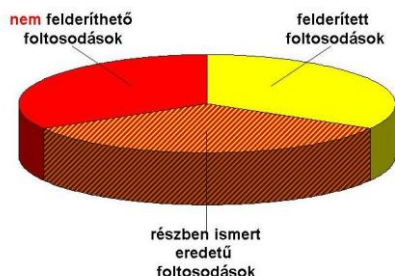


# A kelmék különböző foltosodásai

Kutasi Csaba

**A folt „valaminek a felületén az alapszíntől eltérő színű, vagy elszíneződött kisebb terület...” – írja a Magyar Értelmező Kéziszótár. A textiliák különböző foltosságára döntően helytálló e meghatározás, azzal kiegészítve, hogy mindennemű, az elvárt külsőképet megbontó és helyileg behatárolt hiányosság ide sorolandó, amely az elszíneződésen – vagy akár színeződési hiányon – kívül optikai hatású különbözőséget (pl. fényfolt ill. matt folt formájában), akár lokalizált felületi elváltozást (mechanikai kidörzsölődés, száltakaró megváltozás stb.), akár egyéb, adott részre koncentrált elváltozást okoz.**

A kelme foltosodások esetén a kikészített készméteraruban megjelenő, a gyártás különböző fázisaiban (a fonal-előkészítéstől a szövetek ill. kötött kelmék gyártásáig, a nyers kelmétől a végkikészítő műveletekig) bekövetkező, kedvezőtlen külsőképi hibát okozó felületi elváltozásokat kell elemezni. Ez a vizsgálódás a minőségügyi (idegenáru-, gyártásközi és végellenőrző) szakembereknek, technológusoknak (pl. gyártásellenőrzés), termelést felügyelő műszaki vezetőknek, sőt a karbantartásért felelős munkatársaknak is a feladata. A kapcsolatos statisztikák szerint a különböző foltokozók 1/3-a felderíthetetlen marad, 1/3-uk azonosítása csak részben sikerül, az 1/3-os arányban feltárt foltosodások fele pedig nem orvosolható (1. ábra).



A kelme foltosodások azonosíthatóságának alakulása

1. ábra

A kialakult foltok tehát olyan külsőképi elváltozásként jellemezhetők, amelyek a termék elvárt felületének kedvezőtlen, egy adott helyre kiható megváltozásában jelennek meg. Sötétebb és/vagy világosabb részek, kevésbé színezett vagy színezetlen helyek, sárgulások, a külsőképi optikai és felületi megváltozása egyaránt előfordulhat, végen belül elszórt, vagy periodikusan ismétlődő – így kiterjedt – hiányosság formájában.

Tekintve, hogy a foltosodással kapcsolatos kelmehibák mindössze kisebb hányada javítható, rendkívüli hangsúlyt kapnak a hatékony megelőző beavatkozások. Ehhez feltétlenül ismerni kell a foltokat előidéző tényezőket, a problémát okozó hiányosságok eredetét. Az utóbbi nagyon összetett tevékenység, mélyreható „nyomozást” igényel. Lényeges tudni, hogy a gyártás melyik fázisában volt észlelhető a külsőképi hiba, továbbá azt, hogy a felfedezés ideje megegyezhet-e a keletkezés időpontjával. Az eredményes felderítéshez

számos technológiai információ szükséges. Fontos ismerni a felhasznált alapanyag lényeges jellemzőit, a félkész termék előéletét, a gyártással kapcsolatos körülményeket (technológiai állapotjelzők tényértékei, berendezések beállításai stb.). Minél több, a hibát reprezentáló anyagvágatra is szükség van. Nemcsak a foltok alakja, mérete, színe és tapintási jellegzetességei, a kelme keresztmetszetben való kiterjedés ill. a kelmefelületi elhelyezkedés, az esetleges rendszeresség nyomon követése a fontos. Feltehetően egyszerűbb fizikai és kémiai vizsgálatokra, továbbá műszeres analitikai meghatározásokra is szükség lesz, ezekhez kontramintaként hibátlan vágatok is kellene.

## A különböző kelme foltosodások

A gyártási foltokhoz sorolható tehát minden olyan külsőképi hiányosság, amely a kelme elvárt küllemét helyileg kedvezőtlenül módosítja, nemkívánatosan megváltoztatja, az egyébként egységes optikai hatást valami módon megbontja. Lényeges az elvárttól eltérő felület elváltozás hangsúlyozása, miután előfordulhat, hogy adott termék jellegét éppen a tudatosan nyugtalan, egyenlőtlen hatások biztosítják.

A foltképző-nyomozáshoz a külsőképi, és egyéb kapcsolatos hibát elszenvedett textilvégek külsőképi vizsgálatához tehát több tényezőt lehet figyelembe venni:

- a foltok formai megjelenés és nagyság szerinti azonosítása,
- a foltosodás kihatása a kelmeoldalakra, a károsanyag-behatolás mértéke,
- a foltok színének alakulása (színes terméknel világosabbak vagy sötétebbek az elváltozott részek, fehér kelméknél sárga és egyéb helyi hatások),
- a foltok végen belüli helyének, esetleges rendszerességének, ismétlődésének behatárolása (a periodikusság méretének pontos megismerésével),
- a foltosodott kelmefelületek tapintása, fogásbeli különbségei,
- a foltok egyéb jellemzői (pl. szaghatás, helyi szálkárosodás stb.).

A folt eredetének meghatározása során fontos tudni, hogy a kelmét milyen eljárással (szövással, kötással vagy más módon) készítették-e, valamint fontos az ún. kikészítési alaptéchnológia ismerete is (sima fehér, uni színezett, nyomással mintázott, tarkánszótt, színes fonallal tarkázottan kötött stb.), ill. az egyéb befolyásoló tényezők (pl. speciális mechanikai ill. vegyi felületalakítások stb.) figyelembevétele. Legfontosabb feladat a foltkeletkezés térben és időben történő behatárolása.

A különböző foltosodások ok elemzéséhez rendkívül széleskörű a lehetőségek választéka. A teljesség igénye nélkül a főbb folt-eredeteket:

- mechanikus, ill. nemkívánatos vegyi rezerváló (adott színező, kikészítő segédanyagtól, ill. szennyeződéstől származó, lokalizált és kedvezőtlen védőhatások) körülmények,

- különböző kelmenedvesedési problémák, végen belüli (szélesség, ill. hosszirányú) eltérések,
- a gyártás különböző fázisaiban (a kikészítést megelőző előéletet is figyelembe véve) bekövetkező szálkárosodások kedvezőtlen hatásai,
- a kelmében maradt nemkívánatos vegyszer (pl. pH eredetű problémák) és segédanyag-maradványok előfordulása,
- az esetleges mikro (pl. penészgomba)- és makrobiológiai (pl. rovarok, rágcsálók okozta) behatások káros következményei,
- a technológiai műveletek során végrehajtott szárítási műveletekre visszavezethető hiányosságok (túlzott termikus igénybevételektől az ilyen jellegű szennyeződésekig),
- a színező fürdők elkészítése, ill. nyomópépek összeállítása során bekövetkező hiányosságok (színezékdoldási problémák, helytelen adagolási sorrend stb.),
- az előkészítő, színező, nyomó, végkikészítő eljárások során alkalmazott kezelő fürdők (pépek) komponenseinek összeférhetetlenségéből, esetleges káros habképződésével összefüggő, ill. elégtelen nyírástűréséből eredő hibaokok,
- a kelmefelületen jelentkező, nemkívánatos mechanikai hatásokkal/különbségekkel kapcsolatba hozható hiányosságok.

### A főbb méteráru foltosodási okok a hiányosságok eredete szerint

#### Mechanikus, nemkívánatos vizes, valamint különböző gázképződményekkel kapcsolatos hibák

Általában a rezerváló (pl. a teljes, ill. helyi színezéstől zavaróan megvédő) körülmények miatti hibák sorolhatók ide. Olyan kedvezőtlen jelenségről van szó, amelynél valamely idegenanyag helyi előfordulása miatt adott kelmefelületen a szóban forgó kikészítési művelet (pl. színezés, színnyomás, bolyhozás stb.) megfelelő mértékben vagy egyáltalán nem érvényesül.

#### A felületre került, a folyékony halmazállapotú anyagok behatolását gátló, átmenetileg akadályozó, bevonat jellegű hatást kifejtő zavaró tényezők:

- A textilnyomásnál a noppok (bontatlan szálcsonkok), pamutszöveteknél a maghéj maradványok, levált fonal- ill. cérnadarabok, egyes géprészekben összegyűlt pihék kelmére kerülése, amelyek a nyomás után (a felületről eltávolozva) vetületüknek megfelelő mintahiányokat idéznek elő. Rendkívüli minőségromlást okoznak ezek az idegenanyagok akkor, ha a nyomószerszámra tapadva a kedvezőtlen rezerváló hatásukat sokszorosítva fejtik ki.
- A szárítószekrény (feszítőráma, hot-flue, manzard stb.) belső terében bekövetkező lerakódásokból eredő hidrofób csepegések, amelyek főként a színezékek behatolását akadályozzák, vagy éppen jelenlétükkel okoznak a foltokat.

#### A felületre került ill. el nem távolított szennyeződések, egyes mechanikai kikészítő műveletek hatékonyságát akadályozó, ill. rontó körülmények:

- A nyomott mintás, színoldalon is bolyhozott cikkeknel a minta helyén bennmaradt nyomósűrítő le-

ragasztja az elemiszál végződéseket, emiatt a mintás kelmerészeknél alacsonyabb lesz a száltakaró.

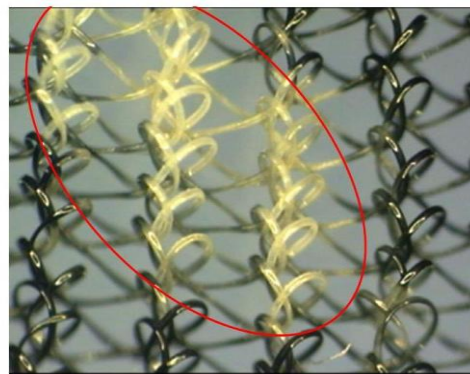
- A szárítószekrény (feszítőráma, hot-flue, manzard stb.) belső terében bekövetkező lerakódásokból eredő csepegések (pl. műgyantás rendszerekből, ill. további hozzátétekből kiváló/kicsapódó folyékony maradványok), amelyek a bolyhozás során bevonatjellegükkel nem engedik a megmunkálást végző tűk behatolását, elsősorban a száltakaró kialakításban kiemelt vetültkfonalak (bélésfonalak) tekintetében.

