

О Т З Ы В

**официального оппонента на диссертационную работу
Пузырева Сергея Сергеевича «Компьютерное моделирование и
совершенствование технологии производства железнодорожных колес»,
представленную к защите на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.6.4. Обработка металлов давлением.**

1. Актуальность темы диссертации

Повышение эксплуатационных характеристик и надежности железнодорожных колес невозможно без совершенствования существующих и разработки новых технологических схем обработки заготовок давлением при их производстве. Диссертационная работа Пузырева С.С., связанная с моделированием процесса и совершенствованием технологии производства железнодорожных колес, является *актуальной* для науки и практики.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В первом разделе диссертации проведен критический анализ научно-технической литературы и патентный обзор (список литературы содержит 133 наименования) по теме диссертации. Основное внимание уделено современному состоянию способов производства железнодорожных колес, обзору технологических схем деформации заготовок на прессопрокатных линиях и методам моделирования процессов деформации.

На основании анализа источников С.С.Пузырев обоснованно заключил, что на настоящий момент недостаточно освещен вопрос выбора начальных и граничных условий для выполнения компьютерного моделирования, обеспечивающего требуемую промышленностью точность расчетов. Кроме того «узким местом» являются рекомендации по выбору оптимальных соотношения геометрических параметров поковки, обеспечивающие рациональные потоки металла при предварительной и окончательной штамповке. Для совершенствования технологии производства железнодорожных колес актуально установить влияние различных схем предварительной и окончательной штамповки на формоизменение колесной заготовки. Автором определены перспективные направления совершенствования действующих технологий конкретизированные для реальных условий АО «ЕВРАЗ НТМК». С учетом этого *обоснованно* сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Второй раздел преимущественно посвящен математическому моделированию процессов предварительной и окончательной штамповки

заготовки. В результате создана универсальная модель, используемая при анализе вновь разрабатываемых калибровок и совершенствовании существующих, обеспечивающая высокую сходимость результатов компьютерного моделирования и промышленных данных.

Высокая точность расчетных данных основывается на уточнённых начальных и граничных условиях процессов предварительной и окончательной штамповки в ходе промышленного эксперимента со штыревой моделью, определения значения показателя трения для условий контактного взаимодействия заготовки с инструментом деформации. Данные исследования, наряду с анализом влияния геометрических параметров поковки на положение нейтрального сечения представляют особый *интерес и новизну*.

Опираясь на собственные исследования и данные расчета созданной виртуальной модели С.С.Пузырев *убедительно доказал* возможность альтернативных способов предварительной штамповки, а также разработал калибровки инструмента деформации для этих способов.

Третий раздел автор посвятил промышленной апробации предложенного способа предварительной штамповки заготовки железнодорожного колеса с разгонкой металла.

Исследуя формоизменения заготовки на операциях предварительной и окончательной штамповки при производстве сравнительной и опытной партий продукции *подтверждено*, что технология, с использованием разгонки металла обеспечивает получение более точных размеров поковки в сравнении с действующей. Изучение энергосиловых параметров процесса продемонстрировало, что наиболее энергоэффективной с точки зрения равномерности распределения усилий по прессам также является калибровка опытной партии заготовок.

В четвертом разделе «Внедрение статистического контроля процессов производства в условиях колесобандажного цеха» предложена система статистического контроля технологических процессов при производстве черновых колес в условиях колесобандажного цеха. Автор обосновал оптимальные значения корректировок технологических параметров процесса производства колес позволяющих реализовать систему статистического контроля процесса производства.

В приложениях к работе приведены документы убедительно подтверждающие реализацию опытно промышленных работ: программа ОНР №ОПРНТ16/0084 по отработке калибровки ж.д. колес и акт промышленной апробации калибровки в условиях КБЦ АО «ЕВРАЗ НТМК».

Таким образом, *степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций в диссертации С.С.Пузырева не вызывает сомнения*, они являются прямым следствием математических моделей, подтвержденных производственными исследованиями, а также разработанными технологиями, доведенными до стадии внедрения.

3. Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа изложена на 126 страницах текста, состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы из 133 наименований, 2 приложений. Работа содержит 44 рисунка и 15 таблиц. Следует отметить хорошее оформление работы и высокое качество иллюстративного материала.

Анализируя тексты диссертации, автореферата и сопоставляя их с работами соискателя, опубликованными по теме диссертации, можно заключить, что *общие выводы и положения, сформулированные диссертантом, правомерны, логичны и вытекают из полученных экспериментальных данных.* Все основные результаты, отраженные в диссертации, опубликованы автором в периодической (рецензируемой) печати и материалах конференций. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

4. Новизна и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертационной работе на основании компьютерного моделирования и производственных экспериментов разработаны и научно обоснованные решения по совершенствованию технологии производства железнодорожных колес на прессопрокатных линиях.

В части в уточнении начальных и граничных условий: разработана новая модель, используемая при анализе разрабатываемых калибровок и совершенствовании существующих, с высокой сходимостью ($\leq 5\%$) результатов моделирования и промышленного эксперимента.

В части определения значения показателя трения для условий контактного взаимодействия заготовки с инструментом деформации: определении значения показателя трения при наличии графитовой технологической смазки

В части анализа влияния геометрических параметров поковки на положение нейтрального сечения: определен диапазон значений $S/h = 0,40 \dots 0,45$ (S – величина разгонки, h – высота штампованной поковки), обеспечивающий выполнение элементов профиля, рациональное течение металла и снижение энергосиловых параметров окончательной штамповки.

