XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

POLIMEREK FÁRASZTÓ VIZSGÁLATA CIKLIKUS IGÉNYBEVÉTELEL

SEBŐK Gergely, FODOR Antal

Abstract

The use of “technical plastics” has accelerated in the last period. The use of such parts is more and more common; however they need to meet extreme stress circumstances. The fast and exact definition of the material property is very expensive, however this is needed in each planning phases. This document presents the development of equipment, which enables several repeating bending stresses (high cycle fatigue test) on standard plastic specimen.

Key words:

fatigue test, fatigue life, polymer

Összefoglalás:

A „műszaki műanyagok” felhasználása az utóbbi időben felgyorsult. A felhasználók egyre gyakrabban terveznek ilyen anyagokból alkatrészeket, amelyeknek szélsőséges igénybevételnek is meg kell felelni. Az anyagtulajdonságok gyors, pontos meghatározása nagyon költséges eljárás, ennek ellenére a tervezés minden fázisában az anyagtulajdonságok definiálására szükségünk van. Ebben a munkában egy olyan berendezés kifejlesztését mutatjuk be, amelynek segítségével szabványos műanyag próbatesteket ismétlődő, többszörös hajlító igénybevétellel lehet terhelni, vagyis nagyciklusú fárasztás valósítható meg.

Kulcsszavak:

fárasztóvizsgálat, kifáradási élettartam, polimer

1. Bevezetés

Napjainkban a műanyagok térhódítása igen jelentős, melyeknek a fémekkel ellentétben kevesebb anyagjellemzőjét ismerjük. Természetesen a műszaki műanyagok rendelkeznek szilárdsági mutatókkal, ilyen például a szakítószilárdság, nyúlás, vagy a Young modulus, viszont egy ciklikus igénybevétellel szemben mutatott ellenállását nem ismerjük olyan széles körben, mint a fémek esetén. A polimerekkel kapcsolatos kutatásokhoz elengedhetetlen ilyen mérő, vagy vizsgálóberendezések használata. Fejlesztési munkánk célja egy olyan gép tervezése volt, amellyel szabványos műanyag próbatestet ismétlődő, többszörösen hajlító igénybevétellel lehet terhelni, azaz nagyciklusú fárasztás valósítható meg. A kereskedelembe kaphatóak ilyen fárasztó berendezések, de a vizsgálat céljának megfelelő kialakítással és ár/érték arányban jobbat nem forgalmaznak. A tervezendő fárasztógépnek több kritériumnak is meg kellett felelnie, mint például könnyű kezelhetőség, egyszerű kialakítás, különböző anyagú próbatestek vizsgálatakor gyors átalakíthatóság, továbbá munkabiztonsági előírásokat is figyelembe vettünk a

tervezés során. Célszerűségi okokból a gép egyszerre 40 db próbatestet szükséges vizsgálni, ugyanis a kifáradás sztohasztikus folyamat, ezért nem lehet átlagolni. A matematikai statisztikai kiértékeléshez így egy adott feszültség szinten több próbatest vizsgálata szükséges.

2. Anyagjellemzők meghatározása ciklikus igénybevétel segítségével

Fémek esetében egy adott anyag kifáradását, a próbatestben létrejövő képlékeny alakváltozás; diszlokációs mozgás, elcsúszás okozza. Különösen kis terhelések esetén a felülettel érintkező, csúszásra orientált szemcsékben következik be a képlékeny alakváltozás. A terhelés növekedésével egyre több szemcse szenved képlékeny alakváltozást, mígnem arányuk eléri a 100%-ot, ami folyáshatárnak megfelelő terhelést jelent. Természetesen a terhelés növekedésével arányosan a próbatest élettartama fokozatosan csökken, a fáradási folyamat további részleteinek, a repedés-keletkezés és terjedés fázisainak megismerésével jutunk el, a hagyományos Wöhler-görbéhez [1].

1. ábra Szerkezeti acélok Wöhler-görbéje

törési valószínűséghez tartozó igénybevételi számot adnak meg kifáradási határként. A szakirodalomban gyakran a kifáradási határ és a rövid idejű terhelés esetén mért szilárdsági értékek hányadosát adják meg. A polimerek tönkremeneteléről átfogó mérésekkel alátámasztott módszer a fémekkel ellentétben nincs kidolgozva. Elsősorban gyártó cégek saját anyagaira érvényes javaslatokat adnak meg [2].

