

Hullámpapírlemez (hpl) alappapírok minőségi átadás/átvételének csapdái

1. rész

Zsoldos Benő

Bevezetés

A cikkben megfogalmazott gondolatok, problémák, valamint minőségi jellemzők első-sorban hpl alappapírok minőségi átadása/átvételére vonatkoznak, azonban az itt közöltek többsége értelemszerűen más papírfajta minőségi átvételére is adaptálható.

A hpl termékektől elvárt minőségi követelmény a vevők részéről egyre nagyobb. Egyes vevők például meghatározzák, hogy a szállított tételre vonatkozóan a $Cp \geq 1,0$ legyen, vagy a hibaaarány $H \leq 1\ 000$ ppm lehet. A megfelelő minőségű alappapírból feldolgozás-technológiai hibák miatt lehet rossz terméket gyártani, de nem megfelelő tulajdonságokkal rendelkező alappapírból nem készülhet még jó feldolgozási technológia mellett sem kedvező minőségű késztermék. Vagyis az alappapír minőségi hibája a feldolgozással nem kompenzálható, mint ahogyan ez a papírgyártás során a rostanyagok előkészítésének módosításával megtehető. A papírok minősége tehát alapvető a hpl termékek minősége szempontjából. Hiába jó a hpl termékek konstrukciója, szép a nyomata, ha például a doboz a nyomóerővel szembeni számított ellenállása (BCT_{sz}) a tanúsítottnál kisebb, a szállított papír kedvezőtlenebb SCT értéke miatt. Másrésről hiába megfelelő a doboz nyomással szembeni ellenállása a gyártás befejeztével (BCT_o), ha az áruval töltött doboz a halmazterhelés alatt például egy heti tárolás után (BCT_i) összerogy és a benne lévő áru megsérül ill. tönkremegy. A papírnak csak azon elvárt követelményeit tárgyaljuk, amelyek mértéküket nem változtatják az idő függvényében pl.: a papír kémiai átalakulás miatti öregedése, amely a folyadék penetrációját nagymértékben befolyásolja, nem tárgya a minőségi átadás/átvételről szóló jelen munkának.

Az alábbiakban arra szeretnék rámutatni, hogy a papír tanúsított jellemzők szerinti minő-

ségi átadása ellenére csak kis valószínűség mellett lehetünk bizonyosak abban, hogy valóban megfelel arra a célra, amelyre vásároltuk.

A megváltozott szállító-vevő kapcsolat

Az irodalmi közlések szerint a fejlett országokban 1990 évtől datálódik a TQM elven alapuló szállító-vevő (továbbiakban: partneri) kapcsolat kezdete. Ennek fontosabb jellemzői a következők:

- a vevő együttműködik a szállítóival
- a vevő és a szállító közösen és nyíltan beszél meg a költségeiket a láncvégi legkedvezőbb ár kialakítása érdekében
- nem az ár, hanem a költség a fontos
- a működésükre jellemző adatokat egymással kicserélik
- a vevő közreműködik a beszállító gyártási folyamatának változtatásában a kedvezőbb termék minőség és ár kialakítása érdekében
- a vevő bevonja a beszállítót az új termékek tervezésébe
- jellemzője az új típusú partneri kapcsolatnak, hogy az egymásra gyakorolt nyomás igen nagy és konstruktív

Észrevehető, hogy a fenti kritériumok csak akkor teljesíthetők, ha

- a partnerség közös érdekeken (nyer-nyer elven) és
- bizalmon alapul

Az együttműködés érdekében a Partnerek önvizsgáló kérdései

Ha a partnerek egymáshoz fűződő kapcsolatát vizsgálják, az alábbi kérdéseket tehetik fel maguknak:

A szállító önvizsgáló kérdései:

- Ismerjük-e pontosan a vevő igényeit?
- Ismerjük-e ezen igények fontosságát?
- Mit teszünk ezen igények kielégítésére?

A vevő önvizsgáló kérdései:

- Egyértelműen megfogalmaztuk-e és a szállítóval közöltük-e igényeinket?
- Milyen segítséget adunk a beszállítónak, hogy teljesíthesse elvárásainkat?
- Hogyan határozzuk meg a szállítótól elvárt követelményeket?
- Hogyan mérjük a szállító teljesítményét?
- Hogyan csatoljuk vissza a mért szállítói teljesítményt a szállítónak?

