

2. В исследованной керамике распределение пор имеет унимодальное распределение пор по размерам. При добавлении 0.5% MgO средний размер пор составляет $\langle d \rangle = 37.3$ мкм, а при добавлении 10% MgO - $\langle d \rangle = 65.6$ мкм.
3. Обнаружено, что при увеличении концентрации MgO в смеси наблюдается резкое изменение прочностных характеристик, которые тем меньше, чем больше пористость.
4. Установлено, что наиболее приемлемым с точки зрения изготовления керамики для зубных имплантатов с высоким уровнем свойств является добавление 0.5% MgO, где прочность на сжатие $\delta = 262$ МПа, а пористость $P = 5\%$.

Список литературы

1. Лашнева В. В., Крючков Ю. Н., Сохань С. В. Биокерамика на основе оксида алюминия // Стекло и керамика. 1998. - № 11. - С. 26 - 28.
2. Материаловедение в стоматологии. – М., Медицина, 1984. – 424 с.
3. О проблемах получения оксидной керамики с регулируемой структурой / Е. С. Лукин, Н. Т. Андрианов, Н. Б. Мамаева и др. // Огнеупоры. 1993. - № 5. – С. 11-15.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АНАЛОГА ИМПОРТНОЙ ДЕТАЛИ

А.А. СОСНОВСКАЯ, Е.А. ДАРЕНСКАЯ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

RESEARCH OF STRUCTURE AND MATERIAL PROPERTIES FOR CREATION ANALOG OF IMPORT DETAIL

A.A. SOSNOVSKAYA, E.A. DARENSKAYA

National Research Tomsk Polytechnic University

E-mail: darenskaya@tpu.ru

Annotation. The article describes the research of the seal material of the recombinant apparatus for creation a quality analog of import detail. The phase composition and properties of the material are determined. It is found that the material part is the pseudo- α -titanium alloy VT-4.

С началом украинского кризиса страны Запада ввели против России санкции, направленные на определенные сектора российской экономики. В ответ на это Россия взяла курс на импортозамещение. В Томске проблемы импорта из стран, поддерживающих санкции, актуальны. Закупки комплектующих для ремонта оборудования зарубежного производства, которым оснащены научно-исследовательские институты и лаборатории вузов Томска, в современных условиях затруднительны.

Самым важным при решении этой проблемы является подбор материала для изготовления детали. При этом необходимо учитывать условия её работы, а также характеристики оригинального материала. Проблема заключается в том, что в паспорте оборудования обычно не указаны марки материалов, из которых изготовлены компоненты.

В связи с этим целью работы является исследование материала детали и установление его марки для создания качественного аналога импортного изделия из доступного сырья.

Структуру материала исследовали на металлографическом микроскопе ЛабоМет-И с системой визуализации. Фазовый состав материала определяли на дифрактометре ДРОН-4М по стандартным методикам [1], съемкой дифрактограмм в Co-K_α излучении. Измерение твердости проводили с помощью прессы Бринелля, нагрузка $P=750$ кгс и диаметр шарика $D=5$ мм. Определение модуля упругости и нанотвердости проводил на приборе Nano Indenter G 200.

Предварительный осмотр показал (рисунок 1), что деталь представляет собой металлическое кольцо бело-серебристого цвета. Это позволило сделать предположение, что деталь может быть изготовлена из одного из следующих материалов: нержавеющей стали, титанового или алюминиевого сплава.

Первым шагом идентификации материала было определение плотности образца. Расчёт плотности образца проводили по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ г/см}^3 \quad (1)$$

