



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

УТВЕРЖДАЮ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

Первый проректор –
проректор по науке,
к.ю.н., доцент

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001



_____ А.И. Розенцвайг

10 МАР 2026

№ 43-1200

«10» марта

_____ 2026 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**на диссертационную работу Низмеева Александра Александровича
на тему «Повышение эффективности технологии радиального обжатия
при получении заготовок в машиностроении», представленную на
соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением**

Актуальность темы диссертации

Радиальное обжатие является одним из эффективных способов обработки металлов давлением, применяемых при изготовлении осесимметричных заготовок валов, осей и втулок различного поперечного сечения для различных отраслей машиностроения. Данный процесс отличается высокой производительностью и позволяет получать заготовки с повышенной точностью размеров и качеством поверхности, что способствует сокращению объема последующей механической обработки и повышению эффективности производства.

Существенное влияние на точность получаемых заготовок, состояние их поверхности, а также на энергосиловые параметры и технико-экономические показатели процесса оказывает конструкция деформирующего инструмента. Именно на этапе проектирования бойков во многом определяются условия протекания процесса деформирования и эффективность использования оборудования.

Опыт промышленного применения показывает, что использование бойков с переменным углом заходного конуса может способствовать снижению энергозатрат и повышению стойкости инструмента. Однако развитие та-

ких конструкций инструмента требует проведения теоретических и экспериментальных исследований, направленных на разработку расчетных подходов к определению энергосиловых параметров процесса при сложной конфигурации профиля ручья. В настоящее время отсутствуют обоснованные математические модели и расчетные зависимости, позволяющие учитывать изменение угла заходного конуса бойка по длине заходного участка и его влияние на параметры деформирования.

В связи с этим диссертационная работа Низмеева А.А., направленная на исследование особенностей процесса радиального обжатия с использованием бойков переменной геометрии и совершенствование методов расчета его энергосиловых параметров, является актуальной.

Структура и содержание работы

Содержание и структура диссертации находятся в логическом единстве и соответствуют поставленной цели исследования, критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, содержащего 105 источников, и четырех приложений. Основной материал изложен на 171 странице машинописного текста, включая 57 рисунков и 16 таблиц.

Во **введении** показана актуальность диссертационной работы и степень разработанности темы исследования, сформулирована цель и определены задачи диссертационного исследования, отражена научная новизна работы, теоретическая ценность и практическая значимость полученных результатов, приведены положения, выносимые на защиту, а также представлена информация об апробации результатов исследования и публикациях автора по теме диссертации.

В **первой главе** выполнен обзор технических требований, предъявляемых к обжимному инструменту, и анализ влияния геометрических элементов бойков на основные характеристики процесса радиального обжатия. Разработана матрица влияния геометрических элементов бойков на основные показатели процесса. Сделан вывод, что среди всех геометрических элементов бойков наибольшее влияние на процесс деформирования и его энергосиловые параметры оказывает угол заходного конуса бойка.

Особого внимания заслуживает выполненный анализ известных методов улучшения конструкций обжимных бойков, в результате которого определены направления совершенствования конструкций деформирующих инструментов и преимущества применения бойков, у которых форма заходного

участка выполнена по кривой с плавным увеличением угла конусности к концу заходного участка.

Во **второй главе** представлены результаты исследований процесса радиального обжатия по стадиям деформирования, разработана математическая модель процесса, в которой численно учитывается изменение угла заходного конуса и предела текучести обрабатываемого материала. Разработана методика расчета энергосиловых параметров обжатия при деформировании бойками, учитывающая изменение угла заходного конуса бойков и упрочнение материала заготовки.

В **третьей главе** приведены результаты экспериментальных исследований. Описана методика проведения эксперимента и конструкция применяемых инструментов, выполнена статистическая обработка экспериментальных данных. Подтверждена эффективность применения бойков с переменным углом заходного конуса. При использовании данных бойков снижается сила и мощность деформирования по сравнению с обжатием бойками базового исполнения с постоянным углом заходного участка.