1. csapda: Megfelelő-e a szállító/vevő kapcsolat minősége, amely eredményessé, gazdaságosabbá teheti a logisztikai láncot? Legtöbbször igenlő választ adunk erre a kérdésre. Ha azonban a fenti kérdéskörre a saját és a beszállítók válaszait megvizsgáljuk, kiderül, hogy mely területeken, milyen javításra kell még sort keríteni.

Más szóval, ha ezen kérdések mindegyikére pozitív válaszokat tudnánk adni, úgy a termékek minőségi átadás/átvételének dilemmáit többé kevésbé megoldottnak lehetne tekinteni. A felek gondolkodásában és tevékenységében azonban jelentős változások megtételére van még szükség ahhoz, hogy eredményesebbé váljon a partnerek együttműködése, amely egyébként mindkét fél elsőrendű erkölcsi és anyagi érdeke.

A minőségi teljesítés feltétele

Attól, hogy a beszállító rendelkezik ISO tanúsítással még egyáltalán nem biztos, hogy a vevő igénye szerinti termékminőséget szállít. **A rendszertanúsítás ugyanis nem azonos a termék tanúsítással.** Nem tanúsítja azt, hogy a termék megfelel a vonatkozó előírásoknak. Nem véletlen, hogy a terméken tilos feltüntetni az ISO 9000-es szabvány szerinti tanúsítást.

2. csapda: Az ISO 9000 rendszertanúsítás nem biztosíték arra, hogy mindig a tanúsítás szerinti minőséget szállítják, ezért a beszállító értékelésekor az ISO tanúsítás megléte vagy hiánya nem döntő bizonyíték a beszállító vevő általi „A” (jó) vagy „B” (közepes) kategóriába sorolásához.

Ha a vevő helyesen határozta meg a beszállítótól megkövetelt értékelési tényezőket és az azokhoz tartozó teljesítményt, akkor választ

kaphat arra, melyek számára a „jó” ill. kevésbé jó beszállítók. A kritérium kérdése nemcsak az ár-előnyt tartja maximalizálандónak, hanem valamennyi olyan termék- és szolgáltatás-tulajdonságot, amely értéket jelent a vevő számára. Ilyen lehet például az alappapír kedvező szerkezete, amely a jó ragaszthatóságot, a hpl merevségéhez való hozzájárulást biztosítja a kompressziós tulajdonságon keresztül, a kvázi homogén lapszerkezet, az anizotrópia mértékének csökkentése, a Z-irányú szilárdság stb.

Ebből is látható, hogy a műszaki fejlődéssel a termék minőségével kapcsolatban finomabb igények kerülnek napirendre. Ilyen értékmaximum részeként tekinthető továbbá a papírtulajdonságok mért értékeinek kis szórása, a minőségképesség index (Cp) kedvező értéke stb.

A szállított termékek minőségvizsgálata

Az ismeretek megosztása a partnerek között döntően a szállított termékkel, az alappapírokkal kapcsolatos. A korábbi g/m² és nedvességtartalom eloszlásának ingadozása a tekercs szélességében, a beszállító fejlesztő munkája eredményeképpen ma már nem tárgya a megbeszélésnek. Az alappapír minőségéről a vevő észrevételei azonban korlátozottak, mivel a papír átvétele ellenőrző vizsgálatát a legtöbb feldolgozott terméket gyártó költségkímélés miatt megszüntette. A kettős vizsgálat a beszállítónál ill. a vevőnél valóban nem indokolt akkor, ha

- a partnerek megegyeznek a vizsgálandó jellemzőkben
- a vevő elfogadja a vizsgálati módszereket
- megfelelőnek tartja az átvévő a mintavételek helyét, gyakoriságát, az eredmények statisztikai értékelését
- megegyeznek a tanúsítás módjában (tételként, szállítmányonként stb.)

A futtathatóság, amely a feldolgozott termékek gyárthatóságára utal, korántsem jelenti az alappapír megfelelő minőségét, csupán azt, hogy a feldolgozott termék gyártása zavartalan, vagyis a futtathatóságot általában nem tartjuk átvételei kritériumnak.

3. csapda: Az alappapírok vizsgálatának az átvévő részéről történő megszüntetése

azzal a hátránnyal jár, hogy nincs a vizsgálati eredményekről adatbankja, amely a különböző beszerzésű papírok minőségi tulajdonságait egymással összehasonlíthatóvá tenné.

