



NĚKOLIK POZNÁMEK K VYUŽITÍ KES SOUSTAVY

Lubomír Sodomka, Michaela Dudíková
TU v Liberci ,lubomír.sodomka@volny.cz

Abstrakt

K nedestructivnímu hodnocení textilií mechanických vlastností byl vyvinut S.Kawabatou KES, což je zkratka Kawabata Evaluation Systém. Sestává ze čtyřech modulů snímajících mechanické vlastnosti plošných textilií jako jsou moduly E,G, K profily povrchů a součinitel tření textilií, a to celkem 16 charakteristik mechanických vlastností , z nichž mnohé nejsou nezávislé [1]Všechny čtyři moduly jsou vybaveny počítači k vyhodnocování výsledků měření. Podle Kawabaty je možné využitím všech 16 naměřených mechanických veličin určit složitou charakteristiku oděvních textilií omak za využití regresní analýzy. Vzhledem k tomu, že omak je také funkcí sdílení tepla, zdá se určování omaku pouze z mechanických veličin neúplný. Kromě toho je KES použitelný pouze pro lehké textilie do určité tloušťky, není univerzální. Jde o mechanicky velmi přesný a dokonalý přístroj vhodný pro měření mechanických charakteristik textilií. Pro objektivní hodnocení omaku se příliš neosvědčil [3], [5].

Úvod

Jako každý obor doznal i obor textilní ve 20.století předtím nevídaného rozmachu. Přestože jde o jeden z nejstarších oborů jdoucích až do samých začátků civilizace a jsou o něm zprávy již od období, které nazýváme historickým, tj. více než 7 tisíc let, největší rozvoj textilního oboru zaznamenáváme na základě soudobých vědecko technických poznatků fyzikálně technických věd (FTV) až ve 20.století [2], [4],[7],[8]. Tento rozvoj je podmíněn všeobecným rozvojem FTV, jejich novými objevy a vědeckotechnickou revolucí. Vedle klasických přírodních vláken užívaných v textilním oboru, došlo ve 20.století k objevu nových druhů syntetických vláken, a to polypropylenových, polyethylenových, polyamidových (nylon, silon, perlon), polyakrylonitrilových, polyvinylchloridových, teflonových a dalších, které se staly materiály pro klasické textilní technologie. Vedle vláken plastomerových byly vyvinuty technologie, při kterých byly z plastomerových vláken připraveny silně elastomerová vlákna pravým i nepravým zákrutem, která svou elasticitou překonávají nebo se blíží vláknům kaučukovitým. Kromě toho byla vyvinuta speciální vlákna používaná pro technické účely jako jsou vlákna sklová (křemičitá, kovová), keramická (oxid hlinitý, karbid křemičitý, nitridová, strusková a další), vysoce orientovaná polyethylenová, polyimidová (nomex, kevlar), borová, uhlíková a další. Jde o vlákna pro výrobu speciálních textilií, které jsou prekursory pro kompozity užívané pro špičkové technologie v automobilovém, leteckém, raketovém a kosmickém průmyslu. Uvedená vlákna pak ovlivňují povrchové vlastnosti textilií a tím i jejich omak. Objevily se speciální polymery jako jsou polyelektrolyty, elektroelastické polymery vedoucí k vytváření umělých svalů vysoce elastomerové materiály a nakonec i vodivé polymery, které představují další revoluci v materiálovém inženýrství a ovlivňování povrchu textilií.

Velmi významným pokrokem v rozvoji textilií byl objev tkanin. Ten lze kvalifikovat jako významný objev člověka, který nemá v makrosvětě přírodě obdoby. V něm se již projevil velká tvořivost lidí.

20.století vybavilo textilní průmysl výkonnými stroji pro klasické textilní obory. Přineslo však i nové objevy do textilních technologií jako např. do přádelnictví rotorové dopřádací soustavy, elektrostatické předení, které se dosud příliš neujalo, pro tkalcovství nové způsoby

zanášení útku jako je skřipcové, hydraulické, pneumatické či elektromagnetické, které se prozatím neprosadilo. Vznikly i nové víceprošlupní tkalcovské technologie a zcela nové technologie netkaných textilií (rounin) a pletenotkanin [2], [4],[7]. Také technologie mají vliv na povrchové vlastnosti textilií.