#### A vízcsepegésekkel együtt járó, káros rezerváló ill. esetenként preferenciális nedvesítő hatások, miután a vízcseppekből származó folyadék kitölti az adott kelmerészen az elemiszálak közötti kapillárisokat.

- Így akadályozza főleg a folyamatosan felvitt (telítéses) színező fürdő, nyomópép, egyéb folyadékfázisú anyag kellő ill. tökéletes behatolását.
- Az elvárttól időben előbb, és foltszerűen a kelmére került folyékony hatások szintén gátolni fogják a soron következő nedves anyag felviteleket (pl. filmnyomásnál a többletben baloldalon felhordott ragasztó színoldali átütése stb.).
- A nyomott kelmék gőzölésekor a különböző csepegések (pl. tetőrész elégtelen fűtése miatt, a be- és kivezető száj gyenge melegítése következtében stb.) nemkívánt mintaváltozásokat okoznak, főként világosabb foltok formájában.

A levegőbuborékok, légzárványok okozta rezerválások több problémából adódhatnak.

- A színezési folyamatoknál jelenlevő, a textilanyagra tapadó légzárványok a színező fürdő behatolását akadályozzák (színezetlen kelmerészeket előidézve) (2. ábra).



Légzárvány miatti színezetlen rész poliamid kötött kelmén  
2. ábra

- A nyomópépekben előforduló habzás, amelyet gázfejlődéssel járó nyomópépekben a különböző hozzátétek okozta bomlások miatt keletkező nemkívánatos buborékok okoznak. Egyes nyomósűrítők felhabzása a mintaelemen belül apró – általában kör alakú – nyomatlan részekhez vezet. Foltosodásokat okoz a valamely okból szennyezett hab kelmére csapódása is.

Egyéb, káros habképződéssel összefüggő problémák kapcsán megemlítendő, hogy a habképzés egyébként számos esetben hasznosítható. Stabil habokkal kis mennyiségű folyadékfelvitel érhető el a kikészítésknél (pl. rétegelt textilfelületeken stb.). A felületaktív hozzátétet tartalmazó vizes rendszerbe vezetett

gázbuborékok olyan gömb alakú képződményekhez (cellák) vezetnek, amelyek belsejét többek között a folyadékba juttatott levegő tölti ki. Nagyszámú cella (poliédres szerkezet) alkotja a habot, amely akkor tartós, ha e részecskék képződése gyorsabb, mint a megszűnésükhöz vezető hártya elszakadása, amely a falukat alkotja. A kedvezőtlen habképződés elkerülésére alkalmazott habzágatlók jól kötődnek a részecskékhez, azonban kevésbé rugalmas határretegük elősegíti a hab összeesését, így elkerülhetők a habzással járó kedvezőtlen jelenségek.

#### Nedvesedési hiányosságok okozta, vízzel kapcsolatos foltok

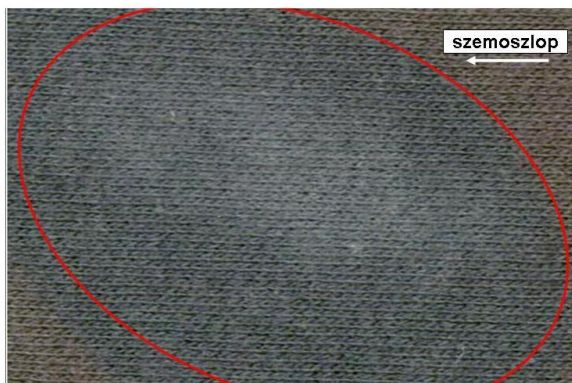
Nedvesedési hiányosságokra visszavezethető, ill. a felhasznált vízzel kapcsolatos minőségromló problémák is fennállhatnak.

- A nedvesedést akadályozó káros anyagok jelenléte zavaró körülmény. Pl. visszamaradt ill. kicsapódott ízező anyag, a pamutviasz elégtelen elszappanosítása, szennyeződéssel teli hab kelmére csapódása, lúgos főzést követő alacsony hőmérsékletű öblítéssel járó pamut-viasz visszadermedés, minőségromláshoz vezet.

- A nedvesedést helyenként gátló (hidrofób) anyagok (pl. gép kenőanyagok) előfordulása durva hibákhoz vezet.

- A különböző kelmenedvesedési problémák, végen belüli (szélesség ill. hosszirányú) eltérések előidézői.

- A technológiai célra felhasznált víz minőségével összefüggő hiba okok is előfordulhatnak. A mészkicsapódások, azaz a kemény víz okozta kalcium-karbonát foltok (a keménységet okozó oldott kalcium-hidrokarbonát bomlása oldhatatlan vegyületté) (3. ábra).



Kemény víz okozta kalcium-karbonát folt

3. ábra

- Az ún. humin-savak (a talajból ill. a kőzetekből származó, nagymolekulájú, rendkívüli kötődőképességgel rendelkező, szürke, ill. barna színű) kicsapódások formájában megjelenő foltokhoz vezetnek.

#### Kémiai eredetű foltjellegű hiányosságok

A kémiai eredetű foltosodások több fajtája ismert. Az adott kémiai reakció szabályos lefolyását gátló vegyületnyomok (vegyszer-maradványok) gyakran foltokat okoznak.

- A gyártás különböző fázisaiban (a kikészítést megelőző előéletet is figyelembe véve) bekövetkező

szálkárosodások kedvezőtlen hatásai szintén foltok formájában is megjelenhetnek.

- A kelmében maradt nemkívánatos vegyszer (pl. pH eredetű problémák) – és segédanyag-maradványok előfordulása szintén problémákhoz vezethet.

- Az előkészítő, színező, nyomó ill. végkikészítő eljárások során alkalmazott kezelő fürdők (pépek) komponenseinek összeférhetetlenségéből eredő problémák elkerülésére ügyelni kell.

- A vas eredetű foltosodások közvetlenül megjelenhetnek (pl. rozsdafoltok formájában), vagy akár a színezést követően válnak láthatóvá

Előfordulhatnak katalitikus szálkárosodások is a fémrel szennyezett pamutfonalakat érintően (az oxidált ill. hidrolizált cellulóz keletkezése polimerizációs fok csökkenéssel jár, jelentős szilárdságcsökkenést okozva). A vas bekerülhet a kikészítő üzemi fém géprészek kopásából eredő részecskék következtében, ill. hozhatja magával a nyerskelme (rozsdaszennyezett fonalak, beszórt vasrészecskék közvetítésével), továbbá előidézhetheti az ebben dús (kellően nem vastalanított) víz is, vagy akár valamely vegyi anyag (pl. lúgoldat) is hordozhatja.

- A rézfoltok főként a régebbi berendezések réz- ill. ilyen alapú ötvözeiteiből (pl. bronz) készült, kelmével érintkező géprészeitől származhatnak (először színtelen, majd sárga, kékes-zöld, ill. barna foltok formájában). Nemcsak mint foltokozók idéznek elő minőségromlást, hanem adott vegyi folyamatok (pl. oxidatív fehérítés) során katalizáló hatásuk szálkárosodáshoz is vezethet. Ritkán ólom- ill. önfoltokkal is számolni kell (pl. ólombélésű savazó kádak esetén), esetleg a szövettel hozott ilyen jellegű szennyezések is előfordulhatnak (pl. a szövőgépen használt nyűsthuzal lágy öngevületű bevonata, ill. a bordajavításhoz használt



Rozsdaszennyezés okozta foltok

4. ábra

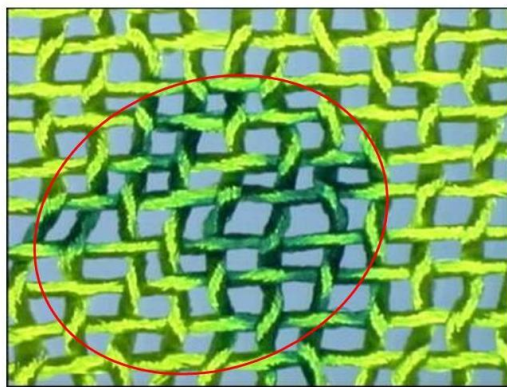
fém következtében).

#### A színezéssel kapcsolatos foltosodások

- A színezés területén a különböző rezerválások (levegőbuborék, vízcseppek, hidrofób anyag-maradványok stb. színezék-behatolást akadályozó nyomai) már megismert kedvezőtlen hatásai mellett, foltokhoz vezethet több más körülmény is.

- A színező rendszer színezékekkel kapcsolatos hiányosságai szintén foltokat okozhatnak.





Rosszul oldott színezék miatti folt

5. ábra

A rosszul feloldott színezék aggregátumok koncentráltan kötődnek a szálanyaghoz, így az elvárt színmélységnél lényegesen sötétebb apróbb foltok jelzik a szemcsehalmazok jelenlétét (5. ábra).

A kicsapódott színezék (esetleg víz okozta problémák miatt oldhatatlan részek kiválása, fürdő stabilitási hiányosságok következtében, ill. összeférhetetlen anyagok jelenléte miatt) helyi előfordulása minőségromtó tényező. Hasonló külsőképi problémát okozhatnak a különböző felületaktív-anyag (tenzid) maradványok is.

A károsodott színezékrészek (színezékcsoporttól függően akár nemkívánatos oxidációs, akár redukciós folyamatok következtében, továbbá az optimálistól eltérő pH körülmények folyamánként) kelmén történő helyenkénti feldúsulása foltokat okoz.

- A színezést megelőző műveletek addig nem észlelhető hiányosságai mintegy „előhívódnak” a színezés folyamán.

