

листовых материалах заданных значений показателей пластической анизотропии следующим образом:

1. По заданным значениям показателей анизотропии μ_{ij} и характеристическому параметру Q выбранного материала вычислить требуемые значения ориентационных факторов текстуры Δ_i .

2. По рассчитанным значениям Δ_i определить с применением ЭВМ необходимые типы идеальных ориентировок $\{hkl\}\langle uvw \rangle$ и их весовые доли.

3. Выбрать схемы прокатки и режимы термообработки, обеспечивающие весовые доли требуемых ориентировок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Арышевский Ю.М., Гречников Ф.В.* Теория и расчеты пластического формоизменения анизотропных материалов/ Под ред. Ф.В. Гречникова. - М.: Металлургия, 1990. - 304с.

2. *Гречников Ф.В.* Деформирование анизотропных материалов (Резервы интенсификации). - М.: Машиностроение, 1998. - 448 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ТЕРМООБРАБОТКИ ЛИСТОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Киселев А.В.

Самарский областной дом науки и техники

АННОТАЦИЯ. Рассмотрен автоматизированный в диалоговом режиме с ПЭВМ процесс предварительной оптимизации режимов термической обработки листовых полуфабрикатов из высокопрочных алюминиевых сплавов с созданием заданного комплекса свойств статической прочности и циклической прочностойкости.

В связи с возрастающими требованиями надежности конструкций ответственного назначения, работающих в условиях циклического нагружения, возрастает и количество контролируемых характеристик прочности. При этом к традиционным механическим свойствам, таким как σ_B , $\sigma_{0,2}$, δ и φ , добавляются параметры циклической трещиностойкости. В случае термически упрочняемых сплавов ставится задача нахождения таких оптимальных режимов термообработки, при которых комплекс прочностных свойств обладал бы наибольшими значениями, а продолжительность термообработки была бы наименьшей.

Цель работы - найти оптимальные режимы термической обработки полуфабрикатов с заранее заданным комплексом механических свойств и максимальными характеристиками циклической трещиностойкости: размаха порогового коэффициента интенсивности напряжений ΔK_{th} , характеризующего нераспространение роста имеющихся в материале трещин в течении 10^7 циклов, и размаха коэффициента интенсивности напряжений при циклическом разрушении ΔK_{fc} , характеризующего нарушение сплошности материала при циклическом разрушении.

В качестве примера были исследованы листы из сплава В95пч, толщиной 2,0 мм, обработанные по стандартной технологии (см. табл.1).

Таблица 1

Режимы термической обработки листов

Сплав	Температура закалки, °С	Время закалки, мин	Старение после закалки			
			1 степень		2 степень	
			Темп., °С	Время, час	Темп., °С	Время, час
В 95 Т1, В95пч Т1	475	55	145	15	-	-
В 95 Т2, В95пч Т2	475	55	140	3	190	15
В95 Т3, В95пч Т3	475	55	140	3	180	25

Составлен план факторного эксперимента типа 4^2 (где 4 – число факторов (температура T_1 и T_2 и время старения τ_1 и τ_2 I и II ступени соответственно); 2 – число уровней (верхние и нижние допустимые пределы каждой характеристики в соответствии с требованиями нормативно-технической документации)).

После термообработки темплетов по плану факторного эксперимента были установлены механические свойства на разрывной машине модели “FP100/1” и проведены испытания по ускоренному определению характеристик циклической трещиностойкости [[1]] на сервогидравлической машине модели “Гидропульс” фирмы “Schenk” при постоянной частоте нагружения 13 Гц синусоидального цикла.

Был составлен комплекс программ, позволяющий с применением ПЭВМ в диалоговом режиме быстро провести оптимизацию режимов термообработки. Входным документом такого комплекса служила таблица, содержащая в качестве реквизитов вид термообработки, шифры испытанных образцов, температуры и времени выдержки на разных ступенях старения, направление приложения основных сил деформации, полученные после испытаний значения σ_b , $\sigma_{0.2}$, δ , φ , ΔK_{th} , ΔK_{fc} . Затем для каждой ступени старения и каждого направления сил деформации (долевое и поперечное) строили уравнение оптимальной зависимости времени выдержки на II ступени старения от уровня введенных прочностных характеристик. Схема функционирования такого комплекса программ подробно описана в [2].