Zatímco v předchozích stoletích byly převážně užívány v konfekci mechanické způsoby oddělování a spojování textilií, přineslo 20.století celou škálu nových metod spojování a oddělování textilií, které nazýváme vývojové, netradiční, neběžné či nekonvenční. Jde o metody využívající elektrických zařízení, vyjiskřování, ultrazvuku, laserového záření či záření elektronů, vodního paprsku, plazmového záření a adhezního pojení a spojování textilií a dalších [2], [4],[7]. Také v těchto technologiích hrají důležitou úlohu povrchové vlastnosti textilií. Technologie pojení se většinou užívají pro speciální účely a masového využívání dosáhly pouze adhezní metody pojení a spojování textilií pro technická použití [2], [4].

Zdá se, že ve 20.století byly vyčerpány všechny podstatné možnosti pro nové technologie v textilních oborech a v dalším století se budou stávající technologie jen zdokonalovat a masově realizovat. Vedle technologických zařízení vznikají i moderní měřicí zařízení na hodnocení kvality vlastností textilií.

Vznikají textilie vysoké technické a textilní kvality a technické textilie. U nich je třeba určovat jejich vlastnosti k aplikacím v textilních kompozitech, v technických i oděvních textiliích. Pod vlivem FTV vznikají nová technická zařízení k hodnocení požadovaných vlastností textilií.

Jednou z významných vlastností je hodnocení povrchů textilií, jejich kontaktu s jinými materiály, zvláště pak pro odívání kontaktu textilií s lidskou pokožkou, který v textilních oborech označujeme z historických důvodů jako omak. Jde o složitou interakci textilních povrchů s lidskou pokožkou, která je z hlediska FTV velmi složitá. Omak se po dlouhou dobu hodnotil pouze empiricky dotykem mezi plochami konečky prstů, který vyhodnocoval lidský mozek ve formě pocitů. Po celou dobu dalšího vývoje byla snaha o objektivizaci omaku. Na tomto problému pracovala mimo jiné i skupina kolem S.Kawabaty v Japonsku. Výsledkem několika desetiletého studia je objevení hodnocení omaku na základě vyhodnocení makromechanických vlastností textilií za využití lineární regresivní analýzy a konstrukce složité několika modulové mechanicko-elektronicko-počítačové soustavy nazvané Kawabatův evaluační systém (KES) [1].

Soustava KES

Celkový KES tvořený čtyřmi oddělenými mechanicko-počítačovými systémy, moduly, značenými KES FB1,2,3,4. KESFB1 je určen pro měření tahu a smyku (obr.1), KES FB2 pro měření ohybu (obr.2), KESFB3 pro měření stlačení (obr.3) a KES FB4 pro měření tření a profilu povrchu (obr.4).



