

СПЛАВЫ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

Выполнил:

Студентка 1 курса очной формы обучения
04.03.02 «Химия, физика и механика материалов»

Дачаева Лейла Аслановна.

Руководитель: К. Х. Н.

Доцент кафедры ТХиМ Миннибаева Э. М.

Эффект памяти формы у сплавов заключается в том, что предварительно деформированный металл самопроизвольно восстанавливается в результате нагрева или просто после снятия нагрузки.



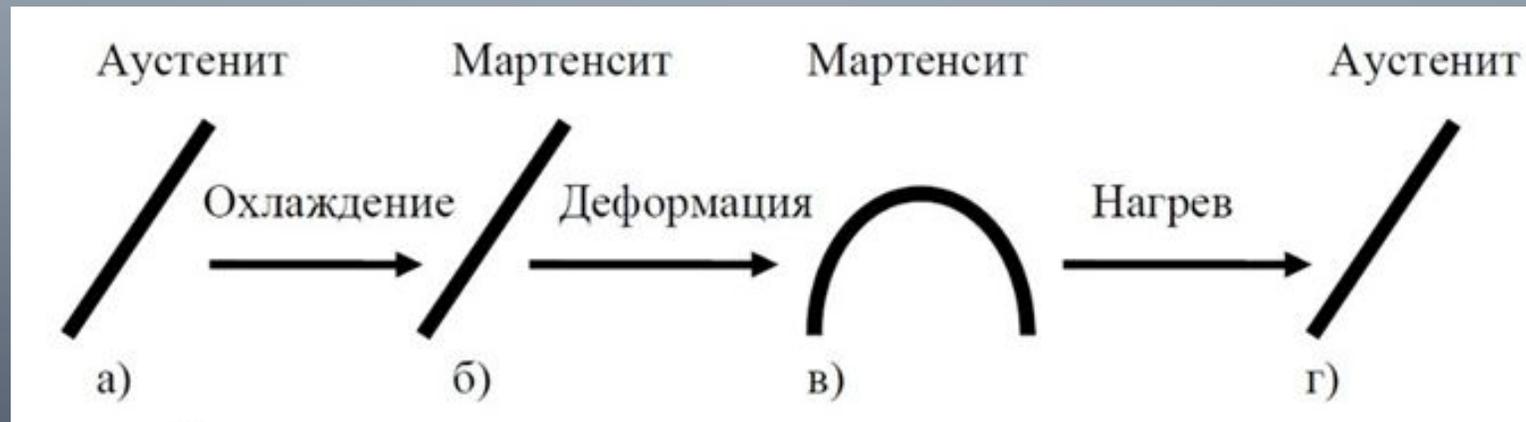
Сущность явления памяти формы

А) В исходном состоянии в материале существует определенная структура

Б) Материал охлаждают не изменяя форму

В) При деформации (в данном случае изгибе) внешние слои материала вытягиваются, а внутренние сжимаются (средние остаются без изменения).

Г) При нагреве начинает проявляться термоупругость мартенситных пластин, то есть в них возникают внутренние напряжения, которые стремятся вернуть структуру в исходное состояние, то есть сжать вытянутые пластины и растянуть сплюснутые. Материал в целом проводит автодеформацию в обратную сторону и восстанавливает свою исходную структуру, а вместе с ней и форму



