

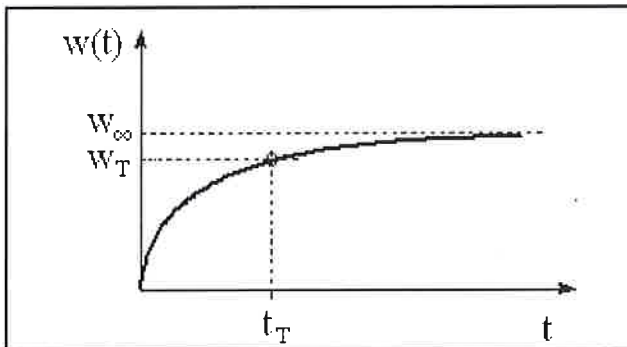
Gyantafelvételi folyamat vizsgálata és kiértékelése

Gombos Zoltán – Vas László Mihály – Gaál János*

Napjainkban a különböző szerkezetek előállítására előszeretettel és növekvő mértékben alkalmazzák a kompozitokat, amelyek erősítőanyagból és beágyazó mátrixból állnak. Az erősítőanyagként, a felhasznált mennyiséget tekintve, a legnagyobb jelentőséggel még mindig az üvegszálak bírnak. A nagy felületek, illetve laminált kompozit lapok kialakításánál, önállóan vagy üvegszövettel társítva, gyakran alkalmaznak szabálytalan szerkezetű üvegpaplanokat. A kompozitban az erősítő és a beágyazó anyag között az erős adhéziós kapcsolat fenn kell álljon még az igénybevétel magas szintje mellett is. Ennek elérése érdekében, például a polimer kompozitok készítésekor az erősítőanyagot a gyantával kellőképpen át kell tudni itatni. Mivel az erősítés minősége nagyban függ a nedvesíthetőségtől, az impregnálhatóságtól, ezért nagyon fontos ismernünk a felhasználásra szánt erősítőanyag gyantafelvételi tulajdonságát, amiből akár következtethetünk a késztermék tulajdonságaira.

A folyadékfelvétel modellje

A folyadékfelvétel folyamata rendszerint a 1. ábrán látható telítődési görbének megfelelően alakul. Folyadékfelvétel közben erőt, azaz a tömegből származó súlyt (w) mérjük. Ennek alapján meghatározhatjuk azt a w_∞ folyadéksúlyt, amelyet végtelen idő alatt az adott szál anyag maximálisan felvenni képes. Ezt nevezhetjük telítődési súlynak is. Mivel a méréseket véges időintervallumban végeztük, célszerű definiálni egy olyan t_T időt amihez tartozó w_T felvett folyadéksúly a telítődési értékhez már elég közeli.



1. ábra. Folyadékfelvételi diagram

A görbe kezdeti szakaszára írható [2, 6]:

$$w(t) \approx \sqrt{2b_0} \sqrt{t} = k_0 \sqrt{t} \quad (1)$$

A Washburn-Lukas-egyenlet módosított, de aszimptotikusan mind $t \rightarrow 0$, mind $t \rightarrow \infty$ esetén a pontos megoldással megegyező közelítő explicit megoldása, súllyra (w) vonatkoztatva, az alábbi [2, 6]:

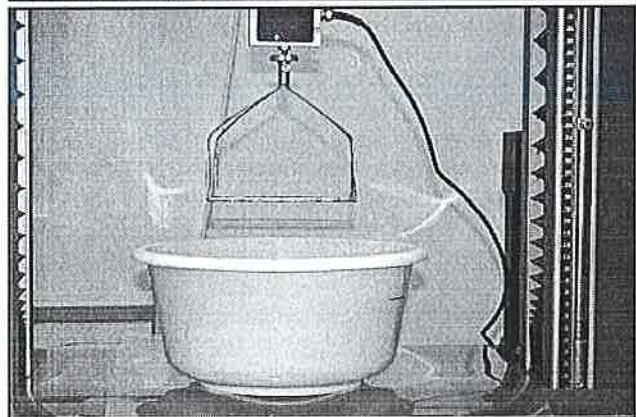
$$w(t) = w_\infty \left[1 - e^{-\left(\frac{2a_0 t}{w_\infty}\right)^p} \right]^q \quad (2)$$

