвообрабатывающих машин в сельском хозяйстве, работающих в условиях абразивного изнашивания.

**6. Дуюн Татьяна Александровна**, доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии машиностроения, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. Шухова В.Г.», научная специальность: 05.02.08 «Технология машиностроения».

Замечания:

- в автореферате не приведены фотографии исходных микроструктур упрочняемых сталей, что затрудняет анализ их изменения в процессе нитроцементации;
- в автореферате не приведены сведения об усталостных свойствах нитроцементованных штамповых сталей.

**7. Дорохин Сергей Владимирович**, доктор технических наук, декан автомобильного факультета, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», научная специальность: 05.21.01 Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства

Замечания:

- из текста автореферата не ясно, почему автор относит шарикоподшипниковую сталь ШХ15 к штамповой стали?
- из текста автореферата не ясно, в чем разница процессов нитроцементации и азотонауглероживания?
- из текста автореферата не ясно, какова экономическая эффективность предложенных автором новых технологических решений?

**8. Фроленкова Лариса Юрьевна**, доктор технических наук, доцент по кафедре «Физика», заведующий кафедрой машиностроения ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», научная специальность: 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела.

Замечания:

- из автореферата не видны суть теоретических исследований и математический метод оценки погрешности экспериментальных данных;
- в автореферате нарушена нумерация формул, формулы начинаются с номера 12, отсутствует таблица 3;
- в работе недостаточно подробно проведено сравнение предлагаемого метода упрочнения штампов нитроцементации с другими методами упрочнения штамповых инструментов, которых к настоящему времени разработано большое

количество. Это затрудняет достаточно обоснованную оценку эффективности предлагаемого метода;

– в работе мало внимания уделено вопросам повышения коррозионной стойкости сталей для рабочих элементов штампов, хотя известно, что при работе штамповых инструментов, как показывают многие исследователи, имеют место окислительные процессы.

9. **Ростовцев Роман Николаевич**, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Физика», ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», научная специальность: 1.3.8 Физика конденсированного состояния

Замечания:

– не полностью представлен этап пробоподготовки образцов для металлографических исследований. Не ясно, чем травили шлифы, как шлифовали и полировали.

10. **Колмыков Денис Валерьевич**, кандидат технических наук, директор по производству ООО "Курский завод "Светодиод", научная специальность: 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта».

Без замечаний.

11. **Чернышев Юрий Викторович**, кандидат технических наук, инженер по сварочному оборудованию АО «Курский завод КПД им. А.Ф. Дериглазова», научная специальность 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Замечания:

– на стр. 25 автореферата приведены рентгеновские дифрактограммы диффузионного слоя на штамповой стали 5ХНМ (рис. 15), однако непонятно к какой температуре они относятся.

– автореферате мало внимания уделено перспективам использования результатов исследования не только в инструментальном производстве, но и в других отраслях, например, для поверхностного упрочнения конструкционных сталей.

12. **Гречушников Евгений Александрович**, кандидат химических наук, главный инженер ООО «Курский аккумуляторный завод», научная специальность 02.00.04 «Физическая химия».

Замечания:

– в работе сообщается о значительном повышении износостойкости штамповых сталей, получаемой в результате их нитроцементации, однако неясно, в каких условиях проводилось испытание на износостойкость. Этот вопрос следовало бы представить более подробно.

**На все поступившие замечания соискателем даны исчерпывающие ответы.**

#### **Выбор официальных оппонентов и ведущей организации**

обосновывается компетентностью в данной отрасли науки ученых, обладающих научными достижениями и глубокими профессиональными знаниями по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и

сплавов, которой соответствует диссертация, владеющих методами исследования, используемых автором, способных дать объективное заключение, проявить высокую научную принципиальность и требовательность, что подтверждается значительным количеством их публикаций. Ведущая организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет» является одним из ведущих технических университетов, обладающих современной материально-технической базой для проведения исследований в области металловедения, базе которого действует диссертационный совет 24.2.277.01, 24.2.277.02 по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», 2.5.6 «Технология машиностроения». Официальные оппоненты не имеют совместных проектов и совместных публикаций с соискателем. Ведущая организация не имеет договорных отношений с соискателем.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны** новые, научно обоснованные технические и технологические решения, связанные важной народнохозяйственной проблемой – повышением стойкости штамповых инструментов, которые состоят в интенсивном азотонауглероживании штамповых сталей из активных сред и создании на поверхности модифицированных слоев с повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, что вносит заметный вклад в развитии химико-термической обработки легированных сталей и в металловедение в целом;

