

Из анализа кривых ДСК видно, что нагрев при сварке приводит к изменению характеристик фазовых переходов, тем больше, чем ближе участок проволоки к сварному шву. Это может привести к неравномерной жесткости изделия при рабочей температуре и, следовательно, к неравномерной деформации.

Следует сделать вывод, что при разработке новых технологических процессов требуются методы соединения, минимизирующие температурное воздействие на материал. В настоящий момент

ведутся исследования комбинированных методов соединения, использующих одновременно как сварку, так и пластическое деформирование.

Благодарности. Работа выполнена в интересах и при поддержке Научно-технологического парка БНТУ «Политехник»

Литература

1. Ming H. Wu / Fabrication of Nitinol Materials and Components In: Proceedings of the International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies / Ming H. Wu. – Kunming, China, 2001. – P. 285–292.

УДК 617.3

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ПЛАСТИН ДЛЯ ОСТЕОСИНТЕЗА

Савченко А.Л., Муминбоев А.Д.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Тема исследования связана с совершенствованием изделий медицинского назначения. Задачей исследования является анализ различных форм поперечного сечения пластин и выбор оптимальной формы с точки зрения обеспечения максимальной прочности и жесткости при минимальной высоте профиля. Показано, что наилучшими параметрами с точки зрения максимальной прочности и жесткости при минимальной высоте профиля обладает трубчатое сегментное сечение, однако оно является недостаточно технологичным, так как для некоторых материалов получение сортамента в виде трубок является затруднительным. Поэтому следует обратить внимание на фрезерованные профили, такие как П-образный и уголкового.

Ключевые слова: остеосинтез, пластины, титан, изгибная жесткость, форма поперечного сечения

OPTIMIZATION OF THE FORM OF PLATES FOR OSTEOSYNTHESIS

Savchenko A., Muminboev A.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The research topic is related to the improvement of medical devices. The task of the study is to analyze various forms of the cross-section of the plates and select the optimal form in terms of ensuring maximum strength and rigidity at a minimum profile height. It is shown that the tubular segmental section has the best parameters in terms of maximum strength and rigidity at the minimum profile height, but it is not technologically advanced enough, since for some materials it is difficult to obtain an assortment in the form of tubes. Therefore, it is important to pay attention to milled profiles, such as U-shaped and corner ones.

Key words: osteosynthesis, plates, titanium, flexural rigidity, cross-sectional shape.

*Адрес для переписки: Савченко А.Л., пр. Независимости, 65, Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: alsavchenko@bntu.by*

Под остеосинтезом подразумевается хирургическое сопоставление и соединение отломков до полного их сращения. Для внутреннего остеосинтеза применяют следующие имплантаты: штифты, пластины, винты, спицы, проволоку, имплантаты с памятью формы. В работе исследуются титановые имплантаты в виде пластин.

Задачей исследования является анализ различных форм поперечного сечения пластин и выбор оптимальной формы с точки зрения обеспечения максимальной прочности и жесткости при минимальной высоте профиля.

При использовании по назначению пластина работает преимущественно на изгиб, поэтому ее можно представить в виде консольно нагруженной балки с заземленной опорой. Тогда прочность пластины без учета концентрации напряжений в местах крепежных отверстий определяется

рабочими напряжениями в материале. Максимальные напряжения в месте заделки и величина прогиба, определяющая жесткость пластины

$$\sigma_{W_{xmax}}^{M_n}; f_{max} = \frac{PL^3}{3EJ_x},$$

где M_n – изгибающий момент; W_x – момент сопротивления поперечного сечения при изгибе; P – изгибающая нагрузка; L – длина деформируемого пролета; E – модуль упругости материала пластины; J_x – момент инерции поперечного сечения.

Из приведенных формул видно, что прочность пластины при изгибе определяется величиной момента сопротивления поперечного сечения при изгибе W_x , жесткость – величиной момента инерции поперечного сечения J_x .

Рассмотрим варианты профилей поперечного сечения, среди которых проанализируем свойства

как используемых в конструкции пластин для остеосинтеза, так и варианты для перспективного использования.

1. Плоское прямоугольное сечение (рис. 1). Классический и наиболее простой вариант. Используется достаточно широко.

