

проявиться после термической обработки. Для этого изготовлено специальное устройство для ультразвуковой прокатки, включающее излучатель с волноводом-концентратором и установленным на нем подшипником качения, используемым в качестве инструмента.

#### Литература

1. Разработка и исследование технологии формообразования изделий медицинского назначения из никелида титана с использованием дополнительных технологических факторов: отчет о НИР (заключ.) / БНТУ; рук. В. Т. Минченя. – Минск, 2018. – 98 с.

УДК 615.82

### ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ ТЕРАПИИ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ МЕДИЦИНЫ

Магистрант Сяб М., студент гр. 11307220 Грузд Н. А.

Кандидат техн. наук, доцент Мониц С. Г.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Предпосылками для использования ударно-волновой терапии (УВТ) при лечении дегенеративных заболеваний позвоночника является целый ряд заболеваний позвоночника, в основе которых лежит нарушение обмена веществ и дегенеративные процессы в тканях (остеохондроз, сколиоз, спондилез, протрузия межпозвоночных дисков и др.). При их лечении используют консервативные и оперативные методы, которые не всегда эффективны и, кроме того, занимают много времени.

Исходя из проведенных уже исследований воздействия УВТ на нервную систему и ткани организма, можно предположить, что данный вид физиотерапии можно использовать и для лечения дегенеративных заболеваний позвоночника. Но этот метод лечения должен иметь следующие особенности: должна быть ограничена глубина проникновения ударных импульсов в биообъект во избежание повреждения спинного мозга. Во-вторых, нужно ограничить плотность энергетического потока (меньше  $280 \text{ Дж/м}^2$ ) и давление в фокусе (меньше  $0,041 \text{ МПа}$ ), чтобы не травмировать ткани позвоночника, а только стимулировать в них кровообращение и обменные процессы.

Под влиянием ударной волны ожидается локальное усиление кровотока, изменение проницаемости клеточных мембран, активизация обмена веществ и восстановление клеточного ионного обмена. Это обеспечит интенсивное выведение конечных продуктов катаболизма и стимуляция восстановительных процессов тканей. Образования типа почечных камней разрушаются под влиянием высокого давления, растягивающих сил и эффектов кавитации. Эффект действия ударных волн, используемых для ортопедических приложений, не полностью изучен даже по истечении более чем трех десятков лет их успешной работы в ортопедии и травматологии.

Для объяснения болеутоляющего воздействия ударной волны выдвигается несколько теорий [1]:

- оболочка клетки ноцицепторов в фокусе может быть повреждена, так что источник боли уже не может возникнуть;
- принцип гиперстимулирующей анальгезии: необычайно сильное раздражение, передаваемое через нейроны в головной мозг.

Предполагается, что остеогенез подвергается воздействию ударной волны. При этом возникают микротрещины и благодаря механическим повреждениям, фибробласты трансформируются в остеобласты.

Под влиянием ударной волны отмечается локальное усиление кровотока, изменение проницаемости клеточных мембран, активизация обмена веществ и восстановление клеточного ионного обмена. Тем самым обеспечивается интенсивное выведение конечных продуктов катаболизма, стимуляция восстановительных процессов тканей, противовоспалительный и противотечный эффект [1].

Под действием большой энергии ударной волны в воспаленных тканях происходит гидроудар, разрушающий фибриновые отложения и «прочищающий поры мембран клеток и межклеточное вещество» [2]. Под действием ударных волн костные клетки и кальциевые отложения отделяются от мягких тканей и легче разлагаются макрофагами.

## Литература

1. Extracorporeal shock wave therapy for the calcifying tendinitis of the shoulder / J.-D. Rompe [et al.] // Clinical Orthopedy. – 1995. – Vol. 321. – P. 196–201.
2. Extracorporeal shock wave therapy for chronic painful heel syndrome: a prospective, double blind, randomized trial assessing the efficacy of a new electromegnetic shock wave device // Gollwitzer [et al.] // The J. of foot & ankle surgery. – Vol. 46. – P. 348–357.

УДК 531.383

### МАЛОГАБАРИТНЫЙ ГИРОСКОПИЧЕСКИЙ МАЯТНИК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ ТАНГАЖА И КРЕНА ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА

Лаборант-исследователь Складчиков И. А.

Д-р техн. наук, профессор Матвеев В. В.

Тульский государственный университет, Тула, Россия

Определение истинной вертикали или горизонта на подвижном основании (самолет, судно и т. п.) является одним из наиболее существенных факторов, без знания которого невозможно решение многих задач навигации. Определение истинной вертикали на неподвижной платформе не представляет никаких затруднений и может быть осуществлено посредством простого отвеса. Однако на движущемся основании отвес не может быть применен, так как он испытывает возмущение от сил инерции, возникающих при ускорении платформы, и, следовательно, указывает не истинную, а кажущуюся вертикаль.

Как известно, на подвижном объекте для обеспечения точной вертикали и уменьшения влияния скоростей необходимо применить устройство с достаточно большим периодом собственного колебания. К числу таких устройств необходимо, прежде всего, отнести гироскопические маятники.

Для разработки гироскопического маятника была разработана 3D-модель в программе «Компас-3D», детали которой были распечатаны с помощью 3D печати. В качестве гиromотора была выбрана отечественная модель ГМС-0,1Д, а также были установлены потенциометры. Гиromаятник в собранном состоянии представлен на рис. 1.

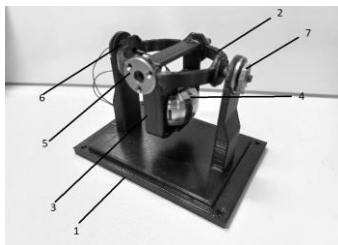


Рис. 1. Макетный образец гиromаятника: 1 – основание; 2 – внешняя рамка; 3 – внутренняя рамка; 4 – гиromотор; 5 – бронзовая втулка; 6 – подшипники; 7 – потенциометр

После подключения потенциометров были экспериментально определены периоды колебаний в режиме физического маятника (рис. 2, а) и в режиме гиromаятника (рис. 2, б).

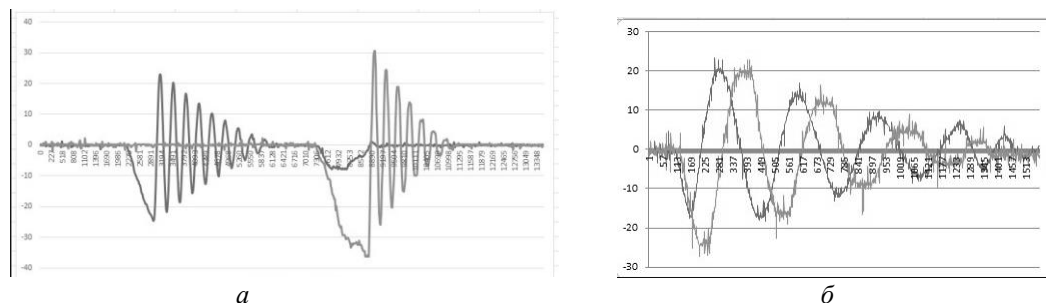


Рис. 2. Периоды колебания: а – в физическом состоянии; б – гироскопическом состоянии

В режиме физического маятника период собственных колебаний составил 0,20 с, а в режиме гиromаятника – 6 с. Таким образом, период колебаний увеличился в 28 раз. Это позволяет определить более точно углы тангажа и крена подвижного объекта при его ускоренном движении.