

Содержание

1. Цель работы.....	4
2. Теоретические сведения.....	4
3. Материалы для работы.....	8
4. Задание и порядок выполнения работы	8
5. Отчет по работе	8
6. Контрольные вопросы	9
7. Библиографический список	9

СТРУКТУРА ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

1. Цель работы

Изучить структуры деформируемого сплава ХН77ЮР и литейного сплава ЖБК в различных состояниях.

2. Теоретические сведения

2.1. Жаропрочность

Жаропрочными называют стали и сплавы, способные работать под напряжением при высоких температурах в течение определенного времени.

Жаропрочные стали и сплавы применяют для изготовления многих деталей котлов, газовых турбин, реактивных двигателей, ракет, атомных устройств и т. д., работающих при высоких температурах.

Повышение температуры сильно влияет на все механические свойства: оно понижает модуль упругости (вследствие уменьшения межатомных сил сцеплений), пределы текучести и прочности. При этом следует иметь в виду, что в условиях малой скорости нагружения разрушение происходит при более низких напряжениях, чем при обычных статических испытаниях.

Если при высокой температуре нагрузить металл постоянно действующим напряжением даже ниже предела текучести при этой температуре и оставить его под нагрузкой длительное время, то металл в течение всего времени действия температуры и нагрузки будет деформироваться с определенной скоростью. Это явление получило название *ползучести*. Развитие ползучести может, в конечном счете, привести к разрушению металла.

Сопротивление металла ползучести и разрушению в области высоких температур при длительном действии нагрузки называют *жаропрочностью*. Жаропрочность характеризуется условным пределом ползучести и длительной прочностью.

Под условным пределом ползучести понимают напряжение, которое вызывает за установленное время испытания при данной температуре заданное удлинение образца.

Предел текучести обозначают буквой σ с числовым индексом, например,

$$\sigma_{0,2/1000}^{700} = 100 \text{ МПа} ,$$

это означает, что при температуре 700 °С под действием напряжения 100 МПа за 1000 часов испытания в материале появится пластическая деформация 0,2 %.

Пределом длительной прочности называют напряжение, которое вызывает разрушение материала при заданной температуре за определенное время. В обозначении предела длительной прочности указывают температуру и время до разрушения.

Например,

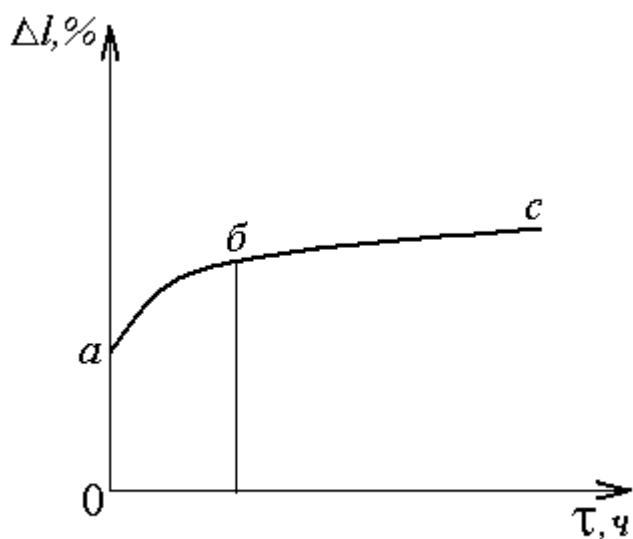
$$\sigma_{10000}^{600} = 130 \text{ МПа}$$

означает, что при температуре 600 °С материал выдержит действие напряжения 130 МПа в течение 10000 часов. Предел длительной прочности всегда меньше предела прочности, определяемого при кратковременных испытаниях при той же температуре.

Для определения предела ползучести испытываемый образец в течение длительного времени подвергают воздействию постоянного растягивающего усилия и постоянной температуры при фиксации деформации образца во времени.

Процесс испытания представляют в виде первичной кривой ползучести в координатах «относительное удлинение (Δl , %) – время (τ , ч.)» (см. рисунок).

На кривой ползучести можно отметить участок **Oa**, соответствующий упругой и пластической деформации, вызванной мгновенным приложением нагрузки; затем следует участок **ab**, на котором металл деформируется с неравномерной и замедляющейся скоростью (стадия неустановившейся ползучести), и участок **bc**, характеризующий равномерную скорость ползучести (стадия установившейся ползучести).



Рабочие температуры современных жаропрочных сплавов составляют примерно $0,45 - 0,8 T_{пл}$. Требуемые сроки службы жаропрочных сплавов изменяются от одного – двух часов (ракетные двигатели) до сотен (авиационные газовые турбины) и многих тысяч часов (стационарные газовые и паровые турбины).

При температурах ниже $0,45 - 0,5 T_{пл}$ прочность сплава определяется стабильностью его дислокационной структуры. При более высоких температурах стабильность дислокационной структуры нарушается и развиваются диффузионные процессы разупрочнения (возврат и рекристаллизация, сфероидизация и коагуляция частиц избыточных фаз и т. д.).