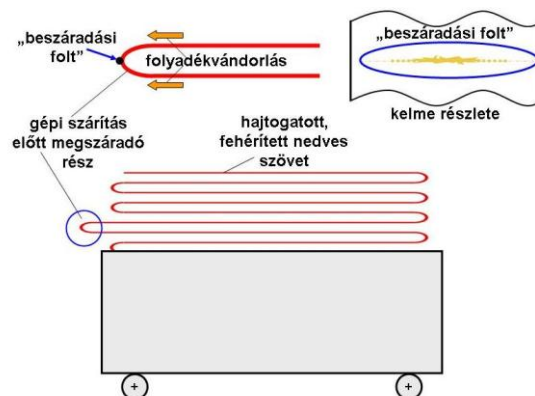
A fonáshoz felhasznált szálanyag minőségi hiányosságai is vezethetnek apróbb, kiterjedt jellegű folt-szerű külsőképi hibákhoz. Pl. a pamut esetében a holtzálak bontatlan szálcsomók formájában, színezetlenül jelennek meg a kelmefelületen, a gyapjú alapanyagoknál a károsodott szálak eltérő színeződése foltokat okozhat.

A lúgfoltok (amelyek főleg a cellulóz alapú termékeknek okoznak alapvető gondokat), döntően a merce-rezéssel összefüggő egyenlőtlen nátronlúg hatások miatt jelentkeznek. Előfordulnak pseudo-merce-rezéssel járó lúgfoltok is.

A kelme törésségével összefüggő egyenlőtlen színezékfelvétel főként láncirányú ill. ezzel szöveget bezáró ékalakzatú, csíkszerű foltosodások formájában jelentkezik (pl. a köteg alakban végzett fehérítő műveletek során elszorított durva ráncosodások miatt).

Az ún. „beszáradások” miatti foltosodások jellegzetes külsőképi hibához vezetnek. A fehérítés során a kelmében előforduló maradványanyagok a kedvezőtlen folyadékvándorlási jelenség következtében adott helyeken koncentrálnak, ha a fehérített pamutszövet a szárítás előtt – kitáblázott állapotban – túl sok ideig áll, eközben a hajtogatási éleknél természetes száradás következik be. A megszáradt kelmerészeken a maradványanyagok a hajtogatási élt követve feldúsulnak, foltosodások kialakulásához vezethetnek (6. ábra).

- A színezési művelettel is kapcsolatba hozható több foltosodási jelenség.



Az ún. „beszáradási folt” keletkezése

6. ábra

A régebben elterjedten alkalmazott carrier foltokat okozhat pl. a poliészterszálakból készült kelmék színezése során, amikor a vivószer a színezést követő elégtelen eltávolítás (lúgos mosószeres mosás, esetleg redukatív tisztítás) következményeként helyenként a textilanyagon marad.

Az oligomerek okozta hiányosságok foltokhoz vezetnek. Pl. a poliészter szálanyagok diszperziós színezékekkel történő színezése során a foltosodási és dörzsállósági problémák fő okozója lehet az oligomer. Ez a normál nagymolekulájú anyagot képező alapvegyület mellett, a szálgyártástól függően 1–3 %-ban előforduló, kisszámú monomerből felépülő ciklikus di-, tri- ill. tetramerek, mint kis polimerizációs fokú termékből ered. Az oligomer kiválást a színezésnél alkalmazott magas hőmérséklet annyira fokozza, hogy ezek nagymértékben kijutnak a szálfelületre, majd onnan a színezőfürdőbe kerülnek. A lehűlés során az oligomerek oldhatatlan módosulata a szálra csapódik és rendkívül rossz dörzsállóságot és foltokat okoz. Az említett negatív jelenség kiküszöbölésére a poliészter kelméket kikészítő gyártók a színezési fürdőhőmérsékletnél kerülnek a 125 °C körüli határ túllépését, továbbá a színezési folyamat végén a megmaradt színezőfürdőt forrón engedik el. Az esetleges túlzottan gyorsan végrehajtott és így alacsonyabb kelmehőmérséklettel járó lehűtés a fürdőben többetben maradt színezék kikristályosodásához vezethet. A színezendő textilanyag mintegy szűrőként viselkedve megköti a szálanyag színezésre alkalmatlan diszperziós színezékmaradványt.

A nedves színtartósági tulajdonságok, ill. a fény-nyel szembeni színtartóság javítására történő utánkezelésekkel összefüggésben főként az alkalmazott segédanyagok különböző eredetű kicsapódásait kell megakadályozni.

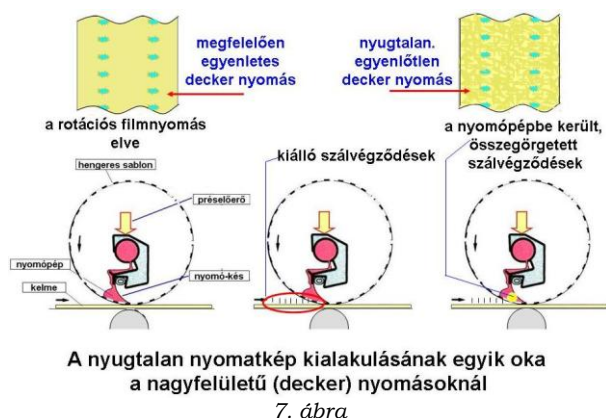
#### A textilnyomásnál előforduló foltok

A színnyomással kapcsolatos foltosodásokat számos tényező és körülmény okozhatja.

- A nyomásra kerülő kelme hiányosságaira több foltosodás vezethető vissza.

Egyenlőtlen, nyugtalan, foltos „decker” (nagyfelületű nyomással mintázott kelmerész) alakul ki kiterjedt rövidtávú fonalegyenlőtlenség miatt.

Hasonló külsőképi hiba képződik a maradéktalanul el nem távolítható írezőanyag-maradványok következtében.



7. ábra

Kedvezőtlen, nyugtalan nyomatkép alakulhat ki a nagyfelületű nyomásoknál, amennyiben a kelmefelületen sok kiálló elemiszál-végződés fordul elő. A rotációs sabloncsövek szerkezetével kapcsolatos, hogy a mintás felületeknél levő parányi nyílások mintegy lenyírják a textilanyag kiálló száldarabkait, bolyhait (a forgó sablonra tapadnak, a kelmétől elváló sablon belsejébe kerülnek). A sablonba került száltöréseket a forgó nyomópép összegörgeti, majd a kés alá szorulva akadályozzák a nyomópép megfelelően egyenletes átpréselését (7. ábra).

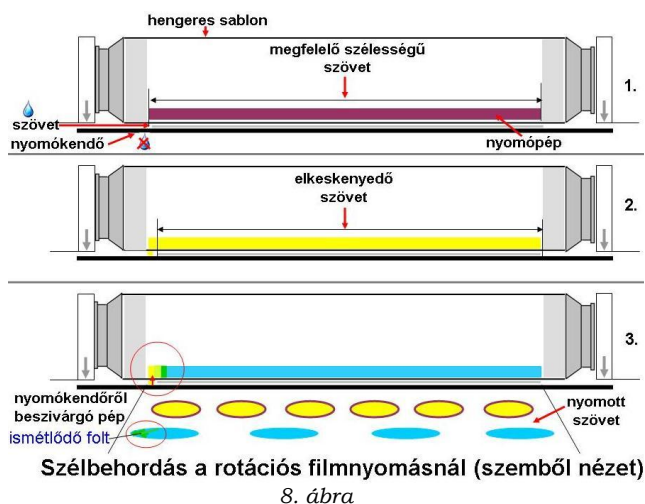
Az ún. „szélbehordás” a rotációs filmnyomáshoz alakulhat ki, ha a nyomandó szövet helyenként elkeskenyedik. Ez esetben a víztaszító képességű nyomkendőre kerülő - és emiatt szikkadás nélkül ott maradó - nyomópép bepréselődik a következő sablon belsejébe. Ennek következtében a hiányosság miatt érintett sablon által szállított nyomópép a kelmészél közelében elpiszkolódik, az így nyomott felület a kívónó színkeverésnek megfelelően megváltozik (8. ábra).

A durva vastagodással járó kelmerészek (pl. vetü-lékbefutás stb.), ill. egyéb nemkívánatos mechanikai behatás a rotációs sablonok palástjának benyomódá-sához vezetnek, a nyomószerszám meghibásodása fordulatra ismétlődő foltok okozója.

A különböző eredetű sablongyűrődések miatt ismétlődően azonos alakzatú foltos részek lesznek adott nyomószínen belül.

- A nyomószerszám problémákra utaló különböző pontszerű, ill. nagyobb kiterjedésű foltosodások is lehetnek.

Az ún. sablonkipontozódás zavaró, amikor a lakk



8. ábra

leválik a fedett perforációknál és emiatt pl. mákszórás jellegű, nem kívánt (fordulatra ismétlődő) színes apró felületek alakulnak ki.

A különböző sablonszakadások (síkszíták szövet-sérülései, rotációs sablonoknál a palást folytonossági hiányosságok) miatti többlet színezékelvitel jelentkezik, mintegy folthatásként.

- A különböző nyomókések hibájára visszave-zethető, csíkos jellegű foltosodások külsőképi hibákat okoznak.

A síkfilmnyomáshoz az egyenlőtlenül csiszolt élű kés foltos nyomathoz vezet. A rotációs filmnyomáshoz a késszalag élének hullámosodása, ill. elhasználódása miatt, az optimális mintázattól eltérő hosszirányú csíkozottság megjelenésével kell számolni.

- A nyomópép rendellenességei szintén foltosodásokhoz vezetnek.

Az ún. „rühesség” főként a nagy nyomott felületeken megjelenő foltoszerű egyenlőtlenesség, esetenként apróbb színhányokkal (pl. a nyomópépből hiányzik a nedvesítő hozzátét, amely főleg a hidrofób kelméknél okoz problémát).

A habzás a nyomópépben előforduló buborékok következménye. Ezt okozhatja a sűrítő erre való haj-lama, továbbá egyes színezékekkel kapcsolatos gázfej-lődés. Így a nyomópép ezeknél a helyeknél apró kör alakú felületek, pontszerű alakzatok formájában ki-marad (megakadályozás habzás-gátló adagolásával).