Másrészről megszegjük azt a minőség-biztosítási alapelvet, hogy a bemeneti ellenőrzésnél (és nem a gyártó folyamat valamelyik szakaszában) kell kiszűrni a továbbfeldolgozásra nem alkalmas alap- és segédanyagokat.

Termékegységenkénti minősítés

Az átvevő a szállító által tanúsított mérési eredményekre van utalva. Ez a bizalom a korábbi kedvező együttműködésen alapul. Más kérdés azonban, hogy a beszállító nem a szállított termékegység (2-2,5 t súlyú tekerccsek) vizsgálati eredményét közli, hanem a gépi tekercsét (kb. 10 t). A gépi és a belőle készült ún. kistekercsek papírjai repesztőszilárdsági értékeinek statisztikai jellemzőit foglalja össze az **1. táblázat**. A hét évvel ezelőtt végzett modell kísérlet is már azt bizonyítja, hogy a vevő részére szállított kistekercsek minőségi tulajdonságai jelentősen eltérhetnek a gépi tekercs vizsgálati eredményétől. Vegyük észre, hogy ebben a vizsgálatban a kistekercsek repesztőszilárdságának az alsó tűréshatár (ATH) alatti hányada a gépi tekercséhez képest több, mint kétszerese, mivel az átlagérték vagy a tűréshatár alatt van (negatív Cpk index), vagy az ATH közvetlen közelében (Cpk közel zéró értékű).

A kistekercsek mérésének elmaradásából adódó hiányosságot mérsékelheti ha a beszállító azoknak a gépi tekercsnek a vizsgálati eredményeit is közli, amelyek egy gyártási periódusban, de más vevők számára készültek az átadandókkal. Szabály azonban, hogy a papír minőségét a szállítónak termék-egységenként kell tanúsítania.

4. csapda: Mivel a szállító gépi tekercsenként vizsgál és minősít, ezért a kistekercsek minőségi megfeleléséről a továbbfeldolgozó vevő nem tud, noha ezeket használja termékei gyártásához. Másrészt a tekerccspapírok tulajdonságainak értékei mind gyártási irányban, mind keresztirányban jelentősen változhatnak.

	azon.szám	ATH alatt %	Cpk
Gépi teksz.	141	69	-0,17
kistek	11	86	-0,36
	12	82	-0,30
	21	79	-0,27
	22	88	-0,40
Gépi teksz.	142	10	0,43
kistek.	11	77	-0,24
	12	61	-0,09
	21	53	-0,03
	22	60	-0,08
Gépi teksz.	143	11	0,42
kistek	11	23	0,45
	12	21	0,28
	21	22	0,26
	22	50	0,37
Gépi teksz.	144	17	0,32
kistek.	11	30	0,17
	12	29	0,19
	21	19	0,30
	22	50	0,30

1. táblázat

A „futtathatóság” mint minősítő tényező

A futtathatóságra áttevert bemeneti ellenőrzés azt jelenti, hogy például a hullámlemezgépgép, mint vizsgáló „műszer”, az alappapírt minősítő készülékként is működik. Az minőség-ellenőrzés hiányosságai miatt az alappapírtól származó minőséghibát a hpl termék használati értéke fokozatos növekedésének valamely szakaszában észleljük. Az ilyen „minőségvizsgálat” nemcsak szakszerűtlen, de gazdaságtalan is.

Másrészről a futtathatóság szempontjából kifogástalan papír még alkalmatlan lehet a megfelelő hpl csomagolóeszköz alapfunkcióinak ellátására. A termék végső felhasználója (a csomagolóeszköz-felhasználó) igényének teljesülése bizonytalan a futtathatóság alapú „bemeneti vizsgálat” miatt. Nem kell külön hangsúlyozni, hogy a jó gyárthatóság nem jelenti az alappapírból eredő vevőigény biztosítását.

5. csapda: Ne gondoljuk, hogy annak a papírszállítmánynak a minősége, amelynek feldolgozása nem okoz futtathatósági problémát – a vevő igényének, ill. a szállító tanúsítása szerinti minőségnek megfelel.

Beszállító-feldolgozó szakértői kabinet

Megfontolandó egy olyan kabinet létrehozása, amely olyan kérdések megoldására keres választ, mint az alappapírok kompresszibilitásának növelése, a papír merevségének javítása, a tekercsszélék eltérő merevségértékeinek csökkentése, a papír vastagságának növelése, a rost-orientáció $\pm 5^\circ$ -on belüli tartása, az SCT növelése a keresztirányú tulajdonságok javításával, kemikáliák alkalmazásával, a papír felületi feszültségének javítása a papírszerkezet zártabbá tételével, a Z-irányú szilárdság javítása a hpl réteg összetartó erő javítására, a hulladékpapír-tartalom miatti kedvezőtlenebb reológiai tulajdonság javítása stb.

