



Kutasi Csaba

Műszaki intézkedések és törekvések a fenntartható textiltisztítás érdekében

A fenntarthatóság jegyében fenn kell tartani a természetes struktúrák, források mindazon képességét, amely a természet és a társadalom alapját képezi, továbbá úgy kell elkerülni a környezet elhasználódását, hogy közben se a gazdasági fejlődés, se a társadalmi egyenlőség és igazságosság ne szenvedjen csorbát.

A textiltisztítás a különböző kész textiltermékek (lakossági ruházat, lakástextília; egészségügy és egyéb közületek stb.) szennyeződésmegszüntetése és újbóli felhasználhatóságával foglalkozik. A kapcsolatos műveletek részben a háztartásokban is végrehajthatók, ugyanakkor nagy mennyiségű tisztítása esetén ez a tevékenység az ipari mosodák és a vegytisztítást végző vállalkozások tevékenységi körébe tartozik. Leegyszerűsítve: a textiltisztítás eredményeként a szennyes termékek tisztán, esztétikus kivitelben, káros mikroorganizmusoktól mentesen állnak a felhasználók rendelkezésére. A mosási folyamatokat jelentős mennyiségű víz-, energia- és vegyi anyag-felhasználás jellemzi, és főként az ipari víztelenítési-száritási-kalanderezési (vasalási) műveletek szintén energiaigényesek. A mosással nem tisztítható termékek kezelését zárt rendszerben – egyébként ártalmas – szerves oldószerekkel végzik a tisztítószalonokban, amelynek káros és professzionálisan ártalmatlanítandó mellékterméke veszélyes hulladék (1. ábra).



1. ábra. Textiltermékek szennyező forrásaira példák

A nagyüzemi és háztartási mosás környezeti hatásai

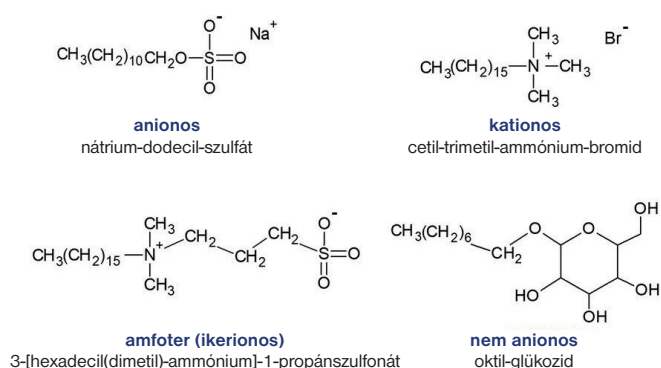
A hotelek és egyéb vendéglátóhelyek, az egészségügy, az időotthonok és más intézmények, illetve részben a lakosság textiltermékeinek tisztítását nagyüzemi mosodák végzik. A környe-

zetkímélést elősegítő „zöldítés” a textiltisztító szakma területén egyre jobban előtérbe kerül: azok a technológiák (vegyi anyag, technika) élveznek prioritást, amelyekkel a környezeti terhelés jelentősen csökken.

– A mosófürdő meghatározó mennyiségű oldószere a víz, amely a lelőhely geológiai jellemzőitől függően számos oldott vegyületet, többek között a tisztítási folyamatot zavaró kalcium- és magnéziumsókat tartalmaz. A nagyüzemi mosodák lágyított vizet használnak, amit általában ioncserélő berendezéseikkel a helyszínen állítanak elő. A háztartásokban csak kemény víz áll rendelkezésre, ezért a mosószerekben előforduló – csapadékképződést okozó – vízlágyítók közül a magas foszfát-tartalmú (pl. trinátrium-foszfát, „trisó”) változatok károsak. A mosófürdők közcsatornába eresztésével a foszfátok édesvízi „algavirágzást” idéznek elő, többek között bomlásuk csökkenti a vízi élőlények számára fontos oxigént.

