

каждый источник рассматривается как базисная функция $F(x)$, а $W(x, N)$ результат аппроксимации произвольного распределения интенсивности $K(x)$.

Таким образом, использование предлагаемого подхода позволит повысить адекватность модели процесса лазерной обработки массивных тел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. –М.: Высшая школа, 1967. –600с. 2. Рыкалин Н.Н. Расчеты тепловых процессов при сварке. –М.: Машгиз, 1951. –296с. 3. Григорьянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов. –М.: Машиностроение, 1989. –304с. 4. Углов А.А., Смуров И.Ю., Смирнов В.П., Смирнов А.Л. Учет немонотонности пространственного распределения лазерного излучения при расчете режимов термической обработки массивных изделий // *Металловедение и термическая обработка металлов*. –1989. –№11. –С.9-13. 5. Кочеров А.Л. Способ определения оптимальных коэффициентов разложения при сдвиговой аппроксимации функций // *Цифровая обработка информации и управление в чрезвычайных ситуациях: Материалы первой междунар. конф. / Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси*. –Минск, 1998. –Т.1. –С.124-127. 6. Хирд Г. Измерение лазерных параметров. –М.: Мир, 1970. –540с. 7. Винер Н. Интеграл Фурье и его приложения / Пер. с англ. Н.Я.Виленкина. –М.: Наука, 1963. –256с. 8. Ахизер Н.И. Лекции по теории аппроксимации. –М.: Наука, 1965. –407с.

УДК 620.1.669.1

Н.А. Семашко, Д.В. Мельников, Р.Ф. Крупский, В.И. Муравьев, С.Б. Марьин

ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ 20 ПОСЛЕ ГАЗОЛАЗЕРНОГО РАСКРОЯ

*ОАО «Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное
объединение им. Ю. А. Гагарина»
Комсомольск-на-Амуре, Россия*

Повышение эффективности производства деталей из конструкционных сплавов, используемых в авиастроении, связано с внедрением новых методов обработки материалов. Одним из новых методов, который в последнее время стал успешно использоваться на производстве, является метод газолазерного раскроя (ГЛР). Наряду с традиционными методами, такими как фрезерование, электроискровой раскрой, штамповка и т.п., метод ГЛР обладает существенными преимуществами. К достоинствам метода ГЛР можно отнести высокую производительность (скорость реза), точность

воспроизведения геометрических параметров деталей, минимальную трудоемкость. Наряду с перечисленными достоинствами ГЛР существуют недостатки. Так в процессе реза, из-за наличия источника термического воздействия (энергии луча), материал в зоне реза подвергается изменению структуры, что несомненно сказывается на механических характеристиках последнего. Следует отметить, что при определенных температурах многие металлы и их сплавы способны поглощать атмосферные газы, которые влияют на фазовый состав исходного материала. К числу подобных материалов относится титан и его сплавы, которые на сегодняшний день являются практически основными конструкционными материалами в авиационной промышленности. При всей многообразии механических характеристик конструкционных сплавов [4, 5], особое значение уделяется способности материала сопротивляться трещинообразованию. Из классической механики разрушения известно [1], что материал, обладающий максимальной величиной u_c , не всегда способен адекватно сопротивляться трещине. Особенно это становится актуально тогда, когда материал претерпел определенные изменения, описанные выше, а потому определение вязкости разрушения при структурном изменении является важной задачей современного материаловедения.

Было исследовано влияние ГЛР на трещиностойкость титанового сплава ВТ 20. В качестве альтернативного вида обработки, для сравнения коэффициентов интенсивности напряжений (КИН), была использована доработка образца фрезой. Так же следует отметить влияние на КИН отбора образцов относительно направления проката, поэтому дополнительной задачей для исследований было выбрано влияние текстуры на анизотропию. Из листа вышеупомянутого сплава толщиной 2 мм методом ГЛР в среде азота были вырезаны образцы для испытания на внецентренное растяжение (ВР). Данные образцы испытывались по схеме плосконапряженного состояния [1]. Из каждой группы было испытано по три образца.

Эксперименты проводились с использованием универсальной испытательной установки ИМАШ 20-75 и метода акустической эмиссии (АЭ) [2]. Схема и основные условия испытания приведены в [3].

В работе метод АЭ используется для определения момента страгивания трещины (МСТ) с высокой чувствительностью [2, 7]. Процедура определения КИН общеизвестна, однако так как используемые образцы не являются стандартными, авторами была введена поправочная функция Y , применительно к образцу данной геометрии [1]. Поправочная функция имела следующий вид:

$$Y(a) = 29.6 - 185.5 \cdot a + 655.7 \cdot a^2 - 1017 \cdot a^3 + 638.9 \cdot a^4 ; \quad (1)$$

где a – отношение длины исходной трещины к ширине образца, которая составляла 0.76. КИН вычислялся по формуле:

$$K_c = [P \cdot a^{0.5} \cdot Y(a)] / [b \cdot t] , \quad (2)$$

где P – критическая нагрузка (МН); b – ширина образца (мм); t – толщина образца (мм).