$$p \cdot q = \frac{1}{2} \quad (3)$$

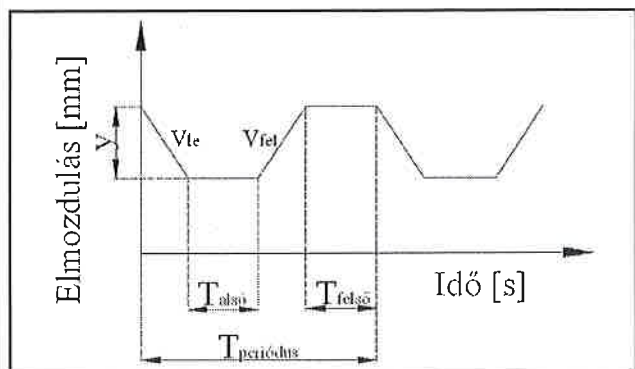
Mérési módszer

A mérést a számítógépes Zwick Z005 típusú szakítógéppel végeztük, amellyel a mérés programozható ciklusonként gépesíthető. A mérőeszközök összeállítását a 2. ábra mutatja. A gyantafelvételi mérések sorozatával rögzítő diagram segítségével jobban követhető és értékelhető a folyamat anélkül, hogy a grafikon időtengelyén eltolást, illetve korrekciót kellene alkalmazni. Az összetartozó erő-idő mérési pontok jól regisztrálhatóak, és így mérés egzakt módon kiértékelhető.

A ciklus során beállított főbb paraméterek a következők: a keresztfej függőleges irányú elmozdulása (y), a keresztfej lefelé (v_{le}) és felfelé (v_{fel})



2. ábra. A méréshez használt berendezés, felül a monitoron a kirajzolt mérési görbével



3. ábra. A gyantafelvételi folyamat vezérléséhez használt ciklus

* Szerzők a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Polimer-technika Tanszék munkatársai

mozgásának sebessége, az alsó ($T_{\text{alsó}}$) és felső ($T_{\text{felső}}$) pontban tartózkodás ideje. Ezen adatok ismeretében a (4) egyenlettel kiszámítható a periódusidő ($T_{\text{periódus}}$), mely a ciklus egyik legfontosabb átfogó jellemzője. Ezek az értékek a következők: $y = 100$ (mm); $v_{\text{le}} = v_{\text{fel}} = 25$ (mm/s); $T_{\text{alsó}} = T_{\text{felső}} = 5$ (s); $T_{\text{periódus}} = 18$ (s). A folyamat ciklusdiagramját a 3. ábra mutatja.

$$T_{\text{periódus}} = \frac{y}{v_{\text{le}}} + T_{\text{alsó}} + \frac{y}{v_{\text{fel}}} + T_{\text{felső}} \quad (4)$$

A mérési folyamat főbb lépései

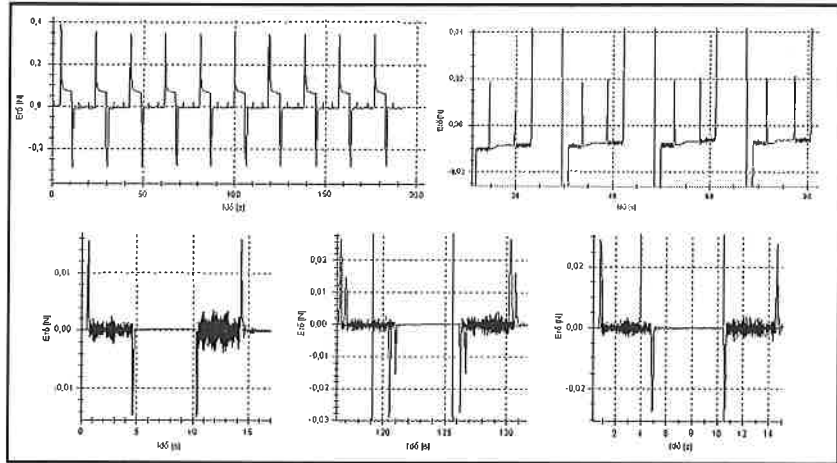
A mérések során, mivel a folyamat felső helyzetből indul és innen került a gyantafürdőbe a keret, a pozitív értékek nyomásra, míg a negatív értékek húzásra vonatkoznak. Elsődlegesen a mérési ciklust a szakítógépen keret nélkül futtatuk le, mintegy kalibráció végett. Ezután a gyantafürdőt megfelelő gyantaszinttel feltöltve a szakítógép asztalára helyeztük, majd a keretszerkezetet a szakítógéphez csatlakoztattuk. Az üres kerettel is végeztünk kalibráló méréseket a gyantába mérítve azt, és így módon azt határoztuk meg, mennyire befolyásolja a mérést a keret mozgásából, ellenállásából eredő erőingadozás.

