

A vákuum szerepe a textilgyártásban

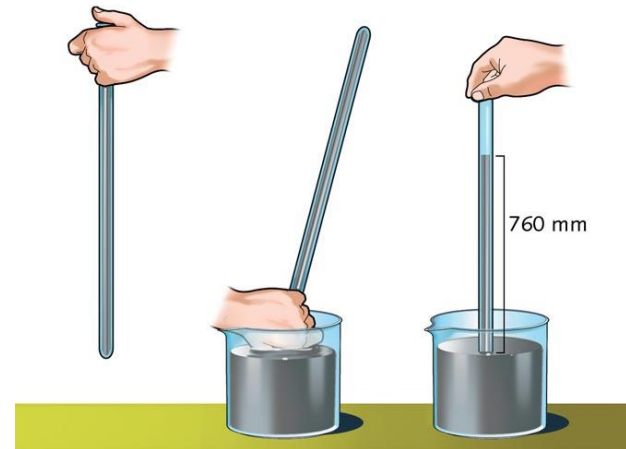
összeállította:
Kutasi Csaba

2024. március



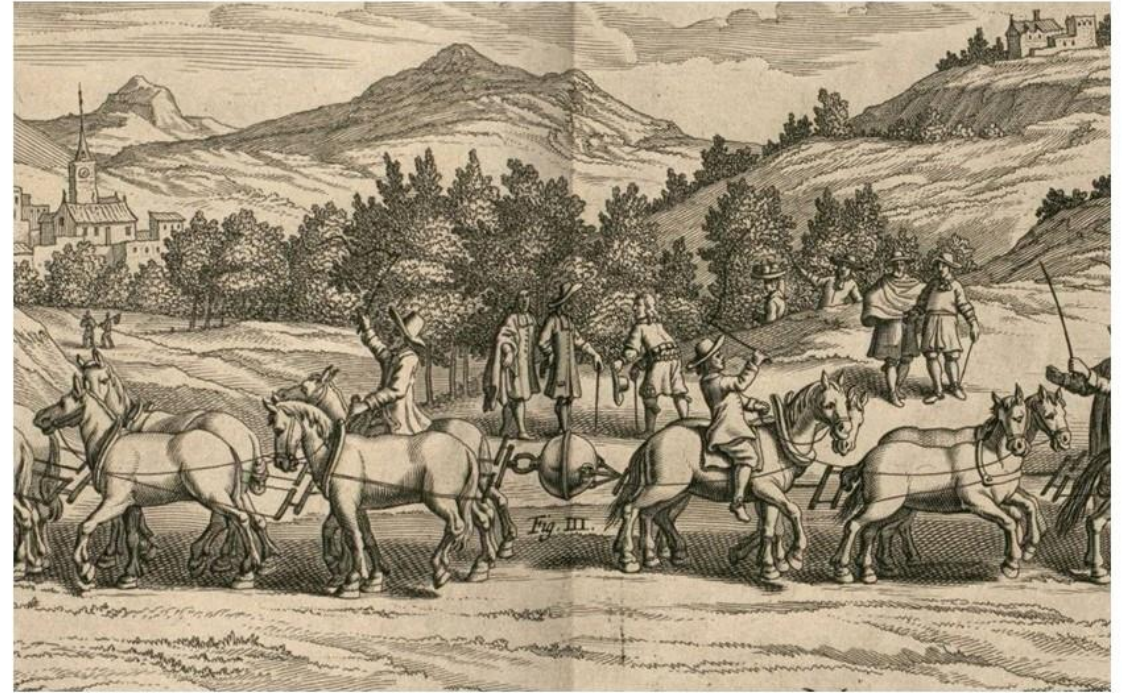
A légnyomás felfedezése

- a levegő nyomását igazoló kísérletet először Torricelli végezte el 1643-ban
- az egyik végén zárt üvegcsövet teletöltött higannyal, a cső szabad végét befogta és nyílásával lefelé függőlegesen, egy higanyal részben töltött tálba helyezte úgy, hogy nyílása a higanyfelszín alá kerüljön
- majd a nyílást szabadon hagyva a higany egy része kifolyt a csőből, ugyanakkor kb. 75-76 cm-es higanyoszlop benne maradt (a tárolóban a szabad higanyfelszínre ható légnyomás tartotta meg)



- a légnyomás jelentős nagyságú, testünk minden négyzetcentiméterére 10 N erő, egy 1 kg tömegű test súlya hat (tengerszinti 45°-os földrajzi szélességen, 0 °C-on mért légnyomás 101,325 kPa, azaz 1013,25 hPa)
- ez nem jár kellemetlenséggel, mert a légzés és a vérkeringés következtében az emberi testben ugyanekkora nyomás uralkodik
- a légnyomás hirtelen változása viszont azért észlelhető, mert a szervezet lassú folyamattal tudja csak követni

A légnyomás bizonyítása



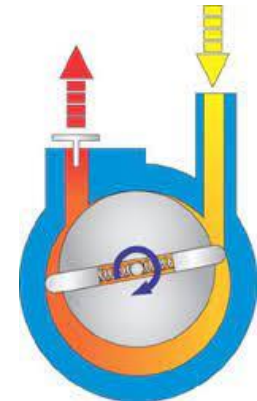
Az eredeti magdeburgi féltekék és a Guericke-féle vákuumszivattyú a Deutsches Museumban (München)

az atmoszféra nyomásának egyszerű bemutatása először 1654-ben, Otto von Guericke német tudós eszközeivel