2. Трубчатое сечение (рис. 2). С целью увеличения жесткости сечение имеет вид сегмента кольца. Обычно используется 1/3 кольцевого сечения.

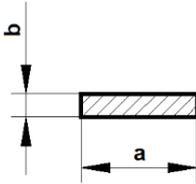


Рисунок 1 – Плоское прямоугольное сечение

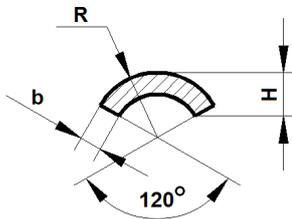


Рисунок 2 – Трубчатое сечение

3. П-образное сечение (рис. 3). Фактически это то же плоское прямоугольное сечение, но с продольными ребрами жесткости.

4. Угловое сечение с произвольным углом α (рис. 4) и его частный случай с углом $\alpha = 90^\circ$.

5. Ортостатические профили. Их используют в случаях, когда требуется получить максимальную жесткость конструкции, например в платформах автомобильных весов. Поперечное сечение описывается различными кривыми – дугами, параболой и т. д. Они имеют относительно большую высоту, поэтому рассмотрим наименее высокий профиль, сечение которого описано дугами окружностей (рис. 5).

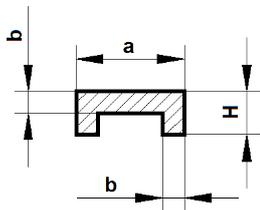


Рисунок 3 – П-образное сечение

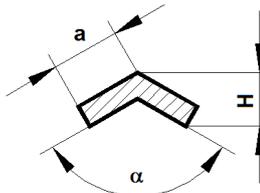


Рисунок 4 – Угловое сечение

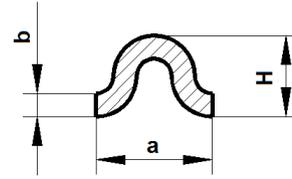


Рисунок 5 – Ортостатические профили

Рассмотрим геометрические характеристики сечений. Везде будем использовать следующие обозначения: W_x – момент сопротивления поперечного сечения при изгибе; J_x – момент инерции поперечного сечения; H – высота профиля; y – координата центра тяжести сечения; a – ширина сечения; b – толщина пластины.

1. Плоское прямоугольное сечение:

$$J_x = \frac{ab^3}{12}; W_x = \frac{ab^2}{6}; H = b.$$

2. Трубчатое сечение.

Здесь угол $\alpha = 120^\circ/2 = 60^\circ$; $r = R - b$.

$$J_x = \frac{R^4 - r^4}{4} \cdot (\alpha + \sin \alpha \cos \alpha);$$

$$y = \frac{2}{3} \cdot \frac{(R^3 - r^3) \sin \alpha}{(R^2 - r^2) \alpha}; W_x = \frac{J_x}{R - y} 4;$$

$$H = R - b \cos \alpha.$$

3. П-образное сечение.

$$H = 2b;$$

$$y = \frac{1}{2} \cdot \frac{2bH^2 + (a - 2b)b^2}{2bH + (a - 2b)b} J_x =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot (a(H - y)^3 - (a - 2b)(H - y) + 2by);$$

$$W_x = \frac{J_x}{H - y}.$$

4. Угловое сечение с углом $\alpha = 90^\circ$.

$$y = \frac{a^2 + ab - b^2}{2bH + (a - 2b)b};$$

$$H = a \cos 45^\circ; W_x = \frac{J_x}{y};$$

$$J_x = \frac{1}{3} \cdot \left(2y^4 \cos^4 45^\circ - 2(y \cos 45^\circ - b) + \right. \\ \left. + b \left(a - 2y \cos 45^\circ + \frac{b}{2} \right)^3 \right).$$

5. Угловое сечение с углом α .

$$y = \frac{\frac{a \cos \alpha}{2} + \frac{b \sin \alpha}{2}}{2}; H = \frac{a \cos \alpha}{2};$$

$$J_x = \frac{ab}{6} \cdot \left(\frac{a^2 \cos^2 \alpha}{2} + \frac{b^2 \sin^2 \alpha}{2} \right); W_x = \frac{J_x}{y}.$$

