

## ОТЗЫВ

официального оппонента на кандидатскую диссертацию Фомина Алексея Викторовича на тему «Исследование формоизменения заготовки, полученной винтовой прошивкой, для производства железнодорожных колес», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

**Диссертационная работа** выполнена на современном уровне, написана грамотным техническим языком и состоит из введения, пяти глав, выводов, библиографического списка из 98 наименований и двух приложений, включающих акты о внедрение в учебный процесс и промышленном апробировании, изложенных на 112 страницах машинописного текста, включающих 53 рисунка и 21 таблицу. Содержание автореферата и публикаций полностью соответствует содержанию диссертации.

**Актуальность диссертационной работы.** Тематика диссертационного исследования А.В. Фомина обусловлена, с одной стороны, тем, что в последнее время повышаются требования к качеству поковок, особенно ответственного назначения, с целью повышения конкурентоспособности выпускаемых изделий. С другой стороны, существует необходимость совершенствования технологических процессов производства деталей для железнодорожной отрасли, что связано с введением в эксплуатацию подвижных составов с повышенными скоростями движения и увеличением грузоподъемности, которые обуславливают необходимость повышения комплекса механических характеристик деталей.

Одним из представителей такой детали ответственного назначения, требующей более высоких показателей эксплуатационных свойств, качества и надежности в современных условиях является железнодорожные колеса.

Повысить механические показатели железнодорожных колес возможно способами деформационной проработки структуры металла заготовки за счет интенсивных сдвиговых деформаций при производстве поковок колес. Эффективным способом проработать литую структуру металла заготовок железнодорожных колес может являться применение заготовок, полученных винтовой прошивкой. Однако, в настоящее время, для того чтобы оценить эффективность применения винтовой прошивки при изготовлении железнодорожных колес, в справочной литературе, отсутствуют данные о количественном влиянии на механические показатели детали проработки структуры металла. Также, недостаточно изучен вопрос о возможностях сочетания технологий винтовой прокатки литой заготовки и последующей осадки полой заготовки с целью разработки оптимальных техпроцессов штамповки поковок железнодорожных колес с повышенными механическими характеристиками.

В связи с вышеизложенным считаю, что выбранная тема диссертационной работа Фомина А.В. является актуальной.

Соискателем получен следующий **основной новый научный** результат: Разработан научно обоснованный алгоритм расчета технологических параметров сочетания винтовой прошивки литой заготовки и осадки полой заготовки при производстве железнодорожных колес, обеспечивающий значительное повышение пластических свойств и ударной вязкости колесной стали в диске и ободе колеса, по сравнению со свойствами железнодорожных колес, изготовленных по традиционной технологии.

К наиболее значимым **новым научным** результатам, полученным в диссертационной работе, на мой взгляд, следует, отнести:

1. определение существенного повышения пластических свойств и значений ударной вязкости колесной стали при изготовлении железнодорожных колес с использованием винтовой прошивки литой заготовки

и последующей осадки полой заготовки по сравнению с традиционной технологией.

2. определены области геометрических и технологических параметров, при которых возможно сочетание технологических операций винтовой прошивки литой заготовки и последующей осадки полой заготовки для получения существенного повышения механических характеристик железнодорожных колес.

3. теоретическими и экспериментальными исследованиями показана возможность производства железнодорожных колес из полых заготовок с отношением  $D/S = 3,1$  и отношением  $H/D = 1$ , полученных прошивкой слитка колесной стали в стане винтовой прокатки с коэффициентом вытяжки  $\mu = 1,48$  и углом подачи  $4^\circ$  при этом существенно повышаются пластические свойства и значения ударной вязкости колес.

**Практическая значимость** диссертационной работы заключается, в получение конкретных рекомендаций для проектирования технологических процессов сочетания винтовой прошивки литой заготовки и осадки полой заготовки при производстве железнодорожных колес, при этом обеспечивается увеличение механических характеристик колес. Диссертантом был решен целый ряд экспериментальных задач с привлечением современных методов моделирования технологических операций, используемых для производства железнодорожных колес, а также выполнен большой объем экспериментальных работ по определению механических характеристик.