**предложены** и исследованы нитроцементующие пастообразные среды на основе недорогих и нетоксичных компонентов, обеспечивающие ускоренное насыщение штамповых сталей как при низких, в режиме азотирования, так и при высоких, в режиме цементации, температурах большим количеством азота и углерода, с образованием в диффузионных (модифицированных) слоях высокотвердых избыточных карбонитридов;

**доказано**, что интенсивное азотонауглероживание из активных сред позволяет значительно повысить срок службы штампов различного назначения, при этом сократить длительность и стоимость упрочняющей обработки по сравнению с традиционными методами, а также избежать экологических проблем при внедрении предлагаемых методов упрочнения в производство;

**введены** новые уточненные и расширенные научные положения по формированию структуры и фазового состава диффузионных слоев на сталях с различными системами легирования при их интенсивном азотонауглероживании, показаны механизмы образования и роста карбонитридных включений и их морфология, показана роль кислорода в формировании диффузионных слоев на легированных сталях, а также установлены закономерности влияния режимов нитроцементации на глубину,



твёрдость, износостойкость и ударную вязкость штамповых сталей с модифицированными слоями на поверхности.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:** проведен теоретический анализ, касающийся закономерностей процессов, происходящих в высокоактивных нитроцементующих средах на поверхности высокохромистых легированных сталей и в диффузионных слоях. Показано, что формируемые на таких сталях диффузионные слои при низких и высоких температурах способствуют развитию представлений о химико-термической обработке сталей и вносят вклад в развитие металловедения;  
**применительно к проблематике диссертации эффективно (то есть с получением обладающих научной новизной результатов) использованы** современное оборудование и взаимодополняющие аналитические методы физического материаловедения, в том числе: растровый двухлучевой электронный микроскоп Quanta FEG 650, оптико-эмиссионный спектрометр, OBLFVeOS, микротвердомер Duramin-5 с цифровой регистрацией результатов и др.;

**изложены** закономерности образования и роста частиц карбонитридной фазы в поверхностных слоях легированных штамповых сталей при азотонауглероживании в высокоактивных средах. Отмечено, что карбонитриды выделяются из пересыщенного углеродом и азотом твёрдого раствора из-за снижения уровня свободной энергии в системе «аустенит-карбонитриды», а хром снижает термодинамическую активность углерода в аустените и способствует выделению карбонитридных частиц в диффузионных слоях при интенсивном азотонауглероживании хромистых сталей.

**раскрыт** механизм действия кислорода (продукта распада карбонатов  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и др.) на поверхностные реакции при нитроцементации легированных штамповых сталей. Установлено, что кислород способствует образованию на поверхности стали тонкой плёнки чистого железа, которая активизирует адгезию атомов углерода и азота из внешней среды и тем самым значительно ускоряет процесс азотонауглероживания из активных сред, а у высокохромистых сталей (типа X12) кислород может вызвать катастрофическое окисление поверхности при температурах выше  $950^\circ\text{C}$  за счёт образования термодинамически устойчивых окислов хрома.

**изучены** состав, структура и свойства модифицированных слоёв на штамповых сталях, их влияние на физико-механические и эксплуатационные свойства штампового инструмента;

**установлены** закономерности влияния режимов азотонауглероживания в высокоактивных средах на структуру и фазовый состав модифицированных слоёв, а также на их износостойкость и ударную вязкость. Отмечено, что азотонауглероживание при низких температурах ( $550...560^\circ\text{C}$ ) наиболее эффективно для штампов из высокохромистых сталей X12Ф1 и др., износостойкость которых повышается в 2...2,5 раза за счёт образования на поверхности тонкой

твёрдой корки  $\epsilon$ -карбонитрида, а азотонауглероживание при температурах 620...660°C обеспечивает образование более глубоких карбонитридных слоёв и значительное повышение износостойкости практически всех штамповых сталей, особенно 5Х2МФ, 5Х3ГС, 6Х4М2ФС и других сложно-легированных сталей с содержанием хрома 2...3%. Высокотемпературное азотонауглероживание (при 820...880°C) приводит к образованию на поверхности двухфазных модифицированных слоёв, насыщенных твёрдыми включениями, изоморфными цементиту (по типу металлических композитов), что повышает износостойкость инструментов из сталей 5ХНМ, 5ХГС и др. в 2...5 раз при удовлетворительной ударной вязкости;