- 1654-ben a németországi Magdeburgban Otto von Guericke igen demonstratív kísérletet hajtott végre, az üres tér létezését bizonyítva, fontos előzmény volt, hogy ő 1650-ben feltalálta a légszivattyút, amivel jelentős légritkítást tudott előállítani
- két hermetikusan összeillesztett fém félgömb alkotta testből eszközeivel kiszívta a levegőt
- a félgömbökön levő csatlakozókhoz 8-8 lovat fogtak be, ezek húzták két oldalról a kialakított gömb feleit
- a külső nyomás annyira összepréselte a két félgömböt, hogy az igavonóállatok nem tudták a féltekéket széthúzni
- ezt követően a levegő beengedésével a két félgömb magától szétesett, az összetett eszközt a híres „magdeburgi féltekének” nevezik mindmáig

A vákuum létrehozása, fajtái

- a vákuum kifejezés a **latin vacuus** melléknévből származik (ami az „üres” jelzője), leegyszerűsítve **anyagtól mentes teret** jelen
- a **vákuum** tkp. egy olyan tartomány, amelyben **gáznyomás sokkal kisebb**, mint a **légköri nyomás**
- a **fizikusok** szerint a **tökéletesen légüres teret** javasolt vákuumnak nevezni, a **tökéletlen légritkítésnél** (pl. laboratóriumban) **részleges-vákuum** kifejezést célszerű használni
- ugyanakkor a **mérnöki- és alkalmazott fizikában** a vákuum megjelölés megengedett minden olyan térre, amelyben a **nyomás lényegesen kisebb**, mint a **légköri (atmoszférikus) nyomás** (pl. egy átlagos, **hagyományos háztartási porszívó** a szükséges **szívóerő** érdekében mindössze **kb. 20 %-kal csökkenti a légnyomást, 80 kPa-t elérve**)
- a **különböző tudományokban** (pl. fizikai, kémiai, mérnöki), az általánosan **elterjedt vákuumkamrákban** a **légköri nyomás** ($100 \text{ nPa} = 10^{-9} \text{ Pa}$), **kb. 100 részecske/cm³** értékű is lehet
- a vákuum az **ókori görög idők óta viták** tárgya volt, csak a **17. században kezdték vizsgálni**
- a **vákuumfajtákat a légritkítés nagysága szerint** különböztetik meg
- az **átlagos atmoszférikus nyomás** (légnyomás) **101,325 kPa**, az **elővákuumban 100-3 kPa**, a **középvákuumban 3 kPa-100 mPa**, a **nagy vákuumban 100 mPa-1 μ Pa**, az **ultra nagy vákuumban 100 nPa-100 pPa** (p: piko prefixum = 10^{-12}) jellemző
- a **technikai eszközöket** tekintve, pl. a **folyadékgyűrűs vákuumszivattyú kb. 3,2 kPa**, a **forgólapátos szivattyú 100 Pa-100 mPa** nyomáscsökkenést tud biztosítani



A vákuum egyik hatásának bemutatása



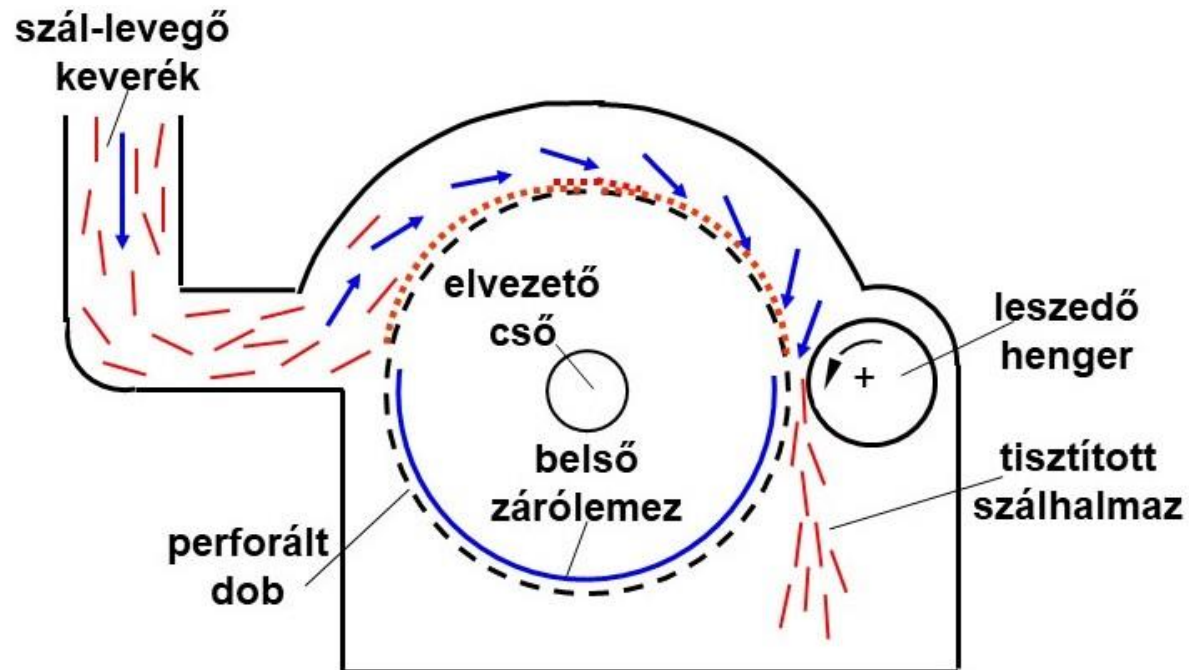
légritkítás
(vákuum)



