**Здравствуйте, уважаемые члены комиссии! Вашему вниманию предлагается дипломная работа на тему**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЭФФЕКТ ПАМЯТИ ФОРМЫ В СПЛАВАХ СИСТЕМЫ Cu-Al-Ni.**

 Материалы, обладающие эффектом памяти формы, относят к категории «умных» или функциональных материалов. Наиболее ярко и полно эффект памяти формы проявляется в поликристаллических сплавах Ni–Ti и монокристаллах Cu**–**Al**–**Ni. Эффектом памяти формы называется способность материала возвращать ранее накопленную деформацию, то есть принимать первоначальную форму, под воздействием напряжения или температуры. Благодаря уникальным свойствам таких материалов появляется возможность использовать их в качестве силовых элементов различных механизмов малых размеров.

***На слайде 2 – Цель и задачи исследования.***

 **Цель работы:** Целью данной работы является изучение особенностей накопления и возврата деформации в монокристаллах Cu-Al-Ni при термоциклировании под нагрузкой.

 **Задачи работы:** (в работе были поставлены следующие задачи)

Определить зависимость характеристических температур превращений; величин накопленной, обратимой и остаточной деформаций от действующего напряжения в термоцикле.

А также установить взаимосвязь между функциональными свойствами, структурой и фазовым составом.

***На слайде 3 – Объект исследования.***

Образец монокристалла для исследования ~~в виде прутка диаметром 3 мм~~ был выращен методом Степанова. Для придания сплаву специальных функциональных свойств была проведена термообработка. Также были определены температуры прямого и обратного мартенситных превращений методом дифференциальной сканирующей калориметрии.

***На слайде 4 – Установка.***

~~Далее на образце с обеих сторон нарезалась резьба, с помощью которой его закрепляли в установке для проведения термоциклирования. Также на образец крепилась термопара для контроля его температуры.~~

Установка состоит из набора датчиков, регистрирующих положение и температуру образца в реальном времени, нагревательного блока и платформы для размещения грузов в нижней части.

***На слайде 6 – Петли (виды).***

Во время эксперимента образец нагревался до температуры выше предполагаемого конца обратного мартенситного превращения, нагружался, охлаждался до завершения прямого мартенситного превращения и затем повторял полный цикл под нагрузкой.

 В ходе работы были получены термодеформационные петли для ряда напряжений. После анализа полученных данных было выявлено 3 типовых вида петель для монокристалла данного сплава.

Для напряжений от 5 до 15 МПа характерна петля с узким гистерезисом шириной около 10 градусов.

При напряжениях в диапазоне от 20 до 60 МПа стадия формовосстановления состоит из двух этапов причем петля гистерезиса в области второго этапа значительно шире, около 50 градусов.

И наконец при напряжениях от 80 до 160 МПа петля снова демонстрирует узкий гистерезис, около 20 градусов.

 Стоит отметить, что во время цикла в монокристалле полностью отсутствует остаточная деформация при любых напряжениях.

***На слайде 7 – Графики зависимостей.***

 Проанализировав полученные термодеформационные петли была построена зависимость характеристических температур превращений от приложенного напряжения. Из графика видно, что температуры имеют линейный характер изменения. Однако зависимость температур конца обратного мартенситного превращения имеет не линейный характер в области напряжений от 20 до 60 МПа, при которых наблюдается широкий гистерезис. Это связано с наличием двухстадийного мартенситного превращения с образованием гамма-штрих мартенсита.

 Нижний график показывает зависимость величины деформации эффекта памяти формы от действующего напряжения. Видно, что накопленная деформация увеличивается с ростом действующего напряжения до 60 МПа достигая максимального значения в 8%. Дальнейший рост напряжения не приводит к увеличению деформации эффекта памяти формы.

***На слайде 8 – Аномальное поведение.***

 Во время термоциклирования также встречалось так называемое аномальное поведение монокристаллов. При охлаждении в процессе мартенситного превращения иногда происходят резкие возвраты деформации, сопровождающиеся громким щелчком. Данная особенность проявлялась при напряжениях в области от 20 до 60 МПа, которые мы отнесли к петлям второго типа. Это связано со взрывной кинетикой превращения гамма-штрих мартенсита.

***На слайде 9 – Дифрактограммы.***

 С помощью рентгеноструктурного анализа был получен фазовый состав образцов при различных напряжениях термоциклирования. По результатам анализа был определен фазовый состав монокристаллов Cu-Al-Ni для всех трех типов термодеформационных петель и исходного состояния.

***На слайде 9,5 – Таблица с фазами.***

 Из приведенной таблицы видно, что с повышением напряжения концентрация бета1-штрих упорядоченного мартенсита падает и полностью исчезает при 20 МПа. В области напряжений от 20 до 60 МПа возрастает концентрация гамма-фазы мартенсита. А при высоких напряжениях формируется преимущественно R-мартенситная фаза.

***На слайде 10 – Выводы.***

 Таким образом из всего ранее сказаного можно сделать следующие выводы:

 В структуре сплава обнаружены три типа мартенситных фаз.

 Также наблюдается аномальный возврат деформации, связанный с протеканием взрывного мартенситного превращения.

 Монокристаллы исследуемого сплава способны накапливать и возвращать до 8% деформации.

***На этом мой доклад окончен. Спасибо за внимание.***