A ciklus futtatása során keret nélkül 0,02 N, kerettel 0,03 N értékű erőugrást lehetett észlelni. A gyantába helyezett üres kereten 0,01 N súlyú gyanta maradt. A tényleges mérések során, amikor gyantába helyezettük a paplanmintákat és mértük a felszívott gyanta súlyát is, ez az érték bemerítésnél 0,4 N és kiemelésnél akár 1 N értéket is elérhetett, a rendszer nagyobb tehetetlenségéből következően. Szerencsére ez a jelenség a mérési folyamatra és a kiértékelésre nincs befolyással, mivel azok olyan részeknél lépnek fel, amikor nincs szükség a mért erő regisztrálására. A mérési folyamat közben mért eredmények a 4. ábrán láthatóak. Miután a mérési folyamat kezdőértékeit beállítottuk, elkezdtük a valós méréseket. A paplanmintát a keretre helyeztük, aminek súlyát minden esetben rögzítettük, hogy a későbbiekben erre az értékre vonatkoztathassuk a felszívott gyanta súlyát. A ciklust elindítva a gyantafelszívási folyamatból a szakítógép programja segítségével vettük fel a súlyból származó adatokat az idő függvényében.

A mérés sematikus vázlatát az 5. ábra, míg a felszívott gyanta helyzetét a paplanmintában a 6. ábra mutatja.

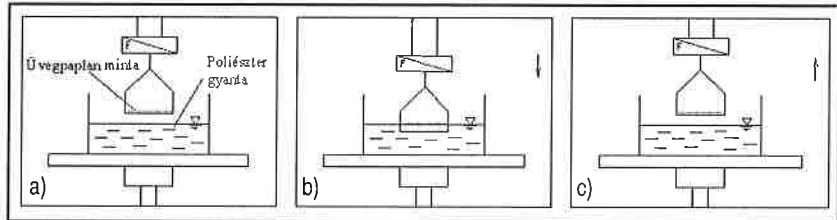
Mérési eredmények kiértékelése és ábrázolása

A mért gyantafelvételi folyamatok kiértékelése során a legfontosabb lépés a felhasználható, azaz jól elkülöníthető és követhető mérési pontok meghatározása. A hasznos időt, mely alatt a minta közvetlenül érintkezik a gyantával, két jól elkülöníthető pozíció közt eltelt idővel határoztuk meg. Az egyik mérőállás az, amikor a gyantába kerülő keret hatására a görbében nagymértékű, pozitív irányú erőugrás tapasztalható (t_{11}). A másik, amikor a keretet kiemelve a gyantából ellenkező előjelű, viszont

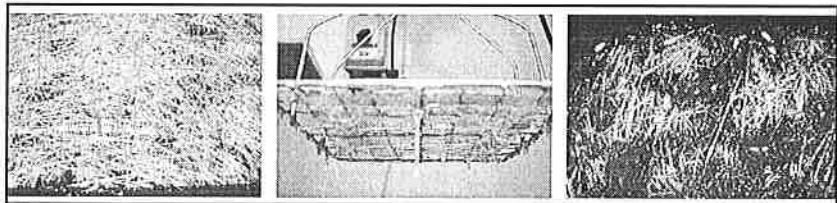


4. ábra. A mérési folyamat és a kalibrálási értékek (+ nyomás, – húzás).

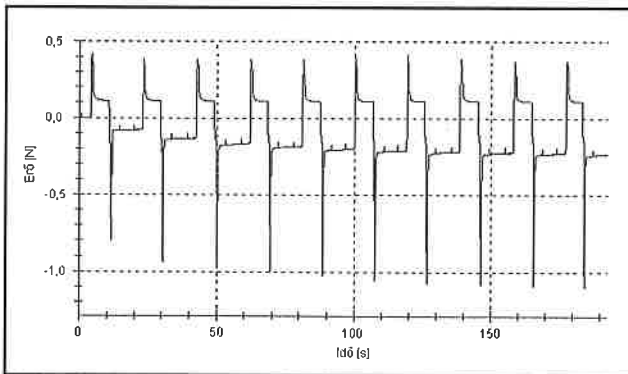
Balra fent a mérési ciklus értékei láthatóak minta nélkül, fent jobbra ugyanaz kinagyítva, a lentü ábrákon a keret nélkül és a kerettel tapasztalható erőugrások