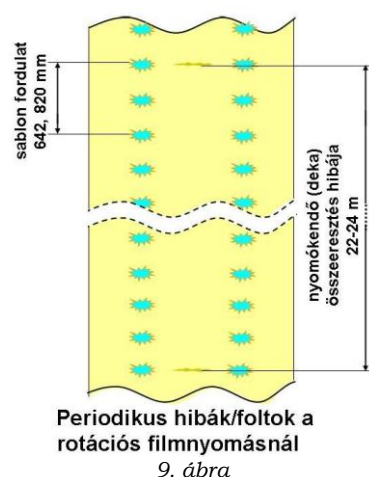
A csomós ill. szemcsés nyomópép egyenlőtlen nyomott felületeket okoz. A mintaelemen belüli söté-tebb foltok a kialakult színezék aggregátumok követ-kezményei (ezért fontos a nyomópép homogenizálása használat előtti gondos szűréssel, átpasszírozással).

A beragadás jellegű hibát a nyomószerszám adott részeinél bekövetkező, a nyomópép felhordást akadá-lyozó idegenanyag tömítő hatása idézi elő. Kerülni kell az olyan nyomópép összetevő jelenlétét, amely a pép-szállító rendszer funkcióját gátolja. A kelmefelületről levált nagyszámú száldarab is eltömítheti a nyomószér-szám aktív részét.

- A műszaki szövetek miatti hibáknál főként a sík- és rotációs filmnyomógépek rugalmas alátétjének, a gumírozott nyomókendőnek („dekának”) a foltoso-dást kiváltó hiányosságai jelentenek problémát.

A nyomókendő elhasználódással járó vastagság-változások (helyi bemélyedés, a végtelenítő összeeresztés kitérőredezése stb.) miatt fordulatokra ismétlődő (pl. a rotációs filmnyomógépeken a kb. 22–24 m-es deka-kerület figyelem-bevételével), azonos alakzatú és elhelyezkedésű – főleg keresztirá-nyú – foltok jelennek meg a kelmén (esetenként a dekásérü-lések gumifelvi-tellel és csiszolással javíthatók, az elhasznált nyomókendőt vi-szont cserélni kell) (9. ábra).

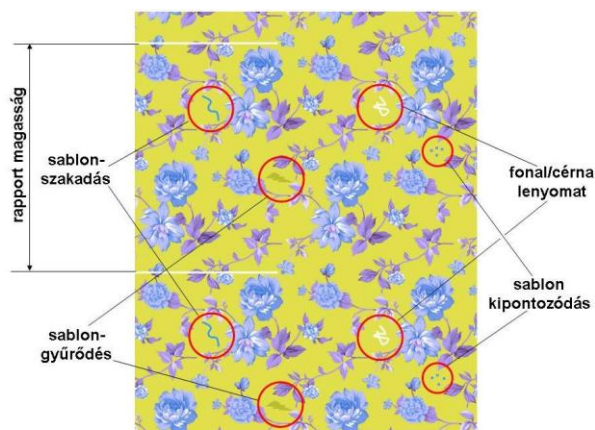
A nyomó-kendőre felvitt



Periodikus hibák/foltok a rotációs filmnyomáshoz

9. ábra





Periodikusan ismétlődő egyes hibák a rotációs filmnymásnál

10. ábra

ragasztó (amely a nyomáskor a kelme stabilitását biztosítja) egyenlőtlensége a többletet tartalmazó felületeknél (pl. nemcsak a ragasztóelválasztó kés hiányossága következtében, hanem a dekasérüléses bemélyedésénél) az elvárt minta kialakulást foltosodások formájában akadályozza.

- A nyomást követő műveletekkel kapcsolatban is keletkezhetnek foltosodások.

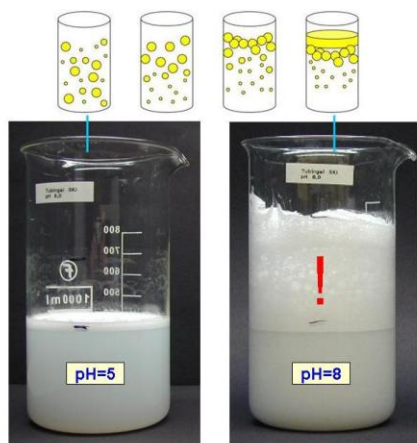
A nyomóasztal után következő szárítószekrényben ill. a gőzölőgépben, valamint a szélesmosógépben gyűrötten haladó kelmén foltok formájában adott színű motívumok (többször mintaelemként) megjelenve rontják a külsőképet.

A gőzöléssel történő nyomószínezék rögzítésénél a bemenő száznál ill. az adagoló szerkezetnél főként a tisztátalanságok miatt jönnek létre ún. kenődések, mint keskeny, húzódós foltosodást okozó nemkívánatos színezékfelvitel (10. ábra).

#### A végkikészítéssel összefüggő foltok, külsőképi hibák

- A végkikészítő (appretáló) fürdőben előforduló csomósodások, az egyes vegyi anyagok összeférhetlenségéből eredő kicsapódások okozzák az ún. appret-foltokat.

- A különböző kolloidrendszerű anyagokban (emulziók, diszperziók) a részecskék közötti fokozott nyomás, sűrűsödés következtében fellépő nyíróerő, ill.



Szilikon tartalmú zsírsav-kondenzációs lágyító alkálikus pH érték miatti törése

11. ábra



Szilikon kicsapódás miatti foltok

12. ábra

alkálikus pH érték miatt „törések” keletkezhetnek, ami kedvezőtlen viszkozitás változásokkal jár. Ezek a képződő aggregátumok foltosodások okozói (11. ábra).

- Az ún. szilikonfoltok a szilikon-elasztomer segédanyagok kikészítő fürdőben végbemenő (idő előtti, így nemkívánatos) térhálósodásából következnek be. Pl. kihúzatásos módszerrel egy fűvókás színezőberendezésben felvitelre kerülő szilikonos lágyító a túlzott nyíró igénybevétel és a lúgos kémhatás miatt kialakuló halmazai foltok formájában a kelmére csapódik (12. ábra).

- A feszítőráma szárítószekrényének belső terében bekövetkező lerakódásokból eredő csepegések (pl. műgyantás rendszerekből ill. további hozzátételekből kiváló folyékony maradványok) a késztermék felületén általában merev tapintású, bevonatjellegű foltokat okoznak. Szintén ide sorolhatók azon gép kenőanyag (olaj, zsír) spriccelések, amelyek az esetlegesen nem hőálló gépészeti segédanyagok nemkívánatos megfolyásából származnak. Ilyen jelenség a hot-flue szárítószekrényeknél is előfordulhat.

- Vízfoltok keletkezhetnek a mechanikai zsugorítási műveletnél (pl. pamutipari sanforizálás, gyapjúipari zsugorítás), ha a nedvesítést végző porlasztósorból nagyobb vírrészecskék kerülnek a kelmére (ezért lényeges előbb a sűrített-levegő adagolása, majd a porlasztott vízáram létrehozása).

#### Egyéb eredetű foltok

- A fonodai alapanyag ill. a fonal vizuális megkülönböztetésére használt jelzőanyagok is okozhatnak külsőképi hibát. Az eredetileg átmeneti hatásúnak szánt, de nehezen eltávolítható színezékek, csévejelölő kréták, bélyegző anyagok, megíró tinták stb. közvetlen jelenlétükkel, ill. az egyes nedves közegű gyártási műveleteknél bekövetkező „lefogásuk” miatt vezetnek különböző foltosodásokhoz.

- Az alapanyaggal hozott durvább szennyeződések főként a gyapjúiparban okozhatnak esetenként rendkívüli meglepetéseket. Pl. régebben nem volt ritka a juhok kátrány bázisú anyaggal, egyéb el nem távolítható festékekkel történő jelölése.

- A paraffin foltok rendkívül kedvezőtlenek, miután maradéktalan eltávolításuk szinte lehetetlen. Pl. ilyen problémát okozhat a láncfonalak viaszolása a könnyebb szőhetőség, vagy a kötőfonalak viaszolása a könnyebb köthetőség érdekében. A viasz hő hatására

megolvad és a szárítógép hengereinek lenyomata megsokszorozza ennek előfordulását. A felvitt víztaszító anyag a kelme nedvesedését is gátolja, így a kikészítés során (pl. telítéssel színezés) szinte előhívódik, hogy kelmevégen hol végeztek ilyen kedvezőtlen beavatkozást.

- Az esetleges biológiai hatások káros következményei, főként az egyes mikroorganizmusok (pl. penészgombák) okozta elváltozások is jelenthetnek hibaforrást. Pl. az egyenlőtlen színeződésként jelentkező foltosodások jellemzők általában a természetes szálanyagoknál, szálkárosodással is párosulva. A termelői enzimek okozzák a szálanyagok nagymolekuláinak szilárdság- és tömegvesztéssel járó depolimerizációját. A penészesedést a túlzott maradéknedvesség-tartalom ill. a beázások mellett fokozza a magas páratartalom és a fény hiánya is. Ezért főként a nyers, félkész- és késztermékek tárolása során kell ügyelni a kedvezőtlen körülmények elkerülésére.

- A tisztátalan berendezések (gépek kelmével érintkező belső terei, vezető és továbbító elemei, közbelső tároló csúszdák felületei stb.) természetesen foltosodásokhoz vezethetnek.

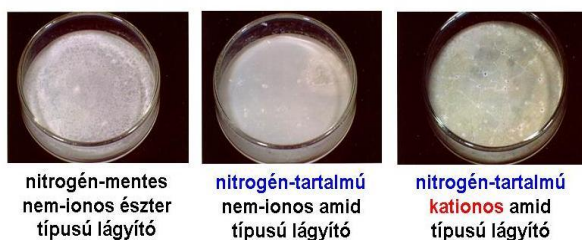
- Káros hatású lehet a napfény több kikészítési művelet során, a nemkívánatos sugárzás foltokat okozhat. Pl. a pamutiparban a korábban alkalmazott, diazotálással és kapcsolással utánkezelhető direkt színezékek diazotált, még nem kapcsolt színezékmódosulata rendkívül fényérzékeny. Ugyanígy fénytől óvni kell a szálonfejlesztett azoszínezékek kialakítása céljából naftoláttal telített textilanyagot. A gypjúiparban a karbonizálásnál bekövetkező természetes fényműködés sötétebb világosabb foltok kialakulásához vezet.

