

Отзыв

на автореферат диссертации Соколова Павла Юрьевича
«Разработка и исследование процесса пластической деформации крупногабаритных титановых колец, полученных методом прямого лазерного выращивания»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением

Диссертационное исследование Соколова П.Ю. посвящено формированию нового технологического уклада в производстве крупногабаритных колец из титановых сплавов – одного из наиболее материалоёмких и критически важных изделий в авиационном двигателестроении. Актуальность работы не вызывает сомнений, поскольку существующая многооперационная технология, включающая ковку, раскатку и механическую обработку, имеет крайне низкий коэффициент использования металла и требует значительных временных и энергетических затрат. Автор предлагает принципиально иной подход: выращивание заготовки с геометрией, близкой к чистовой, методом прямого лазерного выращивания с последующей деформационной обработкой раскаткой. В условиях импортозамещения и необходимости повышения гибкости производства данный подход приобретает особую значимость, что подтверждает правильный выбор темы и её высокую практическую востребованность.

Научная новизна работы состоит в установлении количественного критерия минимально необходимой степени деформации для аддитивно выращенной заготовки из сплава ВТ6. Показано, что 10% обжатия достаточно для достижения стабильного уровня механических свойств. В работе получены новые экспериментальные данные о влиянии комбинированных схем постобработки (вакуумный отжиг, горячая прокатка, горячее изостатическое прессование) на эволюцию микроструктуры и механических характеристик, что расширяет фундаментальные представления о поведении двухфазных титановых сплавов при термомеханическом воздействии после лазерного выращивания.

Автор не ограничивается лабораторными экспериментами на малых образцах, а доводит исследование до этапа компьютерного моделирования полномасштабного процесса раскатки кольца диаметром более двух метров, с последующей верификацией модели при помощи физического моделирования прокатки сектора кольца. Разработанные в работе рекомендации по технологическим параметрам раскатки являются конкретным руководством для наладки технологического оборудования на предприятиях, что существенно сокращает путь от научной идеи до промышленного внедрения.

Достоверность выводов обеспечивается использованием современного оборудования, применением стандартных и многократно апробированных методик механических испытаний и металлографических исследований. Особого внимания заслуживает корректное сочетание физического эксперимента с математическим моделированием в QForm: автор показывает сопоставление расчётного и реального распределения деформации, что является убедительным подтверждением адекватности разработанных режимов. Кроме того, результаты работы опубликованы в международных журналах, входящих в базу Scopus, и докладывались на конференциях, что подтверждает их экспертизу научным сообществом.

В качестве дискуссионных замечаний и вопросов к автору можно отметить следующее:

– в автореферате говорится о том, что операция ГИП также увеличивает плотность материала, однако из таблицы 1 видно, что прирост плотности по сравнению с исходным состоянием составляет всего 0,26%, что статистически может быть на грани погрешности измерений;

– в работе основное внимание уделено механическим свойствам на растяжение, однако для колец авиационных двигателей не менее важны характеристики малоцикловой усталости и трещиностойкости. Были ли проведены такие испытания, или они относятся к дальнейшим этапам исследования? Учитывая, что заготовки могли содержать несплавления на микроуровне, вопрос усталостной прочности является крайне важным.

Тем не менее, перечисленные замечания не снижают общей высокой оценки представленной работы, а скорее определяют направления для продолжения исследований. Автореферат отличается четкой структурой, логичностью изложения и наглядностью представленных результатов. Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, содержит законченные и обоснованные решения актуальной научно-прикладной задачи.

Считаю, что по объёму, новизне, достоверности и практической значимости диссертация полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Соколов Павел Юрьевич, безусловно заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением.

Ведущий инженер-технолог (по моделированию технологических процессов), Филиал ПАО «ТМК»
Первоуральский новотрубный завод,
технологическое управление (№43), инженерно-технический центр, отдел технологии прокатного производства, кандидат технических наук


Исхаков Руслан Вячеславович

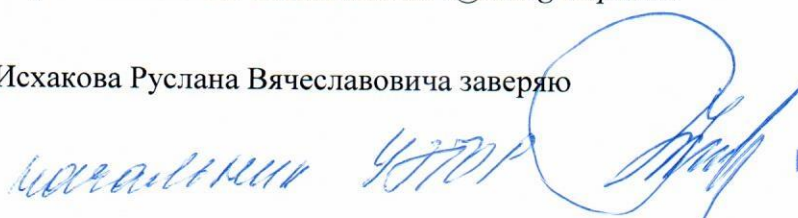
11.09.2026

Адрес: 623100, Свердловская обл., г. Первоуральск, ул. Торговая, д. 1.

Телефон: +7 (3439) 26-20-07 доб. 69080

Адрес электронной почты: ruslan.iskhakov@tmk-group.com

Подпись Исхакова Руслана Вячеславовича заверяю



К.А. Шакурова

