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 2024 г. №11

о присуждении Кузину Александру Олеговичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук

Диссертация «Снижение пружинения при двухугловой гибке за счет использования упругих элементов в штамповой оснастке» по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением – принята к защите 7 февраля 2024 г. (протокол заседания № 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) приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19 апреля 2022 г. № 379нк.

Кузин Александр Олегович, 16 января 1988 года рождения, в 2011 году окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)». В 2014 году окончил очную аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)». С 2016 года по настоящее время Кузин А.О. работает в должности заведующего лабораторией кафедры обработки металлов давлением федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре обработки металлов давлением

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Ерисов Ярослав Александрович, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», кафедра обработки металлов давлением, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты: Марковцев Владимир Анатольевич, доктор технических наук, АО «Ульяновский научно-исследовательский институт авиационной технологии и организации производства», генеральный директор; Типалин Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», кафедра «Обработка металлов давлением и аддитивных технологий», профессор – 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, доцентом Черняевым А.В., профессором кафедры «Механика и процессы пластического формоизменения», доктором технических наук, профессором Кухарем В.Д. 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, Кузин А.О., заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением.

Соискатель имеет 25 работ, в том числе по теме диссертации 14 работ, из них 5 научных статей опубликованы в изданиях, входящих в Перечень, рекомендованный ВАК Минобрнауки России; 3 статьи - в изданиях, индексируемых базой Scopus/Web of Science, получен 1 патент на полезную модель. Общий объем публикаций составляет 3,875 п.л., в том числе 2,7 п.л. – личный вклад автора.

В работах, опубликованных в соавторстве, Кузину А.О. принадлежат следующие результаты: разработана методика определения деформаций при двухугловой гибке при помощи системы Vic-3D; проведены аналитические расчеты и показаны размеры упругих планок для гибки заготовок из различных материалов; проведены экспериментальные исследования штампа для двухугловой гибки с упругим элементом в лабораторных условиях с целью практической проверки теоретических расчетов технологических параметров процесса; разработана новая схема процесса двухугловой гибки в штампе с упругими планками; проведен анализ напряженно-деформированного состояния планок в программе DEFORM-2D; определены технологические параметры процесса двухугловой гибки в штампе с упругими планками для разных толщин заготовки; разработан штамп с упругими планками для гибки листового металла, обеспечивающий компенсацию пружинения.

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. Кузин, А.О. Экспериментальное подтверждение теоретических результатов исследования штампа для гибки плоских заготовок с упругим элементом / А.О. Кузин // Заготовительные производства в машиностроении. – 2016. – №. 7. – С. 18-21. (научная статья 0,19 п.л.)

2. Кузин, А.О. Моделирование операции двухугловой гибки в штампе с упругим элементом / А.О. Кузин, И.П. Попов, Е.С. Нестеренко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – № 4. – С. 25-30. (научная статья 0,31 п.л./0,25 п.л.)

3. Кузин, А.О. Экспериментальное определение радиуса нейтральной поверхности при гибке моментом / А.О. Кузин, Я.А. Ерисов, В.А. Разживин, И.Н. Петров // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2022. - № 1. – С. 5-10. (научная статья 0,375 п.л./0,25п.л.)

4. Kuzin, A.O. 90 degrees two-angle bending method with due to blank's elastic spring back properties / A.O. Kuzin, E.S. Nesterenko // MATEC web of conferences – 2018. – С. 01043. (научная статья 0,31 п.л./0,25 п.л.)

На диссертацию и автореферат поступило 14 отзывов от организаций:

1. ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», подписан заведующим кафедрой «Материаловедение и обработка металлов давлением», д.т.н., профессором Кокориным В.Н. и старшим преподавателем кафедры «Материаловедение и обработка металлов давлением» Морозовым О.И. Замечание: ряд работ по теме диссертации опубликованы ранее 2020 года.

2. АО «Салют», подписан начальником бюро программного управления, к.т.н.

Беловым Г.О. Замечание: в автореферате не указаны границы применяемости разработанных методик проектирования и расчета штамповой оснастки.

3. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», подписан профессором кафедры «Обработка металлов давлением и металловедение. ЕВРАЗ ЗСМК», д.т.н., доцентом Фастыковским А.Р. Замечания: в формулах (1) и (9) автореферата используется показатель упрочнения обозначаемый «n», в другом «А». В чем разница? На странице 9 автореферата речь идет о коэффициенте Лоде, который обычно изменяется в пределах от -1 до +1, в автореферате рассматриваются значения этого коэффициента в районе 1,15. О чем идет речь? Из текста автореферата не ясно какой экономический эффект получен при внедрении результатов диссертации в условиях ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс».

4. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», подписан профессором кафедры 1101, д.т.н., профессором Галкиным В.И. Замечание: Предложенным способом можно получать детали из заготовок различной толщины сталей и сплавов. Однако в автореферате приведен лишь один пример такого применения.