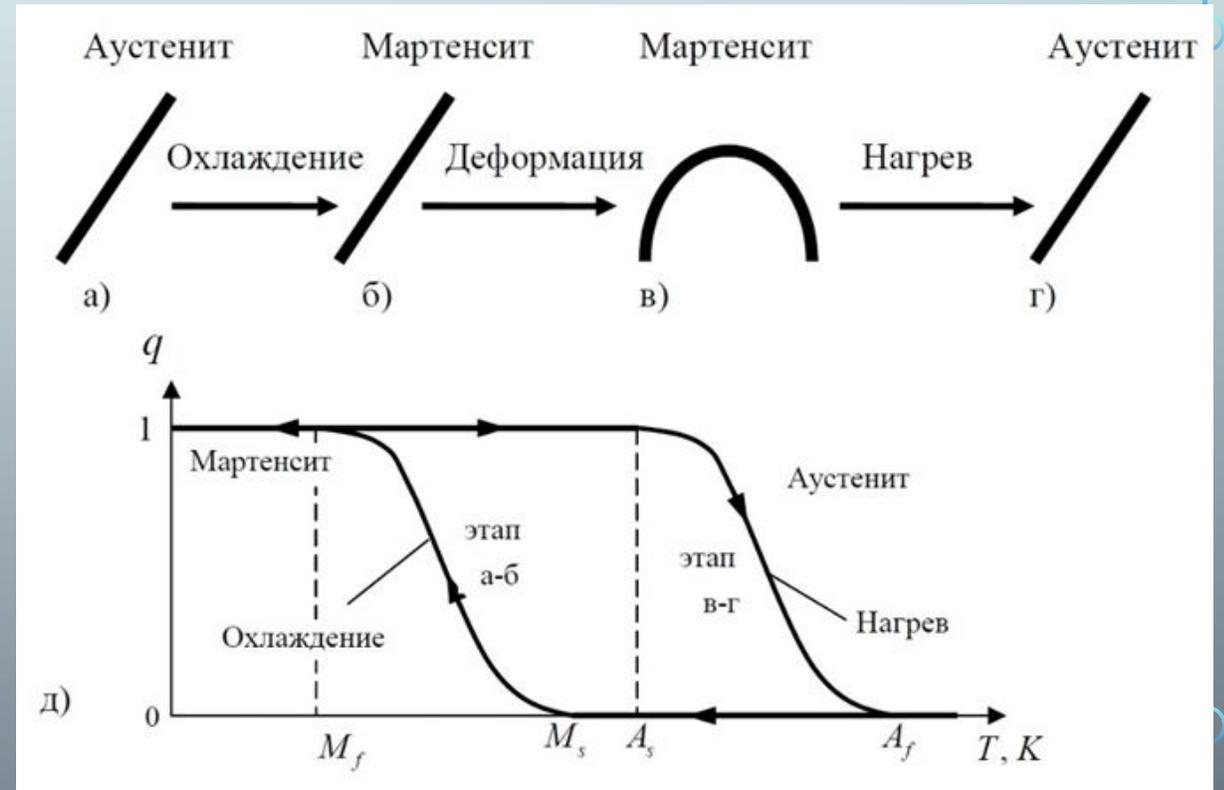
В процессе проявления эффекта памяти формы участвуют прямые и обратные мартенситные превращения.

Если материал охлаждать из аустенитного состояния, начиная с некоторой характеристической температуры, которую принято обозначать M_s , появляются первые кристаллы мартенсита.

По мере дальнейшего охлаждения их размеры и количество увеличиваются, пока кристаллы не заполнят при температуре M_f весь объем. На данном этапе материал деформируют.

При последующем нагреве, начиная с температуры A_s , мартенсит начинает переходить в аустенит.

При этом накопленная деформация начинает медленно исчезать, до тех пор, пока температура не станет выше A_f и произойдет восстановление формы.



Характеристики и свойства

1. Чувствительность
2. Переключаемость
3. Активация
4. Адаптивность
5. Память и восстановление
6. Энергоемкость и преобразование энергии
7. Демпфирование



Предел текучести сплавов с памятью формы ниже, чем у обычной стали, но некоторые составы имеют более высокий предел текучести, чем пластик или алюминий.

Сплав с памятью формы подвержен структурной усталости - режиму разрушения, при котором циклическое нагружение приводит к возникновению и распространению трещины, что в конечном итоге приводит к катастрофической потере функции из-за разрушения.

Разновидности эффектов памяти

:

1. Однократная и обратимая память формы
2. Пластичность прямого и обратного превращения
3. Реверсивная память
4. Ориентированное превращение
5. Псевдоупругость

Односторонний эффект памяти

Когда сплав с памятью формы находится в холодном состоянии (ниже A_s), металл может изгибаться или растягиваться и будет сохранять эти формы до тех пор, пока он не нагреется выше температуры перехода. При нагревании форма принимает первоначальную форму. Когда металл снова остынет, он сохранит форму, пока снова не деформируется.

При одностороннем эффекте охлаждение от высоких температур не вызывает макроскопического изменения формы. Для создания низкотемпературной формы необходима деформация. При нагревании превращение начинается при A_s и завершается при A_f (обычно от 2 до 20 °C или выше, в зависимости от сплава или условий нагрузки). A_s определяется типом и составом сплава и может варьироваться от -150 °C и 200 °C.