В процессе нагружения все исследуемые образцы разрушились. Критическая нагрузка определялась по диаграмме «нагрузка- смещение берегов трещины» с появлением сигналов соответствующих МСТ.

По результатам исследований получены нагрузочные характеристики и акустический образ исследуемых образцов различного типа. Благодаря разработанной авторами оригинальной методики определения сигналов от трещин в общем потоке импульсов АЭ, были найдены значения КИН для указанных типов образцов нестандартной формы с использованием зависимостей (1, 2). На рис. 1 приведена сравнительная гистограмма K_c для продольных, поперечных и обработанных фрезой образцов таких же текстур, где

ПР- поперечный образец (текстура относительно прикладываемой нагрузки)

ПП- продольный образец (текстура относительно прикладываемой нагрузки)

ПРf- поперечный образец + концентратор дополнительно обработан фрезой;

ППf- продольный образец + концентратор дополнительно обработан фрезой.

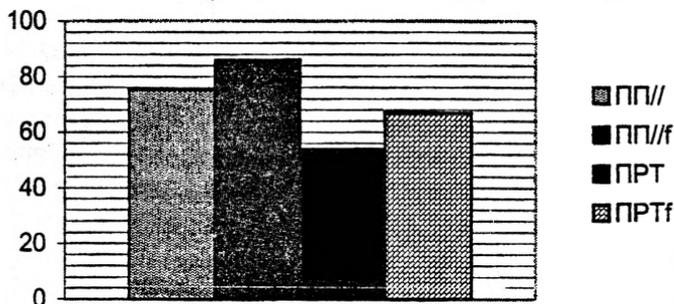


Рис. 1. Сравнительная гистограмма K_c для образцов из сплава ВТ 20

Результаты исследований (рис. 1) показали, что поперечные образцы обладают большей трещиностойкостью, чем продольные. Так КИН поперечного образца выше продольного на 28 %. Подобная зависимость прослеживается и у фрезерованных образцов. Эта разница составила 22 %. Во всех случаях образцы, обработанные фрезой, обладают более высоким КИН, чем образцы после ГЛР. Разница в пользу фрезерованных образцов составляет соответственно для поперечных и продольных 12 и 8 %.

Таким образом, предлагаемый авторами подход позволяет определять значения КИН на образцах нестандартной геометрии. Показано, что для сплава ВТ 20 направление нагрузки относительно проката существенно влияет на КИН. Максимальная разница составляет 28 %. В целом использование метода ГЛР ухудшает трещиностойкость, однако влияние анизотропии КИН от текстуры проката более значительно для данного сплава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. -М.: Наука, 1974. -640 с. 2. Андрейкив А.Е., Лысак Н.В. Метод акустической эмиссии в исследовании процессов разрушения. -К.: Наукова думка, 1989. -176 с. 3. Семашко Н.А., Мельников Д.В. Исследование кинетики развития трещин при внецентренном растяжении сплава ОТ4-0// Современные технологии в машиностроении. -Пенза.: Сборник материалов, часть 1.-2002. -С.84-86. 4. Авиационные материалы. Т 5. Под ред. А.Т. Туманова. М.: ВИАМ, 1973. -580 с. 5. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. -М.: Металлургия, 1989.-456 с. 6. ГОСТ. 25.506-85. Расчеты испытания на прочность. Определение характеристик трещиностойкости при статическом нагружении. -М.: Изд. Стандартов, 1985. -57 с. 7. Лазарев А.М., Рубинштейн В.Д. Исследование акустической эмиссии при испытаниях образцов на вязкость разрушения// Дефектоскопия. -1988. -№12. -С.42-47.

УДК 621.923.7

Ю.В. Синькевич, Г.Я. Беляев, И.Н. Янковский

ОСОБЕННОСТИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОМ ПОЛИРОВАНИИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Неоспоримые преимущества электрохимических способов обработки (ЭХО) создали предпосылки для их широкого использования в различных отраслях современного машино- и приборостроения (в турбостроении, авиастроении, инструментальном производстве и т. д.). Результаты теоретических исследований и накопленный производственный опыт позволяют решать с их помощью сложные технологические задачи. Достижение точности обработки при размерной ЭХО, как важнейшего показателя качества деталей, сопряжено с наибольшими трудностями и затратами. Приведенный в работе [1] анализ погрешностей формообразования показывает, что обрабатываемая поверхность формируется в соответствии с пространственно-временной эпурой локальных скоростей анодного растворения и напрямую связана с величиной и точностью поддержания межэлектродного зазора и электрогидродинамических параметров потока электролита в нем.

Одним из способов ЭХО является способ электроимпульсного полирования (ЭИП), получивший широкое использование для финишной обработки (полирования, удаления заусенцев, очистки поверхности) деталей и изделий различного промышленного назначения.