–A fő hatóanyagot képező *felületaktív segédanyagok* jellegzetessége, hogy molekuláik hidrofíl hidrofób részből épülnek fel. A hidrofób vegyületrész lehet egyenes vagy elágazó láncú szénhidrogén, a hidrofíl rész ionos vagy nemionos. Általában a különböző fázisok határán vannak jelen. Habképző, diszpergáló- és emulgeálóképességük biztosítja a szennyeletávitást, miután a határfelületen irányítottan kötődő segédanyag hidrofób részével a szilárd anyag felé, hidrofíl részével a folyadékfázis felé irányul. A levegő nem hidrofíl, így a mosószerek is különböző mértékben habzószerek is. A kapcsolatos felületaktív segédanyagot többféle elnevezéssel illetik, így került szóba az amfipatikus és amfifil jelző. A tenzid kifejezést 1960-ban Götte javasolta (a latin tenzió, feszültség szóból kiinduló elnevezés a felületi feszültség csökkentésére utal), végül ez meghatározás vált gyakoribbá. A felületaktív anyag detergens néven is ismert, a latin eredetű kifejezés

2. ábra. Példák különböző felületaktív anyagokra





leegyszerűsítve a szintetikus előállítású tisztítószer neve. Anionos, kationos, amfoter és nemionos változatuk ismert (2. ábra).

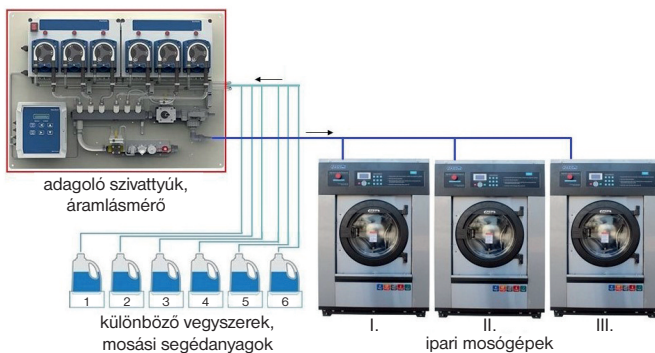
Kiemelendő, hogy a nemionos alkil-fenol-poliotoxilátok lebomlása alkil-fenolok (különösen nonil-fenolok) képződésével jár, amelyek szennyvízbe kerülve (és onnan kikerülve) az endokrin rendszert károsítják. A mosószeres és adalékanyagaik minden vízi élővilágra káros hatásúak lehetnek. Valamennyi mosószer elpusztítja a halak külső nyálkahártyáját (amely a mikroorganizmusok ellen véd), a kopoltyújukban is okoznak elváltozást, továbbá elpusztítják az ikrákat. Miután a mosószeres csökkentik a víz felületi feszültségét, az élővízbe került a peszticidek (pl. kártevők elleni növényvédő szerek), fenolok, sokkal könnyebben bekerülnek a halak tápcsatornájába.

A biológiailag lebomló felületaktív anyagok hidrophil (vizet kedvelő) része aminosavakból, peptidokból, poliszacharidokból vagy poliolkokból (cukoralkoholokból) áll, a hidrofób molekularész zsírsavakból épül fel. Jellegzetes képviselőjük például a foszfátidilkolin- (lecitin-) alapú biológiai felületaktív anyag.

– A mosófürdők – az áztató- és főmosószer mellett – számos vegyületet, vegyi segédanyagot tartalmaznak [lúgosító, enzím (bioaktív, pl. fehérjeszennyződés bontójaként), komplexképző, szürkületgátló, oxidatív fehérítő (nátrium-hipoklorit, hidrogén-peroxid, peracetsav), védőkolloid (mosófürdő szennyvívő képességét növeli)], a mosást követő öblítés, semlegesítés során is kemikáliákat [szervessav (pl. ecet-, hangyasav), fogást javító (lágysító, merevítő), öblítő, illatosító] alkalmaznak.

A szükséges főbb műszaki intézkedések

– A mosófürdő folyékony vagy oldott vegyi segédanyagainak pontos adagolását speciális, elektronikus vezérlésű automata szivattyúkkal (folyadékiszorításos, perisztaltikus vagy membrános) célszerű végrehajtani, a mosási programnak megfelelő időintervallumban történő befecskendezéssel. Így az automatikus adagolás során a rendszer szinkronizálja a tisztító- és egyéb vegyi anyagok előírt mennyiségeinek fürdőbe juttatását a mosási folyamat során. Az adagolók a mosási technológiától (pl. normál,



3. ábra. Vegyi anyagok automatikus befecskendezése

erősen szennyezett fehér; normál, erősen szennyezett színes; konyhai fehér; fehér és színes frottír stb.) függően precíz térfogatméréssel (áramlásmérő) továbbítják a szükséges mennyiségű folyékony vegyi anyagokat a mosógépbe. Ilyen technikával kizárt az esetleges vegyi anyag-keveredés, az optimális felhasználással anyagmegtakarítás is elérhető és jelentősen mérsékelhető a környezetszennyezés (3. ábra).