Obr.1 KESFB1



Obr.2 KES FB2



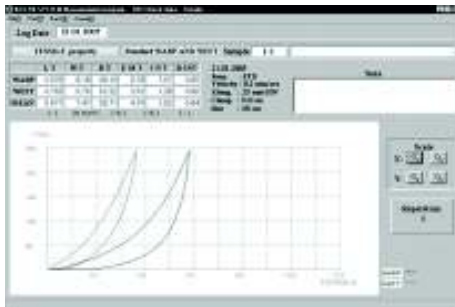
Obr.3 KES FB3



Obr.4 KES FB4

Co lze určovat užitím KESu

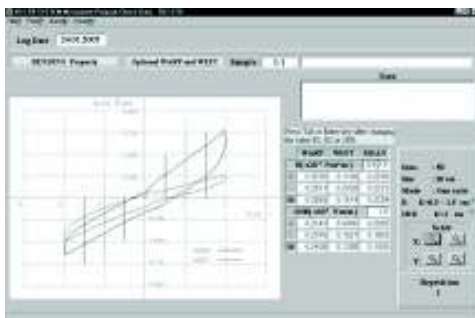
I když je uvedený komplet čtyř modulů určen pro hodnocení omaku, lze jednotlivé moduly užívat i pro hodnocení mechanických vlastností textilií [2], [4], [7]. Modulem FB1 je možné určovat elastický modul v tahu E a elastický modul ve smyku G, což jsou základní elastické moduly materiálů a tedy i textilií. Modulem FB2 lze určovat ohyb textilie a z něho i elastický modul E, modulem FB3 součinitel stlačitelnosti a mezní tloušťku textilie a modulem FB4 snímat profily povrchů a součinitel tření. Příklady výsledků měření z jednotlivých modulů jsou pro modul E na obr.5, pro modul G na obr.6, na obr.7 pro ohyb, na obr.8 pro součinitel stlačitelnosti (tloušťku) a na obr.9 pro profily povrchu a součinitel tření [5]. Měření bylo prováděno na tkanině Frano F, D plošné hmotnosti 270g/m² firmy Jitka Jindřichův Hradec a řadě dalších. Měření vyžadují vzorky rozměrů 200mmx200mm a lze je provádět na zařízení jen do určité plošné hmotnosti lehkých a středních tkanin. Nejde tedy o měřicí soupravu univerzální. Měření se provádějí jen ve směru osnovy (warp) a útku (werf).



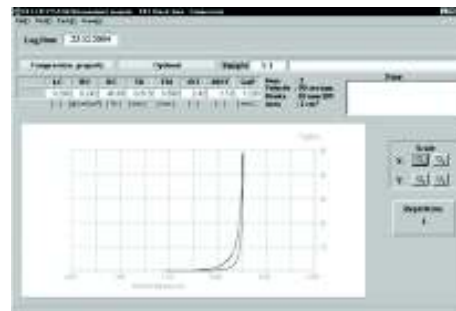
Obr.5 Měření vzorku tahem



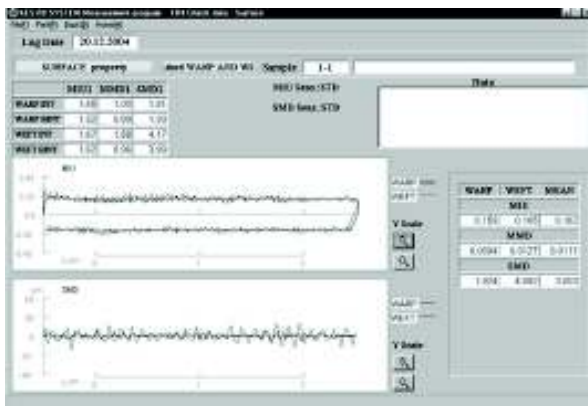
Obr.6 Měření vzorku smykem



Obr.7 Měření vzorku ohybem



Obr.8 Měření vzorku stlačením



Obr.9 Měření profilů povrchu a součinitele tření textilií

Z obr.5 vyplývá silná anizotropie tkaniny Frano , která je dána mnohem pevnějšími nitěmi v osnově než v útku měřené tkaniny. Namáhání v tahu jeví i výraznou hysterezi, jejíž mírou je plocha mezi křivkou růstu a poklesu napětí. Namáhání ve směru osnovy jeví větší hysterezi, která je rovněž anizotropní. Smykové namáhání nejeví nápadnou anizotropii [2],[4],[7] (obr.6). Výraznou anizotropii jak v ohybu, tak i v hysterezi při ohybu jeví deformace v ohybu (obr.7). Slabá hystereze byla zjištěna i u stlačení vzorku na obr.8. S hysterezi souvisí i mechanická paměť textilie.

Na obr.9 jsou snímány v horní části součinitel tření a v dolní části profil povrchu vzorku. Také v těchto případech je možné usuzovat na anizotropii podle číselných údajů v pravé části obr.9, i když v grafickém záznamu není výrazně zjištělná.