A vevő részére szállított termék megfelelő minőségének biztosítása érdekében helyes eljárás, ha a beszállítók képviselőit a vevő díjmentesen bevonja a minőségügyi oktatásokba, képzésbe. A minőségbiztosítás érdekében a partnerek megállapodhatnak abban, hogy a beszállító nem megfelelő teljesítése esetén 24 órán belül olyan javító intézkedési tervet ad át vevőjének, amelyben leírja, hogy milyen rövid, ill. hosszabb távú intézkedéseket tesz a hiba ismételt előfordulásának megakadályozására. A vevő a beszállítója auditján ellenőrizheti az intézkedések teljesülését.

A hullámalappapírok fizikai/mechanikai tulajdonságát jellemző paraméterek helyes megválasztása

Az alappapírok minőségét, a felhasználási célra való alkalmasságát csak több minőségi jellemző vizsgálatával tudjuk leírni. Nem mindegy, hogy melyek ezek a paraméterek, hiszen az a követelmény tőlük, hogy a legjobb információt szolgáltatassák arról a tulajdonságról, ami a késztermék funkciójának teljesítményéhez hozzájárul. Szempont persze a tulajdonság vizsgálhatósága, az ehhez szükséges szabványos műszerrel való ellátottság, a vizsgálat reprodukálhatósága, pontossága, a vizsgálat költsége, időszükséglete stb. Az alábbiakban a hpl alappapírok néhány legfontosabb tulajdonságával foglalkozunk, de már most rámutatva arra, hogy a vizsgált tulajdonságok sokszor egymást átfedik. Nehéz azokat a jellemzőket kiválasztani, amelyek egyértelműen a papírból

készült késztermék funkcionális tulajdonságának alkotói. Ezek közül is csak azok jöhetnek számításba, amelyeknek nagy a súlya a késztermék tulajdonságának meghatározásában. Így vehető fel az a kérdés, hogy fontos-e és ha igen, mennyire fontos az alappapír repesztőszilárdsága vagy volumenitása, vagy hogy melyik fontosabb tulajdonság a késztermék szempontjából: a rostorientáció, a Z-irányú szilárdság vagy a nyomóerővel szembeni ellenállás. A vevőnek lehetőséget kell adni arra, hogy a papír beszállítójától az általa meghatározott legfontosabb paraméterek értékeinek meghatározott szinttartását, mérését és tanúsítását kérje.

6. csapda: A papír minőségi átvételénél valóban azokat a papírjellemtzőket tekintjük-e az átadás/átvételnél mérvadónak, amelyek a feldolgozott termék vevők általi igényei kielégítésére szükségesek?

7. csapda: Mivel egy vagy több megkívánt tulajdonság csak több minőségi jellemzővel írható le, vajon ezek egyforma fontosságúak-e, és ha nem, úgy az átadás/átvételnél ezen jellemzők teljesített minőségi szintjét súlyuk szerint vesszük-e figyelembe?

8. csapda: kidolgozott-e a több paraméterrel jellemzett termékek (ilyen a legtöbb papírtermék) minősítésének eljárása? Ha igen, akkor a papír átadása/átvétele ennek megfelelően történik?

A papírok kompresszibilitása (SCT)

A dobozok nyomással szembeni ellenállása döntően a papír SCT értékétől függ, ezért a hpl alappapírt átvevő vevő számára ennek minél nagyobb értéken tartása és minél kisebb szórása elsődleges cél.

Az alappapírok SCT értékének befolyásoló hatását a lemez ECT értékére a közismert Billerud egyenlet fejezi ki.

$$ECT = 0,45 \sum SCT + \kappa$$

Az egyenletből következik, hogy minél nagyobb az alappapír SCT értéke, annál nagyobb

az ECT. A hullámlemez-feldolgozók érdeke, hogy az alappapírok SCT-je kedvezően nagy legyen. Az egyenlet az alábbiakra hívja fel a figyelmet:

1./ az SCT egyformán fontos a fedőréteg és a hullámosított réteg papírjai számára. Nincs kitüntetett szerepe egyiknek sem a másikkal szemben. Vagyis mind a fedőréteg, mind a hullámosított réteg alappapírjának SCT értéke egyformán fontos.