6. Ортостатический профиль, сечение которого описано дугами окружностей.

$$H = a/2 + b;$$

$$J_x = \frac{b}{4} \cdot \frac{\pi a^3}{16}; W_x = \frac{2J_x}{a + b}.$$

Из результатов расчетов видно, что трубчатое сечение выигрывает и по прочности, и по жесткости. Но требуется получить максимальные прочность и жесткость при минимальной высоте профиля. Поэтому рассчитаны относительные параметры $\frac{J_x}{H}$ и $\frac{W_x}{H}$. Из их анализа видно, что трубчатое сечение действительно является наиболее выгодным. Однако, заслуживают внимания такие более технологически простые сечения, как П-образное и уголковое.

Выводы. Наилучшими параметрами с точки зрения максимальных прочности и жесткости при минимальной высоте профиля обладает трубчатое сегментное сечение.

Трубчатое сегментное сечение является недостаточно технологичным, так как для некоторых

материалов получение сортамента в виде трубок является затруднительным. Поэтому следует обратить внимание на фрезерованные профили, такие как П-образный и уголковый.

Для трубчатого сегментного профиля рост относительных прочности и жесткости при увеличении радиуса несущественен.

Для уголкового профиля оптимальным является диапазон углов 100...135°.

Благодарности. Работа выполнена в интересах и при поддержке Научно-технологического парка БНТУ «Политехник».

Литература

1. Справочник машиностроителя.: в 6 т. / Под ред. С. В. Серенсен. – М.: Машгиз, 1962. – Т. 3. – 1962. – 652 с.

УДК 681.785.57

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РАСТВОРОВ МАТРИЦЕЙ МИКРОРЕЗОНАТОРОВ С УПРАВЛЯЕМЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Саечников А.В., Чернявская Э.А., Саечников В.А.

*Белорусский Государственный университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В работе представлена методика идентификации динамических параметров сложных растворов, полученных в измерительной системе основанной на матрице оптических микрорезонаторов с управляемыми характеристиками. Матрица микрорезонаторов построена как упорядоченный набор полимерных микротороидов изготовленных методом трехмерной стереолитографии, где динамические данные измеряемых соединений анализируются нейронной сетью долговременной памяти из двунаправленных и выпадающих слоев. Экспериментально продемонстрирована возможность идентификации концентраций отдельных компонент сложных растворов с точностью > 99%, за промежуток времени на два порядка меньше, чем требуется для достижения устойчивого состояния.

Ключевые слова: оптический микрорезонатор.

IDENTIFICATION OF THE DYNAMIC FEATURES OF MULTICOMPONENT SOLUTIONS BY A MATRIX OF MICRORESONATORS WITH TUNABLE PARAMETERS

Saetchnikov A., Tcherniavkaia E., Saetchnikov V.

*Belarusian State University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The paper presents a technique for identifying dynamic parameters of complex solutions obtained in a measuring system based on a matrix of optical microresonators with controllable characteristics. The matrix of microresonators is constructed as an ordered set of polymeric microtoroids fabricated by three-dimensional stereolithography, where the dynamic data of the measured compounds are analyzed by a neural network of a long-term memory consisting of birefringent and dropout layers. It was experimentally demonstrated that it is possible to identify the concentrations of individual components of complex solutions with an accuracy of > 99 %, in a time interval on two order of magnitude shorter than that required to observe equilibrium.

Key words: optical microresonator.

*Адрес для переписки: Саечников А.В., ул. Курчатова 1, Минск 220045, Республика Беларусь
e-mail: asaetchnikov@bsu.by*

За последнее десятилетие измерительные системы на основе резонанса в микрополостях стали одной из наиболее чувствительных оптических методик безмаркерной регистрации различных физических и химических параметров. Однако, в отличие от методов спектрального детектирования, например, рамановская спектроскопия, которая обеспечивают молекулярный анализ, для обеспечения анализа сложных растворов необходима

интеграция матриц микрорезонаторов с различной специфичностью связывания. Кроме этого, широкому использованию этого подхода препятствует ограниченная применимость известных конфигураций для количественной оценки изменений окружающей среды вне лабораторных условий и их низкая доступность, где необходимость сбора спектрально-разрешенных данных является одним из основных ограничивающих