vákuum

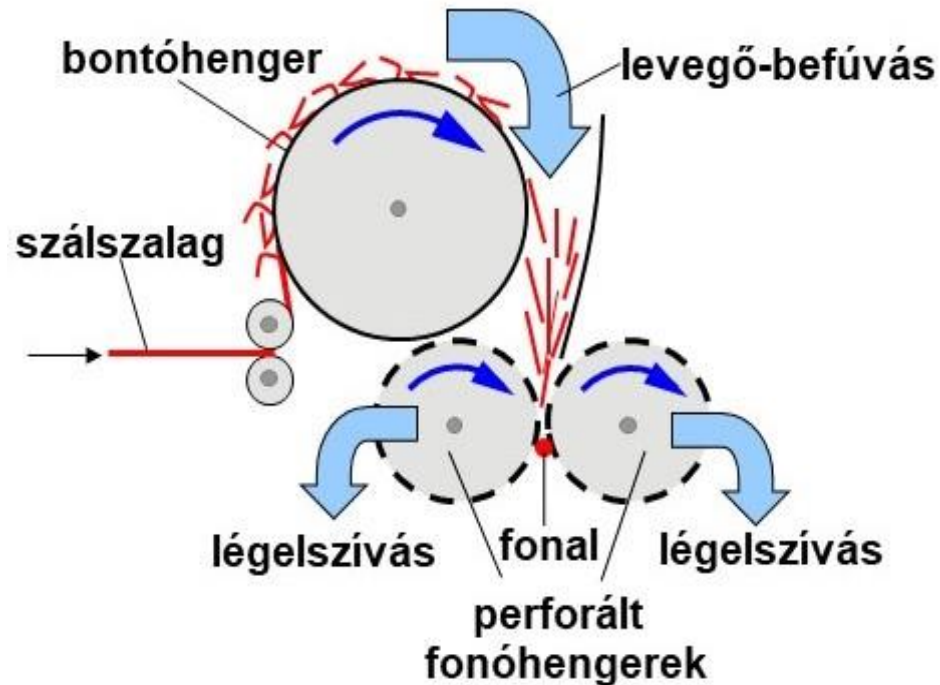
Szívódob a fonásnál

- a tisztítóhatást végző **szívódob** általában fémből készült, **perforált palástú henger**, az alap- és fedőlap köralakú, a forgástestnek megfelelő és **csapágyazott tengelycsonkokkal** forgatható, a perforáció **mérete és sűrűsége a felhasználási céltól függ**
- a **néhány mm-es furatátmérőjű nyílásokon** keresztül - a **dob belsejében fellépő szívóerő hatására** - a **légköri nyomásnál kisebb** légáram a **palástra rétegezi a szálanyagot** (az ezzel járó szűkítőhatás felgyorsítja a levegő áramlását), a **kisebb szilárd részek** (por, apró szennyeződések) a **perforáción keresztül a henger belsejébe** kerülnek (innen csővezetéken keresztül eltávolíthatók)
- a dob **egyik fele belülről zárt, félhenger palástú lemezzel** fedett a **szívóhatás** érvényesülésének **megakadályozására a nem kívánt részen**
- a palást felületére került **anyagréteg folyamatos leválasztással** tovább halad



Pneu-mechanikus fonás

- ennél az eljárásnál (Dref) a légárammal és egyidejű mechanikus harással érik el a sodratadást
- a gyapjú és gyapjútípusú mesterséges szálak, hulladékok (durva fonalak) fonására alkalmas speciális gépen filament hozzávezetéssel magfonal is előállítható
- a fonalképzés során a nyújtotszalag bontóhengerre kerül, a szálakat levegő-befúvással továbbítják a sodrózónába, ahol a perforált falú (belülről légelszívású), azonos irányban forgó fonóhengerek segítségével történik a sodrat kialakítása
- az elemiszálak a gördülőmozgás következtében sodródnak össze
- a pneu-mechanikus fonás - mint nyitottvégű eljárás - termelékenysége 5-10-szer nagyobb a gyűrűsfonalénál, a turbinásfonásnál (OE, BD) is termelékenyebb



Fonal kondicionálás

- a lezárt autoklávba helyezett fonalcsevét/motringokat először vákuumszivattyú segítségével kb. 986,6 hPa nyomású, légritkítással előidézett hatásnak teszik ki, ezzel a fonalból eltávolítják a levegőt (esetleges szennyeződések is) és a fonal többlet nedvességtartalmát
- továbbá javítják a gőz behatolását (az oxigén kiűzése egyúttal megakadályozza az oxidációt), ezután száraz gőzt injektálnak az autoklávba úgy, hogy biztosítsák a hőmérséklet egyenletes eloszlását, a hűtést vízzel oldják meg



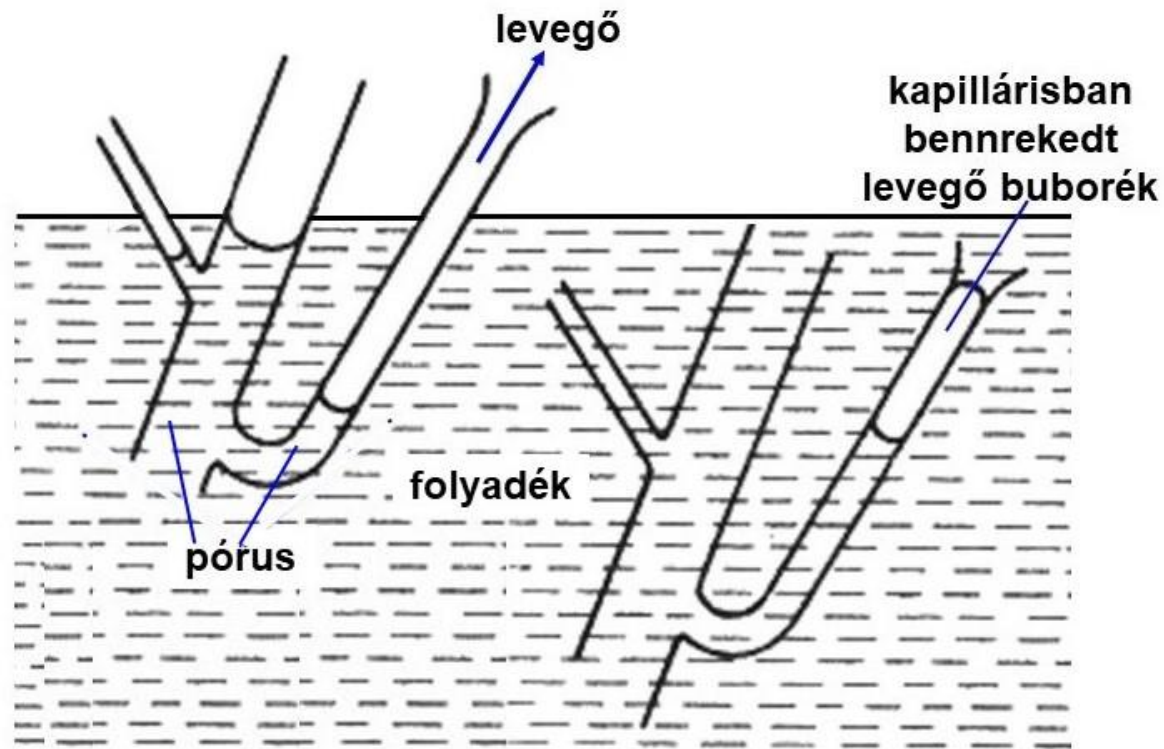
A termotex-elv* alkalmazása (1)