– Hangsúlyossá vált a vízfelhasználás csökkentése, pl. a 7 liter víz/1 kg száraz tömegű textilárány 1,5–2,5 l/kg-ra leszorítható, víz-visszaforgatással és egyéb megoldásokkal.

– A gőzfelhasználás csökkentése főleg a technológiai célú gépek és berendezések fűtésénél a közvetlen gáz-, illetve elektromos energiára való áttéréssel érhető el.

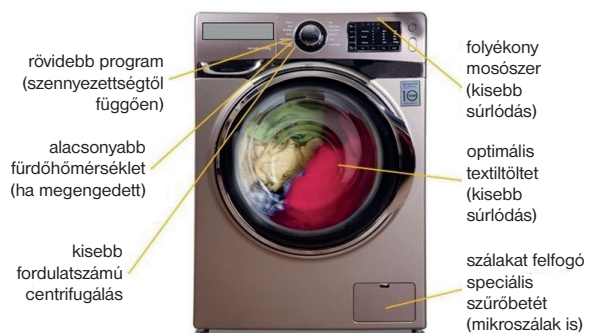
– A szükséges meleg víz rendelkezésre állását a forró szennyvíz hőcserélőn való átvezetésével támogatják.

– Fontos a már említett, biológiailag lebomló mosószeres, valamint az ilyen tulajdonságú segédanyagok használata.

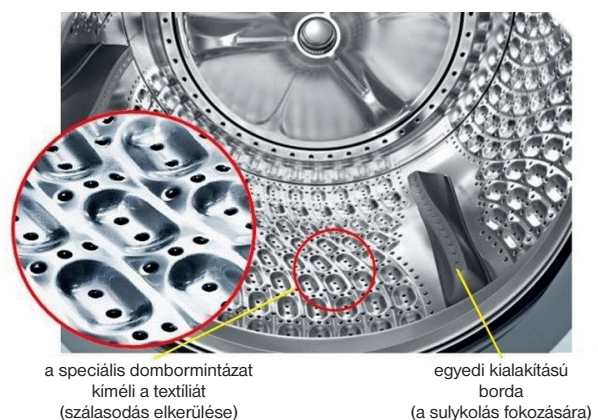
– Mind a nagyüzemi, mind a háztartási mosás során mikroműanyag-szennyezést okoz a közcatornába távozó, fürdőben benmaradó szintetikus-szálas töredékek nagy száma. A konfekcionált termékek (ruházat, lakástextil stb.) mosása során jelentős mennyiségű szálarabka kerül a mosófürdőbe, centrifugált vízbe (pl. 6 kg-os háztartási töltet esetén 700 ezer szál válik le – gondoljunk pl. egy 120 kg-os ipari mosógépre). Ezt a szálak fonalsodratból való kiszabadulása, használati és mosásmechanikai töredéke, természetes elhasználódásból eredő kihullása stb. idézi elő. A szálak mikroműanyagot (beleértve a mikro- és akár a nanoszálakat is) főként a poliészter (a legnagyobb mennyiségben termelt mesterséges, szintetikus szálanyag), ill. a különböző alifás poliamidok alkotják (pl. a nejlon, perlon).