**проведена оптимизация состава азотонауглероживающей среды для упрочнения штамповых сталей при низких и высоких температурах обработки.** Высокая скорость насыщения сталей типа 5ХГМ, Х12Ф1 и др. азотом (и в меньшей степени углеродом) при температурах 520...650°C достигается при использовании среды, содержащей 20%  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  и 20%  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  (остальное сажа). Эта скорость в 10...20 раз превышает скорость традиционного азотирования в аммиаке. При высоких температурах (820...880°C) максимальная скорость насыщения штамповых сталей углеродом (и до 0,3%N) достигается в среде, содержащей 10%  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  и 20%  $\text{BaCO}_3$ . Она в 2...4 раза превышает скорость газовой цементации при сравнимых температурах.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** новые высокоэффективные технологии поверхностного упрочнения штамповых инструментов и внедрены на машиностроительных предприятиях г. Курска: ОАО «Электроагрегат» (г. Курск), АО «Курский завод крупнопанельного домостроения им. А.Ф. Дериглазова» (г. Курск), ООО «Курский Светодиод» (г. Курск), ООО «АПЗ - 20» (г. Курск) с общим годовым экономическим эффектом более 9,0 млн. руб. Основные результаты работы используются в образовательном процессе студентов и аспирантов ЮЗГУ;

**определены** перспективы дальнейшего использования полученных результатов, в том числе широкое применение в промышленности высокотемпературной нитроцементации (820...860) в активной сажевокарбонатной среде для эффективного поверхностного упрочнения тяжело нагруженных деталей различных машин, работающих в условиях абразивного изнашивания.

**созданы** и запатентованы новые способы нитроцементации деталей из конструкционных и инструментальных сталей;

**представлены** рекомендации по упрочнению штамповых инструментов различного назначения и произведена производственная проверка эффективности их модифицирования разработанным методом химико-термической обработки.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:** для экспериментальных работ результаты получены на основе общепринятых

методов исследований, применения современных методов испытаний и сертифицированного оборудования;

**теория** построена на современных научных методах, апробации при обсуждении результатов диссертационной работы на международных научно-практических конференциях, что позволило обеспечить репрезентативность, доказательность и обоснованность разработанных положений и полученных результатов;

**идея базируется** на полученных автором новых знаниях в области современного металловедения и термической обработки металлов и сплавов;

**установлена** новизна результатов диссертационного исследования относительно существующих по данной тематике; разработанные положения аргументированы и имеют научное обоснование; выводы и рекомендации научно обоснованы и вытекают из результатов исследования;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад соискателя состоит** в постановке и решении важной научно-производственной проблемы, на основе разработанных концепции исследования, идей и целей диссертационной работы. Автором лично выполнен весь объем экспериментальных исследований по разработке нитроцементующих сред повышенной активности для интенсивного насыщения штамповых сталей азотом и углеродом при низких и высоких температурах, способствующих образованию поверхностных диффузионных слоёв с большим количеством избыточных высокотвёрдых карбонитридов. Выполнена обработка результатов, их анализ, интерпретация в виде заявок на изобретения РФ, статей, монографий. Все экспериментальные результаты, включенные в диссертацию, получены либо самим автором, либо при его непосредственном участии. Проведено патентование и внедрение в производство способов нитроцементации и цементации деталей из конструкционных и инструментальных сталей.

**В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание:**

– в работе мало внимания уделено вопросам повышения коррозионной стойкости штамповых сталей для рабочих элементов штампов.

Соискатель Костин Николай Анатольевич исчерпывающе ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 28 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение за изложение новых научно обоснованных технических и технологических решений, связанных важной народнохозяйственной проблемой – повышением стойкости штамповых инструментов, которые состоят в интенсивном азотонауглероживании штамповых сталей из активных сред и создании на поверхности модифицированных слоев с повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие химико-термической обработки высоколегированных штамповых сталей и в металловедение в целом, присудить

Костину Николаю Анатольевичу ученую степень доктора технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

При проведении тайного голосования, диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 12 докторов наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали за – 12 против - 1, недействительных - нет.

Председатель  
диссертационного совета



Колмыков Валерий Иванович

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Алтухов Александр Юрьевич

28 декабря 2023 года