Двусторонний эффект памяти

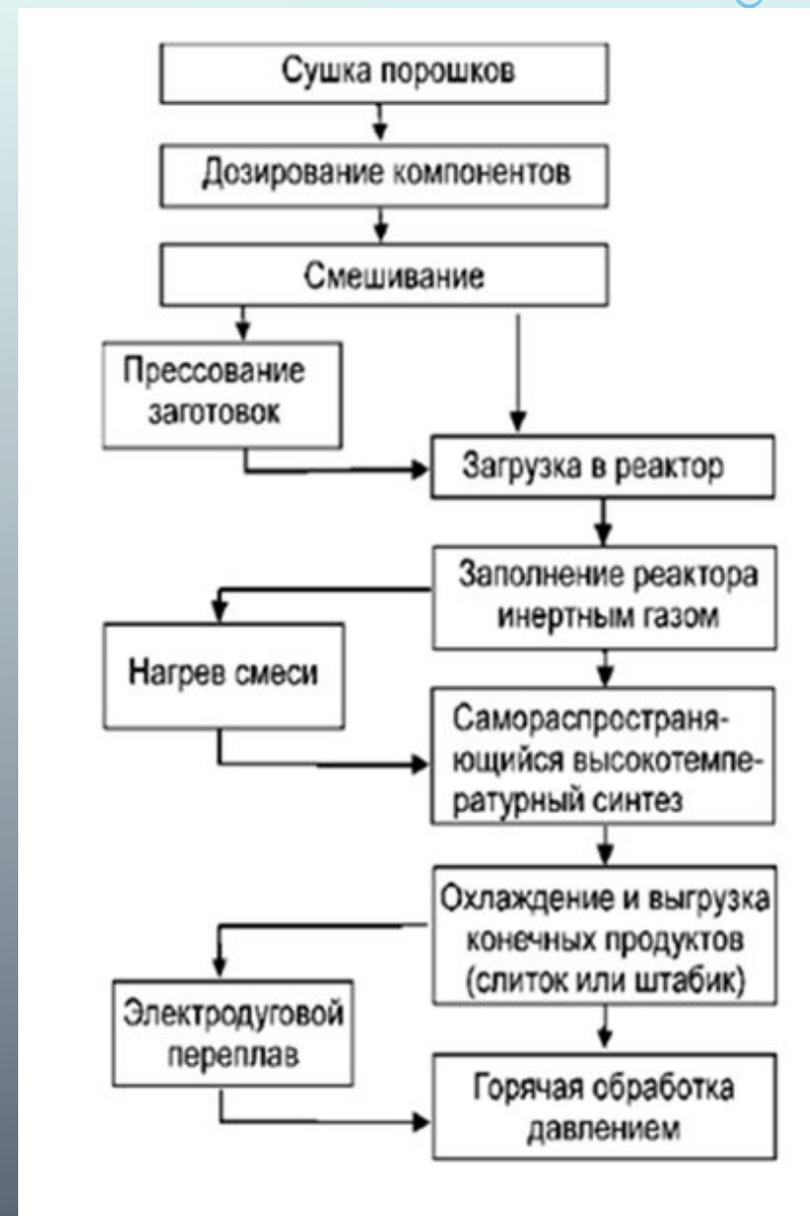
Двусторонний эффект памяти формы - это эффект, при котором материал запоминает две разные формы: одну при низких температурах, а другую - при высокой. Говорят, что материал, который проявляет эффект памяти формы как при нагревании, так и при охлаждении, обладает двусторонней памятью формы. Это также может быть достигнуто без приложения внешней силы (внутренний двусторонний эффект).

Производство плавок с эффектом памяти

Наиболее распространенная технология получения сплавов с памятью формы, основанная на методе самораспространяющегося высокотемпературного синтеза

В основе СВС лежит использование тепла, которое выделяется при взаимодействии различных элементов, в частности разнородных металлов. Оптимальные условия получения:

- начальная температура синтеза в режиме послойного горения для получения пористого штабика и слитка равна соответственно $0,2 \div 0,4$ и $0,5 \div 0,7$ от температуры плавления конечного продукта;
- начальная температура синтеза в режиме теплового взрыва близка к температуре плавления низкоплавкой эвтектики;
- давление инертного газа $1 \div 2$ атм;
- минимальный диаметр заготовки более 3 см;
- начальная пористость заготовки примерно $30 \div 50\%$;
- остальные параметры: дисперсность и марки исходных порошков, степень разбавления инертной добавкой, концентрация основных и легирующих элементов и т.д. – варьируются с целью получения материала с заданными составом и свойствами



