

достигнуто полное совпадение экспериментального графика колебаний и графика численного решения при одинаковых условиях, значении коэффициента демпфирования 0,0075 (Рис.3).

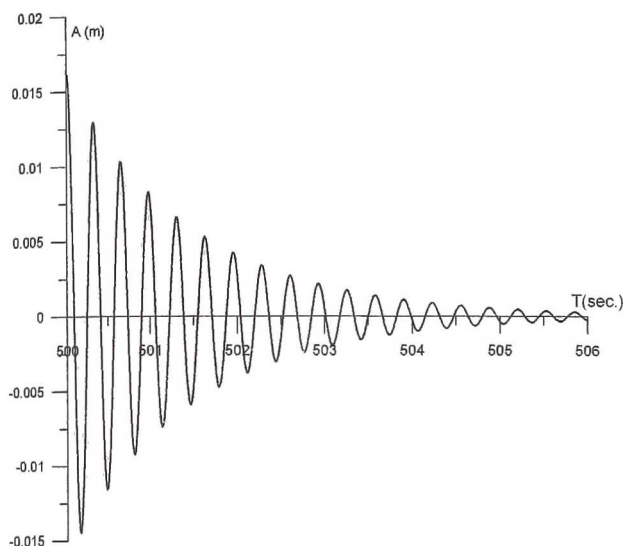


Рис. 4. Колебания в плоскости взмаха при начальном отклонении на 16,25мм.

В модели прорези торсиона были заполнены резиной с целью достижения большего демпфирования в плоскости вращения, как показано на рисунке 4.

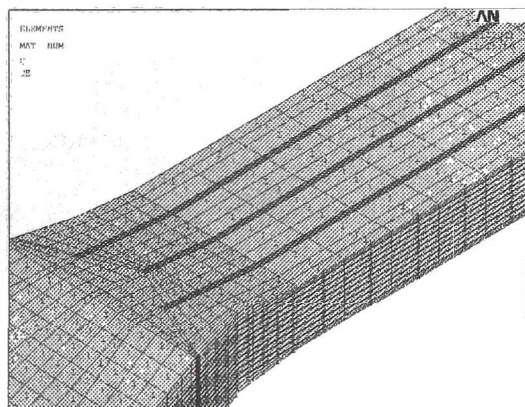


Рис. 5. Модель торсиона с прорезями, заполненными резиной.

Построен график затухающих колебаний в плоскости вращения при отклонении конца торсиона на 0,001 м (рисунок 6). Красным цветом показаны колебания торсиона с прорезями заполненными резиной, коэффициент демпфирования 0,0075. Общее время колебаний 0,4 секунд, шаг 0,001 секунд. Черным график показывает колебания в плоскости вращения стандартного торсиона при тех же условиях.

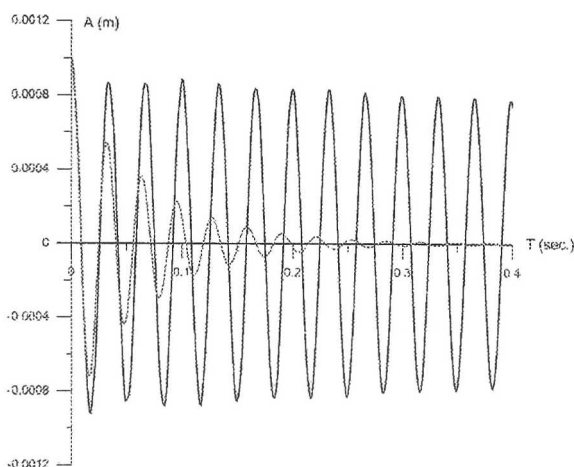


Рис. 6. Свободные колебания торсиона в плоскости вращения

Статья подготовлена при поддержке гранта Правительства РФ для государственной поддержки научных исследований по постановлению Правительства 220 по договору от 30 декабря 2010 г. №11.G34.31.0038.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА РАЗМЕР ЗЕРНА И УРОВЕНЬ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В АЛЮМИНИЕВОЙ БРОНЗЕ

© 2012 Ф.В.Гречников, Е.А.Носова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (Национальный Исследовательский университет)»

INVESTIGATION OF CYCLE TREATMENT INFLUENCE ON GRAIN SIZE AND RESTED STRESS LEVEL IN ALUMINUM BRONZE.

© 2012 F.V.Grechnikov, E.A.Nosova

Influence of succession deforming and recrystallization annealing on grain size and rested stress level in bronze Cu-10%Al-3%Fe-1,5%Mn was studied. It was found that preliminary normalization treatment result to grain decreasing during next strain and heat. Rested macro and micro stresses after every cycle were determined.

