

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.379.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22 апреля 2026 года № 16
о присуждении **Семенову Кириллу Олеговичу**, гражданину Российской
Федерации, учёной степени кандидата технических наук

Диссертация «Повышение эффективности правки растяжением с нагревом на основе учета стадий пластического течения» по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением – принята к защите 11 февраля 2026 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.2.379.05, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34), созданным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19 апреля 2022 г. № 379/нк, с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 21.05.2024г. №482/нк.

Семенов Кирилл Олегович, 6 марта 1992 года рождения, в 2014 году освоил программу специалитета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тольяттинский государственный университет» по специальности «Технология машиностроения». В 2016 году освоил программу магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет» по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». В 2022 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет» по направлению подготовки «Машиностроение». С февраля 2025 года по настоящее время К.О. Семенов работает в ООО ИТ ИКС 5 Технологии в должности специалиста по тестированию.

Диссертация выполнена на кафедре «Оборудование и технологии машиностроительного производства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Расторгуев Дмитрий Александрович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет», кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства», доцент кафедры.

Официальные оппоненты: Болобанова Наталия Леонидовна, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Череповецкий государственный университет», кафедра металлургии, машиностроения и технологического оборудования, заведующий кафедрой; Мунтин Александр Вадимович, кандидат технических наук, АО «Выксунский металлургический завод», Инженерно-технологический центр, директор; – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Москва, в своём положительном заключении, рассмотренном на кафедре обработки металлов давлением, подписанном заведующим кафедрой, кандидатом технических наук, доцентом А.С. Алещенко и утверждённом проректором по науке и инновациям, доктором технических наук, профессором М.Р. Филоновым, указала, что диссертационная работа К.О. Семенова, является законченной научно-квалификационной работой, выполненную на актуальную тему. Поставленные задачи полностью выполнены, достоверность выводов по результатам работы сомнений не вызывает. По поставленной цели и задачам исследования, основному содержанию и полученным результатам диссертационная работа К.О. Семенова соответствует паспорту научной специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением. Диссертационная работа соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.13 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, К.О. Семенов, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением.

Соискатель имеет 29 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе 5 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России; 3 статьи – в изданиях, индексируемых базой Scopus/Web of Science; получены 3 патента на изобретение. Суммарный объём принадлежащего соискателю опубликованного материала составляет 9,26 печ.л. Из материалов совместных публикаций лично соискателю принадлежат: исследования распределения полей смещений при нагружении с применением оптического способа контроля деформации по поверхности на основе метода корреляции цифровых изображений; исследования силового моделирования с учетом влияния температуры при правке растяжением с нагревом образцов из нержавеющей стали; обоснование результатов исследований напряженного состояния при совместном действии крутящего момента и осевой силы при различных температурах с учетом релаксационной обработки; методика оценки локализации и равномерности растяжения по длине заготовок из сплава 12Х18Н10Т, включающая определение распределения деформаций по выбранной деформируемой области с заданной степенью сглаживания и обоснование диапазонов технологических режимов, обеспечивающих максимально однородное распределение деформации вдоль оси заготовки.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые работы:

1. **Семенов, К.О.** Оптический способ контроля деформаций при обработке цилиндрических заготовок / К.О. Семенов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26. – № 6 (122). – С. 86-95. (научная статья 1,25 п.л.)

2. Расторгуев, Д.А. Технологическое обеспечение равномерности пластической деформации при термосиловой обработке / Д.А. Расторгуев, **К.О. Семенов**, Р.Р. Дёма, Р.Н. Амиров, Е.Ф. Романенко, О.Р. Латыпов, П.А. Матвеев // Технология металлов. – 2021. – № 8. – С. 24-32. (научная статья 1,125 п.л./0,16 п.л.)

3. Расторгуев, Д.А. Особенности локализации деформации при термосиловой обработке / Д.А. Расторгуев, **К.О. Семенов** // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2021. – № 2 (56). – С. 26-34. (научная статья 1,125 п.л./0,6 п.л.)

4. Расторгуев, Д.А. Способ и устройство для управления термосиловой обработкой / Д.А. Расторгуев, **К.О. Семенов** // Патент на изобретение 2768412 С1. – 24.03.2022. – Заявка № 2021116691 от 07.06.2021.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от организаций:

1. ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», подписанный профессором кафедры «Технология патронного производства и обработка металлов давлением», д.т.н., профессором К.М. Ивановым. Замечания: не приведены данные о том, как определялись параметры механических свойств, используемые в расчетных математических моделях; не приведены особенности задания граничных условий с учетом решения температурной задачи; не приведены сведения о точности и сходимости экспериментальных измерений.

2. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», подписанный заведующим кафедрой машин и технологий обработки давлением и машиностроения, д.т.н., профессором С.И. Платовым. Замечания: 1. Не приведено обоснование выбора конкретных марок сталей (40Х, 12Х18Н10Т и 35) в качестве материалов для исследований. Было бы полезно пояснить, насколько полученные для этих материалов закономерности могут быть распространены на другие стали и сплавы, используемые для изготовления длинномерных валов. 2. Из автореферата не ясно, учитывалось ли в разработанной математической модели и экспериментах возможное изменение структуры материала (например, рекристаллизация) при высокотемпературном нагреве, и как это может влиять на стадии пластического течения и рекомендуемые режимы правки.

3. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», подписанный доцентом кафедры «Машины и технологии обработки давлением и машиностроения», д.т.н. Р.Р. Дёмой. Замечания: 1. Из текста автореферата не до конца ясна методика учета влияния исходной кривизны заготовки на выбор режимов правки. В работе приводятся результаты исправления кривизны, однако не показано, как именно исходное отклонение от прямолинейности интегрируется в предложенную реологическую модель или алгоритм управления процессом. 2. При описании результатов моделирования на основе нейро-нечеткой сети ANFIS указывается, что для сплава 12Х18Н10Т получены поверхности вывода коэффициента локальности. Однако в тексте автореферата не приведены количественные оценки погрешности моделирования для тестовых выборок, в отличие от стали 35, где средняя ошибка составила 0,4-1,5, что затрудняет оценку универсальности предложенного подхода.

4. ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», подписанный и.о. заведующим кафедрой «Материаловедение и обработка металлов давлением», к.т.н. О.И. Морозовым. Замечания: часть

иллюстраций (рис. 1, рис. 5-6) в автореферате трудночитаемы; основная часть публикаций по теме исследования датированы ранее 2024 года.

5. ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», подписанный профессором кафедры «Обработка металлов давлением», д.т.н., профессором С.Б. Сидельниковым. Замечания: 1. На наш взгляд следовало бы уточнить название диссертации, добавив в нее предмет исследований, а именно: «Повышение эффективности правки растяжением стальных заготовок с нагревом на основе стадий пластического течения». 2. Такие же замечания относятся к цели, задачам работы, а также ее научной новизне и практической значимости. Правка растяжением широко применяется и, например, для длинномерных полуфабрикатов из алюминиевых сплавов, получаемых горячим прессованием. При такой формулировке основных положений диссертации можно понимать, что результаты работы охватывают и эти сплавы. Так ли это? 3. На наш взгляд, в конце работы необходимо было привести значения механических свойств длинномерных полуфабрикатов, полученных автором, и сравнить их (если есть отличия) с полуфабрикатами, изготовленными по традиционной схеме правки с нагревом, применяемой на производстве.

6. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», подписанный заведующим кафедрой «Технология машиностроения», д.т.н., профессором Т.Г. Насад. Замечания: 1) Отсутствие структурного элемента «Личный вклад автора» не позволяет определить, какие из представленных результатов исследования получены автором самостоятельно, а также оценить личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации. 2) Из автореферата не ясно, как осуществлялся нагрев поверхности заготовок до определенной температуры и как учитывалось его влияние на формирование качества поверхности?

7. ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», подписанный профессором кафедры «Материаловедения и физики металлов», д.т.н., доцентом А.В. Боткиным. Замечания: 1. В п1. (Научной новизны работы) указано – Разработана распределенная модель процесса деформирования и т.д. Вопрос – экспериментальная проверка разработанной реологической модели (формулы (3), (4), (5) стр. 8) проводилась и каким образом? В автореферате не дано пояснение. 2. Стр. 7, подкоренное выражение $(2(\varepsilon - (1 + q)\varepsilon_\tau) \cdot (\varepsilon - (1 + q)\varepsilon_\tau))$ в формуле (2) содержит два одинаковых множителя-две скобки. Не понятно для чего. Если два одинаковых множителя, выражение можно упростить.

8. ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», подписанный доцентом кафедры «Обработки металлов давлением», к.т.н. Е.Б. Бобковым. Замечания: сложные реологические модели, включая

А.Ю. Ишлинского, могут иметь большое количество параметров, что затрудняет их идентификацию на практике, почему за основу разрабатываемой выбрана именно она, ведь у него учитывается упрочнение, а у вас в работе нагрев до температур, когда возможна рекристаллизация, то есть разупрочнение. Насколько подход, изложенный в работе, универсален и может быть распространён на другие материалы и другие по форме изделия, подвергаемые правке, например, рельс, труба и пр.

9. АО «АВТОВАЗ», подписанный начальником бюро разработки технологии, Службы первого исполнительного Вице-президента по стратегии и техническому развитию А.Н. Хохловым. Замечания: можно отметить, что ценность работы была бы выше, если бы было четко пояснено, для какой номенклатуры изделий (например, прецизионные валы, оси, шпиндели, и т.д.) применима разработанная технология.

10. ПАО «ОДК-Кузнецов», подписанный главным инженером Д.Ю. Чечиковым. Замечания: можно отметить, что ценность работы была бы выше, если бы было пояснено, насколько полученные закономерности могут быть распространены на другие стали и сплавы, используемые для изготовления маложестких деталей.

В отзывах с замечаниями отмечено, что указанные недостатки не являются определяющими, частично носят дискуссионный характер и в целом не снижают высокой оценки работы. Во всех отзывах отмечено, что диссертация соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения К.О. Семенову учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их опытом и знаниями в области темы диссертации, что подтверждается их публикациями. Доктор технических наук, доцент Н.Л. Болобанова является специалистом в области технологий обработки металлов давлением, специализируется на исследовании термомеханических процессов правки и анализе напряженно-деформированного состояния. Кандидат технических наук А.В. Мунтин является специалистом в области, термомеханической обработки, математического и физического моделирования металлургических процессов, применения искусственного интеллекта и машинного обучения в металлургии.

Выбор федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Москва, в качестве ведущей организации обосновывается степенью компетентности его научных сотрудников в области обработки металлов давлением. Сотрудники ведущей

организации имеют публикации, близкие к теме диссертационного исследования. При университете действует объединенный диссертационный совет, наделенный правом самостоятельного присуждения ученых степеней кандидата и доктора технических наук по научной специальности 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

- распределенная модель процесса деформирования, отличающаяся от известных моделей тем, что применяется реологическая модель материала на основе модели Ишлинского с упрочнением с температурно-зависимыми коэффициентами, к которым относятся модуль упругости и предел текучести, для анализа особенностей распределения деформаций по длине заготовки, а учет распределения температуры и свойств по длине заготовки обеспечивается последовательным соединением модулей-ячеек, каждый из которых может иметь индивидуальный ввод температуры и задание параметров материала по определенному закону распределения;

- методика моделирования технологических параметров и коэффициента локальности деформирования на основе нейро-нечеткой сети ANFIS с формированием системы лингвистического вывода для получения алгоритмов, устанавливающих зависимость равномерности деформирования от технологических параметров (температуры, скорости и величины деформации);

- методика прогнозирования стадии пластического течения по величине силового нагружения тензоизмерительным датчиком на рекуррентной нейросети LSTM для обеспечения при правке растяжением с нагревом максимально равномерной деформации;

- оптический способ контроля распределения деформаций по длине образцов на основе метода цифровой корреляции изображения, отличающийся от известных оптических способов контроля использованием в условиях нагрева цилиндрических заготовок, что позволяет проводить контроль в рабочей зоне технологического эксперимента;

предложен научно обоснованный подход целенаправленного повышения жесткости и исправления геометрии цилиндрических заготовок для маложестких валов (приводных валов) и осевого инструмента (корпусов расточных борштанг) за счет выбора технологических режимов правки растяжением с нагревом, соответствующих первой и второй стадиям упрочнения в процессе пластического деформирования;

доказана перспективность использования разработанных моделей, методик и оптического способа контроля на основе цифровой корреляции

изображений в практике обработки металлов давлением, а также зависимость степени однородности деформации от стадии пластического течения материала.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны научные положения о закономерностях деформирования мало жестких деталей, заключающиеся в установлении зависимости степени однородности деформации от стадии пластического течения материала при правке растяжением с нагревом;

применительно к проблематике диссертации результативно с получением обладающих новизной результатов использован комплекс существующих теоретических и экспериментальных методов исследования, включающий математическое моделирование на основе методов механики сплошных сред и теории пластичности, численное решение систем дифференциальных уравнений, описывающих упрочняемую упругопластическую среду, экспериментальные методы с использованием оптического метода цифровой корреляции изображений, методы статистической обработки результатов измерений, а также методы машинного обучения для нейросетевого моделирования (ANFIS, LSTM);

