

РАЗРАБОТКА УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКОН ИЗ СПЛАВА ТИТАНА ДЛЯ ДАТЧИКОВ ДИАГНОСТИКИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Шабашов А.А.

Ключевые слова: нановолокна из сплава титана, сплав титана NT-50, разрушение, диагностика.

Аннотация. Предложен способ изготовления нановолокон из сплава титана NT-50 (1-20) мкм в композиционной сборке. Определены условия получения нановолокон без разрушения. Нановолокна используют для создания новых изделий – датчиков диагностики для офтальмологии.

FEATURES OF OBTAINING TITANIUM ALLOY NANOFIBERS FOR NEUROSUGERY AND OPHTHAIMOLOGY

Shabashov A.A.

Keywords: titanium alloy nanofiber, titanium alloy NT-50, destruction, diagnostics.

Abstract. A method for manufacturing nanofibers from titanium alloy NT-50 (1-20) μm microns in the composite Assembly . is proposed. The conditions for obtaining non-destructive nanofibers are determined. Nanofibers are used to create new products – diagnostic sensors for ophthalmology.

Техника регистрации ретинограмм [1] осуществляется с помощью золотого электрода и волокна из сплава титана, закладываемого за нижнее веко (они настолько малы, что могут быть использованы без анестезии) Нити обладают низкой пластичностью, прочностью и большой пористостью, так как изготовлены методом литья.

Изготовление волокон из сплава титана

Способ изготовления волокон из сплава титана, включает размещение обрабатываемого материала в медном чехле, герметизацию очехленной заготовки [2]. Затем сборку деформируют и разрезают на мерные длины. Повторение сборки композитных заготовок и их деформации проводят до тех пор, пока поперечное сечение жил обрабатываемого материала в композитной заготовке не достигнет размера микропровода. Удаление материала чехлов, разделение жил и калибровку до получения готовых волокон, удаление материала чехлов осуществляют послойно, начиная с внешнего слоя, последовательным пропусканием композитных заготовок через ряд чередующихся ванн для травления и промывки, где при травлении используют химические реагенты, инертные по отношению к материалу волокон. Разделение жил волокон осуществляют на выходе каждой из ванн промывки, а полученную при этом волокон одновременно наматывают на катушки. В качестве обрабатываемого материала может быть использован гидрированный титан.

Определение кривых упрочнения методом измерения микротвердости

Для решения инженерных задач необходимы кривые упрочнения и диаграммы пластичности всех компонентов композиционной сборки. Поперечный разрез конструкции показан на рис. 1.

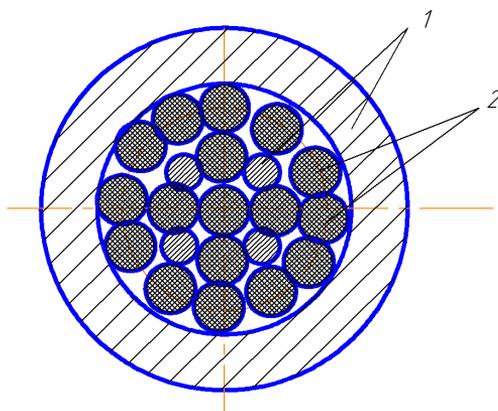


Рис. 1. Конструкция композиционной сборки:
1 – медь марки МВ; 2 – титановый сплав ТТ-50

Особенность композиционной сборки в том, что невозможно выделить и испытать каждый компонент композиции в отдельности. Титановые волокна имеют шероховатую поверхность и диаметр меньше микрометра.

Шероховатость является концентратором напряжений и, кроме того, не позволяет точно определить площадь вызывает необходимость косвенной оценки значений напряжений и деформаций волокон и других компонентов композиции. В качестве наиболее доступного метода косвенной оценки напряженного состояния можно использовать метод измерения микротвердости [3].

При построении зависимости напряжений, деформаций и микротвердости, микротвердость связывают с приведенными напряжениями в условиях пластичности. Наиболее распространенными являются условия Треска-Сен-Венана и Мизеса (максимальное касательное напряжение) и интенсивность касательных напряжений). Лучшее подтверждение получило условие Мизеса [4].

На основании этого по данным значениям микротвердости, можно определить соответствующие значения интенсивности касательных напряжений и интенсивности деформаций в любой точке.