Určování kontaktu textilie-pokožka, omaku

Kontakt mezi dvěma dokonalými jednoduchými rovinami je možné řešit experimentálně i teoreticky [6], kontakt mezi dvěma technickými plochami lze řešit teoreticky jen velmi obtížně a mezi textiliemi velmi obtížně i experimentálně. Kontakt mezi textiliemi a živou tkání, pokožkou dosud byl řešen jen empiricky, takže jakékoliv experimentální řešení návrhy teoretických modelů přinášejí do této problematiky pokrok. Jedním z takových řešení je semiempiricko-experimentální řešení, které vypracovala skupina kolem S. Kawabaty. Podle Kawabaty [1] je nejvýznamnějším činitelem při působení textilie s pokožkou při hodnocení omaku, mechanická interakce. Kawabata vybral 16 makromechanických veličin , a to veličiny při protahování a odlehčování vzorků, a to $LT=(\text{energie spotřebovaná při napínání vzorku}/\text{příslušná elastická energie}) \times 100$ v (%), WT energie při napínání vzorku jednotkové délky (J/m), $RT = (\text{energie při odlehčování vzorku}/WT) \times 100$ v %, analogické veličiny při deformaci vzorků stlačením LC , WC a RC . U ohybových vlastností byl vybrán ohyb pro křivost $K=50m^{-1}$ a $500m^{-1}$ spolu s hysterezi $2HB$ při $K=50m^{-1}$. Pro smykovou deformaci byly vybrány veličiny G při skosu $0,5^0$ a 5^0 a hystereze $2HG$ při $0,5^0$ a $2HG$ při 5^0 . Další tři veličiny byly vzaty z grafů na obr.9, a to střední hodnota SH a odchylka součinitele tření ST , a střední odchylka průběhu profilu povrchu SP . Přidáme-li k tomu ještě plošnou hmotnost M_s (kg/m^2) a tloušťku textilie t (m), dostáváme 16 mechanických charakteristik pro textilie [1] str.10. a 24. Omak podle Kawabaty popisují regresní součinitel měřených veličin vztahů mezi empiricky získanými stupni omaku Y , které se získají řešením lineárních regresních rovnic typu

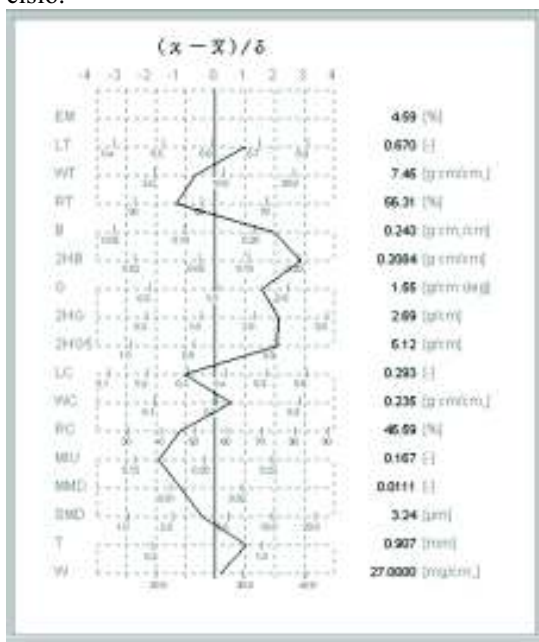
$$Y = C_0 + \sum_{i=1}^{16} C_i X_i = C_0 + \sum Y_i \quad (1)$$

v nichž X_i a $Y_i = C_i X_i$ představují vysvětlující proměnné 16 mechanických veličin pro matematické vyhodnocení omaku lineární regresí.

Vyneseme-li pro každou měřenou mechanickou veličinu $(Y_i - \langle Y \rangle) / \sigma_i$, kde $\langle Y \rangle = \sum Y_i / n$, je střední hodnota veličiny Y_i a σ_i je směrodatná odchylka příslušné veličiny, vertikálně, dostáváme hadovitý graf uvedený jako příklad na obr.10. Podle uvedeného postupu se omak hodnotí šesti stupni od výborného 5 do velmi špatného 0. Textilie má ideální omak, je-li $(Y_i - \langle Y \rangle) = 0$ a hadovitý útvar se natáhne do vertikální přímky. Odchyšky od vertikální přímky představují podle Kawabatovy metody pak nižší stupně omaku.

