

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**кандидата технических наук Белокурова Олега Александровича на диссертацию Низмеева Александра Александровича на тему «Повышение эффективности технологии радиального обжатия при получении заготовок в машиностроении» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением**

### **Актуальность темы исследования**

Диссертационное исследование А.А. Низмеева посвящено решению актуальной научно-технической задачи – снижению энергозатрат радиального обжатия сплошных цилиндрических заготовок путем применения бойков с переменным углом заходного конуса выпуклого профиля.

Радиальное обжатие является перспективным способом получения заготовок осесимметричных деталей, который характеризуется высокой производительностью, точностью получаемых размеров и качеством поверхности обжимаемых заготовок. Основная область применения – изготовление осесимметричных заготовок ступенчатых валов, осей и втулок для нужд машиностроения. Применение радиального обжатия позволяет уменьшить, а иногда и вовсе исключить последующую механическую обработку.

На этапе проектирования инструмента закладываются точность и качество поверхности получаемых заготовок, а также энергосиловые параметры и технико-экономические показатели процесса. Производственный опыт показывает, что применение радиально-обжимных бойков с переменным углом заходного конуса способствует уменьшению энергозатрат и повышению их стойкости. Однако в настоящее время уделяется недостаточное внимание влиянию профиля рабочей части на энергосиловые параметры радиального обжатия и отсутствует единая методика назначения геометрических элементов обжимных бойков для реализации технологического процесса обжатия с наибольшей эффективностью. Кроме того, применяемые методики расчета силы и мощности могут быть использованы только для определения энергосиловых параметров бойками с постоянным (неизменным) углом заходного конуса без возможности исследования закономерностей изменения по времени процесса.

Таким образом, диссертационную работу А.А. Низмеева, целью которой явилось повышение эффективности технологии радиального обжатия и качества изделий путем сокращения энергозатрат процесса за счет оптимизации формы заходного участка деформирующего инструмента, следует признать актуальной и имеющей существенное значение как для радиального обжатия, так и для технологий обработки давлением.

### **Научная новизна результатов исследований**

Научная новизна исследования состоит в том, что автором детально изучены особенности изменения контактных и энергосиловых параметров радиального обжатия бойками с различной геометрией заходной части. Разработана и исследована математическая модель радиального обжатия с помощью пошагового интегрирования по методу наименьших квадратов, впервые численно учитывающая изменение угла заходного конуса бойка и предела текучести материала заготовки. На основе анализа математической модели установлена закономерность изменения контактных и энергосиловых параметров радиального обжатия по стадиям процесса. Результаты моделирования позволили разработать методику расчета энергосиловых параметров радиального обжатия, которая позволит определить параметры процесса при деформировании заготовок бойками с переменными углами заходного конуса. Автором доказано, что применение бойков с переменным углом заходного конуса, имеющих выпуклый профиль, позволяет снизить силу и мощность деформирования по сравнению с обжатием бойками базового исполнения, имеющие постоянный угол входной зоны.

Результаты проведенного исследования позволили автору разработать практические рекомендации по повышению эффективности технологий радиального обжатия сплошных цилиндрических заготовок в машиностроении.

#### **Теоретическая и практическая значимость**

Ценность для науки и практики выводов и рекомендаций, вытекающих из диссертационного исследования, заключается в разработке методики расчета энергосиловых параметров радиального обжатия бойками с переменным углом заходного конуса, которая позволяет рассчитать параметры процесса при деформировании заготовок бойками с любой геометрией входной зоны. Автором убедительно доказана эффективность применения бойков с переменными углами заходного конуса выпуклого профиля при деформировании сплошных цилиндрических заготовок. Разработаны практические рекомендации по совершенствованию технологии радиального обжатия, реализация которых позволила использовать результаты на действующем предприятии АО «Навлинский завод «Промсвязь» для производства заготовки детали «Вал колонки» и получить сокращение расходов электроэнергии до 33% на двух самых энергозатратных переходах деформирования заготовки вала и добиться снижения себестоимости поковки на 5,67% по сравнению с обжатием бойками базового исполнения с постоянным углом заходного конуса.

#### **Реализация и апробация результатов исследования**

Основные результаты исследования и основные положения работы были доложены и обсуждены на восьми международных научно-практических конференциях. Результаты исследования внедрены в действующее производство на АО «Навлинский завод «Промсвязь» для производства заготовки детали «Вал колонки».

## **Полнота изложения основных результатов диссертации в научных публикациях**

По результатам исследования опубликовано 20 работ, в том числе 4 статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации**

Цель диссертационной работы определена четко, задачи соответствуют поставленной цели. Анализ диссертационной работы показал высокую степень обоснованности и новизны научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Работа выполнена на достаточно высоком уровне. Исследование проведено с применением методов статистического анализа, выбор которых соответствует цели и задачам диссертационной работы. Объем исследований, корректный статистический анализ определяют достоверность полученных результатов. Выводы и практические рекомендации соответствуют полученным результатам, что указывает на их достоверность и обоснованность.

### **Структура и содержание диссертации**

Диссертационная работа изложена на 171 странице, включая список литературы с приложениями, написана по традиционному плану, содержит введение, 4 главы, заключение, список литературы и приложения. Работа иллюстрирована 58 рисунками и 18 таблицами.