При одноосном напряженном состоянии степень деформации сдвига при растяжении плоского образца определяется по формуле [4]:

$$\Lambda = \sqrt{3} \ln(1 - \delta), \quad (1)$$

где δ – относительное удлинение образца

Интенсивность касательных напряжений

$$T = \frac{P}{F_0} \cdot \frac{1}{1 - \psi}, \quad (2)$$

где P – растягивающее усилие;

F_0 – площадь поперечного сечения рабочей части и образца до испытания;

ψ – относительное сужение поперечного сечения образца.

При осадке цилиндрических образцов для определения степени деформации сдвига используется зависимость:

$$\Lambda = \sqrt{3} \ln \frac{h_0}{h_1}. \quad (3)$$

В случае сведения сил трения к нулю на площадке контакта торцов образцов с бойками интенсивность касательных напряжений:

$$T = \frac{P}{F_o} \cdot \sqrt{3(1 - \varepsilon)}, \quad (4)$$

где ε – относительное обжатие образца.

Для определения интенсивности касательных напряжений при больших степенях деформаций проведено волочение композиционной сборки (волокна из сплава НТ-50 а матрице из меди марки МВ), при этом расчет суммарной степени деформации сдвига определялся по методике[4].

На основании этого по данным значениям микротвердости, можно определить соответствующие значения интенсивности касательных напряжений и интенсивности деформаций в любой точке.

Механические свойства исследовались на материалах компонентов композиции в состоянии подготовки сборки. Для испытания вырезались из прессованного прутка сплава НТ-50 – диаметром 15 мм и высотой 22 мм; с целью исключения контактного трения на торцевых поверхностях образца делались выточки. Ширина и высота пояска контакта образца не превышала 0,4-0,5 мм. Свободное пространство выточки заполнялось консистентной смазкой марки «Литол-24» с добавкой дисульфида молибдена. Исследовались партии образцов в количестве 15 штук. Испытания на осадку сплава НТ-50 при комнатной температуре проводилось на универсальной машине ГСМ-50.

Микротвердость измерялась вблизи центра образца прибором типа ПМТ-3. На каждом образце делалось 20-30 отпечатков. При этом разброс значений микротвердости не превышал 7%.

Волокна из сплава НТ-50, полученная методом удаления матричной меди путем травления в растворе хлорного железа, подвергали испытанию на машине типа МРИ-025, снабженной прибором СИП-250 с тензометрическими датчиками. Волокна диаметром меньше 0,050мм подвергали испытанию на растяжение на машине типа «Инстрон-1195». Скорость передвижения захватов составила 2 мм/мин. Относительная погрешность измерения нагрузки – не более 0,5%.

Анализ результатов исследований

Результаты определения зависимости напряжение-деформация и напряжение-деформация-микротвердость были обработаны методами статистического и корреляционно-множественного анализа.

В результате статистической обработки измерений микротвердости на образцах из сплава НТ-50 определено, что при доверительной вероятности 0,95 коэффициент вариации микротвердости не превосходит 7%.

Определение трещиноватости компонентов композиции

В соответствии с феноменологической теорией деформируемости металлов без разрушения [5], если формоизменение происходит при постоянном показателе напряженного состояния, а процесс близок к монотонному, условие деформирования без разрушения:

$$\Lambda \leq \Lambda_p [K] \quad (5)$$

или

$$\Psi = \frac{\Lambda}{\Lambda_p [K]} \leq 1. \quad (6)$$

Характер изменения пластичности сплава НТ-50 показан на рис. 2. Для сплава НТ-50 – выражением:

$$\Lambda_p = 10,0 \Lambda_{\text{exp}} 1,17 K. \quad (7)$$

Испытанию подвергались образцы из сплава НТ-50 в исходном недеформируемом состоянии [6]. Поэтому для определения трещиноватости волокна, подверженного многократному волочению без отжига волокон из сплава НТ-50, необходимо учесть суммарную деформацию волочения и с учетом показателя напряженного состояния определить трещиноватость после волочения. Трещиноватость в j – ом волокне I – ого прохода [6]:

$$\Psi_{ji} = \frac{1}{\Lambda_{pj} [K_{cp}]} (\sqrt{3} \ln \mu + 2tg\alpha) \quad (8)$$