Для аппроксимации использовали уравнения линейной множественной регрессии виде

$$\tau = Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 = AX, \quad (1)$$

где a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 , A – коэффициенты линейной множественной регрессии; x_1, x_2, x_3, x_4 – члены регрессии, соответствующие σ_b и $\sigma_{0.2}$, а также ΔK_{th} и ΔK_{fc} .

В качестве оптимизируемых данных использовали весь массив исходных данных Y , а критерием оптимизации служил поиск таких коэффициентов A в уравнении (1), которые бы обеспечили

$$S = \min \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2, \quad (2)$$

где S – остаточная сумма квадратов отклонений значений экспериментальных и расчетных величин.

Метод наименьших квадратов для решения этой задачи позволяет построить оптимальную в статистическом смысле оценку моментов распределения ошибки эксперимента, а также решить вопрос: является ли полученная модель адекватной, т.е. соответствует ли она действительным значениям экспериментальных данных.

При выводе уравнений устанавливали также статистические показатели: коэффициенты взаимных корреляций, среднеквадратического отклонения, дисперсии ошибки эксперимента, дисперсию адекватности модели. Саму адекватность проверяли по критерию Фишера, статистическую значимость – с помощью критерия Стьюдента, при этом значимость оценивали с доверительной вероятностью 95%.

Таблица 2

Значения коэффициентов уравнений регрессии

Сплав	I ступень		II ступ.	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
	$T_1, ^\circ\text{C}$	$\tau_1,$ час						
В95пчТ2	140	3	190	24,81	0,086	-0,11	-0,02	0,07
	140	6	190	30,62	0,179	-0,14	1,83	0,32
	140	12	190	97,76	-0,23	0,02	2,14	0,01
В95пчТ3	140	3	180	58,15	-0,09	0,57	-0,01	0,12
	140	6	180	36,93	0,94	-0,17	-0,44	0,92
	140	12	180	27,73	-0,34	0,61	-0,37	0,88

Все коэффициенты полученных уравнений приведены в табл. 2. из них и формируется массив входных данных. После расчета, который длится несколько секунд, можно определить рекомендуемый режим термообработки по разным ступеням старения. Далее, в режиме диалога можно ввести иной задаваемый уровень прочностных свойств и получить рекомендации по оптимальному режиму старения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Киселев А.В. Прогнозирование порогового K_{th} по результатам определения СРТУ // Вопросы авиационной науки и техники. Сер. Технология легких сплавов . - М., 1987. - Вып. 3. - С.29-31.

2. Киселев А.В., Игуменов А.А. Расчет характеристик циклической трещиностойкости полуфабрикатов из алюминиевых сплавов с применением ПЭВМ // В кн.: Пластическая деформация и технология обработки заготовок из легких и специальных сплавов. - М., 1990. - С.59-63.

ПЛАСТИЧЕСКОЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ - ФАКТОР УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЧЕСКИХ ТОЧЕЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Т.Б. Козий

*Самарский государственный аэрокосмический университет
443086 Самара, Московское шоссе, 34*

АННОТАЦИЯ: В работе приведены результаты исследования процесса высокоскоростной штамповки профилированных отверстий в листовых заготовках из конструкционных алюминиевых сплавов. Показано, что наличие упрочняющих зон существенно изменяет последеформационные характеристики образцов, чему дано соответствующее объяснение.

Технологическими особенностями получения профилированных отверстий являются:

- формирование импульсным усилием (P_r)₁ в условиях объемной схемы напряженно - деформированного состояния диска из обрабатываемого материала ;

- образование импульсным усилием (P_r)₂ ступени путем выдавливания обрабатываемого материала при высокоско-