5. Филиал ПАО «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина» - ВАСО, подписан главным металлургом, д.т.н., профессором Коломейским А.Б., утвержден техническим директором Гришиным Е.Е. Замечание: Ценность работы была бы выше, если бы в ней было проверено, как меняются механические характеристики заготовок, подвергаемых формообразованию по разработанным режимам гибки.

6. ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», подписан профессором кафедры «Обработка металлов давлением», д.т.н., профессором Сидельниковым С.Б. Замечания: некоторые пункты научной новизны и практической значимости повторяются, например п.2 научной новизны и п.1 практической значимости. Из автореферата не ясно, для каких металлов и сплавов рекомендуется использовать результаты исследований, а заметка автора на стр. 4 лишь указывает «из различных сталей и сплавов». При описании компьютерной модели в автореферате не указано, для каких сплавов получены результаты моделирования, и какие граничные условия при этом были использованы (условия трения, среда, материал инструмента и т.п.). Вызывает сомнение, что пластическая анизотропия не оказывает влияния на геометрические параметры процесса гибки - положение нейтральных поверхностей по напряжениям и итоговой деформации, а также утонение заготовки, так как классические представления о влиянии анизотропии на формоизменение металла при пластической деформации говорят об обратном.

7. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра

Великого», подписан профессором «Высшей школы машиностроения», д.т.н., профессором Мамутовым В.С. Замечание: не обосновано применение конечно-элементного комплекса Deform-3D для расчета процесса холодной штамповки. В данном комплексе в качестве определяющих соотношений используется закон пластического течения Levy-Mises, который подразумевает течение вязкой жидкости, что корректно при горячей штамповке.

8. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», подписан заведующим кафедрой «Машины и технологии обработки металлов давлением и машиностроения», д.т.н., профессором Платовым С.И. Замечания: из текста автореферата неясно, как повлияло применение в конструкции штамповой оснастки упругих элементов, выполненных из инструментальных сталей, на качество поверхности заготовки после гибки. В автореферате отсутствуют сведения о стойкости упругих элементов. Не представлены параметры и результаты разбиения упругих элементов конечно-элементной сеткой.

9. ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», подписан доцентом кафедры Е-4 «Высокоэнергетические устройства автоматических систем», к.т.н., Костюк Е.В. Замечания: не показано, откуда взяты значения показателя упрочнения для оценки влияния его на утонение заготовки - почему приняты 0,15 и 0,3. В автореферате не сказано, полученные закономерности применимы для узких или широких заготовок. Не сказано, как снимать готовую деталь с пуансона. Объяснить понятие «билинейная» планка. Как с учетом приведенных расчетов радиуса и толщины упругой планки можно определить оптимальный материал планки? Какие исходные данные заложены для разработки компьютерной модели процесса двухугловой гибки в программном комплексе Deform-2D

10. ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук», подписан заместителем директора по научной работе, заведующим лабораторией пластической деформации металлических материалов, д.т.н. Юсуповым В.С. Замечание: ряд положений научной новизны, приведенных в автореферате, лучше подходят к разделу «Практическая значимость работы».

11. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», подписан заведующим кафедрой «Технология машиностроения», д.т.н., профессором Насад Т.Г. Замечания: во второй главе автореферата указано, что разработана модель процесса гибки листового материала с учетом его утонения, но в приведенных формулах параметры утонения не фигурируют. Какие параметры обеспечивают точность и качество поверхности

деталей, полученных с использованием вставных планок штампа, и исключает ли данный способ доводку для точных поверхностей. Не приведены данные о стойкости планок.

12. ПАО «Таганрогский авиационный научно-технический комплекс имени Г.М. Бериева», подписан заместителем начальника технологического управления по техническому развитию, к.т.н. Кочубеем А.А. Замечание: в автореферате не представлена полная модель процесса двухугловой гибки, а также полученные детали после моделирования, как с использованием упругих планок, так и без них.

13. ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», подписан заведующим кафедрой «Технологии обработки давлением», д.т.н., профессором Евсюковым С.А. Замечания: заявленная в диссертации цель: «Снижение величины упругого пружинения» не совсем точно отражает существо исследованного способа гибки. Конструкция предложенного штампа не позволяет осуществлять настройку (регулировку) процесса гибки при изменении толщины и свойств заготовки.

14. ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», подписан заведующим кафедрой «Технологии машиностроительных производств», к.т.н., доцентом Янбаевым Р.М. и профессором кафедры «Технологии машиностроительных производств», д.т.н., профессором Катаевым Ю.П. Замечания: показатель упрочнения n в формуле (1) является безразмерной величиной, а показатель упрочнения A в формуле (9) имеет размерность «Паскаль». В автореферате отсутствуют пояснения по этим показателям упрочнения. В формулах (8) под знаком интегралов стоят значения работы внутренних напряжений единичного объема, а левая часть этих уравнений представляет радиальное напряжение. Не ясно, почему приравниваются между собой различные физические параметры. В уравнениях (8) при вычислении интегралов необходима зависимость между интенсивностью напряжений и интенсивностью деформаций, которая не указана в автореферате.