2./ A Billerud egyenlet $m=0,45$ iránytangense azt jelzi, hogy a papírok SCT értéke csak 45% mértékben transzformálható ECT-re. A papírok kompresszió elleni ellenállása tehát csak elég kis mértékben hasznosítható ECT formájában a lemez nyomással szembeni ellenállással. Ez a szállító felé azt jelentheti, hogy ilyen kis hasznosítás miatt a Minőségi Megállapodás garantálja az átvevő részére a közölt SCT-t. Ezért nem fogadható el, hogy az SCT átlag az átlagra megállapított tűrés alsó határán (ATH) ill. annak szoros közelségében legyen, mivel az átlaghoz kapcsolódó szórás az SCT értékek jelentős részét az ATH alá viszi. A szerződéses megállapodás erre nem ad biztosítékot. Javasoljuk tehát a következő elfogadását:

$$SCT_{atl} \geq ATH + 3s$$

Az egyenlőtlenséggel az alappapírt átvevő azon igényét fejezzük ki, hogy a tanúsított SCT átlagértéke minimum 3 szórányival az ATH (vagy ami ezzel ekvivalens SCT_{MIN}) felett legyen. Az alappapírok SCT értékének teljesítésére is érvényes a Taguchi-féle veszteség-függvény betartása, vagyis a veszteség a célértéknél 0, és a 0-tól távolodás növekedésével a veszteség négyzetesen nő. A veszteség-függvény várható értéke:

$$E = k \{ \sigma^2 + (\mu - T)^2 \}$$

σ – szórás

μ – várható érték

T – célérték

A függvény várható értéke tehát annál nagyobb, minél nagyobb az ingadozás és minél nagyobb az átlagnak az előírt értéktől való eltérése.

A gépi tekercsek SCT értékeinek átadásakor külön célszerű feltüntetni a tekercsek kezelő és meghajtó oldalán, valamint a tekercs közepén mért értékek átlagát. Az SCT ugyanis gyártási okok miatt a papírtekercs szélein 25%-kal csökkenhet.

A minőségtanúsításban az SCT alsó tűrés-határa az igazán fontos, amit a szállító a célérték (T) %-ában, vagy abszolút számértékben ad meg. A szállító tehát T-re szerződik, megadva a toleranciát, amely rendszerint a T-10%. Ez az alsó határ azért fontos, mert az SCT_{MIN} értéknél kisebb SCT-t az átvevő nem fogadhat el. Az alappapír SCT szempontú minőségi átvételét tehát ez határozza meg.

9. csapda: Ha az SCT átlaga az ATH = T-10% határon ill. azon belül van, a szállított tételt SCT szempontból megfelelőként átveszik, de tudni kell, hogy a szállítmányban – a jellemzők mért értékeinek szórása és így a populáció eloszlása miatt – az ATH alatti SCT értékek előfordulási valószínűsége ez esetben több mint 50%.

Repezőtőszilárdság

Az alappapírok SCT értékének növelésére a papír gyártásakor kialakuló anizotrópia csökkentése előnyös. A gyártási és keresztirányú szilárdságot – amennyire lehet – egymáshoz közelíteni célszerű. Ennek elérésére a szita (v) és a kifolyó rostsuszpenzió (c) sebességének arányát $c/v=0,95$ értékre választják. A hpl alappapír repezőtőszilárdsága azért nem kedvező minőség-szabályozási mutató, mert a repezőtőszilárdság akkor nagy értékű, ha a keresztirányú szilárdság kicsi, ami az SCT szempontjából kedvezőtlen. Ezért felülvizsgálandó, hogy az alappapírok szállító általi minőség-tanúsítása kiterjedjen-e a papír repezőtőszilárdságára.

10. csapda: a papír nagy repezőtőszilárdsága azért nem kedvező, mert ezzel az SCT_{CD} csökken, ami a BCT érték nagysága szempontjából meghatározó.

A papír térfogattömege

A hullámlemez rétegeit összetartó erő a lemez ECT értékét nagymértékben befolyásolja, ezért az alappapír nem megfelelő értékű térfogattömege és feltépődési szilárdsága egyaránt

veszélyeztetheti a hpl egyik legfontosabb funkcionális tulajdonságát, a szilárdságát, amit az ECT ill. a doboz összenyomó erővel szembeni ellenállása, a BCT érték fejez ki.