A textíliákból távozó szálak mikroműanyagok élővízbe jutásának csökkentésére javasolt mosási módszerek, kivonatosan: Célszerű a szintetikus szálanyagokból készült ruhaipari termékek rövidebb programmal történő gépi mosása és alacsonyabb fordulatszámon végrehajtott centrifugálása. Az optimális mosógéptöltet betartásával kisebb a textiltermékek közötti dörzsölődés, így kevésbé szakadnak le a szálak. Az egyedi dobperforáció kíméli a textíliát, véd a szálasodástól. A folyékony mosószer kisebb súrlódással veszi igénybe a textiltermékeket, továbbá a mosógél vagy a tökéletesen feloldott mosószóda hozzáát kedvezőbb körülményeket biztosít, mint a por alakú mosószer. Az alacsonyabb

4. ábra. Szálak mikroműanyag-szennyezés csökkentése a mosásnál



5. ábra. Speciális dobperforáció és borda kialakítása





hőmérsékletű mosás [persze a kezelési jelképsor teknő/kád piktoqramjában szereplő számadat (°C) az irányadó] azért előnyös, mert a melegebb vízben több szál szakadhat le. Fontos és elterjesztendő fejlesztés a mosógépből távozó víz áteresztése hatékonyan szűrő betéteken, mert így a szálak-mikroműanyagok a mosás során leválasztódnak (4. és 5. ábra).

A vegytisztítás hatóanyagainak problémái, alkalmas helyettesítőszer

A vegytisztítást *száraztisztításnak* is nevezik, mert a szerves oldószer mellett minimálisan alkalmazott vízhozottát (kb. 16 % a vízdoldható szennyeződések eltávolításához) ellenére az eljárás végén – a termékben maradt oldószer elpárologtatása után – a dobból kikerülő textiltermék száraz lesz. Jelenleg a fő oldószer a klórozott szénhidrogének közül a perklór-etilén (tetraklór-etilén, C_2Cl_4), amelyet ártalmassága miatt kizárólag zárt rendszerű berendezésben szabad alkalmazni. A kezelési jelképsor utolsó piktoqramja ez esetben a körkontúrban szereplő „P” jelzés. Lehetőség van még az alkalmas szénhidrogénekkel (pl. speciális benzín és egyéb 15–21 °C desztillációs tartományú, 38–70 °C lobbanáspontú, tűzveszélyes) történő eljárásra is (ezt a körpiktoqramban szereplő „F” jelzés teszi lehetővé). Az utóbbi tisztítótechnológiát KWL eljárásnak is nevezik (a német Kohlenwasserstoff-Lösemitel elnevezés alapján) (6. ábra).



6. ábra. A vegytisztításnál alkalmazott perklór-etilén káros hatásai

A textiltisztításhoz *többféle oldószer* szükséges, alkalmazását a moshatóság vagy a vegytisztíthatóság dönti el. A vegytisztításnál általában mindig jelen van *víz*: vagy a textília hozzá magával, vagy a tisztítás határfokának növelésére (vízdoldható szennyezők eltávolítása) adagolják a rendszerbe. A tisztításerősítő például olyan segédanyag, amely vízdoldható és emulgeátorként hat.

A tisztítási folyamat végén a fürdőbe vitt szennyeződések desztillálással, centrifugálással, szűrővel távolítják el. A *desztilláció* során az oldószer és a víz rendszerint azeotróp elegyként viselkedik. A tiszta perklór-etilén forráspontja 121,2 °C (nagyon szennyezett esetben >125 °C). A 16:84 arányú víz–perklór-etilén elegy esetén a forráspont 87,1 °C (nagyon szennyezett elegynél 90 °C felett). A 150 °C-nál magasabb forráspontú anyagok a desztillációs maradékban (persár) jelennek meg. A tisztított oldószert visszavezetik a tartályba, így újra felhasználható további tisztításra. A korszerű vegytisztítógépek számítógép-vezérelt szárításerzékelővel is rendelkeznek, amely automatikusan felügyeli, hogy a perklór-etilén minden kimutatható nyomát sikerült-e eltávolítani.

A desztillálódó oldószerkeletet gyorsan fel kell fűteni 80 °C-ig (forráspont közelébe), majd a fűtés csökkentésével kell elérni a *normál elgőzölést* (különben a desztillációs maradék felhabzik, a szennyet stb. tartalmazó iszap a vízváltásztóba kerül; ami a textília szürkületét okozza). Az oldószer és a víz elválasztását a vízváltó biztosítja, hatására a kondenzátum (a lehűtött oldószer-gőzök) egy tartályba kerül, a sűrűségkülönbség alapján kettéválik a víz és az oldószer.