- a különböző **telítési eljárások** során, a **folyadékba** (pl. előkészítésnél, színezésnél, végkikészítésnél alkalmazott kezelőfürdők stb.) **merülő kelme** esetében a textilanyag **pórusaiban jelenlevő levegő kiszorítása** fontos feladat
 - a **bennrekedt gáz gátolja** a vizesbázisú **telítőfürdő gyors és egyenletes behatolását**
 - továbbá a **szál aktív csoportjaihoz** kapcsolódó, mindig **jelenlevő víztartalom** is **fékezi** a kívánt **reakciók** lefolyását
 - a **bemerüléskor** a textilanyag **pórusaiba behatoló folyadék** addig tudja **kiszorítani** a mikroüregekben **jelenlevő levegőt**, amíg **szabad útját nem állja** pl. a **buborékként** visszamaradó **gáz**
 - a **kapilláris jellegű csövecskében** levő **buborék mozgását** az **elmozdulás irányába eső meniszkusz** kisebb **peremszöge fékezi**, így a bekerült folyadék **visszahúzódása** is felmerülhet
 - egyértelmű, ha a **szabad pórusokból gyorsan nem távozhat a levegő**, később **nehezebb az eltávolítása**
 - a **nedvesítőszer**ek csökkentik a **kiszorításhoz szükséges munkát**, azonban a **bemerítés előtti légtelenítés** (pl. préseléssel, vákuumszívással) a **legeredményesebb**
- ***Dr. Bonkáló Tamás** és **Dr. Rusznák István** találmánya

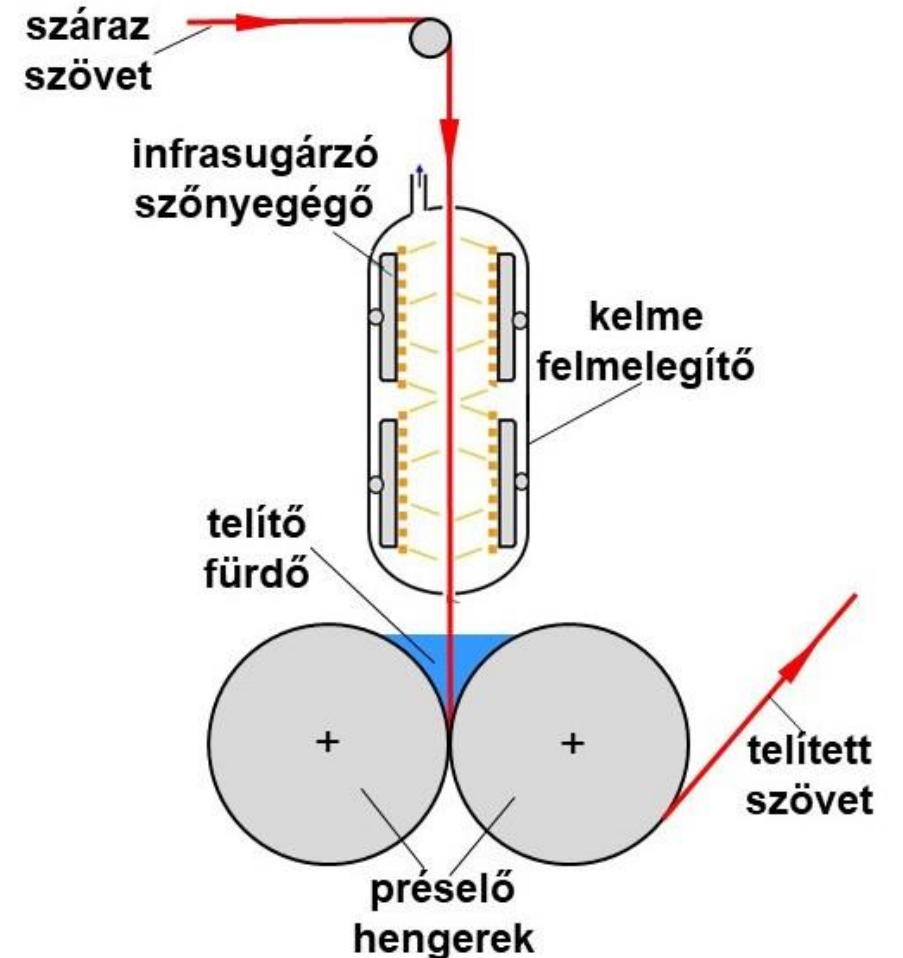


Dr. Bonkáló Tamás **Dr. Rusznák István**

A termotex-elv alkalmazása (2)