изложены и проанализированы положения о механике деформирования мало жестких деталей, этапах и стадиях пластического течения материала, а также о технологических параметрах (температура, скорость и величина деформации) для подбора оптимального режима правки растяжением с нагревом, обеспечивающих равномерность деформации, устранение кривизны и повышение жесткости заготовки;

раскрыты взаимосвязи между стадиями пластического течения, температурой, скоростью и усилием нагружения и локализацией деформаций, новые закономерности протекания стадий пластического течения, а также связь между стадиями упрочнения и устойчивостью процесса правки растяжением;

проведена модернизация существующих математических моделей – разработана математическая модель материала, учитывающая температурно-зависимые свойства и стадии пластического течения, а также предложена методика моделирования и прогнозирования стадий пластического течения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что

разработаны и внедрены в технологический процесс промышленного предприятия ООО «Токарка» (г. Тольятти) методика оценки распределения деформаций по длине заготовок при правке растяжением с нагревом в режиме реального времени с заданной дискретностью, а также оптический способ контроля распределения деформаций на основе метода цифровой

корреляции изображений в условиях нагрева (новизна технического решения подтверждена патентом на изобретение № 2768412 С1); применение разработки позволило повысить прямолинейность цилиндрических заготовок, сократить число проходов последующей механической обработки в среднем на 2 прохода, снизить процент брака по параметрам точности на 30%; экономический эффект от внедрения предложенных технических решений, подтвержденный актом внедрения, составил 230 тыс. рублей в год;

предложены для перспективных установок правки с нагревом технические решения с приводами и клиновидными шайбами, создающими дополнительное усилие – кручение, что обеспечивает широкий диапазон регулирования нагружения и улучшенную управляемость процессом, которые защищены патентами № 2623972 С1 и № 2632748 С2;

определены диапазоны технологических режимов, обеспечивающих заданную геометрию заготовки на основе учета стадий пластического течения с возможностью косвенного контроля по параметрам нагружения;

созданы методика оценки распределения деформаций в реальном времени, оптический способ контроля на основе цифровой корреляции изображений, а также практические рекомендации по выбору режимов правки;

представлены рекомендации по внедрению разработанных методик и способа в заготовительное производство, что позволяет повысить качество правки маложестких валов и малогабаритных заготовок (например, для осевого инструмента), снизить уровень исходных погрешностей, увеличить жесткость деталей в 1,1–1,2 раза перед последующей механической обработкой и повысить точность точения на 10-17 % за счет исправления исходной кривизны (снижения биения в 1,4-4,0 раза);

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием комплексных способов контроля, включающих прямые измерения поверенными средствами контроля, а также оптические средства контроля с тарировкой и калибровкой при статических и динамических измерениях;

теория построена на фундаментальных положениях механики сплошных сред, теории пластичности и реологической модели Ишлинского с упрочнением, согласуется с результатами экспериментальных исследований;

идея базируется на анализе практики и обобщении результатов известных исследований в области правки;

установлено качественное и количественное совпадение теоретических и экспериментальных результатов, включая зависимости степени однородности деформации от стадии пластического течения и закономерности формирования однородного деформационного поля;

использованы методы статистической обработки результатов измерений, методы нелинейной идентификации моделей, методы машинного обучения для нейросетевого моделирования (ANFIS, LSTM).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в разработке распределенной математической модели процесса деформирования; методик моделирования на основе нейро-нечеткой сети ANFIS и прогнозирования стадий пластического течения на основе сети LSTM; оптического способа контроля распределения деформаций методом цифровой корреляции изображений; проведении экспериментальных исследований, обработке и интерпретации полученных данных; обосновании технологических режимов и закономерностей формирования однородного деформационного поля; подготовке публикаций и апробации результатов на конференциях. Все результаты, выносимые на защиту, получены автором лично, либо при его определяющем участии.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Соискатель К.О. Семенов ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

Диссертация К.О. Семенова является завершенной, научно-квалификационной работой, в которой содержатся технические решения и результаты, значимые для машиностроительных производств, занимающихся изготовлением маложестких деталей.

На заседании 22 апреля 2026 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, присудить К.О. Семенову учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета 24.2.379.05
академик РАН, д.т.н., профессор

Ф.В. Гречников

Учёный секретарь
диссертационного совета 24.2.379.05
д.т.н., доцент
22.04.2026

Я.А. Ерисов