Kritické poznámky k určování omaku metodou KES

I když Kawabatův KES představuje jakýsi pokrok k číselnému kvalitativnímu hodnocení omaku, neřeší problém omaku v celé obecnosti, neboť má tyto nedostatky: 1. Vzorky textilií pro KES nejsou univerzální. 2. Obdélníkový tvar poměrně velkých vzorků neumožňuje odhad anizotropie a konstrukci polárních diagramů omaku. 3. Omak je vnímán jako pouze jev makromechanických veličin, 4. Omak není přesně fyzikálně definován, takže i pouhé jeho empirické určování je dostatečné, rychlé a postačující. Kromě toho citlivost pokožky je mnohem větší a zachycuje i jevy tepelné, které určují komfort oděvní textilie. 5. Hodnocení omaku metodou KES je zdlouhavé a nákladné na čas i kvalifikaci. 6. Zařízení na hodnocení omaku je příliš drahé pro hodnocení omaku. 7. Je cejchované na japonské textilie. 8. Měření je prováděno a statisticky zpracováváno zákonem neschválených technických jednotek (viz obr.10) a využití pro teoretické výpočty znamená přepočítávat veličiny nebo doplnit KES převodním programem jednotek. 9. Výsledky jsou fyzikálně neprůhledné. 11. Měřené vybrané makromechanické veličiny nejsou nezávislé, jak je požadováno na vysvětlující veličiny při lineární regresí. 12. To se dá tvrdit i o metodách měření geometrického profilu povrchu a součinitele tření. 13. Hodnocení omaku metodou KES je málo citlivé. 14. Získané výsledky jsou těžko vysvětlitelné a hodnotitelné [3], [5]. Hadovité grafy jsou těžko porovnatelné, možná, že by se dal tento graf nahradit fyzikálně poměrně tajemnou a těžko vysvětlitelnou veličinou, a to plochou pod křivkou hadovitého diagramu udávající jediné číslo.



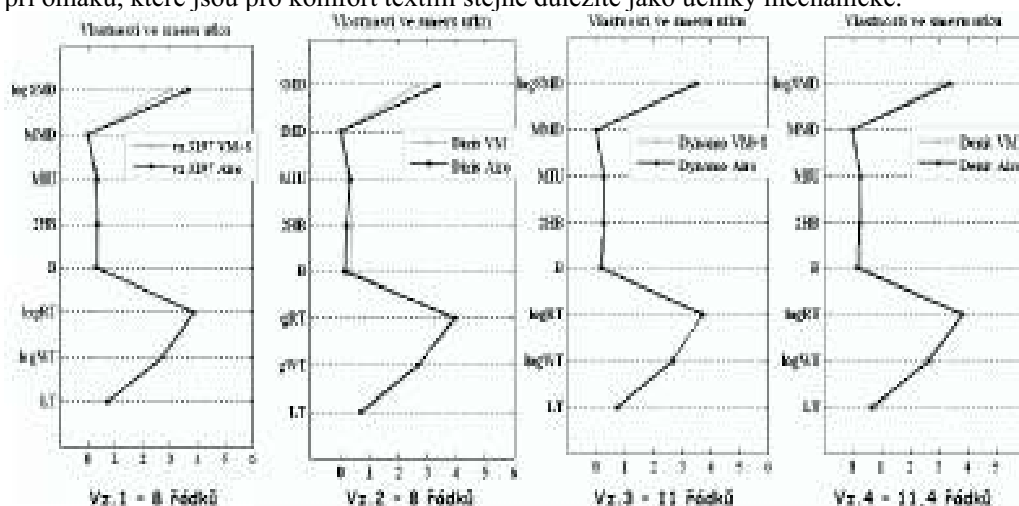
Obr.10. Příklad hadovitého grafu získaného

měřením makromechanických vlastností textilií

KES je těžko fyzikálně pochopitelný a vzniká otázka, jak je možné hodnotit strukturně necitlivými makromechanickými veličinami strukturně citlivé povrchové vlastnosti. Některé práce např. [5] a zvláště pak [3] ukazují, že empiricky zjišťovaný omak dává spolehlivé a rychlé výsledky, které neodpovídají výsledkům získaným použitím KESu.

V práci [3], ve které byl měřen omak různorádkových (800 ř/m, 1100 ř/m, 1400 ř/m a 2200 ř/m) manšestrů povrchově upravovaných velmi měkkou sanforizovanou úpravou a úpravou leštícím bubnem, kde KES nerozlišilo omak pro různé hustoty řádků a vůbec ne povrchovou úpravu ve shodě s tvrzením 13, jak dokládá i obr.11. Podobných výsledků bylo dosaženo i v práci [5], kde se omak rychleji a přesněji určil snadno empiricky.