Таким образом, *все положения и выводы, представленные в работе, являются новыми, достоверными, заслуживающими внимания, как с научной, так и с практической точек зрения. Достоверность научных результатов, полученных в работе, обеспечена корректным выбором современных методов исследования и согласованностью базовых положений диссертации с концепциями механики обработки металлов давлением, а также подтверждением данных математического моделирования в производственных экспериментах.*

5. Значимость результатов диссертации для науки и практики

В научном плане С.С. Пузырев в диссертационной работе разработал научно обоснованные решения по совершенствованию технологии производства железнодорожных колес на прессопрокатных линиях.

Моделирование процессов предварительной и окончательной штамповки заготовки позволило получить наилучшие энергосиловые показатели процесса, без ухудшения формирования элементов чернового колеса. Снижение усилия штамповки при использовании новой калибровки составило 11,0 и 28,5 % для прессов R-5000 и R-9000 соответственно.

Исследования влияния геометрических параметров поковки на положение нейтрального сечения, для технологической схемы, обеспечивающей разгонку металла при предварительной штамповке, позволили дать рекомендации получения наилучших соотношений геометрических параметров поковки в плане достижения качества готовой продукции.

В практическом плане испытана технология с обеспечением разгонки при предварительной штамповке, что обеспечивает производство цельнокатаных железнодорожных колес с высокими качественными показателями.

Впервые реализована работа системы статистического контроля производства с функцией «советчика оператора», что сигнализирует о предполагаемом отклонении в технологическом процессе и создает возможность моментальной корректировки. Внедрение системы статистического контроля процессов производства позволило снизить уровень брака на 70%.

По результатам исследований опубликовано 8 печатных работ, 4 из которых опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК для опубликования результатов кандидатских и докторских диссертаций, в том числе 3 – в иностранных журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science.

6. Замечания

1. На стр. 42 диссертации автор пишет: «В качестве материала использовали имеющуюся в библиотеке Deform штамповую сталь AISI-H-13, что близко по характеристикам к стали 5XHM». Однако по составу сталь H13 более близка к 4X5MФ1С – стали с повышенной теплостойкостью. Насколько допустима для моделирования такая замена материала инструмента деформации?

2.1. Значение усилия деформации на расчетной кривой через 1 секунду после начала формоизменения по прежнему равно нулю (дисс.: стр.49, рис 2.9а; автореф.: стр.11, рис.4). Очевидно, для корректного сравнения, начала расчетного и реального процессов должны совпадать во времени (нижний график должен быть смещен на единичный отрезок влево).

2.2. Построения графика (дисс.: рис. 2.9а; автореф.: рис.4) следовало бы производить так, чтобы значения на оси абсцисс совпадали с линиями сетки.

2.3. При оценке сходимости моделирования и промышленного эксперимента в части температуры заготовки (дисс.: стр.49, рис 2.9б; автореф.: стр.12, рис.5) не указана погрешность в измерении температуры. Значимо ли превышение расчетной температуры над экспериментальной после гидросбива и наоборот превышение экспериментальных температур над расчётными на операциях штамповки?

3.1. Согласно данным (дисс.: стр.62...65), величина недоштамповки монотонно возрастает от 1 мм до 15 мм при уменьшении S/h соответственно от 0,43 до 0,25 мм. Однако, при использовании действующей технологии, когда нет разгонки и значение S/h снижается до нуля, величина недоштамповки возрастает до 7 мм. С какого момента функция перестает быть монотонной?

3.2. Использование обратной косой черты для обозначения геометрического критерия, « $S\backslash h$ » рис.2.16 математически неправомерно.

4. Как изменился износ инструмента деформации в случае применения новых калибровок?

5. Содержание раздела «4.1. Основные понятия и принципы статистического контроля процессов производства» носит характер аналитического обзора, поэтому материал следовало бы изложить в главе 1.

6. В автореферате стр.7 допущена опечатка: список литературы к диссертации состоит из 133 наименований, а не из 136.

Указанные замечания не снижают общую положительную оценку работы, научную и практическую значимость полученных автором результатов.

Заключение

Анализ материалов, представленных в диссертации, позволяет сделать следующие выводы.

По объему, актуальности исследований, новизне результатов, их достоверности, научной и практической значимости диссертация *С.С. Пузырева* является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические разработки, имеющие существенное значение для экономики страны. Материалы диссертации достоверны, достаточно апробированы и опубликованы в научной печати. Содержание работы соответствует специальности 2.6.4.- Обработка металлов давлением.

Указанные разработки включают обоснованное компьютерным моделированием и экспериментальными данными совершенствование технологии производства железнодорожных колес путем модернизации существующих и внедрения новых калибровок инструмента деформации.

Результаты работы позволяют повысить качество производимой продукции и улучшить технико-экономические показатели производства.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», а ее автор *Пузырев Сергей Сергеевич* заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4.- «Обработка металлов давлением».

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент (специальность 05.02.01 – Материаловедение в машиностроении), заведующий кафедрой металлургических технологий Нижнетагильского технологического института (филиала) ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

_____  Шевченко Олег Игоревич
30.05.2022

Выражаю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Пузырева Сергей Сергеевич и их дальнейшую обработку.

Подпись О.И.Шевченко удостоверяю:



 Директор
НТИ (филиал) УрФУ
В.В. Потанин

Нижнетагильский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

622031 г. Нижний Тагил, Свердловская область, ул. Красногвардейская, д.59.

Телефон: +7(3435)256500,

E-mail: oleg.shevchenko@urfu.ru