FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1997, március 21-23

GENETIKUS ALGORITMUS ÉS AZ FRP-ALUMÍNIUM-GUMI SZENDVICSTARTÓ DINAMIKUS CSILLAPÍTÁSI TÉNYEZŐJE

Bakk Norbert

Összefoglalás

A gyakorlati élet számos területén felbukkanó jelenség a rezgés. Autóval, busszal vagy más járművel utazva sokszor tapasztaljuk a motor vagy az úttestokozta berezgéseket a jármű legkülönbözőbb részein. Mi utasok még csak elviseljük valahogy a kényelmetlenséget, vannak azonban olyan gépek, berendezések, mint például a szerszámgépek, repülőgépszárny, számos elektronikai berendezés, ahol amennyire csak lehet el kell kerülni a szerkezeti részek berezgését. A rezgések kézbentartása, ellenőrzése nagyon fontos, mert az ellenőrizetlen, ellenőrizhetetlen rezgések a szerkezet idő előtti tönkremenetelét okozhatják, akár kifáradás, akár hirtelen bekövetkező töréssel. A legtöbb szerkezetet nem vizsgálunk meg dinamikai oldalról, csak a statikus terhelési eseteket vesszük figyelembe. Ez számos esetben indokolt lehet, tekintettel a szerkezet nagy merevségére, stb., vékonyszelvényű rudaknál, lemezeknél, amelyek leginkább rezgésveszélyesek, azonban indokolt lehet az ellenőrzés. Ha az ellenőrzés kimutatja, hogy nemkívánatos vibráció jelentkezik, akkor azt valahogy csökkenteni kell. A rezgéscsökkentés számos módja ismert:--- a rezgés okát meg kell találni, és csökkenteni forrásból származó rezgető erőt --- másik módszer, hogy megnöveljük a szerkezet merevségét. Ha egyik sem alkalmazható vagy nem vezet megfelelő eredményre, ekkor a szerkezet dinamikai csillapítása kerül előtérbe. A későbbiekben, bevezető jelleggel tárgyalom, a szendvicstartó dinamikai csillapítását, csillapíthatóságát.

A dinamikai csillapítás fajtái

Aktív csillapítás

Az aktív csillapításon, egy mért, ellenőrzött, majd csillapított rezgést értünk. A szerkezetünk különböző pontjaiba lehetnek beépítve az érzékelő elemek, például nyúlásmérő bélyeg, piezoelektromos gyorsulásmérő, stb. Ezek az érzékelők megfelelő elektromos jelet biztosítanak egy, akár mikrokomputer által vezérelt kiértékelő központnak, amely kiad egy másik jelet a csillapító elemnek, hogy az ellenfázisban csillapítsa, vagy akár oltsa is ki a nemkívánatos rezgést. Problémát jelenthet azonban az ellenőrző, vezérlő algoritmust megtalálni a megfelelő helyet a csillapító elemnek; az elektromos erőforrás biztosítása, esetleg az elektromos jelek továbbítása is gondot okozhat.

Passzív csillapítás

Passzív csillapítás esetén mindig található egy részegység, beépítve a szerkezetbe, amely a csillapításért felelős. Ez a részegység azonban külső vezérlés által nem befolyásolható, csakis a szerkezet elmozdulása, belsőfeszültségi állapota stb. aktivizálja. A részegység a rezgési energiát legtöbbször hővé alakítja, ezáltal csökkentve a vibrációt. A szendvicstartóban a passzív csillapítást okozó részegység, a nyírásnak kitett gumiréteg.

Kényszerített-réteg csillapítás

Az alakváltozásra kényszerített réteg által előidézett csillapítás az 1950-es, 60-as években került előtérbe. Kerwn 1959, DiTaranto 1967, Mead 1969 voltak az első alkalmazók. A kényszerített-réteg többnyire viszkoelasztikus anyag, amelyet merev rétegek közé helyeztek. A merev rétegek ellentétes irányú elmozdulása a viszkoelasztikus anyag nyírását idézi elő, amely a nyírási alakváltozás energiáját nagyrészt hővé alakítja. A kezdeti próbálkozások létező szerkezetek rossz rezgéscsillapítását próbálták ezzel a módszerrel javítani, nem sikertelenül.

Napjainkban, sok esetben már a tervezés részét képezi a megfelelő rezgéscsillapítás biztosítása. Az új szerkezeti anyagok-- és itt elsősorban a szálerősítéses anyagokra gondolok -- anizotróp tulajdonságukkal sokkal szélesebb teret biztosítanak a megfelelő szerkezeti konstrukció kialakításához, a jó rezgéscsillapítás elérése érdekében, mint az izotróp fémek.

Szálerősítéses anyagok

A szálerősítéses anyagon olyan anyagot értünk, amely legtöbbször két anyag felhasználását jelenti: a szál, vagy a szálakból szőtt szövet, ez a vázanyag és a szálakat összetartó kötőanyag. A legtipikusabb szálanyagok : üvegszál, szénszál, aramidyszál, borszál, de nem zárhatjuk ki a különböző olcsó fém (acél) felhasználását sem. A legjellemzőbb kötőanyagok: szerves bázisú, kétkomponensű gyanták, mint az epoxigyanta, poliészter; gumi; itt sem zárjuk ki a fém alapmátrix felhasználását. A szálerősítéses anyagok szilárdsági szempontból inhomogén, anizotróp szerkezetnek tekinthetők.

Szálerősítéses anyag lehetőségei

Lehetőséget ad a tervezőnek, hogy önmaga határozza meg a szerkezet mechanikai jellemzőit. A vázanyag és kötőanyag (amelyek önmagukban, homogén, izotróp anyagok) mechanikai jellemzői, így a Young modulus és a Poisson szám ismeretében , bizonyos határok között változtatható az egyesített, szálerősítéses anyag mechanikai tulajdonságai.