Применение сплавов с эффектом памяти

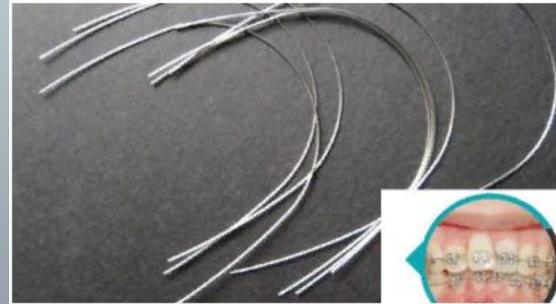
1. Аэрокосмическая промышленность
2. Автомобильная промышленность
3. Здания
4. Игрушки
5. Робототехника
6. Гражданские сооружения.
7. Трубопровод
8. Телекоммуникации
9. Лекарство
10. Оптометрии
11. Ортопедическая хирургия
12. Стоматология
13. Двигатели
14. Стопление и охлаждение



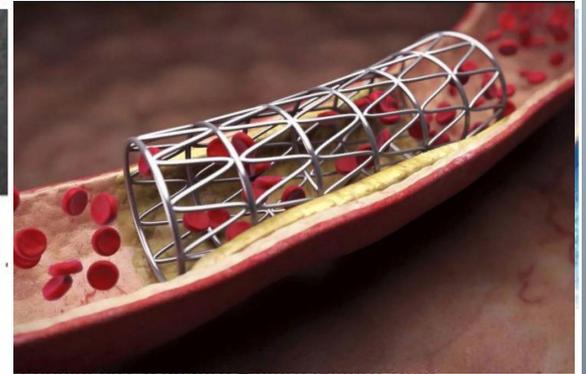
Nitinol wire for glass jewelry braces ect.
Popular size:1.0mm/1.5mm/2.0mm



Nitinol wire is used for Implantable devices, Bone staples, Vascular Stents.
Popular size:0.08mm/0.1mm/0.15mm/0.2mm



Nitinol wire is used for :Orthodontic.
Popular size:2.0mm/2.5mm/3.0mm



Popular size:0.05mm/0.1mm/0.15mm/0.2mm



Nitinol wire is used for: Machinery: Robot, thermal valves, fittings.



Nitinol wire for Spring fittings.

Недостатки сплавов памятью формы

Несмотря на широкие возможности, сплавы с эффектом памяти формы имеют недостатки, которые ограничивают их широкое внедрение:

- 1) Дорогостоящие компоненты химического состава;
- 2) Сложная технология изготовления, необходимость использования вакуумного оборудования (чтобы избежать включения примесей азота и кислорода);
- 3) Фазовая нестабильность;
- 4) Низкая обрабатываемость металлов резанием; трудности в точном моделировании поведения конструкций и изготовлении сплавов с заданными характеристиками;
- 5) Старение, усталость и деградация сплавов



Нитинол

Нитинол или никелид титана – наиболее известный и широко применяемый в промышленности сплав с памятью формы системы титан – 55 % никеля

Основными видами термической обработки нитинола являются:

- 1) Закалка. Используется для смягчения сплава, восстановления его свойств, гомогенизации твердого раствора, измельчения аустенитного зерна, предотвращения старения в процессе охлаждения.
- 2) Термомеханическая обработка нитинола. Предусматривает схемы деформирования с преобладающими сжимающими напряжениями, поскольку нитинол – хрупкий



