

## НИТИНОЛ

**Няненков А.А, студент 2 курса факультета ветеринарной медицины и биотехнологии**

**Научный руководитель – Решетникова С.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

***Ключевые слова:** нитинол, биосовместимый сплав, эффект памяти формы, медицинские устройства, ортопедические имплантанты.*

*В статье рассматриваются способы и примеры применения биосовместимого сплава нитинола для изготовления медицинских устройств.*

Нитинол — сплав титана ( $Ti^{44}$ ) и никеля ( $Ni^{63}$ ), обладающий высокой коррозионной и эрозионной стойкостью. Процентное содержание титана — 45 %, никеля — 55 %, что соответствует формуле  $TiNi$ , то есть количества атомов равны [1].

Сплавы нитинола обладают двумя тесно связанными и уникальными свойствами: эффектом памяти формы и сверхупругостью (также называемой псевдоупругостью) [2]. Память формы - это способность нитинола подвергаться деформации при одной температуре оставаться в своей деформированной форме, когда внешняя сила удаляется, а затем восстановить свою первоначальную, недеформированную форму при нагревании выше ее "температуры трансформации". Сверхупругость - это способность металла претерпевать большие деформации и сразу же возвращаться к своей недеформированной форме при снятии внешней нагрузки. Нитинол может деформироваться в 10 - 30 раз больше, чем обычные металлы, и возвращаться к своей первоначальной форме. Поведение нитинола с эффектом памяти формы или сверхупругости зависит от того, находится ли он выше температуры превращения конкретного сплава. Ниже температуры трансформации он проявляет эффект памяти формы, а выше этой температуры он ведет себя сверхэластично.

Нитинол обладает высокой биосовместимостью и свойствами, пригодными для использования в ортопедических имплантатах. Благодаря уникальным свойствам нитинола, он пользуется большим спросом для использования в менее инвазивных медицинских устройствах. Нитиноловые трубки обычно используются в катетерах, стентах и сверхэластичных иглах.

В колоректальной хирургии материал используется в устройствах для повторного соединения кишечника после удаления патологии.

Нитинол используется для устройств, разработанных Францем Фрейденталем для лечения патентованного артериального протока, блокирующего кровеносный сосуд, который обходит легкие и не закрывается после рождения ребенка.

В стоматологии этот материал используется в ортодонтии для брекетов и проводов, соединяющих зубы. Как только провод SMA помещен в рот, его температура повышается до температуры окружающего тела. Это заставляет нитинол сжиматься обратно к своей первоначальной форме, прилагая постоянную силу для перемещения зубов. Эти провода SMA не нуждаются в повторном затягивании так часто, как другие провода, потому что они могут сжиматься при движении зубьев в отличие от обычных проводов из нержавеющей стали. Кроме того, нитинол может быть использован в эндодонтии, где нитиноловые файлы используются для очистки и формирования корневых каналов во время процедур. Из-за высокой усталостной устойчивости и гибкости нитинола он значительно снижает вероятность разрушения эндодонтического напильника внутри зуба во время лечения корневых каналов, тем самым повышая безопасность для пациента.

Другое важное применение нитинола в медицине – это стенты: свернутый стент может быть вставлен в артерию или вену, где температура тела нагревает стент, и стент возвращается к своей первоначальной расширенной форме после удаления сдерживающей оболочки; затем стент помогает поддерживать артерию или вену для улучшения кровотока. Он также используется в качестве замены швов — нитиноловую проволоку можно впести через две структуры, а затем позволить ей трансформироваться в свою предварительно сформированную форму, которая должна удерживать структуры на месте [3].

Точно так же складные структуры, состоящие из плетеных, микроскопически тонких нитиноловых нитей, могут быть использованы в нейроваскулярных вмешательствах, таких как тромболитический инсульт, эмболизация и внутрисосудистая ангиопластика.

Позднее нитиноловую проволоку стали применять в женской контрацепции, в частности во внутриматочных аппаратах.

Изучение свойств нитинолового сплава позволяет расширить возможности лечения пациентов в медицине и ветеринарии.

### **Библиографический список**

1. Ильин, А.А., Колачев, Б.А., Полькин, И.С. Титановые сплавы. Состав, структура, свойства. М.: ВИАС—МАТИ, 2009. -520 с.

2. Муслов, С.А., Шумилина, О.А. МЕДИЦИНСКИЙ НИТИНОЛ: ДРУГ ИЛИ ВРАГ? ЕЩЁ РАЗ О БИОСОВМЕСТИМОСТИ НИКЕЛИДА ТИТАНА // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 10. – С. 87-89

3. Сенкевич, К.С., Князев, М.И., Рунова, Ю.Э., Шляпин, С.Д. Особенности формирования диффузионного соединения TiNi—ВТ6 // Металловедение и терм. обраб. металлов. 2013. №. 8. С. 21—24.

### **NITINOL**

**Nyanenkov A.A.**

**Key words:** *nitinol, biocompatible alloy, shape memory effect, medical devices, orthopedic implants.*

*The article discusses methods and examples of the use of a biocompatible nitinol alloy for the manufacture of medical devices.*