Показана эффективность применения процесса прошивки в улучшение механических свойств колесной стали. Установлено, что деформационное воздействие методом винтовой прошивки способствует повышению пластических свойств и значений ударной вязкости колесной стали. При комбинированной схеме деформации (винтовая прошивка + свободная осадка) и последующей ТМО сохраняется наследование этих свойств.



Практическая значимость результатов работы подтверждена актами о внедрении результатов кандидатской диссертационной работы в учебный процесс на кафедре ГОТП ННТУ «МИСиС» и промышленном апробирования и применения полых заготовок, полученных прошивкой слитка колесной стали в стане винтовой прокатки, для производства железнодорожных колес диаметром 957 мм по ГОСТ 10791.

### **Достоверность полученных результатов.**

Основные научные положения, выводы и рекомендации диссертации обоснованы, базируются на результатах, достоверность которых подтверждается использованием современных технических средств и оборудования, применением экспериментальных и теоретических методов исследования, математической обработкой данных с использованием вычислительной техники. Промышленное апробирование подтвердило адекватность полученных результатов.

### **Замечания по диссертационной работе.**

В качестве замечания по диссертационной необходимо отметить следующее:

1. В тексте диссертационной работы на стр. 59 указано: «Анализ проведен по значениям деформации (деформации по Мизесу), рассчитанную в Deform по формуле  $\bar{\varepsilon} = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2}$  (6) где  $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_3$  - главные

деформации по Мизесу, а  $\bar{\varepsilon}$  - деформация по Мизесу, или интенсивность деформации (используется термин effective strain, что означает накопленная деформация)». Выражение «Effective strain» используется также в подписи к рисунку 3.14 (стр. 60). На самом деле в Deform «Effective strain» это параметр

Одквиста, т.е.  $\varepsilon = \int_t \dot{\varepsilon}^n dt$ , где  $\dot{\varepsilon}^n$  - интенсивность скоростей деформаций. Какая именно деформация имелась в виду?

2. При компьютерном моделировании технологических операций с применением программного комплекса Deform, в качестве исходного параметра было использовано значение фактора трения стали по стали равное 0,3 (стр. 42). Из текста диссертации не ясно, чем обоснован такой выбор значения фактора трения для горячего деформирования при моделировании операции осадки.

3. Было бы целесообразно использовать известные методы планирования многофакторных экспериментов для того, чтобы оценить степень влияния каждого технологического параметра процесса винтовой прошивки и осадки полой заготовки на механические характеристики железнодорожных колес и подобные им изделия.

4. К сожалению, исследуемый интервал варьирования коэффициентов вытяжки  $\mu=1,48; 1,62$  и угол подачи  $\beta=4^\circ$  при винтовой прошивке на прошивном стане не могут показать полную картину влияния механических свойств полученной полой заготовки на механические свойства осажённых поковок, и в конечном счете на возможность получения комплекса механических характеристик в готовом железнодорожном колесе.

5. Автором используются термины «свободная осадка», «осадка в технологическом кольце», которые скорее можно отнести к профессиональному жаргону, т.к. они не соответствуют терминам ГОСТа (ГОСТ 18970-84. Обработка металлов давлением. Операцииковки и штамповки. Термины и определения)

Сделанные замечания носят частный характер и существенно не снижают общей достаточно высокой положительной оценки диссертационной работы, которая выполнена на высоком научно-методическом уровне.

**Заключение по работе.** В целом представленная диссертация является завершённой исследовательской работой, содержащей новые научные и технические решения, совокупность которых можно квалифицировать как решения задачи, имеющей существенное значение для развития теории и практики обработки металлов давлением. Достоверность и точность