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 Кузину А.О. 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. Д.т.н.

Марковцев В.А. является специалистом в области совершенствования технологий изготовления гнутых профилей и листовых изделий для авиационной промышленности. К.т.н. Типалин С.А. является специалистом в области формообразования тонкостенных многоэлементных гнутых профилей с элементами жёсткости.

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. Также в данном университете имеется диссертационный совет по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана аналитическая модель гибки листовых материалов, отличающаяся от известных комплексным учетом утонения заготовки, пластической анизотропии свойств и деформационного упрочнения заготовки;

предложен способ двухугловой гибки плоской заготовки, позволяющий компенсировать упругое пружинение детали за счет использования в конструкции штамповой оснастки упругих элементов, догибающих полки детали на заданный угол;

выведены аналитически и подтверждены экспериментально зависимости, позволяющие проводить расчеты геометрических размеров упругих планок для компенсации пружинения по заданным толщине и материалу заготовки, материалу упругих элементов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработана аналитическая модель гибки листовых материалов, с помощью которой проведены расчеты напряженно-деформированного состояния заготовки, геометрических размеров очага пластической деформации, в том числе утонения, предельных деформаций, силовых параметров процесса, упругого пружинения при разгрузке в зависимости от упрочнения и анизотропии свойств;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы комплекс существующих базовых методов исследования, включающий теоретический анализ процесса гибки, компьютерное моделирование и экспериментальные исследования для подтверждения сделанных допущений и верификации разработанных моделей и способов;

изложены

– закономерности комплексного влияния упрочнения и анизотропии свойств заготовки на геометрические параметры при гибке, в частности, доказано, что пластическая анизотропия не оказывает влияния на положение нейтральных поверхностей по напряжениям и итоговой деформации, а значит и на утонение заготовки;

– особенности напряженно-деформированного состояния упругой планки, которые позволяют управлять величиной догиба полок детали за счет подбора геометрических размеров планок и хода пуансона при условии обеспечения долговечности работы планок при знакопеременном упругом изгибе.

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

разработан способ двухугловой гибки П-образных деталей в штамповой оснастке с упругими элементами, который позволяет исключить дополнительные технологические операции, а значит и дополнительные затраты за счет компенсации упругого пружинения (патент РФ №153887 «Штамп для гибки листового материала»);

определены геометрические размеры упругой планки, такие как высота, угол загиба, радиус, толщина, для гибки заготовок различной толщины при разных материалах планки и заготовки, на основании расчетов определено, что оптимальными материалами для изготовления упругой планки являются инструментальные высокоуглеродистые стали;

создана универсальная штамповая оснастка с набором упругих планок, предназначенная для двухугловой гибки заготовок различной толщины из различных сталей и сплавов;

представлены и внедрены на ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» руководяще-технические материалы, содержащие методику проектирования штамповой оснастки для двухугловой гибки П-образных деталей с использованием упругих планок, позволяющих компенсировать упругое пружинение, а также рекомендации по реализации разработанного способа гибки, конструкции штамповой оснастки, режимам гибки, техническим требованиям к изделиям.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на поверенном испытательном оборудовании в лабораторных условиях Самарского университета, в частности, растяжной машине TiniusOlsen H5KT; экспериментальные исследования процесса гибки осуществлялись на испытательной машине TIRAtest 2830 с использованием системы бесконтактного измерения деформации Vic-3D;

теоретические расчеты проводились на основании проверенных положений и подходов решения задач теории обработки металлов давлением, теории упругости, анизотропной теории пластичности;

достоверность результатов обеспечена обоснованным использованием допущений и ограничений, применяемых в теоретическом анализе; корректностью постановки задач исследования; применением математических методов исследования; подтверждена согласованием результатов теоретического и экспериментального исследований, а также апробацией результатов в лабораторных и промышленных условиях.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах процесса: разработке и экспериментальной верификации аналитической модели гибки листовых материалов; разработке конструкции нового устройства для двухугловой гибки; постановке задачи, планировании, организации и проведении экспериментальных исследований и их последующем анализе; разработке методики расчета процесса двухугловой гибки и руководяще-технических материалов; непосредственном участии соискателя в установлении зависимостей для расчетов геометрических размеров упругих планок; моделировании процесса гибки в программном продукте Deform-2D; обобщении данных и написании на их основе научных статей в журналы ВАК и Scopus.

В ходе защиты диссертационной работы критических замечаний высказано не было. Соискатель Кузин А.О. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 19 апреля 2024 г. диссертационный совет принял решение за новые научно-обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Кузину А.О. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, 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.

19.04.2024