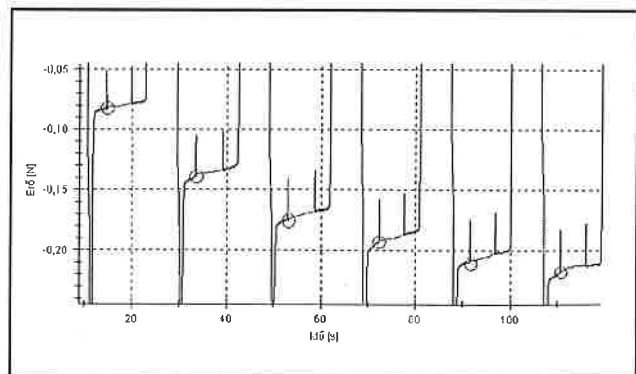
5. ábra. A mérési folyamat főbb lépéseinek sematikus vázlat: a, kiindulási pozíció b, a paplanminta úszik a gyanta felületén c, a felszívott gyanta súlyának mérése



6. ábra. A felszívott gyanta helyzete a paplanmintákban



7. ábra. Gyantafelszívási folyamat

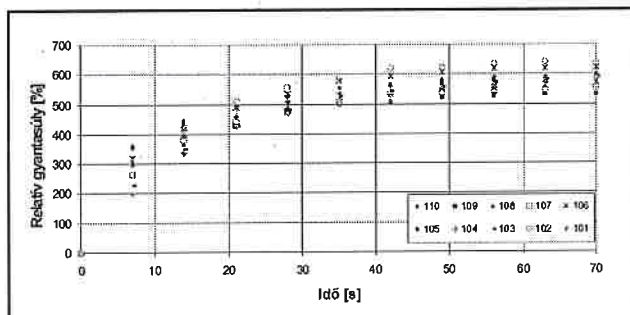


8. ábra. Felszívott gyanta súlyának mérési pontjai

hasonló intenzitású erőgrás látható ($t_{1/2}$). E két pozíció között eltelt idő alatt a minta a gyanta felületén helyezkedik el, tehát a mérés szempontjából ezen két pont közt eltelt idő (Δt) használható. A gyantafelszívás folyamatának regisztrátumát a 7. ábra jeleníti meg.

A felvett gyanta súlyára vonatkozó értékek a mérési ciklus azon pontjában lettek rögzítve, ahol a keretszerkezet felfelé mozgása során a felső holtpontban egy kis értékű erőgrás kezdődik (a 8. ábrán bekarikázott pontok).

Miután meghatároztuk a diagram elkészítéséhez szükséges mérési pontokat, a gyantafelszívási folyamat ábrázolhatóvá vált. A felvett gyanta súlya a minta súlyára vonatkoztatva egy jól összehasonlítható fajlagos értéket ad. Ez a relatív gyantaszűny, $w(t)$, amely az idő függvényében telítődési folyamatot mutat. A 9. ábrán az egyik fajta üvegpaplan-minta 10 különböző mérési eredményét tüntettük fel.

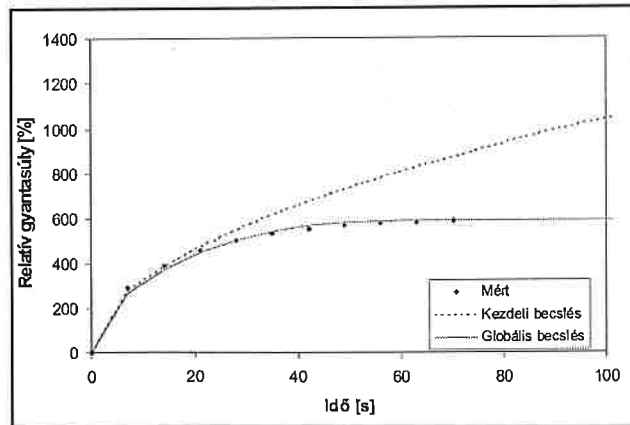


9. ábra. Gyantafelszívási folyamat ábrázolása az idő függvényében

Miután megkaptuk a mérési pontokat, ezekre az (1) és (2) egyenletek segítségével görbét fektettünk, minimális relatív átlagos négyzetes hiba (RÁNH) mellett, minden egyes üvegpaplan típusra. Ennek eredményeit az 1. táblázatban foglaltuk össze, míg a görbefektetés a 10. ábrán látható.