В соответствии с полученными результатами [7] расчетная диаграмма пластичности для волокон из сплава НТ-50 после волочения показана на рис. 2, кривая 3, и аппроксимирована выражением:

$$\Lambda_p = 0,50 \Lambda_{\text{exp}} 1,17 K. \quad (9)$$

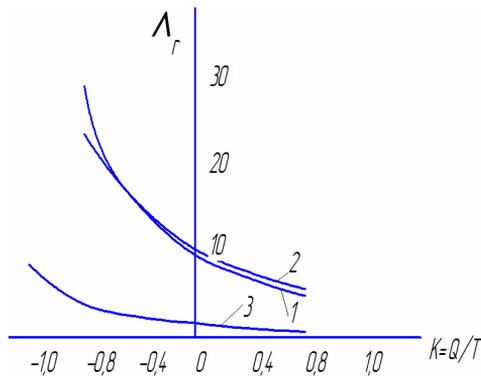


Рис. 2. Диаграммы пластичности: 1 – НТ-50 без деформации; 2 – медь марки МВ; 3 – сплав НТ-50 после многократного волочения

Для компонентов композита с ростом интенсивности деформации увеличивается интенсивность касательных напряжений.

Корреляция между интенсивностью касательных напряжений сдвига, интенсивностью деформаций и микротвердости выражена сильно ($r = 0,9$).

Следовательно, для сплава НТ-50 и меди марки МВ состояние при комнатной температуре можно определять по значению их микротвердости.

Волокна из сплава титана НТ-50 диаметром 12 мкм использована в датчиках для регистрации ретинограмм в офтальмологии (она настолько мала, что может быть использована без анестезии) [1].

Заключение

1. В ходе разработки предложена технология изготовления волокон из сплава титана НТ-50 (1-20) мкм в композиционной сборке.

2. Определены условия получения волокон без разрушения.

3. Результаты работы внедрены при создании нового изделия датчиков диагностики для офтальмологии.

Список литературы

1. Шамшинова А.М., Волков В.В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. – М.: Медицина, 1999. – 416 с.
2. Залазинский А.Г., Шабашов А.А. Способ изготовления микропроволоки из труднодеформируемых материалов // Патент России №97103275/02, 1997, Бюл. № 3.
3. Гиндин И.А., Сомов А.И. Исследование напряженно-деформированного состояния композиции медь молибден методом микротвердости // Проблемы прочности. – 1972. – №9. – С. 56-59.
4. Залазинский А.Г. Пластическое деформирование структурно-неоднородных материалов. – Екатеринбург: УрОРАН, 2000. – 478 с.
5. Колмогоров В.Л. Напряжения, деформации, разрушение. – М.: Металлургия, 1976. – 229 с.
6. Гайнцев Г.А., Залазинский А.Г., Ляшков В.Б., Проневич В.Б. Номограммы для определения допустимых вытяжек при волочении многожильного композиционного провода // Обработка металлов давлением. – Свердловск: УПИ им. С.М.Кирова, 1977. – №4. – С. 71-74.
7. Залазинский А.Г. Математическое моделирование процессов обработки давлением структурно-неоднородных материалов. – Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – 600 с.

References

1. Shamshinova A.M., Volkov V.V. Functional methods of research in ophthalmology. – M.: Medicine, 1999. – 416 p.
2. Zalazinskii A., Shabashov A.A. Method of manufacturing a micro wire from hard-deformable materials // Patent of Russia №97103275/02, 1997, Bull. No.3.
3. Gindin I.A., Somov A.I. Study of the stress-strain state of the composition of copper molybdenum by microhardness // Strength Problems. – 1972. – №9 – P.56-59.
4. Zalazinskii A.G. Plastic deformation of structurally inhomogeneous materials. – Ekaterinburg: UrBAS, 2000. – 478 p.

5. Kolmogorov V.L. Stress, deformation, destruction. – Moscow: Metallurgy, 1976. – 229 p.
6. Ginchev G.A., Zalazinskii A.G., Lyashkov V.B., Pronevich V.B. Nomograms for determining the permissible hoods when drawing the stranded composite wires // Processing of metals by pressure. – Sverdlovsk: UPI named S.M. Kirov. – 1977. – №4 – P. 71-74.
7. Zalazinskii A. G. Mathematical modeling of processes of pressure treatment of structurally heterogeneous materials. – Sverdlovsk: USSR Academy of Sciences, 1990. – 600 p.

Шабашов Алексей Александрович – кандидат технических наук, доцент, Уральский федеральный университет им.первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, Alshab777@yandex.ru	Shabashov Alexey Aleksandromich – candidate of technical Sciences, associate Professor, Ural Federal University named after first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia, Alshab777@yandex.ru
--	--

Received 25.06.2019