Metoda KES nemůže v podstatě měřit povrchové vlastnosti textilií, neboť je založena na měření makromechanických vlastnosti, z nichž užívaná většina není fyzikálně nezávislá, takže ze 16 užívaných veličin je velká většina vzájemně závislých a tedy redundantních. Uvedená metoda je málo citlivá. K hodnocení omaku by vystačilo měření součinitele tření. Vývoj metody KES ukázal, že problematika měření omaku je v samých začátcích a zatím empirická subjektivní metoda nebyla KESem překonána. Náklady na tato zařízení neodpovídají jejích výsledkům měření omaku. Metoda není schopná hodnotit tepelné účinky při omaku, které jsou pro komfort textilií stejně důležité jako účinky mechanické.



Obr.11 Hadovité diagramy, které nedokázaly rozlišit omak více řádkových manšestrů metodou KES a snadno rozlišitelný empirickou metodou

Jednotlivé moduly je však možné s výhodou využít na měření modulů E, G, ohebnosti, stlačitelnosti, tloušťky textilií a povrchových profilů a součinitele tření. Mechanické části vynikají přesností provedení a proto se využívají s výhodou pro měření výše uvedených vlastností jemných (lehkých) textilií. Jejich využití k hodnocení omaku se zatím spolehlivě neprokázalo.

Literatura

- [1] Kawabata ,S.,Postle, R., Masako N.: Objektivní specifikace kvality tkanin, mechanické vlastnosti a výkon. The textile machinery Society of Japan.Kyoto Japan 1982
- [2] Sodomka,L.: Struktura vlastnosti, diagnostika a nové technologie oddělování a spojování textilií, TU v Liberci 2002, p.. 55

- [3] Nováčková, J., Neumannová, Z.: Sborník semináře Textilie v novém tisíciletí IV. TU v Liberci 2006, str.141
- [4] Sodomka,L., Fiala,J.: Fyzika chemie kondenzovaných látek pro aplikace, 2.díl, str.328 Adhesiv Liberec 2003.
- [5] Dudíková, M.: DP KOD FT TU v Liberci 2006
- [6] Čs.čas.fyz. 48, 1998, č.3/4 celé číslo
- [7] Hloch,S., Sodomka,L., Valíček,J., Radvanská,A.: Struktura vlastnosti, diagnostika a technologie textilií, Vydavatelstvo M.Vaška, Prešov 2006
- [8] Sodomka,L.: Základy fyziky pro aplikace 1,2,3 .Adhesiv na CD
- [9] Sodomka,L., Sodomková ,Mag., Sodomková,Mar.: Kronika Nobelových cen I,II, Adhesiv Liberec 2002, 2003, Čtenářský Klub Praha 2004

Some notes to applications of KES system

The textile handle is one of textile characteristics used in clothing. It is defined as human skin feeling originated during the contact textile/human skin. This definition is designed as subjective one and is determining empirically. The handle is interaction between textile fabrics and living animal (human) skin. In skin there are many sensitive sensors detecting press and temperature and other influences as for example electric field, radiation and others are. High degree of textile handle is being meant that textile wearing is agreeable, pleasing and having high comfort. For a long time the textile specialist are searching for objective method and device enabling quantitative and objective evaluation of textile handle. Many work and efforts have been done with the group of S. Kawabata to carry out such instrument [1]. It is based on the idea to measure the textile 16 macromechanical properties of textile fabrics and to bring these in to the correlation with the empirically get handle degrees using linear regression. Practical measurements have been shown the results physically unexplainable and not in agreement with empirical evaluations. The Kawabata system called KES (Kawabata Evaluating System) is having four measuring mechanical-electronic-computer moduls. The whole equipment is complex and the results are problematic to explain the handle of textile fabrics.

Single KES moduls can be used to the measurements of single important macromechanical textile fabrics properties. The dimensions of textile samples are restricted. The using of the units in KES of mechanical quantities are not in agreement of legal units SI.