Ha az alappapír térfogattömege nagy, a ragasztó könnyen behatol a pórusokba és a felületen a ragasztó-koncentráció olyan kicsi, hogy nem elegendő a kötőszilárdság kialakításához.

Más részről azonos g/m^2 esetén a lazább szerkezetű (nagyobb volumenitású, cm^3/g) papír vastagabb, ezért az I-nyomaték is nagyobb. Noha a lazább szerkezet miatt az E-modulus csökken ugyan, de ezt az I-nyomaték növekedése túlkompenzálja, emiatt a papír merevsége előnyösen nő.

A papír volumenitása fontos tulajdonság, azonban összefüggésben van a papír belső rétegeit összetartó erővel, ezért a feltépődési szilárdság a hpl alappapírok tekintetében még jobban kifejezi a hpl alappapírra vonatkozó keresett tulajdonságot. Természetesen más a helyzet az író-nyomó papírok esetében, ahol a volumenitás növelése elsődleges cél lehet, de nem a papír belső rétegeinek kohéziós ereje növelése érdekében.

Feltépődési szilárdság

A feltépődési szilárdság a futtathatóság (nyomtathatóság) és a nyomtatminőség szempontjából fontos mutatószám, amit a legegyszerűbben a Dennison számmal mérünk. A mázolt ill. a kismértékben mázolt papírok Dennison értékét azonban a *szállító általában nem tanúsítja*.

A beszállító esetleges olyan magyarázata, hogy a mázolt ill. kismértékben „mázolt papírok Dennison száma nem mérhető”, nem fogadható el, hiszen a vizsgálatot leíró ASTM D 2482 amerikai szabvány azt is meghatározza, hogy a kritikus viasz-szám (Critical Wax Strength Number, CWSN) részeredmények alapján is megadható, a mázolt papírok esetében például:

- hólyagosodás 14 Dennison
- a rostok részleges feltépődése 16 Dennison
- teljes feltépődés 18 Dennison

Dennison vizsgálat mázolt papírokra csak akkor nem alkalmazható, ha a máz termoplasztikus kötőanyagot tartalmaz.

Fel kell figyelni arra, hogy a hpl rétegeinek szétválása sok esetben nem a kis ragasztó erő (vagyis nem a ragasztó kis kohéziós ereje miatt), hanem a fedőréteg papír kis feltépődési szilárdsága (Z-irányú szilárdsága) miatt következik be.

11. csapda: Ha a vevő-szállító a papír feltépődési szilárdságában nem tud meggyezni a vizsgálati eljárás miatt, közösen elfogadható más vizsgálati eljárásban kell megállapodniuk a papír feldolgozhatóságának és igényelt minőségének biztosítása érdekében.

A papír porozitása

A hpl gyártásakor a lemezt alkotó papírrétegeket ragasztják egymáshoz. A ragasztókötés kialakulása viszont függ a papír porozitásától, ami a papírgyártás során befolyásolható. A folyadék (ragasztó) behatolási mélysége négyzetesen arányos a pórusugárral és a nedvesedést jellemző peremszög ($\cos\theta$) értékkel. A tömör lapszerkezet miatt a folyadék hosszú penetrációs ideje a lemez gyártásakor gondot okozhat, de a nagy porozitás miatt a ragasztó a papír belső rétegeibe penetrál, és a felületén maradt mennyiség nem mindig elegendő a két papírréteg kötéséhez.

A hpl rétegei ragasztásának minősége 40%-ban is befolyásolhatja az ECT nagyságát, ezért ennek a hpl minősége szempontjából igen nagy jelentősége van. Ezt igazolják a Papíripari Kutatóintézetben végzett korábbi vizsgálataink, amelyek szerint a cseplő különböző választékú hullámpapírlemez ragasztási szilárdsága $r=0,71$ korrelációt mutat az ECT-vel.

