

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 19 апреля 2023 г. № 7
о присуждении Морозову Олегу Игоревичу, гражданину Российской
Федерации, учёной степени кандидата технических наук

Диссертация «Повышение стойкости штампов на операциях листовой штамповки путем применения износостойких покрытий» по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением – принята к защите 25 января 2023 г. (протокол № 2) 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. № 379нк.

Морозов Олег Игоревич, 29 декабря 1994 года рождения, в 2016 году окончил бакалавриат ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение; в 2018 году окончил магистратуру ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет» по направлению подготовки 15.04.05 Технология машиностроения. В 2022 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение. С 2019 года по настоящее время Морозов О.И. работает в должности старшего преподавателя кафедры «Материаловедение и обработка металлов давлением» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Инновационные технологии в машиностроении» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Табаков Владимир Петрович, заведующий кафедрой «Инновационные технологии в машиностроении» ФГБОУ ВО Ульяновский государственный технический университет.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Сосенушкин Евгений Николаевич, профессор кафедры систем пластического деформирования ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»; доктор технических наук, профессор Федорова Лилия Владимировна, профессор кафедры МТ-8 (Материаловедение) ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула – в своём положительном отзыве, подписанном профессором кафедры «Механика и процессы пластического формоизменения», доктором технических наук, профессором Кухарем В.Д., профессором кафедры «Механика и процессы пластического формоизменения», доктором технических наук, доцентом Черняевым А.В. и утверждённом проректором по научной работе, доктором технических наук, профессором Воротилиным М.С. указала, что диссертационная работа по актуальности, результатам, обладающим научной новизной, практической значимости и достоверности, уровню апробации и степени опубликованности соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Морозов О.И., заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением.

Соискатель имеет 23 опубликованные работы, в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, одна работа опубликована в издании, индексируемом базой Scopus. Общий объем публикаций составляет 18,5 п.л., в том числе 11,05 п.л. – личный вклад автора.

В работах, опубликованных в соавторстве, Морозову О.И. принадлежат следующие результаты: произведён отбор и подготовка образцов для экспериментальных работ; выполнена математическая обработка результатов исследования и анализ полученных данных; осуществлен выбор модели износа и определены коэффициенты; определены граничные условия при моделировании методом конечных элементов в LS-Dyna процессов листовой штамповки с использованием износостойкого покрытия; разработаны модели образования трещин в износостойких покрытиях и изнашивания рабочих поверхностей штампового инструмента, учитывающие особенности разрушения хрупкого материала износостойких покрытий и формирования зон разрушения в условиях ударных и сдвиговых нагрузок; разработаны модели напряженно-деформированного состояния инструмента и заготовки в процессах листовой штамповки на операциях вырубка и вытяжка с утонением с учетом использования износостойкого покрытия на основе нитрида титана; получены регрессионные зависимости оценки влияния техно-

логических режимов листовой штамповки на напряженно-деформированное состояние, износ и разрушение рабочих кромок в зоне деформации при вырубке; выявлены закономерности связи процессов изнашивания рабочих поверхностей штампового инструмента и разрушения износостойких покрытий с их составом, схемой напряженно-деформированного состояния и технологическими режимами листовой штамповки.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Кокорин В. Н. Исследование и анализ напряженно-деформированного состояния разделительных операций листовой штамповки / В. Н. Кокорин, В. П. Табаков, О. И. Морозов [и др.] // Заготовительные производства в машиностроении. – 2021. – Т. 19. – № 11. – С. 499-509. (научная статья 1,5 п.л./1 п.л.)

2. Табаков В.П. Повышение стойкости штампового инструмента с износостойким покрытием на формоизменяющих операциях / В. П. Табаков, В. Н. Кокорин, О. И. Морозов, Е. Л. Корняков [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 6. – С. 352-358. (научная статья 1 п.л./0,6 п.л.)

3. Морозов О.И. Повышение стойкости рабочих поверхностей деталей штампов при использовании комплексной модификации / О. И. Морозов, В. Н. Кокорин, В. П. Табаков [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – № 3. – С. 317-326. (научная статья 1 п.л./0,4 п.л.)

4. Морозов О.И. Физическая модель структурирования системы «подложка - покрытие» в процессах комплексного модифицирования поверхностного слоя рабочих частей штампов и пресс-форм / О. И. Морозов, В. Н. Кокорин, В. П. Табаков [и др.] // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2018. – № 11(89). – С. 35-41. (научная статья 0,75 п.л./0,4 п.л.)

5. Tabakov V.P. Improvement of the working surface resistance of a stamping tool with coating and SSS modeling of the preliminary mechanical activation of the surface layer of the stamp working parts, Tabakov V.P., Kokorin V.N., Morozov O.I., Titov Y.A., Pyushkin M.V., Korniyakov E.L. // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 21, Technologies, Innovation, Quality. Сер. "XXI International Scientific and Research Conference on Metallurgy: Technologies, Innovation, Quality, Metallurgy 2019" 2020. С. 012049. (научная статья 1,25 п.л./0,9 п.л.)