Во введении автор раскрывает актуальность и значимость проведенного исследования, четко формулирует цель работы и ставит ряд адекватных цели задач.

Обзор литературы, проведенный автором, дает полное представление о значимости совершенствования радиально-обжимного инструмента в целом. В результате проведенного анализа влияния геометрических элементов бойков на основные показатели радиального обжатия установлено, что именно угол заходного конуса бойка оказывает наибольшее воздействие на энергосиловые параметры процесса.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям процесса радиального обжатия бойками с различной геометрией заходного конуса. Раскрыты особенности изменения контактных и энергосиловых параметров радиального обжатия по стадиям. Предложенная автором математическая модель процесса радиального обжатия, в которой учитывается изменение угла заходного конуса и предела текучести обрабатываемого материала, послужила основой для разработки методики расчета энергосиловых параметров процесса бойками с переменными углами заходного конуса.

В третьей главе описаны экспериментальные исследования, направленные на проверку полученных результатов математического моделирования и оценки эффективности применения бойков с переменным углом заходного конуса. Результаты показывают, что при использовании

данных бойков снижается сила и мощность деформирования по сравнению с обжатием бойками базового исполнения с постоянным углом заходного участка за счет рациональной геометрии входной зоны, в результате чего сокращается площадь контакта заходного участка бойка с поверхностью заготовки, что положительно сказывается на концентрации деформаций в очаге меньшего объема. Результаты подтверждаются критериями Кохрена и Фишера и подлежат нормальному распределению для всех типов бойков.

В четвертой главе приведены практические рекомендации по повышению эффективности технологии радиального обжатия. Испытаны и внедрены в производство радиально-обжимные бойки с гиперболическим профилем заходного конуса, показавшие максимальную эффективность, для производства заготовки вала колонки, которые позволяют снизить расходы электроэнергии на 33,3% на двух самых энергозатратных переходах формоизменения и снизить общую себестоимость заготовки на 5,67% по сравнению с базовой технологией радиального обжатия.

В Заключении обобщены и систематизированы полученные результаты.

Выводы и практические рекомендации соответствуют результатам диссертационной работы. Список литературы оформлен в соответствии с требованиями действующего ГОСТа.

Автореферат оформлен в соответствии с требованиями, отражает основное содержание диссертации, раскрывает основные положения, выносимые на защиту.

В ходе изучения работы хотелось бы отметить следующие замечания:

1. В работе наглядно показана эффективность применения бойков с переменными углами заходного конуса для обжатия сплошных цилиндрических заготовок. Можно ли применить данные рекомендации для обжатия заготовок на оправках?

2. В качестве материала бойков выбрана сталь 5ХНВ ГОСТ 5950–2000 с твердостью рабочих поверхностей HRC 55...64. Какие допускаются материалы-заменители или зарубежные аналоги?

3. Для какого типа производства наиболее целесообразны приведенные рекомендации по повышению эффективности процесса радиального обжатия?

4. Название темы работы имеет очень широкий охват технологий радиального обжатия (холодную и горячую деформацию, размеры изделий, окончательная и предварительная операция перед последующей штамповкой, применяемого оборудования и материалов).

5. В связи со стремительным внедрением программ для моделирования пластической деформации (например, QForm) представляет интерес сравнить результаты теоретических расчетов, экспериментальных исследований и компьютерного моделирования, насколько корректно можно применять программы моделирования для расчета процесса радиального обжатия и использовать их при разработке техпроцесса.

6. В качестве пожелания хотелось бы посоветовать автору в дальнейших исследованиях уделить внимание износу деформирующего инструмента. На сколько стойкость предлагаемых бойков будет отличаться от базовых?

### Заключение

Сделанные замечания существенно не влияют на положительную оценку диссертации. Диссертационная работа Низмеева Александра Александровича на тему: «Повышение эффективности технологии радиального обжатия при получении заготовок в машиностроении», является научно-квалифицированной работой, в которой решена актуальная задача повышения эффективности технологии радиального обжатия путем сокращения энергозатрат процесса за счет оптимизации формы заходного участка деформирующего инструмента. Она содержит новые научные результаты и положения, представляется логично выстроенной, хорошо сбалансированной между теоретической и экспериментальной частями. В целом диссертация соответствует пунктам 9-11, 13-14 Положения о присуждения ученых степеней, а автор диссертации Низмеев Александр Александрович по совокупности представленных материалов, теоретической и научно-практической значимости, ценности полученных результатов, личному вкладу заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры  
"Технологии обработки давлением"  
Федерального государственного  
автономного образовательного  
учреждения высшего  
образования "Московский государственный  
технический университет им. Н.Э. Баумана"  
Москва, 2-я Бауманская ул., д.5, с.1  
тел.: +7 (499) 263-63-91  
E-mail: bauman@bmstu.ru



О.А. Белокуров



«ВЕРНО»

ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ ПО ПЕРСОНАЛУ

ЛАПШИНА В.В.

ОТДЕЛ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ

ЕДИНОЙ ПРИЁМНОЙ

УКСА

МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

18.03.2026