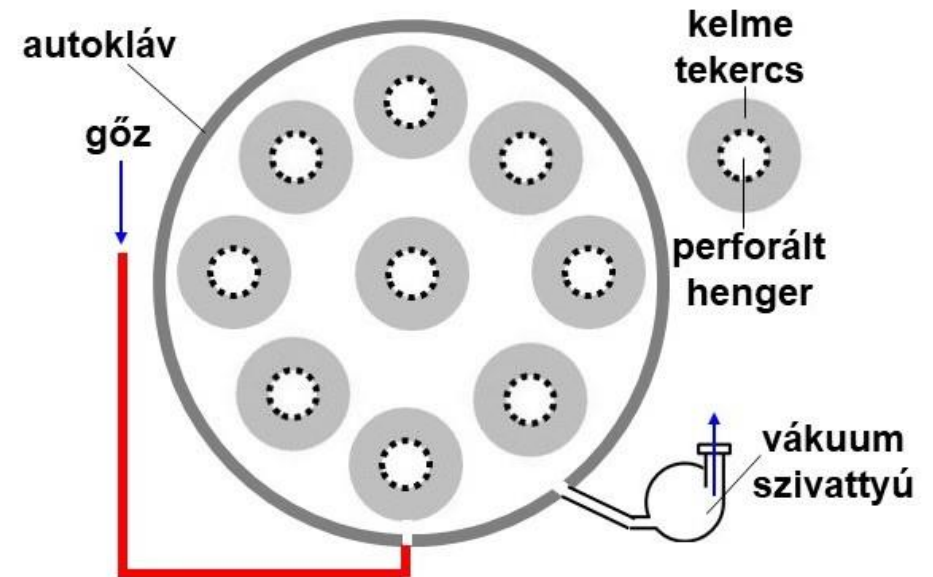
A textilanyag pórusának modellezése elágazó és ferdén folyadékba hatoló kapillárisal



Kelme pálya felmelegítése közvetlen a telítőfürdőbe merülés előtt

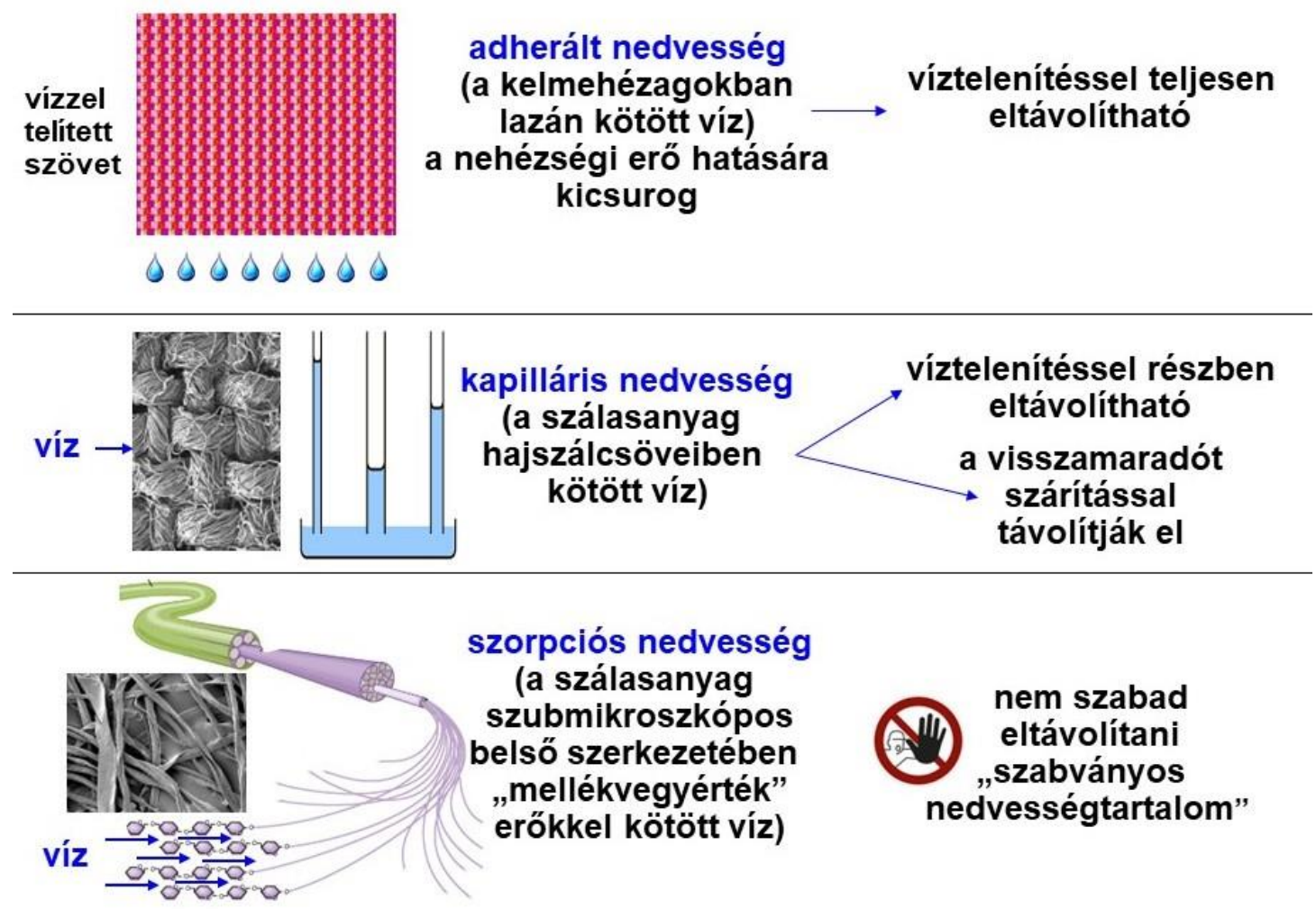
Vákuumgőzölés

- a szintetikus és szintetikusalapú szálkeverékből készült kötöttkelmék szakaszos hőörgzésére alkalmas a vákuumgőzőlő
- az autoklávban levő tartókra helyezik fel a perforált hengerre teljes szélességben felsodort kelmekercseket
- lezárás után felváltva többször vákuum alá helyezik ill. gőzlik a textilanyagot, ezután nyomás alatt telített gőzt eresztenek át a kelmekercseken, majd hűtéssel fejeződik be a hőörgzési művelet, amit 24 órás pihentetés követ
- a vákuumgőzöléses hőörgzés hőmérséklete és ideje poliamid-6 szálanyagánál 125 °C és 15 perc, poliamid-6,6-nál 128 °C és 20 perc, poliakril-nitrilnél 122 °C és 15 perc (megjegyzés: poliészter esetében a forrólevegős folyamatos hőörgzés terjedt el)