Nitinol
Shape memory alloys

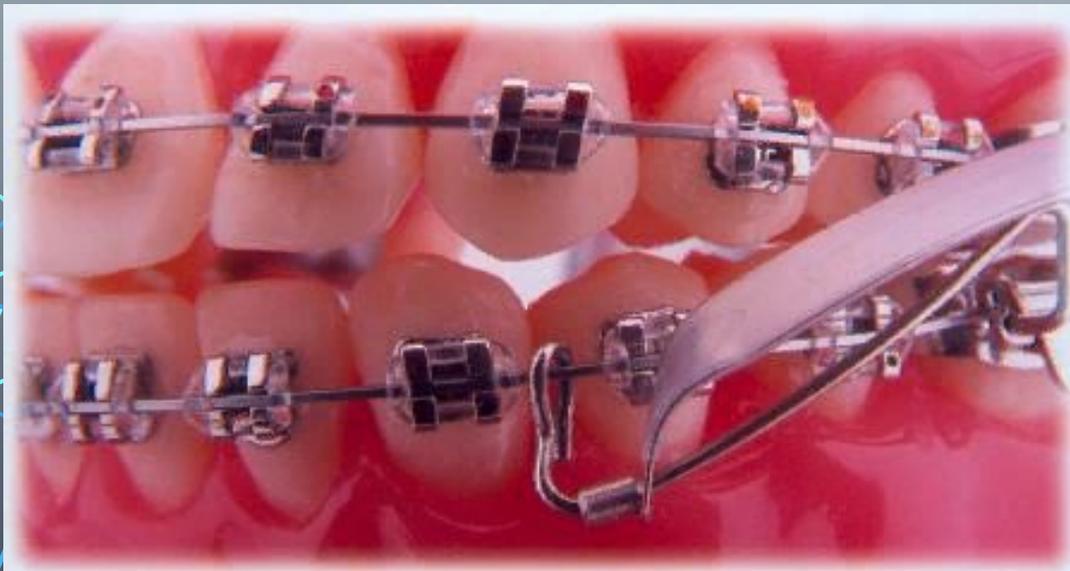


Также нитинол деформируют прессованием, прокаткой и ковкой в мягких оболочках. После прессования пластичность нитинола значительно возрастает, и далее можно уже использовать прокатку, ротационную ковку (обжатие 20...25 %) и волочение.

Свойства нитинола

Никелид титана обладает:

1. Превосходной коррозионной стойкостью.
2. Высокой прочностью.
3. Хорошими характеристиками формозапоминания. Высокий коэффициент восстановления формы и высокая восстанавливающая сила. Деформация до 8 % может полностью восстанавливаться. Напряжение восстановления при этом может достигать 800 МПа.
4. Хорошая совместимость с живыми организмами.
5. Высокая демпфирующая способность материала.



Применение нитинола

Сплав используется в следующих областях:

1. Неразъемные соединения.
2. Трансформирующиеся конструкции.
3. В космических мачтах некоторые элементы
4. Регулирование расхода жидкости и газа.
5. Стоматология

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Статьи:

1. В.А. Лохов. Ю.И. Няшин, А.Г. Кучумов. Сплавы с памятью формы: применение их в медицине. Обзор моделей, описывающих их поведение. //Применение в хирургии и ортопедии. -2007 - С. 4-5- URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/splavy-s-pamyatyu-formy-primenenie-v-meditsine-obzor-modeley-opisyvayuschih-ih-povedeniye/viewer>
2. Ж.М. Бледнова, М.А. Степаненко. Роль сплавов с памятью формы в современном машиностроении. // Основные характеристики интеллектуальных материалов. -2012- С. 10- URL: <https://docviewer.yandex.ru/view>
3. К Тихомирова. Разработка и численная реализация одномерной феноменологической модели фазовой деформации в сплавах с памятью формы// Вычислительная механика сплошных сред. – 2016 – Т. 9, № 2 – С. 192-206- URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/%3D&lang=ru>

Эл.ресурсы:

1. Британни Кристофер. Слоны материаловедения: сплавы, которые никогда не забывают свою форму. -2018- URL: <https://www.comsol.ru/blogs/the-elephants-of-materials-science-smas-never-forget-their-shape/> - (дата обращения 16.11.2020)
2. Сплав с памятью формы – URL: https://ru.qaz.wiki/wiki/Shape-memory_alloy - (дата обращения: 16.11.2020)
3. Материалы с эффектом памяти формы -2017- URL: <https://infopedia.su/17x6244.html> – (дата обращения 16.11.2020)
4. Эффекты памяти формы: материалы и механизм действия. Возможности применения - URL: <https://fb.ru/article/424073/effektyi-pamyati-formyi-materialyi-i-mehanizm-deystviya-vozmojnosti-primeneniya>
5. Форма- память плава- URL: <https://www.hisour.com/ru/shape-memory-alloy-42847/>
6. Получение порошков интерметаллидов. - URL: <https://poisk-ru.ru/s21694t16.html>