Átnézet

Az inhomogén lapszerkezet kedvezőtlen hatása a következő lehet:

- a./ a vastagságában egyenetlen rosteloszlású papír kunkorodásra hajlamos, így a hpl vetemedését is elősegíti,
- b./ a papír nedvességtartalma egyenetlenül oszlik meg, ami változó mennyiségű ragasztófelvelettel jelent, és a hpl-ben ingadozó réteg összetartó erőt eredményez,
- c./ hozzájárul a papír ingadozó SCT értékéhez

d./ az inhomogén lapszerkezet („felhős papír”) a kedvezőtlen rostösszetételen kívül tovább csökkenti a papír feltépődési (Z-irányú) szilárdságát. Vizsgálataink szerint a hpl rétegeinek nem megfelelő összetartó erejét sok esetben nem a ragasztás elégtelensége, hanem az egymással érintkező papír felületek kis feltépődési szilárdsága okozza.

e./ a gyengén kötődő rost miatt a hpl fedőrétege kismértékű frikció hatására „hámlik”.

12. csapda: A térfogattömeg, a porozitás, sőt részben az átnézet is arra a kérdésre válaszolhat, hogy milyen mértékű a papír belső rétegei közötti kohéziós erő, és a folyadék (ragasztó) számára az átjárhatóság, ami a feldolgozó számára arra adhat választ, hogy a hpl rétegeit milyen erő tarthatja össze. Ez annál is inkább fontos a papírt feldolgozó számára, mert az ECT nagysága akár 40% mértékben ezen múlhat.

A feltépődési szilárdság (Dennison) csak részben válaszol ezekre a dilemmákra. A feltépődési szilárdsággal kapcsolatos további probléma, hogy a papírgyártó a vizsgálat kiterjedtségét azzal korlátozza, hogy a felületileg kezelt/mázolt papírok nyomtatásuk miatti feltépődésére a Dennison mérést nem használja. A feltépődési szilárdság nemcsak a rétegszilárdságra, hanem a nyomtatás alatti porzás mértékére is választ adhatna.

Rost-orientáció

Húzómeresség-orientáció (TSO szög)

A TSO szög a gyártásirány és a papír maximális húzómeresség vektora közötti szög-érték. A TSO helyes értéke max. $\pm 5^\circ$ értéken belüli. Ennél nagyobb eltérés méret-instabilitást- és a papír ill. a hpl vetemedését okozza. Emiatt ennek betartására feltétlen ügyelni kell. Köztudomású, hogy ennek vizsgálata műszakonként több alkalommal is célszerű, és az értékek alapján módosítják a gyártás körülményeit.

Ha az alappapírok húzómeresség-orientációs szög értéke (TSO) meghaladja a $\pm 5^\circ$ -ot,

azt jelzi, hogy a felfutószekrény munkája nem összehangolt. A helyes értékű TSO viszont hozzájárul a hpl ECT javulásához azért, mert a húzómeresség index, a TSI (kNm/g) a TSO szögnél a legnagyobb. A nagy TSO érték az alappapír nagyobb méretváltozását jelzi és a papír átlósan kunkorodik. Ez okozza többek között a hpl vetemedését. Emlékeztetek arra, hogy a Neusiedler Dunaújvárosban és Szolnokon egyaránt egy műszak alatt több alkalommal méri a TSI/TSO értéket, és ennek megfelelően szabályozza a szuszpenzió kifutását a papírgépen.

A Papíripari Kutatóintézetben végzett rotororientációs vizsgálat eredménye bizonyította, hogy a hpl vetemedésnek ez az egyik fő oka.

A húzómeresség index (TSI) azért is fontos, mert nemcsak a papír SCT index értékével, hanem a hpl hajlítás merességével (S_b) is korrelál, amely utóbbi az eredeti McKee egyenlet egyik tagja.

$$BCT = m \times ECT^b \times S_b^{1-b} \times Z^{2b-1}$$

Azt a TSI_{MD} értéket tartják jónak, amely a papírtekercs szélelineél sem csökken le 7%-nál nagyobb mértékben.

A papír keresztirányában mért TSI (TSI_{CD}) sorozat a papír méretstabilitására is választ ad. Minél nagyobb ugyanis a tekercs szélein a papír zsugorodása, annál nagyobb a TSI_{CD} csökkenése. A TSI_{CD} értékét akkor találták megfelelőnek, ha a tekercs szélein sem csökken le nagyobb mértékben, mint a maximális érték 25%-a.

13. csapda: A hpl vetemedése – amely a csomagolóeszközök felhasználhatóságát is jelentősen korlátozza – nagymértékben csökkenthető a papírgyártás szabályozásával.

Mivel a TSI korrelál az SCT-vel, ezért a papír síktól való eltérése az SCT mérés eredményeinek felhasználásával is szabályozható. Ehhez azonban a partneri együttműködés ismertetett gondolatait kell magunkévá tennünk.

folytatjuk