A vegytisztítógépekkel egybeépítve *desztillálóegység* működik, előfordul olyan megoldás is, hogy két gép oldószer-tisztítására alkalmas a telepített berendezés. A desztillátót gőzzel vagy villamos árammal fűtik, lehetnek légköri nyomáson működők, vagy vákuumdesztillálók. A desztillátor-forralóüstök álló, fekvő hengeres vagy sík falakkal határolt zárt tartályok, amelyek nyomástartó (maximum 0,5 bar nyomás alakul ki oldószertartályban) edényeknek számítanak. A desztillálás hűtővízigénye 1 liter perklór-etilén kondenzálása esetén kb. 480 kJ elvonandó hőmennyiséget igényel.

– A *perklór-etilén* kiváltását több tényező indokolja. Ez a szerves oldószer karcinogén és mutagén hatású, biológiailag nem bomlik le, gőze a légtérbe kerülve károsítja az ózonréteget, a visszamaradó persár (a visszanyert oldószer utáni desztillációs maradék) kovárdulásveszélyes hulladék. Mint említettük, a helyettesítésre bevezetett alacsony lobbanáspontú szénhidrogének tűz- és robbanásveszélyesek, a magasabb lobbanáspontúak károsak az egészségre, illetve tisztítóhatásuk gyengébb.

– Lényeges az ún. *nedves (vizes bázisú) tisztítóeljárás* elterjesztése, amelyre a körjelképben megjelenő „W” jelzés jogosít fel. A perklór-etilén vegytisztítás kiváltójaként említhető technológia akár igényes konfekcionált – pl. felsőruházati termékek – kezelésére is részben alkalmas. Ezt a tisztítást speciális gépben [nagyobb dobátmérő és -tér, alacsonyabb fürdőszint, nagyobb fürdőarány, minimális mechanikai hatás, frekvenciaváltós fordulatszám-változtatás (amely a dob forgását mosáskor, ill. a centrifugálás során optimalizálja)] végzik. A nedves tisztításhoz kifejlesztett és biológiailag lebomló mosószereket, speciális adalékokat (szárvédő, bekezelőszer stb.) a textília nyersanyag-összetételének, illetve szennyezettségének tényezőjének és mértékének megfelelően pontosan adagolják (lúgosítószer nélkül). Az enyhe öblítés és víztelenítés után speciális berendezésben kíméletesen szárítják (szabályozott teljesítmény és forgási sebesség, ill. irány). A nedves tisztítás végén a felsőruházati termékeket megfelelő formázóműveletekkel teszik újbóli viselésre alkalmassá (7. ábra).



7. ábra. A nedves tisztítás folyamata

– A sűrített *szén-dioxid* kiváló oldószer, környezetkímélési szempontból előnyös. Ugyanakkor a szén-dioxid tisztítószerként való elterjedését két tényező nehezíti. Egyrészt a nagy nyomású berendezések jelentős költségigénye, másrészt több szennyezőanyag nehéz oldhatósága. A superkritikus szén-dioxidon alapuló eljárásokhoz szükséges berendezéseknél valamivel olcsóbbak a



folyékony szén-dioxidot környezeti hőmérsékleten (kb. 18–22 °C) és kb. 50 bar nyomás alatt felhasználó technológiák (ennek a nyomásnak a kialakításához szükséges eszközök kisebb költségigényűek). A micellás felületaktív anyagok elvileg fokozzák a szennyeletávolító képességet víz- és szerves oldószer nélkül. Az előnyök és hátrányok mérlegelésével ez a textiltisztító technológia egyelőre nem terjedt el.



8. ábra. A perklor-etilén kiváltása a vegytisztításnál egyedi oldószerkeverékkel és speciális berendezéssel

– Kedvező perklor-etilén-helyettesítő a magas lobbanáspontú szénhidrogének és glikoléterek keverékeinek alkalmazása, ez alig veszélyes az egészségre és a környezetre, kevésbé kellemetlen szagú. Speciális vegytisztítógép szükséges, amely kis mechanikai behatással (lágy forgás, pl. 2 forgás után irányváltás) működik, illetve több program közül lehet választani (finom felsőruházat stb.). Az oldószer visszanyerése is egyedi berendezést igényel, mert a szer forráspontja 184 °C (a perklor-etiléné 135–140 °C) (8. és 9. ábra).