В **четвертой главе** приведены практические рекомендации по повышению эффективности технологий радиального обжатия путем применения бойков с переменным углом заходного конуса выпуклого профиля. Доказано, что при обжатии данными бойками сокращается площадь контакта заходного участка бойка с поверхностью заготовки, что положительно сказывается на концентрации деформаций в очаге меньшего объема. Также сокращается длительность начальной и конечной стадий с неустановившимся характером деформирования и наблюдается максимальный перенос работы формоизменения в основную стадию. Испытаны и внедрены в производство радиально-обжимные бойки с гиперболическим профилем заходного конуса, показавшие максимальную эффективность, для производства заготовки вала колонки.

В конце диссертационного исследования приведено **заключение**, в котором сформулированы результаты работы. Основные научные результаты, полученные автором, их последовательность и содержание, отражают структуру работы, соответствуют поставленным задачам и свидетельствуют о полноте их решения.

В целом, работа изложена технически грамотным языком. Каждая глава содержит важные результаты научных исследований автора. Общее оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Научная новизна

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

1. Установлено влияние геометрических параметров радиально-обжимных бойков, прежде всего угла заходного конуса, на характер протекания процесса деформирования и на изменение его энергосиловых параметров, что позволило уточнить представления о роли геометрии инструмента в формировании очага деформации.

2. Разработана математическая модель процесса радиального обжатия, основанная на пошаговом интегрировании по методу наименьших квадратов, в которой учитывается изменение угла заходного конуса бойка и упрочнения обрабатываемого материала по стадиям деформирования, а также установлены закономерности изменения контактных и энергосиловых параметров в ходе процесса.

3. Предложены конструкции радиально-обжимных бойков с переменным углом заходного конуса, имеющих параболический, гиперболический и логарифмический профиль, и обоснован геометрический подход к формированию профиля инструмента на основе поверхностей вращения соответствующих кривых.

4. На основе разработанной модели предложена методика расчета энергосиловых параметров процесса радиального обжатия при использовании бойков с переменной геометрией заходного конуса, позволяющая оценивать параметры деформирования на различных стадиях процесса.

5. Установлено, что применение бойков с гиперболическим профилем заходного конуса обеспечивает наибольшее снижение энергосиловых параметров процесса радиального обжатия за счет перераспределения работы деформирования по стадиям процесса и уменьшения площади контакта инструмента с заготовкой.

Полученные результаты соответствуют п. 1 «Закономерности деформирования материалов и повышения их качества при различных термомеханических режимах, установление оптимальных режимов обработки», п. 4 «Технологии ковки, 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» паспорта научной специальности 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением.

Практическая значимость

Практически значимыми результатами работы следует считать:

1. Разработаны практические рекомендации по совершенствованию технологии радиального обжатия сплошных цилиндрических заготовок на основе применения радиально-обжимных бойков с переменным профилем заходного конуса.

2. Предложена конструкция радиально-обжимных бойков с гиперболическим профилем заходного участка, обеспечивающая снижение энергосиловых параметров процесса радиального обжатия за счет рационального распределения деформации по стадиям формоизменения.

Результаты исследования внедрены в производственную практику АО «Навлинский завод «Промсвязь», где применение бойков с гиперболическим профилем заходного конуса при изготовлении заготовки вала позволило сократить расход электроэнергии на наиболее энергозатратных переходах формоизменения на 33,3% и снизить себестоимость изготовления заготовки на 5,67% по сравнению с использованием бойков с постоянным углом заходного конуса.

Обоснованность и степень достоверности полученных результатов

Обсуждаемая работа выполнена на высоком научном уровне, использованы теоретические и экспериментальные методы исследования. Достоверность экспериментальных данных, полученных при проведении исследований с использованием лабораторного оборудования, подтверждена результатами соответствующих испытаний промышленных партий полуфабрикатов. Обоснованность научных выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается решением поставленных задач, обеспечивающих достижение цели исследования.

Подтверждение основных результатов диссертации в научной печати

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 20 научных работах, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, и неоднократно обсуждались на научно-практических конференциях.

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. Количество и качество публикаций отвечает п. 11, 13 Положения о присуждении ученых степеней.