- Különösen a régebbi berendezések keményfából (pl. tölgy stb.) készült géprészeiből (vezetőléc, motollák stb.) meleg víz hatására kiváló csersavfoltokat okozhat. (Ennek elkerülésére futószövetet be kell vonni a fa géprészeket.)

- Az optikai fehérítőszerkezetek – amelyek közismerten színezékként viselkedve húznak fel a szálanyagra – használatával kapcsolatba hozható foltok is okozhatnak külsőképi hibákat. Ezek a segédanyagok savas hatásra általában zöldülnek, nehézfémekkel kapcsolatba kerülve sárgulnak (az ilyen jellegű maradványok az említett foltosodások előidézői).

- A lágyítók közül főként a kationos típusúak helyi koncentrációja vezethet foltok kialakulásához, ill. eleve a fehér kelme sárgulásával kell számolni (13. ábra).

2 órán keresztül 150 °C-on kezelve



Lágyító okozta sárgulási próbára példa

13. ábra

- A technológiai műveletek során végrehajtott szárítási műveletekre visszavezethető hiányosságok szintén ronthatják a külső képet.

A túlzott termikus igénybevételek általában a kelme sárgulását okozzák, a magas szárítási hőmérséklet és a kis kelmesebesség a külsőképi elváltozás mellett szilárdságvesztéssel is párosulhat. A pH=8-nál lúgosabb kémhatású pamutkelmén általában 150 °C-nál magasabb hőmérsékleten következik be a nemkívánatos sárgulási jelenség. Ennek pontos oka még nem ismert, annyi bizonyos, hogy a pamut egyes kísérőanyagainak oxidációja is hozzájárulhat ennek kialakulásához. A feszítórámában álláskor bennmaradt kelmén a fűvókák nyoma barnás foltokkal megjelenhet.

A túlszáritás a szálanyag szorpciós nedvességének maradandó, részleges vagy teljes eltávolításával jár, egyúttal pl. a pamut finom belső szerkezetében a vízmegkötő aktív csoportok száma is véglegesen csökken. Az előkészítő műveletek során így végrehajtott szárítás a deker-nyomásoknál foltosodások előidézője, esetenként a színezésnél is egyenlőtlenségek okozója lehet.

A folyadék-vándorlási jelenség főként a színezést követő szárításoknál vezet foltosodáshoz. Az időben előbb megszáradt részekre vándorló folyadék pl. színezéket is magával visz, az így bekövetkező koncentráció sötétebb foltokat hoz létre.

- A kelmefelületen jelentkező nemkívánatos mechanikai különbségekkel kapcsolatba hozható hiányosságok külsőképi és egyéb hiányosságok előidézői.

Az éles, sérült géprészekkel (fémről készült felületek sorjai, durva kialakítású hegesztési varratok, faanyagú motollák, hengerek kiszálkásodása stb.) való érintkezés miatti kelme-kidörzsölődések az egyenletes külsőképi megbomlásához is vezetnek (a helyi szilárdságcsökkenés mellett).

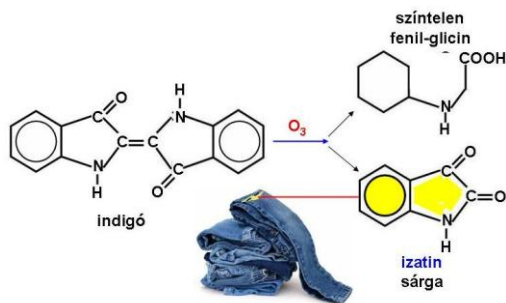
Dörzsölési helyeket okozhatnak a valamely okból megálló kelmepályán a továbbforgó, ill. alternáló mozgással továbbmüködő munkaszervek, gépelemek.

- A gypjúipari ványolás (kallózás) során főként csikyszerű foltosodások jelenhetnek meg, ha valamely negatív körülmény (ráncos szövetvezetés, egyenlőtlen folyadék-eloszlás, a torlasztó csatorna helytelen beállítása stb.) miatt a nemezelődés helyenként gyengébben megy végbe.

- A kedvezőtlen optikai hatások egyik formája a „margin-foltként” említett matt foltok megjelenése a pamutipari kalanderezés során. Az előzőleg benyomódott (akár durva, helyileg tapasztalható szövetvastagodások miatt) rugalmas hengerpaláston nincs kellő alátámasztás, így a sima fémhenger vasalóhatása ezeknél a részeknél nem érvényesül.

- A gypjúiparban főként a préselés során jöhetnek létre hosszabb-rövidebb csikyszerű foltok, pl. a préselő szervek (henger ill. vályú) közé került szálcsomók, durva végvarrások okozta vastagodások miatt. Dekatálási foltok keletkezhetnek a kedvezőtlen gőzki-csapódással járó kondenzvíz maradványok következtében. A finis dekatálás során vízfoltok nyoma jelenik meg, ha a közbelső réteget képező futószövet helyenként túlnedvesedett.

Az ún. moaré hatás (mint kedvezőtlen jelenség, hullámos, faerezet-szerű fényhatással) főként a rusztikus felületű szövetek esetében (pl. kord-termékek, egyéb kiemelkedő és bemélyedő részeket tartalmazó



Az indigó ózon hatására bekövetkező oxidációja  
sárgulásos fakulást okoz

14. ábra

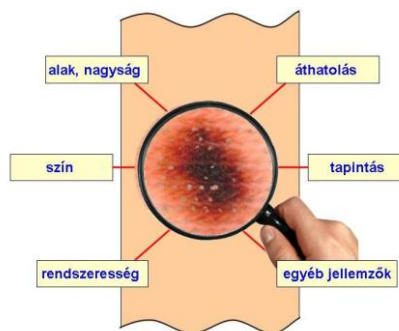
kelmék) jelenik meg feszes rétegélés és nagy préselő-nyomású kezelések során.

A felsorolás végén mindenképpen megemlítendő a különböző gyártás közbeni kelmetároló eszközök (hajtogatott termék elhelyezésére szolgáló láda-kocsik belső felületei, felsodort áru nagytekercs-szállító eszközök maghengerei stb.), amelyek textilanyaggal érintkező felületeinek állapota, tisztasága szintén lényeges tényező a foltosodások elkerülésére.

- A kikészített kész méteráru csomagolásával, tárolásával kapcsolatba hozható foltok minőségrontó hatása is fennállhat.

Az ún. fenolos sárgulást főleg az egyes műanyag csomagolóanyagok fenol tartalmú adalékai okozhatják, amelyekben pl. butilezett-hidroxi-tuluol van a műanyag öregedésének megakadályozására. Ez az antioxidáns átkerülhet a textilanyagra, majd a levegő nitrogénoxidjaival reagálva képződik a sárgulást okozó vegyület. Főleg fehér és világos színezetű textiliáknál jelentkezik a külsőképi probléma. A csomagoló fólia lágyító hozzátétje adott kelmerészeknél foltokat – fehér textilanyagnál sárgulást, színes termékeknél világosodást – okozhat.

A levegő megnövekedett ózontartalmával kapcsolatos a farmerszöveteknél előforduló visszafordíthatatlan sárgulás. A felhasznált indigószínezék viszonylagos kémiai labilitása és a lazább színezékkötődési igény (a színezékrészecskék többségükben a szálfelületen helyezkednek el) alapján veszélyeztetett ez a termékcsoporth. A szálak határoló palástján „ragadt” színezékrészecskék a gyártás nedves kezelései és a használat során alkalmazott mosási műveletek alkalmával átmenetileg a fürdőbe kerülnek, majd visszahúznak a szálasanyagra. Az újra lerakódott színezék jelentős hozzáférhetőséggel rendelkezik, így többek között az ózon erőyes oxidációjának fokozottan kitétt vegyület-ről van szó. Éppen ezért a nedves gyártási folyamatoknál (pl. irtelenítő, koptató fürdő) olyan segédanyagokat adagolnak, amelyek az ismételt szálra rakódást igyekeznek meggátolni (a levándorolt színezékszeme-cségeket szuszpenzióban tartják). Az indigó szóban forgó károsodása nagyban függ a színezék szálsanyagon lévő helyzetétől. Az ózon hatására bekövetkező indigó oxidáció és a folyamat során keletkezett melléktermékek (izatin, antranil-sav és ezek komplexei) vezetnek a sárgulásos-fakuláshoz. Tovább a „fotokémiai szmog” (az ózon, nitrózus-gázok, UV-hatás) okozza az irreverzibilis színezék átalakulási folyamatot, amely az indigó sárgulását idézi elő. A természetes környezetben az ózonképződés csak nappal megy végbe, mert a nap-



Foltok vizsgálata a kelme végben

15. ábra

fény idézi elő a káros mellékreakciókat a városi és ipari környezetben (pl. nitrogén-oxidok jelenlétében). A nedvességtartalom növekedése fokozza e kedvezőtlen folyamatot, miután a szálát körülvevő és behatoló víz (amely duzzasztó hatásával fokozza a hozzáférhetőséget) az ózon bejutását nagyban elősegíti. Főként a hosszabb idejű tárolásnál és a hajtogatott kiszerezésű méteráruknál válik komoly problémává, miután minden így károsodott el a kiterítés után periodikus hibaként méterenként, yardonként megjelenik ().

A túlzott természetes fény okozta károsodások főként az optikai fehéritésű kelmék egyes részeit erő intenzív napsugárzásra vezethetők vissza.

### A foltosodást okozó tényezők kimutatásának lehetőségei

A készkelmek külsőképét rontó különböző eredetű foltok forrásának feltárása a nyomozáshoz hasonló, fontosak a kapcsolatos nyomrögzítések. A vélt hibaokozó berendezések figyelése, a gépkezelő és ellenőrző dolgozók munkájának elemzése egyaránt lényeges. Fontos tényezőnek számítanak a fokozott idegenáru ellenőrzések, így a textilalapanyagok, színezékek, segédanyagok, vegyszerek beszállítók szerinti koncentrált kontrollja. A foltokozó felderítésére az említett külsőképi ellenőrzések mellett a természetes, ill. az UV-fényben történő vizuális elemzések, a különböző mikroszkópiai vizsgálatok, az aránylag egyszerűen végrehajtható laboratóriumi tesztek, bizonyító reakciók, továbbá a műszeres analitikai vizsgálatok állnak a textiles nyomozó szakemberek rendelkezésére.