Жаропрочность сталей и других металлических сплавов в сильной степени зависит от величины межатомной связи, а также от структурного состояния.

Жаропрочность тем выше, чем выше межатомные связи в кристаллической решетке металла, на базе которого построен сплав.

Повышение жаропрочности достигается:

а) легированием твердого раствора, приводящим к увеличению энергии связи между атомами, в результате чего процессы диффузии и самодиффузии задерживаются, а температура рекристаллизации возрастает;

б) созданием у сплава специальной структуры, состоящей из вкрапленных в основной твердый раствор и по границам зерен дисперсных карбидных и, особенно, интерметаллидных фаз, когерентно связанных с матрицей длительное время. Такая структура по-

лучается в результате закалки с высоких температур и последующего старения. Наличие равномерно распределенных дисперсных избыточных фаз затрудняет пластическую деформацию при высоких температурах.

Жаропрочные стали и сплавы должны, кроме того, обладать высокой жаростойкостью.

Жаропрочные сплавы для работы при высоких температурах (до 700 – 900 °С) создаются на основе Fe, Ni и Co, а для работы при очень высоких температурах (до 1200 – 1500 °С) – на основе Cr, Mo и других тугоплавких металлов.

2.2. Жаропрочные никелевые сплавы

В этих сплавах основой является никель. Сплавы легируют, как правило, 10 – 12 % хрома и такими элементами, как вольфрам, молибден, ванадий, кобальт, алюминий, титан, бор.

Mo, W, Co, Cr упрочняют γ - твердый раствор на основе никеля.

Al и Ti вместе с никелем образуют метастабильную γ' - фазу с такой же структурой, как и основной γ - твердый раствор (ГЦК).

Углерод в количестве до 0,1 – 0,15 % формирует дисперсные карбиды по границам зерен.

Термическая обработка сплавов заключается в закалке и старении. Детали нагревают до 1150 – 1200 °С для получения однородного твердого раствора и охлаждают на воздухе. За время охлаждения внутри твердого раствора происходит перераспределение атомов Al и Ti; образуются микрообъемы, обогащенные этими элементами.

При старении в этих объемах возникают частицы интерметаллидной γ' - фазы типа Ni₃(Ti, Al), когерентные с основным γ - твердым раствором. Никелевые сплавы используют в деформированном и литом состояниях. Периоды решеток γ и γ' - фаз отличаются незначительно, всего на ~ 0,1%, поэтому полученная метастабильная структура сохраняется при высоких температурах в течение 20000 – 30000 часов.

Частицы γ' - фазы имеют размеры 20 – 40 нм, а ее содержание, в зависимости от легирования, доходит до 20 – 50 %.

3. Материалы для работы

В данной работе исследуется структура деформируемого сплава ХН77ТЮР и литого сплава ЖС6К. Составы сплавов представлены в таблице.

Марка сплава	Содержание легирующих элементов, %							
	Cr	Ti	Al	Mo	W	Co	C	B
ХН77ТЮР	20	2,6	0,8	-	-	-	0,07	0,01
ЖС6К	12	2,7	5,5	4	5	5	0,17	0,02

4. Задание и порядок выполнения работы

Изучить структуры сплавов в разных состояниях на готовых металлографических образцах:

- 1) сплав ХН77ТЮР в литом состоянии (образец 17-1);
- 2) сплав ХН77ТЮР после горячей деформации (образец 17-2);
- 3) сплав ХН77ТЮР после закалки (образец 17-3);
- 4) сплав ХН77ТЮР после старения (образец 17-4);
- 5) сплав ЖС6К в литом состоянии (образец 17-5);
- 6) сплав ЖС6К после закалки (образец 17-6).

Каждый образец исследовать при увеличениях $\times 300$ и $\times 600$ и зарисовать структуры. Дать описание структур с указанием присутствующих фаз. В состаренном состоянии исследовать распределение γ' - фазы, определить количество γ' - фазы и среднюю величину частиц на микрофотографиях, полученных с помощью электронного микроскопа.

5. Отчет по работе

Отчет по работе должен содержать:

- 1) цель работы;
- 2) краткое описание теоретических положений;
- 3) зарисовки всех структур с указанием структурных составляющих;
- 4) выводы по работе.

6. Контрольные вопросы

1. Что такое *жаропрочность*, и как она достигается?
2. Какова роль легирующих элементов в никелевых жаропрочных сплавах?
3. Что такое *ползучесть*?
4. Как определяют условный предел ползучести?
5. Что такое *длительная прочность*, и как она определяется?

7. Библиографический список

1. Арзамасов Б.Н. и др. Материаловедение. Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. – М.: Изд-во им. Н.Э. Баумана, 2003. – 648 с.
2. Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Войткун Ф.: Материаловедение. - М.: Изд-во МИСиС, 2004.-600с.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.