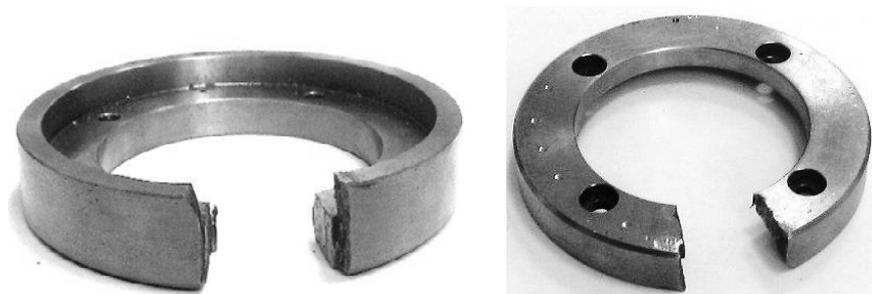


Рисунок 1 – Исследуемая деталь

Сравнение значений плотности материала образца ($\rho=4,83$ г/см³) и плотностей железа, титана и алюминия (таблица 1) показало, что исследуемый материал имеет плотность, близкую плотности титана ($\rho=4,54$ г/см³).

Таблица 1 – Плотность исследуемого образца и металлов

$\rho, \text{ г/см}^3$			
исследуемый образец	железо	титан	алюминий
4,83	7,8	4,5	2,71

Фазовый состав устанавливали, сравнивая параметры рефлексов от исследуемого образца с параметрами рефлексов известных веществ, уделяя особое внимание титану, железу, алюминию и их сплавам. Результаты рентгеноструктурного анализа позволяют утверждать, что основной фазой исследуемого материала является α -титан, а также есть небольшие рефлексы β -титана (рисунок 2).

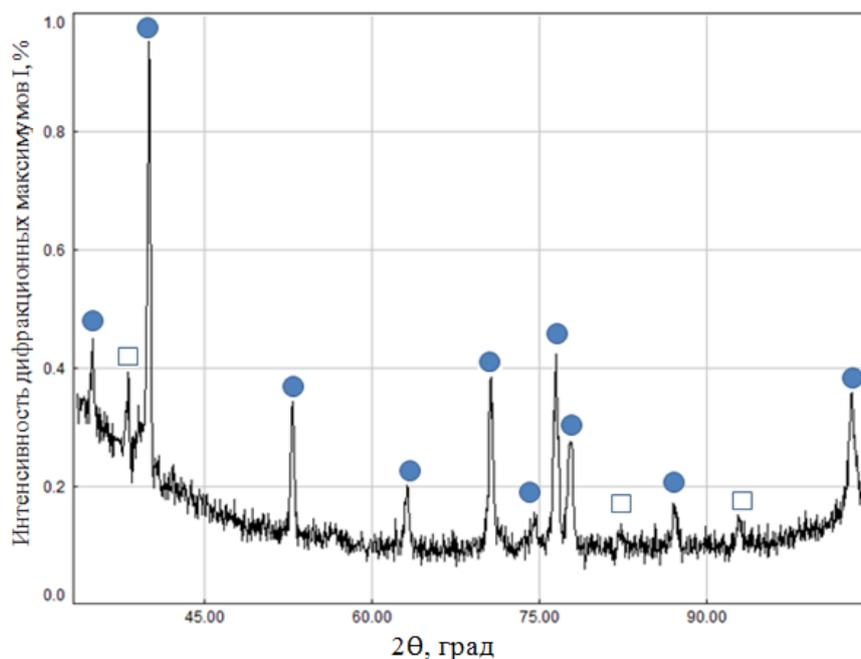


Рисунок 2 – Дифрактограмма исследуемого образца (● - α -Ti, □ - β -Ti)

Исследуя микроструктуру образца (рисунок 3 а), удалось установить значительное сходство структуры материала детали со структурами типичных представителей псевдо α -сплавов титана. Внутренняя структура деформированной α -фазы образца довольно сложна и неоднородна. Согласно данным [2], значительная локальная неоднородность обусловлена небольшой степенью $\alpha+\beta$ -деформации (<50 %), она увеличивается при увеличении температурного интервала $\alpha+\beta$ -деформации, и выражается в чередовании участков с α -пластинами, деформированными в резко различной степени. Средний размер зерна $d_{ср}=16,9$ мкм. В деформированных α -пластинах исследуемого образца наблюдаются двойники деформации (рисунок 3 б). Крупные двойники в виде узких длинных полос пересекают α -зерна и целые пачки α -пластин. Толщина двойников составляет 0,9–1,5 мкм, длина 5–20 мкм.

