

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

МГТУ им. Н.Э. Баумана

д.э.н., профессор

П. А. Дроговоз

«*20*» *марта* 2026 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**на диссертационную работу Карфидова Алексея Олеговича
на тему «Разработка методики расчета ступенчатой тонколистовой
гибки и увеличения ресурса работы инструмента лазерным
упрочнением с целью повышения эффективности процесса»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.5.7. «Технологии и машины обработки
давлением»**

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Карфидова А.О. посвящена решению важной научно-технической проблемы – повышению эффективности процессов холодной листовой штамповки при изготовлении тонкостенных деталей в условиях мелкосерийного и единичного производства. При необходимости обеспечения технологического суверенитета и импортозамещения, задача разработки доступных и точных методов формообразования (таких как ступенчатая гибка), а также методов повышения стойкости отечественного инструмента (лазерное упрочнение) является безусловно актуальной. Сочетание в одной работе технологического процесса и метода упрочнения инструмента направлено на комплексное решение задачи повышения эффективности производства.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа изложена на 152 страницах машинописного текста и включает 53 рисунка, 8 таблиц и 3 приложения. Она состоит из введения, четырех глав, заключения и выводов, списка литературы из 135 наименований. Автореферат представлен на 22 страницах.

Во введении обоснована актуальность темы, приведены цель и задачи исследования, сформулированы основные положения, выносимые автором на защиту.

В Главе 1 выполнен аналитический обзор литературы по теме диссертации, проведен анализ современных процессов листовой штамповки и гибки, обоснован выбор ступенчатой гибки. Также в первой главе рассмотрены конструкции гибочного инструмента и вопросы, связанные с его изготовлением.

В Главе 2 приведены результаты исследования процесса ступенчатой гибки тонколистового материала. Рассмотрены основы ступенчатой гибки и даны формулы для определения основных параметров соответствующей одной ступени гiba. Для удобства практического использования выражение для хода пуансона представлено в безразмерном виде путем введения относительных (безразмерные) значений ширины паза матрицы $B_{\text{мат}}^* = B_{\text{мат}}/s$ и хода пуансона $H_{\text{п}}^* = H_{\text{п}}/s$.

Применение выведенной зависимости рассмотрено на примере трех материалов (12Х18Н10Т, ст3 и АмГ3), которые часто применяются для изготовления тонкостенных корпусов небольших устройств мелкосерийного или единичного производства. В качестве материала пуансона использована легированная инструментальная штамповая сталь марки Х12М, которая широко используется в различных отраслях промышленности для изготовления технологического инструмента, предназначенного для холодной деформации металлов.

В Главе 3 описано исследование влияния различных факторов лазерного излучения на повышения работоспособности инструмента для гибки тонколистовых металлов.

Для оценки влияния состава сталей на глубину и твердость закаленного слоя, лазерной обработке подвергали образцы из сталей У8, 9ХС, Х12М и 40ХН2МА. Установлено, что после лазерной обработки стали различных структурных групп имеют различную глубину и твердость закаленного слоя, что объясняется разными температурами закалки рассмотренных групп сталей.

В Главе 4 приведены результаты по разработке и внедрению технологий ступенчатой гибки в промышленности и учебном процессе.

Реализация технологий происходила с привлечением двух различных предприятий, корпуса для которых необходимо было изготовить с применением листов толщиной в 1 мм и 4 мм. При изготовлении использовались листогибочные прессы ЕНТ profipress 130 на базе предприятия ООО «Профлазермет» и Durma AD-R 25100 на базе предприятия «BASEMENTLAB». В обоих случаях станки управлялись с помощью ЧПУ, что позволило производить операции с высокой точностью.

В заключении диссертационного исследования приведены общие выводы, в которых сформулированы результаты работы.

Оценка содержания диссертации

Основные научные результаты, полученные автором, их последовательность и содержание отражают структуру работы, соответствуют поставленным задачам и свидетельствуют о полноте их решения.

Анализ содержания диссертационной работы убеждает в её завершенности. Работа изложена технически грамотным языком, в логической последовательности, а принятая терминология и стиль изложения соответствует общепринятым нормам. Каждая глава сопровождается развернутыми выводами. Оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и в краткой форме содержит все ее основные положения.

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.5.7. – Технологии и машины обработки давлением по следующим пунктам:

п. 4 «Технологииковки, прессования, листовой и объемной штамповки, а также формования и комплексных процессов с обработкой давлением, например, непрерывного литья и прокатки заготовок»;

п.6 «Методы оценки напряженного и деформированного состояния и способы увеличения жесткости, прочности и стойкости деформирующего инструмента».

Научная новизна

В ходе выполнения научных исследований автором диссертации получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

1. Установлена аналитическая зависимость между углом гибки на одной ступени и относительным ходом пуансона при свободной гибке, что позволяет рассчитывать режимы ступенчатой гибки без привязки к конкретному оборудованию.
2. Предложено выражение для определения минимально допустимого радиуса наконечника пуансона, исходя из условия исключения смятия поверхности заготовки. Полученная зависимость учитывает физико-механические свойства материала заготовки и геометрию инструмента.