A kereskedelemben beszerezhető alapanyagok:

1. egyirányú szálszövet gyantával átitatva (orthotróp)

- 2.szálból szőtt szövet, gyantával átitatva (megjegyzem, hogy az egymásra merőlegesen szőtt szálak eloszlása a két irányban legtöbbször nem azonos, legelterjedtebb a 25% egyik irányba, 75% a másik irányban, vagyis négy szálból 3 azonos irányban áll, egy pedig rájuk merőlegesen. Emiatt a szövetünk már orthotróp tulajdonságú.)
- 3.aprított szálhalmaz vagy szálpaplan, gyanta nélkül (izotróp)
- 4.gyanták(izotróp)
- 5.különböző szálak (izotróp, de általában nem használjuk alapanyagként)

A szál és kötőanyagot tartalmazó szöveteket tetszőleges irányítottsággal, sorrendben helyezhetjük egymásra. Az így kialakult rétegelt lemez mechanikai tulajdonságait, tehát a tervező alakítja ki. Egy adott terhelés hatására egy tetszőleges irányban a különböző rétegekben természetesen különböző feszültség fog kialakulni. Viszont a rétegek közötti felületek kapcsolódását tökéletesnek tekintjük. Ezen rétegelt lemez eredő mechanikai tulajdonságai irányfüggőek lesznek.

Dinamikailag csillapított szálerősítéses szerkezet

Egy tetszőleges szál nem szálirányban terhelve, a terhelés hatására a teher irányába próbál beállni. Ha egy viszkoelasztikus anyag egyik oldalára szöggel, másik oldalára - szöggel helyezzük el az egyirányú szálszövetet, a húzó terhelésnek kitett rétegelt szerkezetünkben a szálak a húzás irányába próbálnak beállni. A viszkoelasztikus anyagunk alsó és felső lapján a szálak elmozdulása ellentétes lesz, így a viszkoelasztikus anyag nyírása alakul ki.

A fentiekben leírt igen egyszerű jelenség, igen nagy lehetőséget kínál a megfelelő csillapítás elérése céljából. A kényszerített-réteg csillapítás egy olyan eszközhöz jut ezáltal, amellyel olyan helyen is előidézhetünk a szerkezetünkben jelentős nyírófeszültséget, ahol homogén, izotróp anyag alkalmazásával csak húzófeszültség produkálható.

Barett 1989-ben készítette az első csövet, amely ezt a jelenséget kihasználta. A cső három rétegből állt. Legbelső rétege a cső tengelyéhez képest szöggel feltekercselt kompozit, középső réteg egy viszkoelasztikus

anyag, a külső réteg pedig - szöggel feltekercselt kompozit. A csövet húzóterhelésnek kitéve a belső és a külső rétegek ellentétes irányú elcsavarodása a viszkoelasztikus réteg nyírását idézte elő.

Csillapított szendvicstartó

Kísérlet céljára két különböző csillapított és három csillapítatlan szendvicstartó próbatest lett elkészítve. Az első próbatest: két alumínium négyszögszelvény között gumiréteg (a gumiréteg a legnagyobb nyíró-igénybevételnek kitett helyre került). A második próbatest egy alumínium négyszögszelvény, alsó és felső övlemeze üvegszál-epoxigyanta, gumi, üvegszál-epoxigyanta erősítéssel

(a gumiréteg nem kerülhetett a tartó tengelyvonalára, ahol legnagyobb a nyírófeszültség, de a nem tengely-irányú üvegszál elrendezés ebben az esetben is a gumi nyírását idézi elő, az övlemez húzott illetve nyomott zónájában). A csillapítatlan próbatestek nem tartalmaztak gumireteget. Csillapítatlan 1. próbatest egyszerű alumínium négyszögszelvény, 2. próbatest alumínium négyszögszelvény körbetekercselve üvegszál szövettel, 3. próbatest alumínium négyszögszelvény alsó és felső övlemeze üvegszál erősítéssel.

A szendvicstartók csillapítási tényező értéke az Oberst-féle félteljesítmény-sáv szélesség módszerrel lett meghatározva. A csillapított szerkezetek csillapítási tényezője egyértelműen nagyobb a csillapítás nélkülieknél, értékük a következő:

$$1=0.052, 2=0.0265, 3=0.0125, 4=0.0014, 5=0.012$$

, mely értékek az első sajátfrekvenciához tartozó csillapítás értékek.

Az üvegszál, mint alapanyag csillapítási tényezője 0.0027. Grafitszál csillapítástényezője 0.0017. Összehasonlításképpen a Kevlar 49 Áramid szál csillapítástényezője 0.015 az első sajátfrekvencián, mindenfajta speciális elrendezés nélkül, ezen tulajdonsága miatt kedvelt alapanyaga a repülőgépiparnak.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Farkas & Jármái: Tubular Structures VII, Balkema: Rotterdam 1996, 373-379
- [2] Tsai & Hahn: Introduction to composite materials, Technomic: Lancaster 1980
- [3] Hoa & Ouellette: Damping of composite materials, Polymer composites 1984, Vol.5, No4, 334-338
- [4] Goto, Maekawa, Miyake: Analysis of vibration damping properties of hybrid composite with flexible matrix resin, Materials Science Research International 1996, Vol2, No3, 160-165
- [5] Michalewicz: Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Springer-Verlag 1994, New York

Bakk Norbert doktorjelölt hallgató

Miskolci Egyetem, Miskolc - Egyetemváros 3515

06/46/365-111/20-26