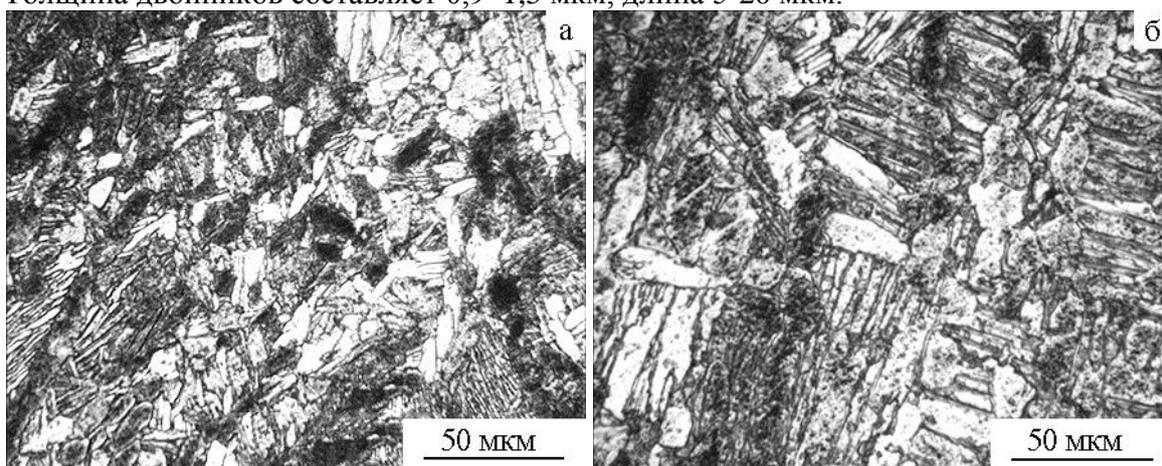


Рисунок 3 – Микроструктура: а) исследуемого образца, б) псевдо α - сплава титана

Рентгеноструктурный и металлографический анализы позволили установить, что исследуемый материал – псевдо α -сплав титана. Для уточнения марки определяли свойства исследуемого материала.

Полученные экспериментальные данные твердости по Бринеллю образца $HV=273,6 \text{ кг/мм}^2$ близки по значениям твердости HV деформируемых титановых сплавов: ВТ-4 – 207-285 кг/мм^2 , ВТ20 – 255-341 кг/мм^2 .

Характер деформации поверхности при наноиндентировании – упруго-пластический, так как происходит частичное восстановление поверхности после снятия нагрузки. Среднее значение модуля упругости составило 137 ГПа, что превышает модуль упругости титана на 25 ГПа. Повышенное значение модуля Юнга, вероятно, обусловлено содержанием в сплаве 5-7 % алюминия. Согласно [3], алюминий является α -стабилизатором, его наличие в сплаве способствует повышению жаропрочности, прочности, а также модуля упругости.

Сопоставив все полученные данные (таблица 2), можно идентифицировать материал исследуемой детали как титановый сплав ВТ-20.

Таблица 2

Критерии сравнения	Исследуемый материал	ВТ-20
Класс по структуре	псевдо α -сплав титана	псевдо α -сплав титана
HV	271	255-341
E , ГПа	137	112

Выводы

1. Определены структура и свойства исследуемого материала.
2. Материал идентифицирован как псевдо α -сплав титана ВТ-20.
3. Результаты работы позволят изготовить в Томске идентичную оригиналу деталь.

Список литературы

1. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСИС, 2002, 360 с.
2. Борисова Е.А., Бочвар Г.А., Брун М.Я, Глазунов С.Г. Титановые сплавы. Металлография титановых сплавов. М., Металлургия, 1980. 464с.
3. Шипша В.Г. Титан и титановые сплавы /Металлы и сплавы: справочник / В. К. Афонин, Б. С. Ермаков, Е. Л. Лебедев, др., Ю. П. Солнцев. – СПб.: Профессional: Мир и Семья, 2003 .