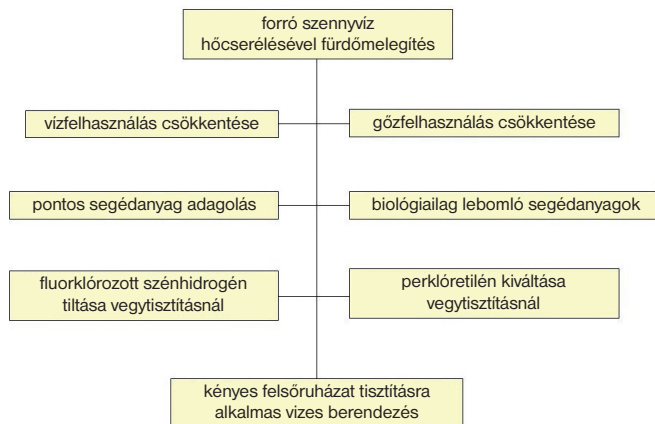
Befejezésül

A számos textiltisztítási eljárás kapcsán joggal felmerül a kérdés, hogy a környezettudatos fogyasztó milyen választási szabadsággal rendelkezik, amikor szennyezett textiltermékének tisztítását megrendeli a szolgáltató vállalkozásnál. Minden esetben a ruházati és egyéb áruban megtalálható, bevarrt szalagcímke piktogramosa, ill. szöveges kezelési útmutatója az irányadó. Ettől nem szabad eltérni, mert a termégyártó/forgalmazó csak ennek a megfelelő textiltisztításnak az alkalmazásával vállal kellék- és termékszavatosságot (10. ábra).

Amikor még nem a fenntarthatóságra gondoltak



Pompeiiben fennmaradt egy kb. 2000 éves mosoda, ahol feltehetően lúgos oldatban mostak, aztán öblítettek és a gyűrődéseket is „kípréselték”.



9. ábra. Környezetkímélési lehetőségek a textiltisztításnál

	kézi- vagy gépi mosás 40 °C-on		függesztve szárítás centrifugálás nélkül		vasalás 110 °C-on gőzölés nélkül
	kíméletes kézi- vagy gépi mosás 40 °C-on		függesztve szárítás centrifugálás után		vasalás 150 °C-on
	nagyon kíméletes kézi- vagy gépi mosás 40 °C-on		fektetve szárítás centrifugálás nélkül		vasalás 200 °C-on
	kézi mosás max. 40 °C-on		fektetve szárítás centrifugálás után		vegytisztítás perklor-etiénnel
	fehérítés bármilyen fehérítőszerrel		fektetve szárítás centrifugálás után		kíméletes vegytisztítás perklor-etiénnel
	fehérítés csak klórmentes fehérítőszerrel		szárítás árnyékban a megfelelő függesztve, ill. fektetve, szárítási vonalakkal kiegészítve		vegytisztítás pl. benzinnel
	gépi szárítás kb. 70 °C-on				kíméletes vegytisztítás pl. benzinnel
	gépi szárítás kb. 50 °C-on				professzionális vizes (bio) tisztítás

Az adattartalom nélküli alapjelkép átlós áthúzása a vonatkozó műveletet tiltja

10. ábra. Az MSZ EN ISO 3758:2012 szerinti textilkezelési jelképek

IRODALOM

- [1] Marosi József, dr. Tánzos Ildikó: Textilvegyipari kémiai technológia I., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- [2] https://www.researchgate.net/publication/309172278_Environmental_Sustainability_in_the_Textile_Industry
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/Dry_cleaning
- [4] <https://de.wikipedia.org/wiki/Tenside>
- [5] <https://patents.google.com/patent/US5069755A/en>
- [6] <https://goudlaundry.nl/wp-content/uploads/2017/02/cinet-solvatex-v.pdf>

Az 1948-ban alapított Patyolat mosoda és vegytisztító, a szocializmus egyik szimbóluma, „a dolgozó nők munkájának könnyítésére” szolgált. A kelenföldi volt Magyarország legnagyobb mosóüzeme; itt naponta 30 tonna „fehéret” (ágyneműt stb.) mostak.

