

«Утверждаю»

Зам. директора Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Институт
металлургии и материаловедения им.
А.А. Байкова Российской академии наук,
член – корр. РАН



С.М. Баринов

« 24 » апреля 2015 г.

Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу Полякова Александра Вадимовича «Эволюция микроструктуры и механических свойств технически чистого титана при равноканальном угловом прессовании по схеме «Конформ»», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 –
Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Титан и его сплавы, благодаря высокой удельной прочности, коррозионной стойкости и биосовместимости, широко используются в качестве конструкционных материалов медицинского назначения. Однако по своим прочностным характеристикам технически чистый титан значительно уступает титановым сплавам. Многочисленные работы свидетельствуют, что механические свойства титана могут быть значительно повышены при создании в нем ультрамелкозернистой (УМЗ) структуры, используя методы интенсивной пластической деформации (ИПД). В последние годы развитие методов ИПД для получения УМЗ материалов способствует переходу от фундаментальных исследований к разработке объемных УМЗ материалов для практического использования. В данной работе для получения титановых прутков с УМЗ структурой предложена новая модификация известного метода равноканального углового прессования - РКУП-Конформ (РКУП-К) в сочетании с волочением, что позволяет получать прутки длиной до 3-4 м, востребованных промышленностью. Поэтому работа Полякова А. В., содержащая результаты систематических исследований эволюции структуры и механических свойств прутков титана в процессе формирования в них УМЗ структуры методом РКУП-Конформ с последующим волочением, является весьма актуальной с научной и практической точек зрения.

Результатами, представляющими основную ценность диссертационной работы Полякова А. В., являются:

1. Режимы деформирования титана Grade 4 в процессе РКУП-К, обеспечивающие формирование УМЗ структуры и рекордные механические свойства при статической и циклической нагрузке в прутках длиной более 3 м и диаметром от 3 до 6 мм.

2. Особенности эволюции микроструктуры в технически чистом титане Grade 4 в зависимости от степени деформации (ε от 0,7 до 7,0) и температуры деформации (от 150 до 450 °С) в ходе комбинированной обработки, включающей РКУП-Конформ и последующее волочение.

3. Зависимость механических свойств при статическом растяжении и усталостной нагрузке титана Grade 4 от условий деформации в процессе РКУП-Конформ с последующим волочением.

4. Результаты исследований усталостных свойств и характера разрушения УМЗ Ti Grade 4 на гладких образцах.

5. Результаты оценки функциональных свойств опытных медицинских изделий из УМЗ титана, полученного по разработанной на основе результатов настоящей работы технологии.

Достоинствами диссертации, безусловно, являются сочетание подробных экспериментальных исследований и анализа практического применения результатов на примере опытных медицинских изделий. В работе использованы современные методы исследования структуры и свойств металлов. Результаты работы достаточно полно отражены в публикациях и представлены на российских и международных конференциях. Основное содержание диссертации опубликовано в 16 статьях, 10 из которых в журналах рецензируемых ВАК.

Разработанная на основе результатов диссертационной работы опытно-промышленная технология получения таких УМЗ прутков-полуфабрикатов, сравнимых по свойствам с титановыми сплавами, имеет широкие перспективы использования, в том числе, для изготовления медицинских имплантатов нового образца. Показана успешная реализация данной технологии на производственной базе ООО «НаноMeT». Продемонстрирована возможность практического применения длинномерных прутков-полуфабрикатов для изготовления опытных дентальных имплантатов с повышенным комплексом механических статических и усталостных свойств и биосовместимостью. В частности, было получено положительное заключение о возможности применения дентальных имплантатов «Набора имплантатов из наноструктурного титана НаноДентал_№1» ТУ 9398-009-02069438-2010 в лечебно-профилактических учреждениях на территории Российской Федерации. Также из прутков производства ООО «НаноMeT» успешно изготавливают имплантаты компании «Basic Dental» (США) и «Timplant» (Чешская Республика). Все это является неоспоримым свидетельством практической значимости результатов данной работы.

Работа вносит значительный вклад в развитие материаловедения УМЗ металлов. Результаты диссертации могут быть использованы в научных и образовательных учреждениях, а также на предприятиях по производству металлопродукции предназначенной для изготовления изделий как медицинского, так и технического назначения.

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. На стр.10 автореферата отмечается: «Таким образом, экспериментально установлено, что наиболее эффективной с точки зрения измельчения структуры ($d_z = 210$ нм) и сохранения целостности заготовок до 10 проходов РКУП-К ($\varepsilon = 7,0$) является температура деформации равная $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ », что не следует из предыдущего текста автореферата, где максимальной упомянутой деформацией было 6 проходов ($\varepsilon = 4,2$), чему и соответствовал размер зерна 210 нм.
2. На Рис. 3.3.7 диссертации не наблюдается «некоторого повышения пластичности» при увеличении числа проходов с 2 и 6 до 10, как это утверждается на стр.76.
3. Из диссертации не вполне понятно, почему на том же Рис. 3.3.7 при увеличении степени деформации от 2 до 6 проходов значения пределов прочности и текучести возрастают, а значения общего и равномерного удлинений не изменяются, а при увеличении степени деформации от 6 до 10 проходов значения пределов прочности и текучести, общего и равномерного удлинений не изменяются при том, что размер зерна уменьшается с 210 нм до 185 нм, а доля большеугловых границ увеличивается.
4. Судя по Рис. 4.2.7 трудно назвать структуру в продольном направлении «однородной» и «изотропной».
5. При количественном металлографическом анализе нельзя увидеть зерно размером 80 нм (стр.95 диссертации).
6. Ультрамелкие зерна не могут иметь как малоугловые, так и большеугловые разориентировки (стр.11 автореферата). Зерна – это структурные элементы только с большеугловой разориентировкой границ.

В целом, вышеуказанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации. По новизне, актуальности, научной и практической значимости, достоверности полученных результатов, содержанию и объему работы, квалификации соискателя работа А. В. Полякова отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Настоящий отзыв обсужден и утвержден на совместном заседании лаборатории металловедения цветных и легких металлов ИМЕТ РАН и лаборатории пластической деформации металлических материалов ИМЕТ РАН «22» апреля 2015 года. Протокол заседания № 27.

Зав. лабораторией металловедения
цветных и легких металлов,
д.т.н., профессор

С.В. Добаткин

Зав. лабораторией пластической деформации
металлических материалов, д.т.н.

В.С. Юсупов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им.А.А. Байкова Российской академии наук
119991, г. Москва, Ленинский проспект, 49 / тел.: +7 (499) 1352060.

dobatkin@imet.ac.ru – Добаткин Сергей Владимирович (+7 (499) 1357743)

yusupov@aport2000.ru – Юсупов Владимир Сабитович (+7 (499) 1358651)

barinov@imet.ac.ru – Барinov Сергей Миронович (+7 (499) 1358510)