3. Разработана модель стойкости лазерно-упрочненного штампового инструмента, позволившая оптимизировать режимы лазерной закалки (мощность, скорость сканирования) для повышения усталостной прочности пуансонов и матриц без оплавления поверхности.
4. На основе математической обработки экспериментальных данных получены эмпирические формулы, связывающие глубину лазерно-закаленного слоя с параметрами излучения для инструментальных сталей У8, 40ХН2МА, 5ХВ2С, 9ХС и Х12М. Применение безразмерных величин позволило придать этим зависимостям обобщенный характер.

Практическая значимость работы

Практическая ценность диссертации подтверждена внедрением результатов на производстве и в учебном процессе. К наиболее значимым практическим результатам можно отнести:

- Разработку инженерной методики расчета параметров ступенчатой гибки, позволяющей сократить время на технологическую подготовку производства тонкостенных корпусных деталей.
- Создание научно обоснованных рекомендаций по режимам лазерного упрочнения для пяти марок инструментальных сталей, что непосредственно использовано при импортозамещении рабочего инструмента листогибочного прессы Coastone Cone 900 на предприятии ООО «ИВКОНСТРУКТИВ».
- Внедрение результатов в учебный процесс НИТУ МИСИС по направлениям подготовки «Технологические машины и оборудование».

Достоверность научных результатов и выводов

обеспечена применением альтернативных методов исследований (аналитические исследования, моделирование, натурный эксперимент), корректностью принятых допущений, хорошей сходимостью теоретических и экспериментальных данных, а также успешной апробацией в условиях промышленного производства.

Подтверждение основных результатов диссертации в научной печати

Материалы диссертации отражены в 17 публикациях, в том числе в 8 статьях из перечня изданий, рекомендуемых ВАК РФ, в докладах 4 конференций и 5 публикациях в прочих изданиях. Научные труды соискателя полностью отражают содержание диссертации.

Анализ содержания диссертации, опубликованных работ, в том числе работ, опубликованных в соавторстве, показал, что все научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации принадлежат диссертанту.

Рекомендации по использованию результатов и выводов

результаты работы могут применяться для определения режимов ступенчатой тонколистовой гибки и увеличения ресурса технологического инструмента с лазерным упрочнением.

Замечания по диссертации

Несмотря на общее положительное впечатление от работы, следует отметить ряд недостатков:

1. Первая глава излишне перегружена общетехническими сведениями о классификации процессов листовой штамповки, которые носят справочный характер и не имеют прямого выхода на решение задач исследования.

2. При разработке технологических процессов гибки серьезной проблемой является пружинение. Особенно при малых углах гибки. Из материалов работы не ясно, как автор учитывает пружинение листовых заготовок из различных материалов. Рассмотрению этих вопросов следовало бы уделить больше внимания.

3. В диссертации слабо прослеживается связь между разработанной методикой лазерного упрочнения (Глава 3) и её применением для инструмента ступенчатой гибки (Глава 4). Не показано, как именно изменилась стойкость конкретных пуансонов и матриц после обработки по рекомендованным режимам в процессе изготовления деталей.

4. Раздел 3.7. «Метод контроля геометрических параметров...», посвященный 3D-сканированию готовых деталей, логически выбивается из главы о лазерном упрочнении инструмента. Его содержание не соответствует названию раздела, и было бы более уместно в Главе 4.

5. Текст диссертации содержит опечатки (например "ИНИСТЕРСТВО" на титульном листе).

Указанные замечания не влияют на основные научные и практические результаты исследования.

Заключение

Диссертационная работа Карфидова Алексея Олеговича является завершённой, научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи повышения эффективности процесса изготовления тонкостенных деталей методом ступенчатой гибки и лазерного упрочнения

инструмента, которая имеет важное значение для современного машиностроения.

Объем и содержание диссертационной работы по степени научной новизны и практической значимости удовлетворяет Положению о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете МИСИС, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Карфидов Алексей Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – «Технологии и машины обработки давлением».

Отзыв на диссертационную работу Карфидова Алексея Олеговича был обсужден и утвержден на заседании кафедры МТ6 "Технологии обработки давлением" МГТУ им. Н.Э.Баумана (протокол № 10 от «19» марта 2026 г., на котором присутствовало 15 научно-педагогических работников, проголосовавших "за" - 15 чел; "против" - нет; "воздержались" – нет.

Заведующий кафедрой
технологий обработки давлением,
доктор технических наук, профессор



С. А. Евсюков

Лица, подписавшие отзыв, выражают согласие на включение своих персональных данных в аттестационное дело соискателя Карфидова А.О. и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Адрес: 105005, г. Москва, внутренняя территория городской муниципальный округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, д. 5, с. 1

тел.: +7 (499) 263 63 91

e-mail: bauman@bmstu.ru

сайт: <https://bmstu.ru>