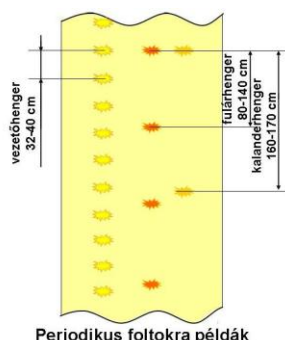
### A hibás kelmevég vizuális ellenőrzése

A kelmefelület megtekintéséhez az átnézőgépen (általában 45°-os dőlésű átnéző felület) kívül javasolt a vízszintes, aránylag nagy hosszúságú (pl. szabásasztalon) kiterítés (utóbbi főként az esetleges ismétlődés megállapítására). A vizuális elemzés történhet természetes, ill. mesterséges fényben, valamint UV-sugárzásban.

- A természetes, ill. mesterséges fényben (szórt, vagy alulról történő átvilágítással), közvetlen szemléléssel, ill. valamilyen nagyítóeszköz segítségével javasolt a kelme ellenőrzése. Ennek során feladat (15. ábra):

- a foltok alak és nagyság szerinti azonosítása,
- a foltosodás kihatása a kelmeoldalakra, a károsanyag-behatolás mértéke,
- a foltok színének alakulása,





Periodikus foltokra példák

16. ábra

– a foltok végen belüli helyének, esetleges rendszerességének, ismétlődésének behatárolása (a periodikusság pontos megismerésével) (16. ábra),

– a foltosodott kelmefelületek nagyított képének elemzése (pl. kidörzsölődési helyek, mechanikai művelet hatásától rezerváló részek stb.),

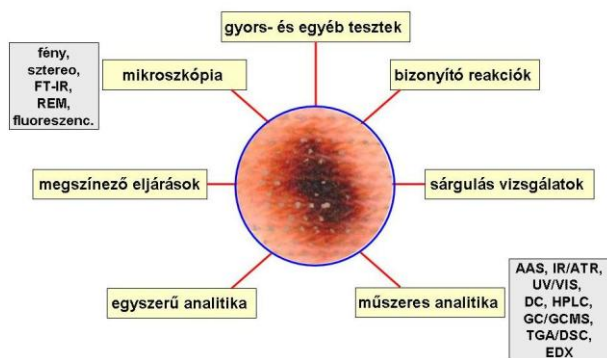
pintása, fogásbeli különbségeinek elemzése,

– a foltok egyéb kapcsolatos jellemzőinek megállapítása.

• Az UV-sugárzásban főként a fluoreszkáló gépolaj foltok azonosíthatók, továbbá az optikai-fehérítőszerekkel kapcsolatos hiányosságok egy része tárható fel.

### Laboratóriumi vizsgálatok

A megfelelő foltazonosításhoz kellő laboratóriumi héttérre van szükség, ahol a foltosodásokat jellemző anyagvágatokon különböző vizsgálatok végezhetők (17. ábra).



A foltok laboratóriumi vizsgálata mintákon

17. ábra

### Mikroszkópos vizsgálatok

A mikroszkóppal végzett vizsgálatok történhetnek fénymikroszkóppal vagy rászter-elektron-mikroszkóppal (előbbit a vizsgálandó textilanyagot ráeső vagy átvilágító fényben, utóbbit a rendkívül parányi részecskéket elektronsugár segítségével lehet vizsgálni).

• A fénymikroszkópos elemzéseknél nagyon lényeges az optimális nagyítási mérték kiválasztása, számtalan esetben a túlzott felnagyítás zavaró. A vizsgálatot hatékonyan segítheti a képkivágásban levezhető hibátlan kelmerész egyidejű megjelenítése, továbbá a különböző mezőben (sötét, világos) történő szemléltetés, valamint a polarizáció kihasználása. A roszkópi meghatározás során vegyszeres cseppentéses vizsgálatokra is mód nyílik, a lejátszódó folyamatot gitális kamerával lehet megörökíteni. Többek között a poliészter oligomer kiválások is kimutathatók szkóppal, diklór-metános extrahálást követően. Az

dószter elpárolgás után a problémát okozó anyag tályos formában látható.

• A rászter-elektron-mikroszkóp (REM – Reflection Electron Microscop) roncsolásmentes vizsgálatánál a nagyon finom részletek elemezhetők (pl. a szálasanyagon megjelenő, rendkívül parányi lerakódások megfigyelésére). Többek között így figyelhetők meg a kemény víz okozta kalcium-karbonát kristályok, mint a kelmén azonosítható lerakódások. A REM lizis során közvetlen vizsgálhatók a foltképzők nomabb struktúrái (18. ábra).

• A fluoreszcencia mikroszkópia azon alapszik, hogy bizonyos vegyületek (pl. egyes színezékek) nagy-energiájú (kis hullámhosszú) fényvel megvilágítva más, alacsonyabb frekvenciájú fényt bocsátanak ki (ez a jelenség a fluoreszcencia). Miután a fluoreszcencia során kibocsátott fény hullámhossza (színe) eltér a megvilágító fénytől, a fluoreszcens mikroszkóppal alkotott képen általában csak a vizsgálni kívánt rész látható.

### Tesztek, bizonyító reakciók, egyszerű analitikai vizsgálatok

Az egyszerűbb laboratóriumi tesztek, bizonyító reakciók, szokásos analitikai vizsgálatok – amelyek különleges műszerezettséget nem igényelnek – eredményesek lehetnek a foltokozók kiderítésében.

• A különböző teszt-színezésekkel (kifestésekkel) adott anyagok jelenlétét lehet a foltos részen azonosítani.

Pl.

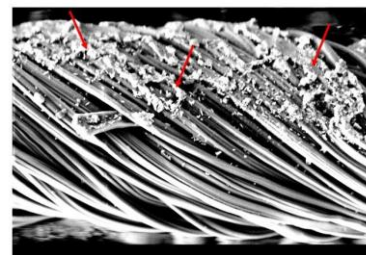
ban oldódó

színezékekkel (pl. Ceresrot 7B /Color Index – C.I. – szám: 26050 – No. C.I. Solvent red 18/) a folt olaj, ill. zsír eredetét lehet kimutatni. A foltos kelmerészt 1:40 fürdőarány mellett 60 °C-on kb. 10 percig színezik, majd hideg öblítést követően 150 °C-on 3 perces kezelésnek vetik alá. Az elszíneződött részek olaj, ill. zsír jelenlétére utalnak (19. ábra).

Bázikus színezékes kezeléssel pl. az iranyag-maradványok kimutatására kínálkozik lehetőség.

• A reagensekkel történő vizsgálatokra is számos lehetőség nyílik.

A rozsdafoltok kálium-ferrocianiddal –  $K_4[Fe(CN)_6]$  – jellegzetes kék (berlini kék) színreakciót adnak. A különböző egyéb vasfoltok ammónium-rodaniddal vörös elszíneződést mutatnak. Mindkét esetben a vas(III) ionokkal színekompex képződik. Az  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  a berlini kék, az  $Fe(SCN)_3$  a jellegzetes vörös színű vasrodanid (20. ábra).



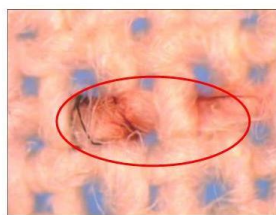
Lerakódások viszkóz fonalon (REM mikroszkópos felvétel)

18. ábra

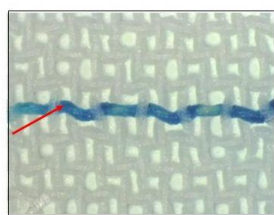


Foltkimutatás Ceresrot 3R színezéssel

19. ábra



$\text{Fe}(\text{SCN})_3$  (vörös színű vasrodanid) képződése vasnyomokra utal



$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  képződött (berlini kék), rozsdás fonal került beszívásra

### Vas szennyezés kimutatás szín-komplekxképző reakciókkal

20. ábra

Az ammónium-ezüst-nitrát oldattal történő meleg (80 °C-on 2-3 percig) kezelést követően megjelenő barnás kiválások ezüstre utalnak. A fém a redukciós hatásra válik ki, azaz a redukáló hatású aldehydcsoportok a cellulóz hidrolízisét mutatják, tehát szálkárosodás áll fenn (pl. a cellulóz láncmolekula depolimerizációja következtében) (21. ábra).

A közismert metilén-kék (bázikus színezék) adszorpció a pamut szálkárosodásának kimutatását teszi lehetővé.

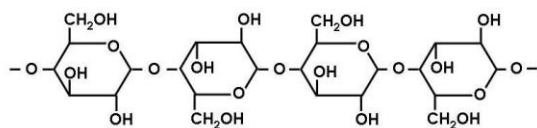
- Extrahálással a foltokat okozó anyagok oldószerekkel kioldhatók. Olyan vegyi fürdőre van szükség, amely a többi alkotórészt (főként a szálasanyagot) nem oldja, így pl. az acetone a cellulóz, ill. fehérjeszálnál és poliészternél, petroléter a cellulóz-acetátoknál, metanol a poliakril-nitrilnél alkalmas oldószerek. A kivonat ezután több módon vizsgálható (kémhatás, mikroszkópiai kép, infravörös spektroszkópia stb.).

A pH meghatározás a foltok helyéről nyert kelme extraktumból (oldószerek extrahálás maradványának vizsgálatával) végezhető. Pl. ilyen a lügfolatok kimutatása, mert sárgulási foltosodásnál pH=6 alatt nem lehet optikai-fehértető aggregátumra következtetni.

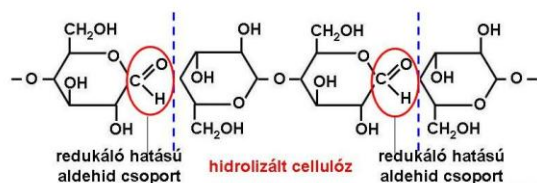
- A viszkozitás mérés főként a szálasanyag polimerizációs fokának alakulásáról ad információkat. Pl. cellulóz-szálnál a kuoxámos (rézhidroxid és ammónia) vizsgálat, kémleles nitrálásos módszer alkalmas erre. Így a szálkárosodás, ill. ennek mértéke pontosan követhető (oxidált – akár fémionok kataliziseként – ill. hidrolizált cellulóz).