Измельчение зёрненной структуры деформируемых материалов способствует повышению их механической прочности, вязкости и долговечности. При этом происходит измельчение и перераспределение хрупких структурных составляющих, таких как эвтектоидные и эвтектические смеси. Холодная пластическая деформация многофазных поликристаллических сплавов и последующий их рекристаллизационный отжиг приводят к изменению размера зерна. В зависимости от исходной структуры и режимов обработки размер зерна может как расти, так и уменьшаться. Циклическая обработка, заключающаяся в деформировании с оптимальными степенями деформации и температурами отжига, приводит к получению наименьшего размера зерна. Диаграммы рекристаллизации, позволяющие подобрать необходимые степени деформации и температуры нагрева, описывают изменение размера зерна относительно некоторой исходной величины, при этом отсутствуют сведения о режимах её получения, т.е. состоянии поставки сплава, при котором определялся изначальный размер зерна. Так для алюминиевой бронзы БрАЖМц10-3-1,5, которая исследовалась в данной работе и применяемой для производства сепараторов авиационных подшипников, возможно получение требуемой структуры в процессе нормализации и за счёт рекристаллизации. Изучалось

влияние последовательного деформирования и рекристаллизационного отжига на размер получаемого зерна. Поскольку струк

тура указанной бронзы в равновесном состоянии и после нормализации представляет собой смесь

твёрдого раствора и эвтектоида, то оценить размер микроструктуры с помощью оптической микроскопии и систем обработки изображений представляется некорректным. В связи с этим, в качестве размера зерна применяли оценку областей когерентного рассеяния, полученных по результатам рентгеноструктурного анализа. Исследование проводили на образцах, вырезанных из пресс

Таблица 1 – Размер областей когерентного рассеяния в образцах после цикла растяжения и отжига

№ образца	Количество циклов	Размер зерна, мкм	
		Без предварительной нормализации	После предварительной нормализации
Исх.	0	0,44	0,1
1	1	0,4	0,08
2	2	0,35	0,053
3	3	0,21	0,01

сованных профилей, прошедших предварительную нормализацию (по режиму: нагрев до температуры 680-700^oC, выдержка 30 минут, охлаждение на воздухе), и без предварительной обработки. Последующая циклическая обработка заключалась в деформировании с оптимальными степенями деформации и отжиге при температуре 480-500^oC в течение 15 минут (1 цикл).

№ Образца	Количество циклов	Размер зерна, Å	
		Без предварительной нормализации	После предварительной нормализации
1	1	1396	706
2	2	1015	518
3	3	820	398
4	4	690	349
5	5	650	324
6	6	540	298

Таблица 2 - Размер областей когерентного рассеяния в образцах после циклического сжатия и отжига

Деформирование проводилось как в условиях одноосного растяжения, так и в условиях сжатия при осадке. Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2, в которых приводятся средние значения.

Данные таблицы 1 показывают, что в результате растяжения и последующей рекристаллизации при трёхкратном повторе размер зерна уменьшается практически в 2 раза. Предварительная нормализация способствует уменьшению размера зерна практически в 4 раза.

Деформация сжатия с последующим отжигом (таблица 2) привела к получению зерна с меньшими размерами в 4-7 раз по сравнению с данными, полученными при одноосном растяжении.

Кроме того, напряжённно-деформированное состояние при осадке позволило увеличить количество возможных циклов обработки: растяжение удалось осуществить только трижды (при четвёртом цикле все образцы разрушились, не достигнув требуемой степени деформации), в то время как осадка дала возможность шестикратной обработки.

Несмотря на протекание рекристаллизации после каждого деформирования, растяжение после третьего и осадка после шестого цикла приводили к преждевременному разрушению образцов. Очевидно, что такая обработка сопровождалась накоплением

остаточных напряжений. К тому же, в результате нормализации возможно искажение кристаллической решётки, поэтому при последующем повторном нагреве при рекри

сталлизации возможно протекание структурных превращений, влияющих на уровень остаточных микронапряжений. Для установления характера превращений был исследован

уровень остаточных напряжений в зависимости от режимов обработки (таблица 3). Шлиф для оценки остаточных напряжений в образцах на одноосное растяжение выбирался после замера твёрдости и построения графиков распределения её значений в каждом образце. В образцах после осадки остаточные напряжения оценивались на поверхности.

* Исследован разрушенный образец

Данные таблицы 3 показывают, что в процессе циклических обработок остаточные напряжения возрастают для обоих вариантов схемы напряжённно-деформированного состояния, несмотря на проведение рекристаллизации, что может быть связано уменьшением размера зерна.

№ Обр аzca	Кол иче ство цик лов	Макронапр яжения, МПа		Микронапряже ния, МПа	
		Сжа тие	Раст яже ние	Сжати е	Растя жение
Исх.	0	466		0,0005	
1	1	473	758	0,0007	0,0007
2	2	483	818	0,0009	0,0013
3	3	462	833	0,0009	0,0013
4	4	493	919*	0,0013	0,0014 *
5	5	503	-	0,0013	-
6	6	511	-	0,0027	-
	7*	517		0,003	

Таблица 3 – Значения остаточных макро- и микронапряжений

УДК 621.787:539.319

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ И СОПРОТИВЛЕНИЕ УСТАЛОСТИ ОБРАЗЦОВ ИЗ СПЛАВА ВНС-17 ПРИ НОРМАЛЬНОЙ И ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРАХ