



30th Conference of Experimental Stress Analysis
 30. konference o experimentální analýze napětí
 2. - 5. 6. 1992 ČVUT Praha Czechoslovakia

ACOUSTO - ULTRASONICS TECHNIQUE FOR EVALUATION OF SUBSURFACE RESIDUAL STRESSES

VYUŽITÍ PSEUDOAKUSTICKÉ EMISE KE SLEDOVÁNÍ ZBYTKOVÝCH NAPĚTÍ V POVRCHOVÝCH VRSTVÁCH

Čermák F., Koutník P., Kvasnička I.

Also called the stress-wave factor method, acousto-ultrasonics uses stochastic wave propagation to detect and quantify defect states, damage conditions and variations of mechanical properties in material. The term "Acousto-ultrasonics" denotes a combination of some aspects of acoustic emission methodology with ultrasonic materials characterization.

Keywords : acousto - ultrasonics, residual stresses

Úvod

Pseudoakustická emise (acousto - ultrasonics) se rozšířila pro nedestruktivní stanovení mechanických vlastností kompozitních materiálů. Princip metody spočívá ve vysílání definovaného UZ signálu, který po průchodu stanoveným úsekem testovaného materiálu je zpracováván standartním způsobem pro AE (akustickou emisi). Předpokládá se, že po průchodu UZ vlny materiálem dojde k její modulaci, která potom vykazuje souvislosti s některými sledovanými parametry.

Metody pseudoemise jsou modifikovány a rozvíjeny s cílem rozšíření aplikací.

Předložený příspěvek podává informaci o možnosti využití této metodiky pro diagnostiku podpovrchové zbytkové napjatosti

v reálných tělesech definovaného geometrického tvaru.

Popis metodiky

Schema použitého zařízení znázorňuje obr. 1.. Opakované ultrazvukové pulsy jsou generovány s nominální frekvencí 1 Hz. Každý puls ve své podstatě simuluje emisní událost v povrchové vrstvě zkoumaného tělesa. Přijímač vzdálený o zvolenou délku od vysílače zachycuje daný podíl energie napěťové vlny, která se šíří ve sledovaném úseku povrchu. Vyvolaná povrchová vlna se transformuje na elektrický signál, který se vyhodnocuje obdobným způsobem jako AE. Následuje výběr parametru, který má největší informační obsah vzhledem k existujícímu povrchovému napětí (např. amplituda, počet překmitů přes nastavenou prahovou úroveň apod.). Parametr, soubor parametrů nebo jejich kombinace pak charakterizují chování napěťové vlny vzhledem k úrovni zbytkové povrchové napjatosti.

Vysílač i přijímač jsou upevněny ve společném držáku, který je paralelní s hodnoceným povrchem ve směru předpokládaných hlavních napětí.

Dosažené výsledky a jejich stručná diskuse

Zvolená metodika a možnosti použitého zařízení vlastní konstrukce byly ověřeny na plochých prizmatických vzorcích ze slitiny AlCu4Mg1-ON2424202, která se v široké míře uplatňuje u složitě namáhaných součástí, např. v leteckém průmyslu. Klasifikované plochy s různým smyslem a úrovní podpovrchového napětí byly připraveny různými mechanickými procesy - čelním frézováním, otryskáváním balotinou a broušením. První dvě uvedené technologie vyvolaly v podpovrchových vrstvách menší nebo větší tlakové pnutí, broušení způsobilo napětí tahové (viz tab.1.). Uvedené hodnoty zbytkových napětí byly zjištěny klasickou destrukční mechanickou deflekční metodou s postupným odleptáváním hodnocených vrstev.

Ze srovnání hodnot zbytkových napětí a parametrů pseudoakustické emise vyplývá, že povrchy s tlakovým zbytkovým pnutím vykazují větší hodnoty sledovaných parametrů než povrchy s tahovým pnutím. Tzn., že energie napěťové vlny je pohlcována

tahovým pnutím, obecně nebezpečným pro porušení extrémně namáhaných součástí. Byl pozorován také přímý vztah mezi počtem překmitů a plochou pod profilem zbytkových napětí, který charakterizuje stav napjatosti ve vrstvách od povrchu do jádra tělesa.

Závěr

Dosažené výsledky z uvedeného a dalších experimentů naznačují, že na základě zjištěných hodnot pseudoakustické emise bude možné rychle a nedestruktivně stanovit nejenom smysl existujícího podpovrchového zbytkového pnutí součásti, ale také stanovit jeho velikost. Protože sledované AE parametry jsou vedle napětí funkcí dalších faktorů (mimo jiné geometrie součásti,

mikrogeometrie povrchu, textury materiálu, charakteru mikrostruktury apod.), patří popsaná technika mezi metody komparativní, vyžadující kalibraci pro určení smyslu a odhadu velikosti podpovrchových napětí.

Literatura :

1. Vary, A.: Correlations among ultrasonic propagation factors and fracture toughness properties of metallic materials, Materials Evaluation, 1978, 36, 7, str. 55
2. Vary, A., Lark, R.F.: Correlation of fiber composite tensile strength with the ultrasonic stress ware factor, Journal of Testing and Evaluation 1979, 7, 4, str. 185

Povrch vzorků	Počet countů		Max.amin.zbyt.pn MPa		Poměrná plocha profilu (do hloubky 0,15mm)
	rozsah	průměr	0 - 0,03	0 - 0,15	
Broušený	9 - 12	10,4	+224 - +76	+224 - -22	+951
	10 - 12	11,4	+140 - +52	+140 - -12	+1137
Frézovaný	19 - 22	19,8	-131 - -104	-131 - +4	-736
	17 - 21	19,0	-82 - -50	-82 - +8	-871
Tryskaný balotinou	20 - 25	21,8	-237 - -204	-237 - -25	-4872
	22 - 24	23,4	-205 - -143	-205 - -48	-3340

Tabulka č.1