- Az egyéb vegyszerek, ill. további egyszerűbb vizsgálatok elvégzése szintén hasznos.

A szilikonok okozta foltok kimutatására tetraklor-etilén kezelés alkalmas, a habkeletkezés nyomon követhető, ill. az eltávolíthatóság figyelése.



károsodásmentes cellulózlánc részlete



ammónium-ezüst-nitrát oldattal kezelt mintán sárgás-barnás elszíneződés jelzi az ezüstkiválást → pamut kémiai károsodása

### A cellulóz kémiai kimutatásának egyik módszere

21. ábra

A sárgulás eredetű foltok vizsgálatára savas (ecetsav), ill. lúgos (ammónium-hidroxid és gőzei) kezelés elvégzése javasolt (a klasszikus sárgulás lúgos hatására erősödik, savas körülmények között gyengül a folt-hatás). Szintén sárgulási foltra lehet következtetni a mosással könnyen eltávolítható külsőképi hiányosságok esetén.

Az olajos, zsíros szennyeződések kimutatására a foltos kelmerésznél speciális fóliával történő lenyomat-készítés (Courtauld's-teszt) javasolt. Az egyébként átlátszó műanyagréteg a behatoló zsíros anyagoktól homályossá válik (22. ábra).

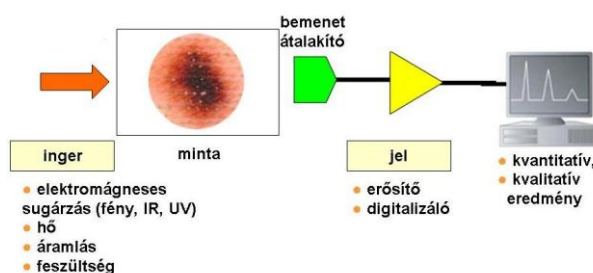
### Műszeres analitikai vizsgálatok

A műszeres analitika általános elve, hogy a mintát fizikai, vagy fizikai-kémiai kölcsönhatásnak teszik ki, a keletkező analitikai jelből lehet következtetni az alkotó minőségére és mennyiségére.

A megfelelően előkészített, foltból származó anyagmintát valamilyen külső inger (elektromágneses sugárzás, hő, áramlás, feszültség) éri, a képződött jel (erősítés és digitalizálást követően) biztosítja az eredményt. A vizsgálati módszerek között optikai mérések (láng-fotometria, spektrofotometria, atomabszorpció; emissziós, ill. szorpciós meghatározások), elektroanalitikai meghatározások (potenciometria, voltametria) és a kromatográfiás eljárások ismertek (23. ábra).

### Emissziós és szorpciós vizsgálatok

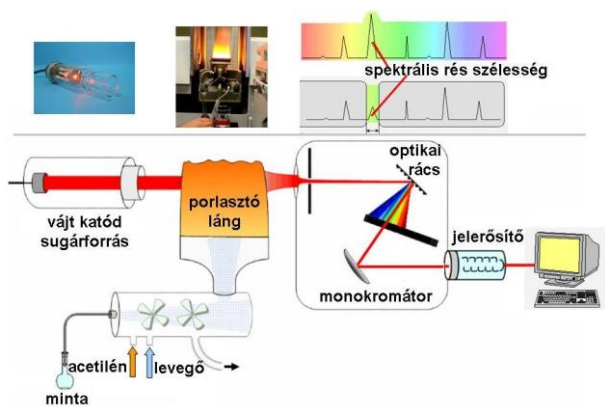
A spektroszkópiai vizsgálatok eredményesen felhasználhatók foltanalízisre is. Korábban a látható hullámhosszú színekélelemzés volt jellemző, ma már többféle, más-más frekvenciájú sugárzást (UV=ultraibolya, IR=infravörös, X-ray= röntgen, NMR= mágneses magrezonancia rádióhullámok stb.) használnak. Az ilyen vizsgálatok során a meghatározandó anyagból eredő elektromágneses sugárzás (kisugárzott, ill. a kölcsönhatásba kerülő) képezi a minőségi- és mennyiségi azonosítás alapját. Az ide tartozó emissziós meghatározások lényege a vonatkozó részecskék gerjesztett állapotából eredő sugárkibocsátás, amely termikus folyamatok, ill. kémiai reakciók következtében jön létre. A



### A műszeres analitikai vizsgálatok általános elve

23. ábra





A láng-atomabszorpciós spektroszkópia elve

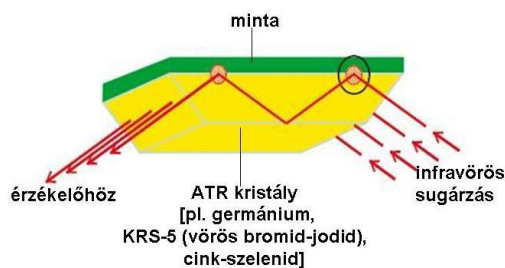
24. ábra

reflexiós módszereknel a külső elektromágneses sugárzás a vizsgálandó anyaggal kapcsolatba kerülve részben reflektálódik, a fénylehajlás, ill. az optikai fogatás szolgál a mérés alapjául. A szorpciós méréseknél a sugárelnyelést használják fel, amikor a reflexió nem számottevő. A spektrofotometriás készülékek egyrészt a fotométerek, amelyek szűrőkkel történő hullámsáv változtatásokra képesek. A másik nagy csoportot alkotó spektrofotométerek esetében a prizmás, vagy rácsos monokromátoros alkalmazás jellemző. A monokromátor feladata a folytonos sugárzásból olyan szűk sáv kiválasztása, a minta elnyelési sávjának megfelelő.

Az atomabszorpciós (AAS – Atomic Absorption Spectrometers) módszereknel porlasztógáz (pl. acetilén és levegő; acetilén és dinitrogén-oxid) továbbítja mintát a kialakult lángba (elektrotermikus grafitcső esetén folyadékminta közvetlenül adagolható) (24. ábra).

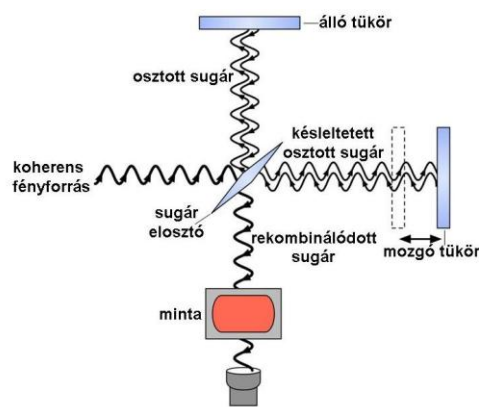
Az alkalmazott sugárforrással (pl. vált katódlámpa) a vizsgálandó anyagot szabad atomokra/ionokra bontják, a részecskéket gerjesztéssel aktivizálják, így alakul ki az emissziós információ. Az atomabszorpciós eljárás főként a különböző fémmeghatározásokra alkalmas, azonban néhány nemfémes elem (szilícium, foszfor stb.) kimutatására is felhasználható. A készülék tehát a megfelelő sugárzás képzőből, atomforrásból, foto elektron sokszorozóból, ill. jel- és adatfeldolgozó egységekből épül fel.

A különböző alkalmazott spektroszkópiák kapcsán megemlítendő, hogy pl. az extraktumból infravörös spektroszkópiával (IR) meghatározhatók a zsír-, ill. olajeredetű foltok pontos összetevői. az extrahált maradvány infravörös spektrum görbéje számos további elemzésre alkalmas. Az IR/ATR (Attenuated Total Reflection) infravörös csillapított teljes reflexió módszerével ismert anyagokkal (pl. szilikonos olaj, ásványolaj) való összehasonlításokra nyílik mód (25. ábra).



A csillapított teljes reflexióval történő vizsgálat (ATR)

25. ábra



Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia (FT-IR)

26. ábra

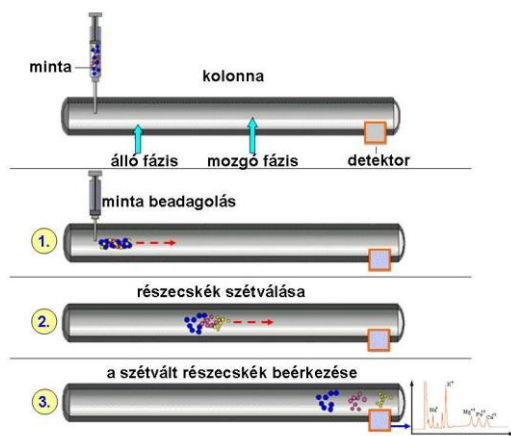
A Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia (FT-IR – Fourier Transform Infrared Spectroscopy) egy olyan mérési technika, melynek során idő- vagy térbeli méréseket tesz lehetővé az anyagból kilépő elektromágneses sugárzás. Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópia nem egy hullámhosszon, hanem számos különböző hullámhosszú sugárzáson méri az infravörös intenzitást. Az elnevezés a szóban forgó matematikai transzformációval (jelek közötti átalakítás idő, vagy térbeli és frekvenciatartományban) kapcsolatos (26. ábra).

Az ún. nyomtartományok esetén nagyon kisméretű mintákból lehet értékelhető információkhoz jutni. A röntgen-analízis (EDX – Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy) energia-diszperzív röntgen spektroszkópia, azaz a röntgensugárral gerjesztett atomok által kibocsátott sugárzás a meghatározás alapja. A folt-elemzéseknél azért is kiemelkedő ez vizsgálati módszer, mert minimális maradványból is korrekt elemi analízist tesz lehetővé, roncsolás-mentesen (a komponensek tartalmát és eloszlását meghatározva).