Оценка содержания диссертации

Объем и содержание диссертационной работы по степени научной новизны и практической значимости удовлетворяет требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Анализ содержания диссертационной работы убеждает в ее завершенности. Содержание диссертации изложено грамотно, в логической последовательности, а принятая терминология и стиль изложения соответствует общепринятым нормам.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание и соответствует требованиям п. 25 Положения о присуждении ученых степеней.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные в диссертационной работе теоретические и практические результаты целесообразно рекомендовать к использованию на машиностроительных и металлургических предприятиях, применяющих процессы радиального обжатия при изготовлении осесимметричных заготовок валов, осей и втулок. Разработанные подходы к расчету энергосиловых параметров процесса и рекомендации по применению бойков с переменным углом заходного конуса могут быть использованы при проектировании и модернизации инструмента радиально-обжимных машин, а также при совершенствовании технологических режимов радиального обжатия с целью снижения энергозатрат и повышения эффективности производства.

Замечания по диссертационной работе

В диссертации успешно решена сложная в научном и практическом плане задача, однако при этом нельзя не отметить ряд замечаний:

1. В работе рассмотрен процесс радиального обжатия наружных поверхностей сплошного сечения. Применимы ли практические рекомендации, приведенные автором, для формообразования отверстий и полых деталей?

2. При описании практического применения радиально-обжимных бойков с переменным углом заходного конуса подробно описано их проектирование, выбор формы заходного участка и конструктивных элементов, однако уделено недостаточное внимание технологии изготовления деформирующего инструмента. Было бы уместным привести маршрутную технологию изготовления обжимных бойков.

3. При применения разработанных бойков с гиперболическим профилем взамен базовых требуется ли изменять конструкцию обжимного механизма оборудования?

4. При исследовании процесса радиального обжатия автор использует преимущественно аналитическое моделирование и расчетные зависимости. При этом в работе не применялись современные CAE-системы моделирования процессов обработки металлов давлением, такие как DEFORM, QForm или аналогичные программные комплексы. Использование конечно-элементного моделирования позволило бы более детально исследовать распределение деформаций, напряжений и контактных условий в очаге деформации, а также дополнительно подтвердить полученные теоретические результаты.

5. Экспериментальная проверка разработанной методики и предложенных конструкций инструмента выполнена для одного типа заготовок и материала. Расширение диапазона исследованных материалов и размеров заготовок позволило бы более полно подтвердить универсальность предложенных решений и повысить обоснованность выводов работы.

6. В работе основное внимание уделено исследованию энергосиловых параметров процесса радиального обжатия при использовании бойков с переменным углом заходного конуса. Полученные результаты косвенно указывают на возможность повышения стойкости инструмента за счет снижения усилия деформирования и перераспределения работы деформации по стадиям процесса. Вместе с тем в диссертации не проводилось специального исследования износа бойков и их стойкости в условиях длительной эксплуатации, что представляет практический интерес для более полной оценки эффективности предложенных конструкций.

Указанные замечания не снижают ценность и общую положительную оценку диссертационной работы, не влияют на основные научные и практические результаты и не затрагивают основных положений, вынесенных соискателем на защиту.

Заключение

Диссертационная работа Низмеева Александра Александровича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных исследований решена актуальная научно-техническая задача повышения эффективности технологии радиального обжатия путем сокращения энергозатрат процесса за счет оптимизации формы заходного участка деформирующего инструмента.

Все перечисленное дает основания считать, что представленная диссертационная работа Низмеева А.А. на тему «Повышение эффективности технологии радиального обжатия при получении заготовок в машиностроении», несмотря на отдельные замечания непринципиального характера, соответствует критериям, установленным п. 9-14 Положения о присуждении уче-

ных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021 г.). Автор диссертации, Низмеев Александр Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением.

Отзыв подготовили заведующий кафедрой обработки металлов давлением, д.т.н., доцент Ерисов Ярослав Александрович; научный руководитель научно-исследовательской лаборатории пластического деформирования специальных материалов, д.т.н., профессор, академик РАН Гречников Федор Васильевич.

Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры обработки металлов давлением федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет) (протокол №8 от 05.03.2026 г.), на котором присутствовало 14 научно-педагогических работников, проголосовавших единогласно за утверждение данного отзыва.

Согласны на обработку персональных данных при размещении отзыва в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Заведующий кафедрой обработки металлов давлением, д.т.н., доцент

Я.А. Ерисов

Научный руководитель научно-исследовательской лаборатории пластического деформирования специальных материалов, д.т.н., профессор, академик РАН

Ф.В. Гречников

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет)

Адрес: 443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, д. 34

Тел.: +7(846) 334-09-04

E-mail: erisov@ssau.ru