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов от организаций:

1. ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», подписан заведующим кафедрой «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы», профессором, д.т.н. Амосовым А.П. Замечания: 1. Автор автореферата увлечен изложением результатов математического моделирования и численных расчетов напряженно-деформированного состояния и разрушения штампов без покрытий и с покрытиями, но явно недостаточно уделяет внимания собственно покрытиям. В тексте автореферата фигурируют абстрактные покрытия TiN и TiZrN, не приводится их более точный состав, толщина, адгезия, пористость,

режимы нанесения этих покрытий; 2. Нет результатов исследований при варьировании характеристик покрытий, в первую очередь, толщины, не обоснован выбор толщины износостойких покрытий.

2. ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», подписан заведующим кафедрой «Материаловедение и композиционные материалы», старшим научным сотрудником, доцентом, д.т.н. Гуревичем Л.М. Замечания: 1. Формулировки научной новизны отражают скорее не новизну полученных результатов, а виды проведенных исследований; 2. В тексте автореферата практически отсутствуют данные по режимам получения износостойких покрытий и результатам оценки их структуры и толщины.

3. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», подписан профессором «Высшей школы машиностроения», профессором, д.т.н. Мамутовым В.С. Замечание: в автореферате выбор материалов инструментальной подложки и покрытий ограничен, в частности, отсутствуют теплостойкие стали.

4. АО «Ульяновский научно-исследовательский институт авиационной технологии и организации производства», подписан генеральным директором АО «Ульяновский НИАТ», д.т.н. Марковцевым В.А. Замечания: 1. В работе представлен ограниченный диапазон покрытий; 2. Не обоснован выбор толщины износостойких покрытий.

5. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», подписан заведующей кафедрой «Технология машиностроения», профессором, д.т.н. Насад Т.Г. 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, какие требования по точности и качеству поверхности предъявляются к изготавливаемой детали, так как это условие является определяющим при изготовлении и эксплуатации штампового инструмента; 3. В автореферате не указаны применяемые режимы деформирования заготовки при вытяжке.

6. ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет», подписан заведующим кафедрой «Технология производства и ремонт машин», доцентом, д.т.н. Морозовым А.В. Замечания: 1. Из содержания автореферата не ясно, почему для исследований автором были выбраны покрытия TiN и TiZrN; 2. Для полноты восприятия работы автору следовало бы выполнить исследования адгезии выбранных покрытий с основой или представить результаты в автореферате, если они имеются.

7. ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», подписан заместителем заведующего кафедрой «Специальное машиностроение», профессором кафедры «Инновационные технологии машиностроения», д.т.н. Каменевой А.Л. Замечания: 1. В п.1 научной новизны указано, что учитываются особенности разрушения хрупкого материала покрытий, а в

п.5 положения, выносимого на защиту, приводится, что исследуемые покрытия основаны на TiN. Опыт нанесения данных покрытий показывает, что данные покрытия обладают минимальной хрупкостью и высокой трещиностойкостью при условии нанесения их по оптимальным режимам. Почему остановили выбор для изучения износостойких свойств именно на составах покрытий TiN и TiZrN? 2. Из автореферата понятно, что исследуется влияние только элементарного состава покрытий, хотя не менее значимое влияние на износостойкость оказывает фазовый состав покрытий; 3. В автореферате не приведено сравнение результатов теоретического и экспериментального исследований.

8. ООО «Универсал-Сервис», подписан начальником производства, д.т.н. Филимоновым С.В. Замечаний нет.

9. ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», подписан профессором кафедры «Обработка металлов давлением», д.т.н. Бельским С.М. Замечания: 1. В исследованиях представлены только однослойные покрытия на основе нитрида титана, что несколько снижает значимость работы; 2. Часть публикаций из общего списка не относится к журналам по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением.

10. ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», подписан заведующим кафедрой «Высокоэнергетические устройства автоматических систем», доцентом, к.т.н. Нестеровым Н.И. и доцентом кафедры «Высокоэнергетические устройства автоматических систем, к.т.н. Лобовым В.А. Замечания: 1. Проведена оценка стойкости только пуансонов. Не рассмотрена возможность нанесения покрытий на рабочую поверхность матриц вытяжки и вырубки; 2. Для математических моделей износа не указаны максимальные размеры обрабатываемых деталей, нет сведений о моделировании процесса деформирования цветных металлов и сплавов; 3. Из текста автореферата не ясно, какой толщины должно быть покрытие, и оказывает ли влияние толщина покрытия на стойкость инструмента; 4. Судя по тексту автореферата, уравнения регрессии для нормальных и касательных напряжений получены только для процессов вырубки, хотя в работе проведены исследования также и для вытяжки; 5. Не вполне ясно, каким образом в математические модели в качестве одного из факторов заносить длину износа (x_1), если на этапе проектирования новой технологии этот параметр обычно не известен; 6. Не указано, при каком нижнем пороге программы выпуска деталей экономически выгодно применять инструмент с покрытием.

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 Морозову О.И. 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. Профессор, д.т.н. Сосенушкин Е.Н. является специалистом в области обработки металлов давлением и в частности в вопросах математического моделирования и изучения напряженно-деформированного состояния при различных механических схемах нагружения. Профессор, д.т.н. Федорова Л.В. является специалистом в области обработки металлов давлением, повышения стойкости инструментальной оснастки.