A nedvesség előfordulása a vizes textilanyagban

- a különböző **nedves kezelések** utáni **szárítást** mindig megelőzi a **mechanikai víztelenítés**, miután ez a **fajlagos szárítási költség** mindössze **1/40 részét** teszi ki
- a **víztelenítéssel** az **adhéziós erőkkel lazán kötött vizet** teljesen, a **kapilláris nedvesség** egy részét lehet **eltávolítani** (a **10⁻³ mm-nél nagyobb sugarú hajszálcsövekből** lehet csak **mechanikai módszerrel** a vizet kinyerni, a kisebb kapillárisokban a fellépő kölcsönhatások miatt bennmarad)
- a **mechanikai víztelenítés** közismerten többféle módon történhet:
 - a hengerek közötti **prézelés** (facsarás), a **centrifugálás** (a fellépő erő vízkiszorító hatásával) és a **vákuumszívás** (a légritkított tér szívó hatása) egyaránt lehetőséget ad
 - a víztelenítendő **textilanyag készülségi foka** és **érzékenysége** alapján választható ki a megfelelő víztelenítési módszer



A vákuumszívógép működése

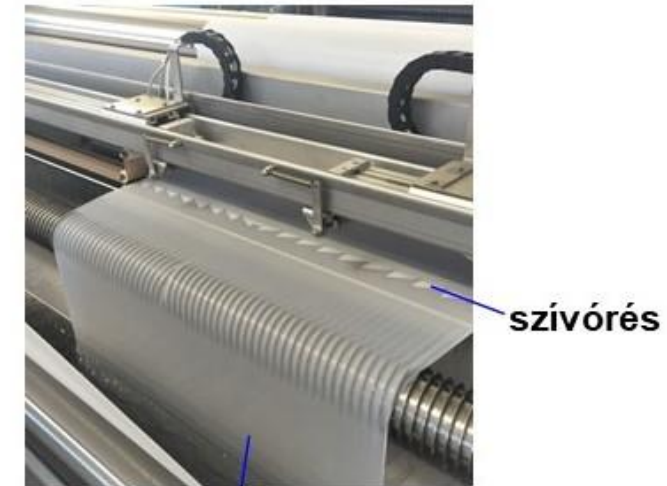
- a mechanikai hatásokra érzékeny (gyapjú, viszkóz fontfonalból, ill. viszkóz végtelenszálú filamentfonalból, valamint ezeket tartalmazó keverékű) szövetek széles állapotú víztelenítésére a légritkítás elvén működő vákuumszívógépet alkalmazták

- a részlegesen perforált vagy hullámvonalas stb. réssel ellátott szívófejen halad át a nedves szövet, amely vákuumszivattyúval van összeköttetésben
- így a szövetfelület felett uralkodó légnyomás préseli át a felesleges víztartalmat

- az adott szövet szélességét meghaladó aktív szívófejsávot gumiszalaggal, vagy forgó gumitárcsákkal fedik le