1. táblázat. A gyantafelszívási folyamatra illesztett görbe paraméterei

Üvegpaplan típus	w_{∞} (%)	k_0' (%/gyök(s))	k_0 (%/gyök(s))	p (-)	b_0 ($m^2/g^2 \cdot s$)	a_0 (m/g.s)	RÁNH (%)
GFM1P	590	103,88	100,37	2,6	5037	8,54	1,64
GFM2P	500	75,41	77,61	2,1	3012	6,02	1,83
GFM3P	470	89,41	93,21	1,5	4344	9,24	1,52
GFM1E	560	48,27	47,90	2,6	1147	2,05	1,49
GFM2E	480	31,29	32,14	2,1	516	1,08	1,86



10. ábra. Gyantafelszívási folyamat mért értékei és a görbe illesztése

Következtetések

A mérések során arra az eredményre jutottunk, hogy a különböző típusú üvegpaplanok eltérő mennyiségű gyantát képesek felvenni, ezen kívül a telítődési idejük is eltérő. A telítődéshez szükséges idő magya-

rízható azzal, hogy a poros kötés a gyantában hamarabb képes feloldódni, mint az emulziós. Valamint ez a tulajdonság összefüggésben van az üvegpaplanok pórusosságával is. A felvett gyanta mennyisége és dinamikája függ az üvegpaplanok struktúrájától és pórusmérettől, ami a szálak elhelyezkedésének, valamint átmérőjének függvénye. Az azonos gyártó által készített poros és emulziós üvegpaplanok közel azonos mennyiségű gyantát abszorbeáltak, illetve a telítődési sebességük is hasonló mértékű a többi típushoz képest, ami a p görbeparaméterben is megmutatkozik. A mérési eljárásra vonatkozóan azt tapasztaltuk, hogy a mérés kezdőpontja egzakt módon meghatározható és maga a folyamat is jól követhető, ami a mérési idő és a felvett gyanta súlyának egyidejű regisztrálásának köszönhető. Ezáltal nem lép fel leolvasási pontatlanság és nincs szükség időtengely menti eltolásra sem. Így a gyantafelvételi diagramok kezdeti érintőinek a meredeksége (k_0') közvetlenül meghatározható. A valós gyantafelszívási folyamat a Washburn-Lukas-egyenlet alapján, kis relatív átlagos négyzetes hiba (RÁNH) mellett, jól közelíthető. A gyantafelszívási sebesség (k_0) révén a különböző gyártók által előállított más típusú kötőanyaggal készült üvegpaplan-minták gyantafelszívási tulajdonságai kelőképpen összehasonlíthatóak.

Köszönetnyilvánítás

A cikk az OTKA T038220 és T049069 pályázatok segítségével valósult meg.

Irodalom

- [1] Nagy, V.- Kostakova, E.- Vas, L.M.: Investigation of Porosity in Polyester Staple Yarns., 5th International Conference TEXSCT03, Textile Science 2003, June 16-18. 2003.; Liberec, CZ, Proceedings, pp. 164 – 167
- [2] Nagy, V.- Vas, L. M.: Testing liquid absorption in polyester staple yarn. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2005. megjelenés alatt
- [3] Perwuelz, A. – Mondon, P. – Cazé, C.: Experimental study of capillary flow in yarns, *Tex. Res. J.*, Vol. 70, No. 2, 2000.
- [4] Rebenfeld, L. – Miller, B.: Using liquid flow to quantify the pore structure of fibrous materials, *J. Tex. Inst.*, Vol. 86, No. 2, 1995.
- [5] Beckham, H. W. – Carr, W. – Warner, S. B.: Fundamentals of Moisture Transport in Textiles, *National Textile Center*, Project No. C97-G31.
- [6] Gombos, Z. – Nagy, V. – Vas, L.M. – Gaál, J.: Investigation of pore size and resin absorbency in chopped strand mats, *Periodica Polytechnica*, 2006/1 (megjelenés alatt)
- [7] Dutkiewicz, J.: Some advances in non-woven structures for absorbency, comfort and aesthetics, *Autex Research Journal*, Vol. 2, No. 3., 2002.

SZEMLE

UV fény hatására a polimer visszanyeri az alakját

Alakemlékező az az anyag, amely az ideiglenesen megváltoztatott alakját valamilyen inger hatására visszanyeri. A legismertebb ilyen anyag valószínű a nitinol, amely hő hatására nyeri vissza eredeti alakját.

Most Andreas Lendlien és munkatársai (GKSS Research Center Geesthacht GmbH, Teltow, Németország) egy olyan polimerről adtak hírt, amely bizonyos hullámhosszú UV fényben meghajlítva még melegítésre is, 50°C-ig, megtartja a megváltoztatott alakját, de egy másik hullámhosszú UV fény hatására visszanyeri az eredeti alakját. Ez a könnyen szabályozható alakemlékező anyag számos alkalmazási lehetőséget kínál az olyan területen ahol egy meghatározott távolságú mozgásra van szükség (2005 Nature 434 879).