### Kromatográfiás meghatározások

A kromatográfia – az elnevezés görög *kroma* (szín) és a *grafein* (írni) kifejezésekből származik – az anyagkeverékek elválasztására használatos laboratóriumi módszercsalád neve, amelynek során a vizsgálandó anyag elválik az elegyben található további molekuláktól. A kromatográfiás vizsgálatok közös jellemzője egy olyan elválasztási módszer, amelyben az összetevőket átvezetik (mozgó fázis) az ún. statikus (álló, helyhez kötött) fázison. A fázisok közötti anyagátmenetben a különvált részecskék pillanatnyi jelenléte vizsgálható. Az így elkülönített összetevők fizikai (különböző erősségű kölcsönhatások), vagy kémiai (ionos, ill. sav-bázis folyamatok, komplexképzés) sajátosságaik szerint mérhetők. Az állófázis szilárd, ill. folyékony, a mozgófázis gáz, ill. folyadék lehet (így a mozgófázis szerint gáz, ill. folyadék kromatográfia ismert) (27. ábra). Az elválasztás történhet frontális, kiszorításos, ill. elúciós módszerrel. (Az utóbbi az elterjedt, nevét az állófázishoz nem kötődő, folyamatosan áramoltatott mozgófázisról – *eluens* – kapta). Az oszlopkromatográfiás elválasztási technika során az állófázis egy csőben található. A szilárd állófázis szemcséi vagy a hordozóra felvitt folyékony állófázis a cső (*kolonna*) teljes térfogatát kitöltheti (töltött oszlop) vagy a cső fala mentén koncentrálódhat, akadálymentes utat hagyva a mozgó





A kromatográfiás szétválasztás elve a kolonnában

27. ábra

fázisnak a cső középső részén. A kromatográfiás módszerek közül lényeges az adott feladatra optimális rendszer kiválasztása. Az eredmények az ún. kromatogramból nyerhetők. A görbe csúcsainak időbeni megjelenése minőségi, a görbe alatti terület a mennyiségi (koncentráció) kimutatást teszi lehetővé.

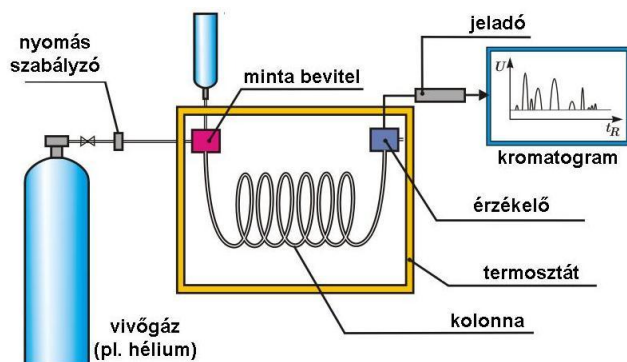
- A folyadék- (LC - Liquid Chromatography) és gázkromatográfiás (GC - Gas Chromatography) vizsgálatok többféle foltanalízisre alkalmazhatók (28. ábra).

Az ún. vékonyréteg-kromatográfiával (DC - a német Dünnschichtchromatographie kifejezésből, angolul TLC - Thin Layer Chromatography) vizsgálhatók a zsíros jellegű foltok (olaj, viasz, zsír, szilikon) klórozott oldószerekkel nyert extraktumai. A HPLC (High-performance Liquid Chromatography) alkalmazásánál, mint nagy teljesítményű folyadék-kromatográfiával az oldható keverékek választathatók szét, majd mindegyik komponens azonosítására és mennyiségi meghatározására nyílik lehetőség (29. ábra).

A gázkromatográfiás GC/GCMS (Gas Chromatography-Mass Spectroscopy) vizsgálatok főként anyagkeverékek tömegspektroszkópiával kombinált meghatározására alkalmasak.

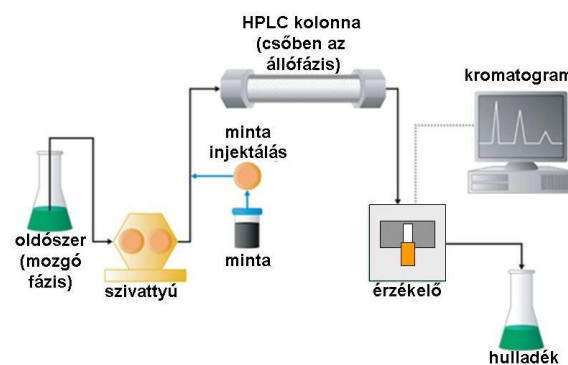
### Egyéb módszerek

A termogravimetriás analízissel (TGA - Thermogravimetric Analysis) a minta tömegének változása követhető a hőmérséklet függvényében (30. ábra). A kapott termogram alapján (pl. olvadási pont, kristályosodás) lehet meghatározni a rendszerben jelenlévő anyagokat.



A gázkromatográf működési elve

28. ábra



A nagy teljesítményű folyadék-kromatográfia elve (HPLC)

29. ábra

A DSC (Differential Scanning Calorimetry) differenciális pásztázó kalorimetria lehetővé teszi kis hő mérését, a folyamatos változások nyomon követését a mintában, a referenciával összehasonlítva.

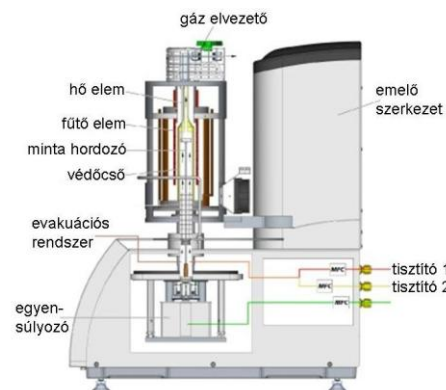
### Összefoglalás

A vonatkozó felmérések szerint a különböző foltokozók 1/3-a felderítetlen marad, 1/3-uk azonosítása csak részben sikerül, az 1/3-os arányban feltárt foltosodások fele pedig nem javítható, azaz minőségromtó tényezőként véglegesen a tételben marad. Ezért döntő szerep a megelőzésre hárul.

- Kiemelt fontosságú a hatékony idegenáru ellenőrzés, amelynek a beérkező nyerskalmékre (külső kép, mérhető minőségjellemzők), a beszállított színezékekre és egyéb vegyi anyagokra és segédanyagokra, valamint a gyártási segédesszközök vizsgálatára kell kiterjednie.

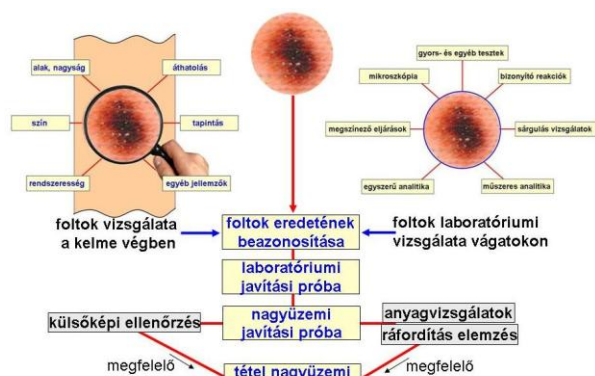
- A rendszeres gyártásellenőrzés (a technológiai előírások, gépbeállítások és állapotjelzők betartása) során fel kell tártani azokat a személyi és tárgyi tényezőket, amelyek a külsőképi hibákhoz vezethetnek.

- A gyártásközi ellenőrzés alkalmazásával kontrollálni kell a félkész termék külsőképi minőségének és a főbb műszaki paraméterek (pl. szilárdsági jellemzők, szintartóssági tulajdonságok stb.) tényértékeinek alakulását. Amennyiben elváltozások, eltérések kerülnek felszínre, gyors és széleskörű elemzést kell folytatni, amit a szükséges megelőző vagy helyesbítő intézkedések követnek.



A termogravimetriás analízisre alkalmas készülék felépítése

30. ábra



A folt eredetének vizsgálata, javítási mód meghatározása, nagyüzemi javítás előkészítése  
31. ábra

- A gépek és berendezések technológiai és gépészeti állapotára, tisztaságára fokozott gondot kell fordítani, minőségképességük megőrzése érdekében a precíz és rendszeres karbantartás elengedhetetlen.

- A teljes körű végellenőrzés alkalmával az észlelt hiányosságokat sürgősen vissza kell csatolni, hogy a technológusok, gyártást irányító és felügyelő szakemberek a hiba okának feltárását mielőbb meg tudják kezdeni, ill. a megelőző vagy helyesbítő intézkedésekre sor kerüljön.

- A megfelelő foltazonosításhoz alapvető laboratóriumi háttérre van szükség, ahol a gyors tesztek, bizonyító reakciók, egyszerűbb kimutatások elvégezhetők. Amennyiben ezek nem vezetnek eredményre,

megfelelő hibavágattal fel kell keresni egy olyan vizsgáló partnert, ahol a műszeres analitikai meghatározások eszközháttérre is rendelkezésre áll.

A bekövetkezett külsőképi hibák azonosítása és a folteltávolítási eljárás meghatározása után – a nagybani javítás megkezdése előtt – célszerű megfelelő laboratóriumi modellkísérleteket végezni. Célszerű továbbá az alkalmasnak tartott és kidolgozott beavatkozás előtt kisebb tételre kiterjedő nagyüzemi próbagyártás elvégzése az üzemi körülmények közötti hatékonyság kontrollálása céljából. Együttal javasolt az így végzett próba javítás teljes körű értékelése is, nemcsak külsőképi ellenőrzéssel, hanem anyagvizsgálatokra is kiterjesztve (főként a szilárdsági jellemzők, emellett a színtartósági kontrolllok, a speciális rendeltetési célnak való megfelelés ismételt vizsgálata), továbbá a gazdaságossági tényezők mérlegelése is lényeges szempont. Tekintve, hogy a javítások kimenetele kétséges is lehet, hangsúlyos a prevenció fontossága, azaz a különböző foltosodások lehetőség szerinti elkerülése (31. ábra).

#### Felhasznált irodalom

- [1] Margitta Zierer, Elmar Lau: Foltok és sárgulások, Bezema szimpózium, 2004. október 10-17., Svájc
- [2] Rusznák István: Textilkémia I.-II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1988.
- [3] Burger Kálmán: Az analitikai kémia alapjai, kémiai és műszeres elemzés, Semmelweis Kiadó, 1999.