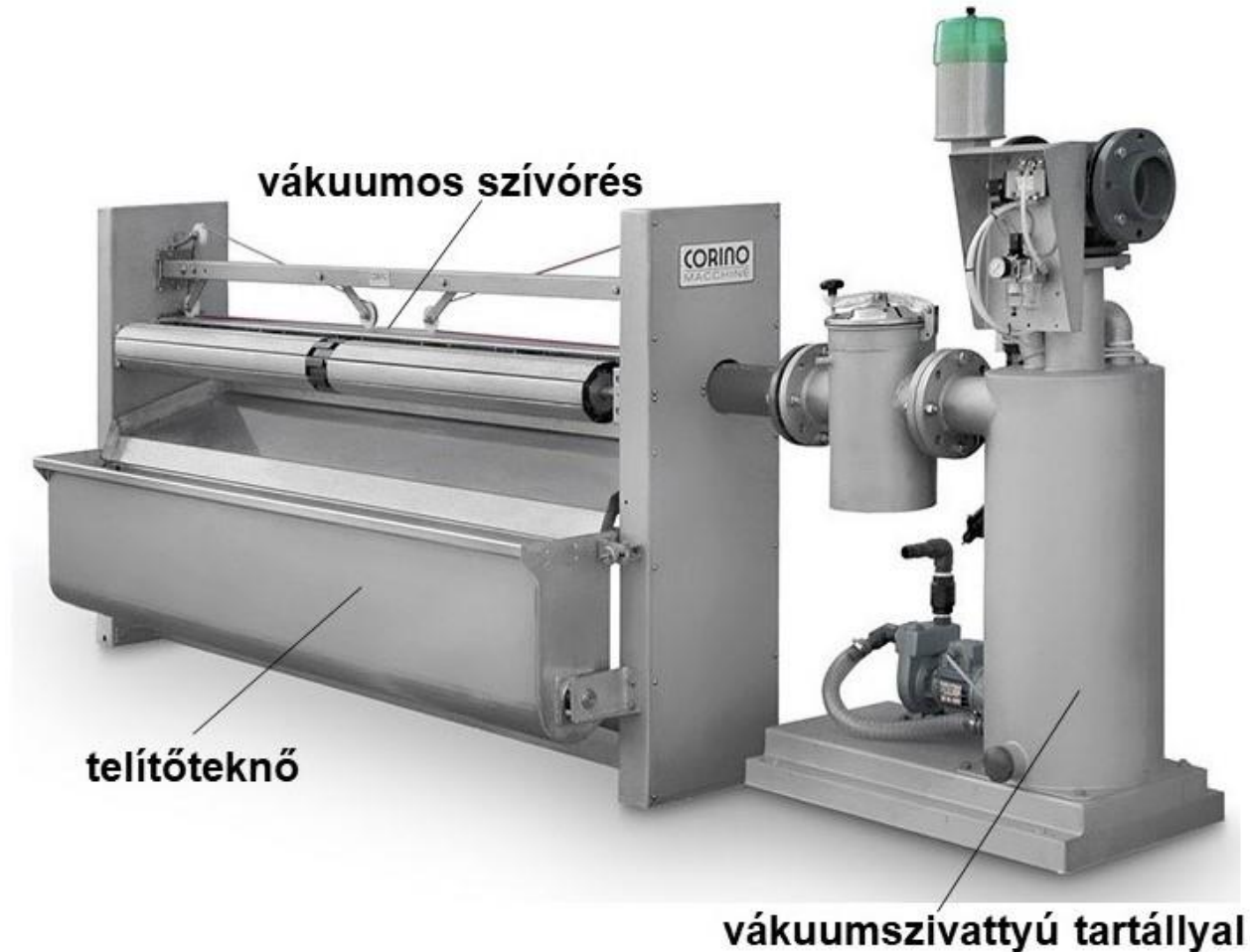
a vákuumszívógép felépítése



szövetpálya

Telítés után a fürdőelvitel szabályozása

- a különböző **telítő eljárásoknál** már **nemcsak préselőhengerek** közötti szövetvezetéssel lehet beállítani a meghatározott mértékű **fürdőelvitelt**
- a teknőben **merülő textilanyag szívóres/ek érintésével** halad tovább, a **vákuum** hatására a **többletfürdőelvitel** távozik, a beállításnak megfelelő **maradék folyadékmennyiséggel** halad tovább a **telített szövet**



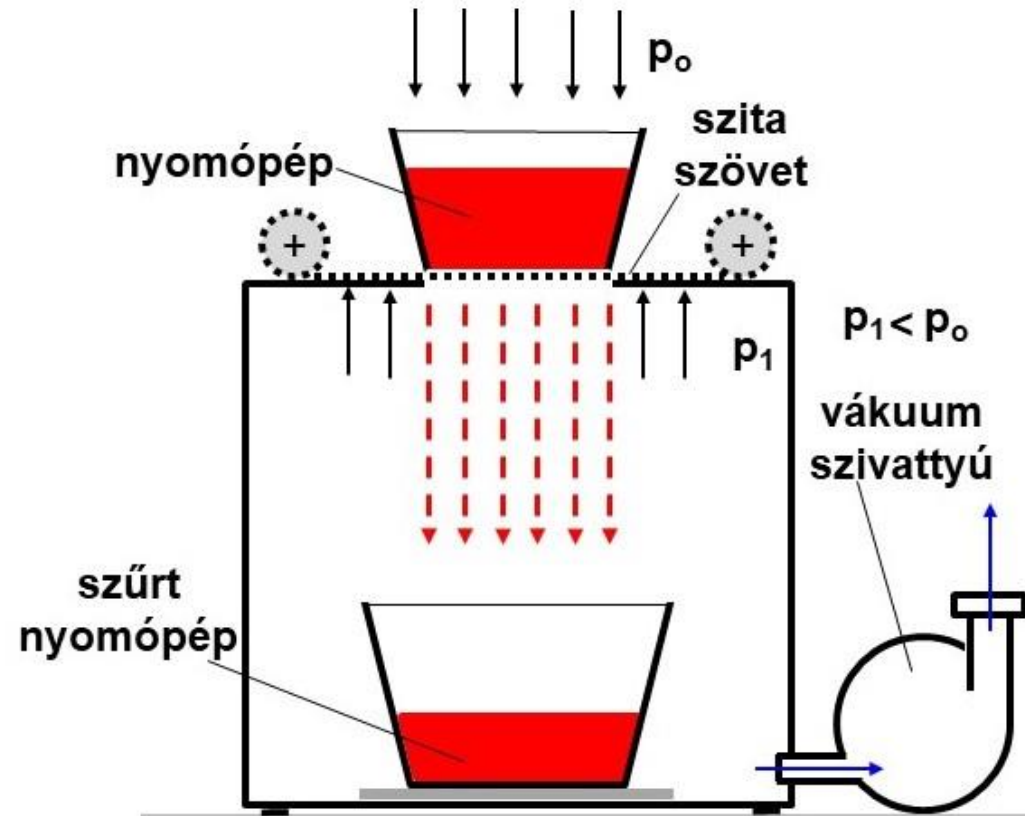
A kelmefelület mechanikus tisztítása

- a különböző **kelmepályák folyamatos felülettisztításra** alkalmas az **önálló és mobil kialakítású ROTOVAC** egység
- a méterárú jellegű textilán **számos szabaddá vált száltöredék, szálcsomó** fordul elő „szösz” formájában ill. **leszakadt fonaldarab** tapad, továbbá jelentős **porszennyezés** is jelen van, ezek eltávolítása számos további művelet előtt fontos
- ennek **hiányában** pl. a **rotációs filmnyomás** során ezek **rákerülhetnek a forgó hengeres sablonok palástjára, eltömik a nyomópépáteresztő nyílásokat**, ami **fordulatra (642- ill. 820 mm) ismétlődő nyomathiányos mintarészletekhez** vezet
- a **kenéssel történő rétegfelvitel** során a **szennyeződések**nél nem alakul ki megfelelő **adhéziós kapcsolat** a bevonat és a hordozó között, ami helyi **tapadási hiányosságot** okoz
- a **mozgatható mechanikus tisztítóegység** a szükséges **gép beeresztő részéhez** odaállítható és megfelelően illeszthető
- a felülettisztítást **leválasztó szerkezeti elemek** és a **hatékony elszívású perforált henger** biztosítja
- a rendelkezésre álló **kezelőszervek** és a **berendezés felépítése** biztosítja, hogy a **kelmefolyam szerkezetének helyzetét és egyenletes haladását** feszítési problémák **ne zavarják**