1. táblázat. Néhány műanyag hajlító kifáradási határa[2]

Anyag	Hajlító kifáradási határ $\sigma_{-1, Dhj}$ [N/mm ²]	Hajlító szilárdság R_{ehj} [N/mm ²]
Poliamid B (PA 6)	25	60
Polipropilén (PP)	18	45
Poliacetál (Delrin)	35	100
Polikarbonát (PC)	28	90
Poliészter 60% üvegszállal	100	420
Textilbakelitek	23,5	100

3. A fárasztógép kifejlesztésének folyamata

A tervezési folyamatot több fázisban oldottuk meg. Először a próbatesteket befogó készülékeket alakítottuk ki. Ennek méretei határozzák meg a többi részegység geometriáját. Ezután a hajlító mechanizmus elemeit, majd a nyomaték átviteli egységet a villanymotorral együtt alakítottuk ki. Fontos tervezői szempont volt a villanymotor megválasztása úgy, hogy az „elasztikus” és a „ridegebb” polimerek vizsgálatához is alkalmazható legyen a berendezés. A tervezés során több alternatívából választottuk ki a

megvalósított megoldást.

A próbatest befogó készülék kialakítása

Elvárás volt, hogy a berendezést kezelő személy egyszerűen és gyorsan tudjon próbatestet behelyezni, vagy cserélni a készülékben. Az alsó befogó (2. ábra) szimmetria tengelyében egy csapágyazott tengely foglal helyet, mely lehetővé teszi, hogy a felső befogó szerkezet közel súrlódásmentesen tudjon elmozdulni.

2. ábra A befogó készülék kialakítása

A hajtogató mechanizmus megvalósítása

A tervezett fárasztógép a rezonancia elvén működik, vagyis a vizsgáló gépbe szerelt próbatest a hozzácsatlakoztatott befogórészsel együtt lengőrendszert alkot. A gép vizsgálati frekvenciája megegyezik a vizsgált próbatestek frekvenciájával. A próbatestre ható terhelést a gépek mechanikusan, elektromágnessel vagy pneumatikusan adhatják át. Ezek közül a gép fejlesztése során a mechanikus nyomtatékvitel mellett döntöttünk. A berendezés működtetése előtt, a vizsgálati frekvenciát, majd a hajtogatás amplitúdóját állítjuk be. A villanymotor forgó mozgását a közlőtengely (3. ábra) alakítja át alternáló mozgássá. A közlőtengely mindkét végére rögzített körhagylós tárcsán kialakított furatrendszer segítségével alakul át a forgómozgás, alternáló mozgássá.

3. ábra Közlőtengely és a végére rögzített körhagylós tárcsa

A körhagylós tárcsán (3. ábra) 19 furat található arkhimédészi spirális mentén úgy, hogy a spirális kezdőpontjától (tengelyvonalától) mérve különböző sugarú körök metszéspontjában helyezkednek el a furatközéppontok. A spirál segítségével a furatok közel egyenlő távolságban helyezkednek el egymástól. A metszőkörök sugárnövekedésével lehet beállítani az amplitúdó értékét. A legkisebb beállítható amplitúdó 3 mm, a legnagyobb pedig 50 mm. A koncentrikus körök a szimmetriatengelyek metszéspontjától nem egyenletesen növekednek, hiszen rideg anyagok esetén lényegesen finomabb amplitúdó be-

állítás szükséges. Ebből következően az amplitúdó 3-12 mm-ig 2 mm-ként, 12 mm-től 2,5 mm-ként szabályozható a vizsgált anyag függvényében.

2. ábra A berendezés végleges modellje

4. Összefoglalás

A tervezés folyamán fontos szempont volt az egyszerűség és a gyárthatóság, továbbá a költség hatékony kivitelezhetőség. Törekedtünk arra, hogy a berendezés megfeleljen a munkavédelmi szabályoknak. Ezért olyan megoldást, választottunk, amelyben a befogókészülékek könnyen kezelhetők, de a gép működése közben emberi kéz nem férhet a mozgó elemek közelébe. A folyamat automatizálásával az igénybevételi szám elérése után, a fásasztógépet a vezérlés önműködően leállítja. Erőmérő cella rögzítése után mérhetővé válik egy adott anyag fásasztásához szükséges erő. Az igénybevételi szám, a vizsgálati frekvencia és a mért erő értékek szoftveres formában tárolhatóak, illetve kiértékelhetők.

Irodalom jegyzék:

- [1] M. De Monte, E. Moosbrugger, K. Jaschek, M. Quaresimin: *Multiaxial Fatigue of a shortglassfibrereinforcedpolyamide 6.6 – Fatigue and fracturebehaviour*, International Journal of Fatigue 32. (2010) 17-28
- [2] Fodor Antal, dr. Boza Pál: *Bepattanó kötések vizsgálata végeelem-módszer alkalmazásával*, pp.:287-291, AGTEDU 2009
- [3] Fodor Antal, dr. Boza Pál: *Kritikus igénybevételnek kitett alkatrészek nem lineáris viselkedésének időfüggő vizsgálata végeselemes módszer alkalmazásával* (OGÉT) XVII. 2009. pp.:68-73

Sebők Gergely tanszéki mérnök

Fodor Antal műszaki tanár

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar Cím: H-6000 Kecskemét, Izsáki út 10.

Telefon: +3676/514300

E-mail: sebok.gergely@gamf.kefo.hu, fodor.antal@gamf.kefo.hu