Выбор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула 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.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны новые закономерности процессов изнашивания рабочих поверхностей штампового инструмента и разрушения покрытий в соответствии с составом покрытий, схемой напряженно-деформированного состояния при реализации схем нагружения разделительных и формоизменяющих операций листовой штамповки;

предложены математические модели износа и разрушения рабочих поверхностей штампового инструмента с износостойким покрытием при реализации сдвиговых и ударных деформационных нагрузок; регрессионные зависимости оценки влияния технологических режимов листовой штамповки на напряженно-деформированное состояние в очаге деформации;

доказана перспективность использования разработанных математических моделей износа и разрушения рабочей поверхности инструмента с покрытием для листовой штамповки;

введены новая методика оценки технико-экономической эффективности использования штампового инструмента с покрытием, новые данные о коэффициентах разрушения для модели хрупкого материала Джонсона-Холмквиста и модели износа Д.Ф. Арчарда.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что методика разработки моделей износа штампового инструмента в процессах вытяжки с утонением и вырубкой, основанная на использовании модели хрупкого материала Джонсона-Холмквиста и модели износа Д.Ф. Арчарда с применением числового эксперимента, позволяет получать адекватные и достаточные для инженерных расчетов результаты по оценке стойкости штампового инструмента с износостойким покрытием;

применительно к проблематике диссертации результативно **использована** методика расчета износа и разрушения рабочей поверхности инструмента методом конечных элементов с целью исследования процесса разрушения износостойких покрытий и изнашивания рабочих поверхностей инструмента с покрытиями на операциях вытяжки с утонением и вырубкой, учитывающим особенности разрушения

хрупкого материала покрытий и формирования зон разрушения в условиях ударных и сдвиговых нагрузок;

изложены элементы теории пластичности для определения износа рабочей поверхности штампового инструмента с износостойким покрытием и расчета напряженно-деформированного состояния в очаге деформации для разделительных и формоизменяющих операций листовой штамповки;

раскрыта недостаточность существующих результатов теоретических и экспериментальных исследований по выявлению причин изнашивания и разрушения инструмента в условиях ударных и сдвиговых нагрузок, влияния состава износостойких покрытий и технологических режимов процесса деформирования на износ штампового инструмента.

Значения полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

созданы технологические рекомендации по выбору состава и структуры износостойких покрытий инструмента операций «вырубка» и «вытяжка с принудительным утонением» в процессах листовой штамповки;

разработаны и внедрены технологические процессы с использованием рабочего инструмента с износостойким покрытием на основе нитрида титана для операций «вырубка» и «вытяжка с утонением» на АО «Ульяновский патронный завод» и АО «Ульяновский НИАТ», которые позволили добиться увеличения стойкости и работоспособности штамповой оснастки до 30% для операции вытяжки с утонением и до 26% для операции вырубка;

представлены рекомендации по дальнейшему совершенствованию технологии нанесения износостойких покрытий на рабочие поверхности штампового инструмента.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены на сертифицированном современном оборудовании – лабораторном и контрольно-измерительном оборудовании ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», испытательном и технологическом оборудовании АО «Ульяновский патронный завод», АО «Ульяновский НИАТ», использованном для экспериментальных исследований, а также на программном обеспечении ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», АО «Ульяновский НИАТ» для аналитических расчетов и численного моделирования;

теоретические расчеты проводились с применением программного обеспечения LS-Dyna, КОМПАС 3D, программных комплексов Microsoft Excel и Statgraphics, а также на основании проверенных положений теории пластичности;

аналитические результаты по изучению механизмов износа и разрушения износостойких покрытий согласуются с результатами промышленных испытаний, а также опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации и смежным областям;

установлена качественная и количественная сопоставимость основных результатов, полученных автором, с результатами, полученными исследователями в данной области;

использованы аттестованные методики проведения исследования, анализа и обработки исходной информации, верификации полученных результатов, основанные на современных положениях теории пластичности и феноменологической теории разрушения.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах процесса: постановка задачи, численное моделирование, планирование экспериментов, проведение исследований и их последующий анализ, организация промышленных опытов, разработка технологических рекомендаций. Непосредственное участие соискателя состоит в проведении научно-технического анализа, в выборе и верификации математических моделей износа, определении безразмерных коэффициентов разрушения, построении уравнений аппроксимации статистических данных, численном моделировании процессов из-носа штампового инструмента с покрытием с использованием программного комплекса LS-Dyna, расчете регрессионных зависимостей оценки влияния техно-логических режимов листовой штамповки на напряжено-деформированное состояние, износ и разрушение в рабочей зоне инструмента, работающего на срез и удар, проведении технико-экономического расчета, обобщении данных и написании на их основе научных статей в журналы ВАК и Scopus.

В ходе защиты диссертации не были высказаны критические замечания. Соискатель Морозов О.И. ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 19 апреля 2023 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Морозову О.И. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 8 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 8, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

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



Гречников Ф. В.

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

Ерисов Я. А.

20. 04. 2023