Nyomópép szűrés vákuumolással

- a **színnyomási** művelethez összeállított **nyomópépben** gyakori a **sűrítőcsomók** (laza szerkezetű aggregátumok) előfordulása, amely adott **mintaelemen belül külsőképi hibákat** okoz
- ennek kiküszöbölésére a **szítás** és **forgókefés passzírozó** gépeken kívül ún. **vákuum-szűrőberendezést** is alkalmaznak
- utóbbinál a **légrikított térben** elhelyezett **tárolóedénybe** a légköri nyomás préseli át a **nyomópépet** a **szűrőszöveten** (amelynek tiszta állapota tovább-tekercseléssel folyamatosan biztosítható)

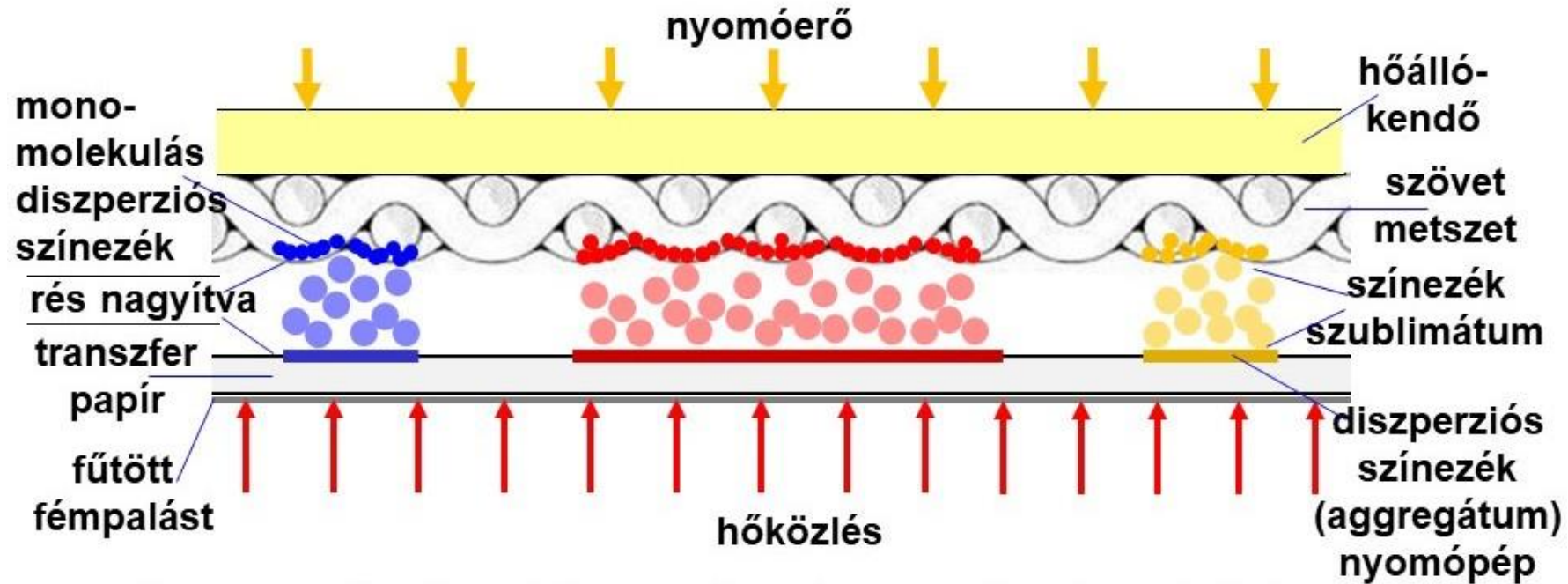


Vákuumos transzfernyomógép

- a **transzfernyomás** (más kifejezéssel **szublimációs-, szublisztikus nyomás/nyomtatás**) elve az, hogy a papír hordozón levő **alkalmas diszperziós színezék hő- és nyomás hatására szublimál** (a **szilárd vegyület a folyékony halmazállapot kimaradásával légneművé válik**), ez a változat **behatol** (bediffundál) a **szintetikusszálba** és tartósan **kötődik**
- így ez az egyik **mintaátviteli eljárás**, amelyet a textiparban alkalmaznak és **hőnyomásnak** is neveznek
- a **folyamatos szublimációs** nyomáshoz ún. **transzferkalander** szükséges, a **dobra** kerül **hátoldalával** a **mintázott transzferpapír**, erre rétegeződik a **textilanyag**, amit egy **hőálló** (pl. Nomex) **végtelenített kendő** présel a **hengerpalást felületre**
- a **dob felületén** a **hőmérsékleteloszlás egyenletessége** alapvető követelmény, **csak ± 2 °C-os ingadozás** lehet (egyébként egyenlőtlen lesz a színek megjelenése)
- a **mintázott transzferpapír szélén** túlérő **alátétpapírral**, ill. a kétoldalon vezetett **papírsávokkal** a **nem a textilanyagra** kerülő **szublimált színezék szennyezése** akadályozható meg
- javasolt **transzferálási hőmérsékletek és idők**:
poliészter 200-230 °C, 20-40 s; **poliamid-6** (perlon) 185-195 °C, 10-15 s; **poliamid-6,6** (nylon) 185-195 °C, 15-20 s; **poliakril-nitril** 185-195 °C, 10-15 s; **cellulóz-triacetát** 185-200 °C, 20-30 s



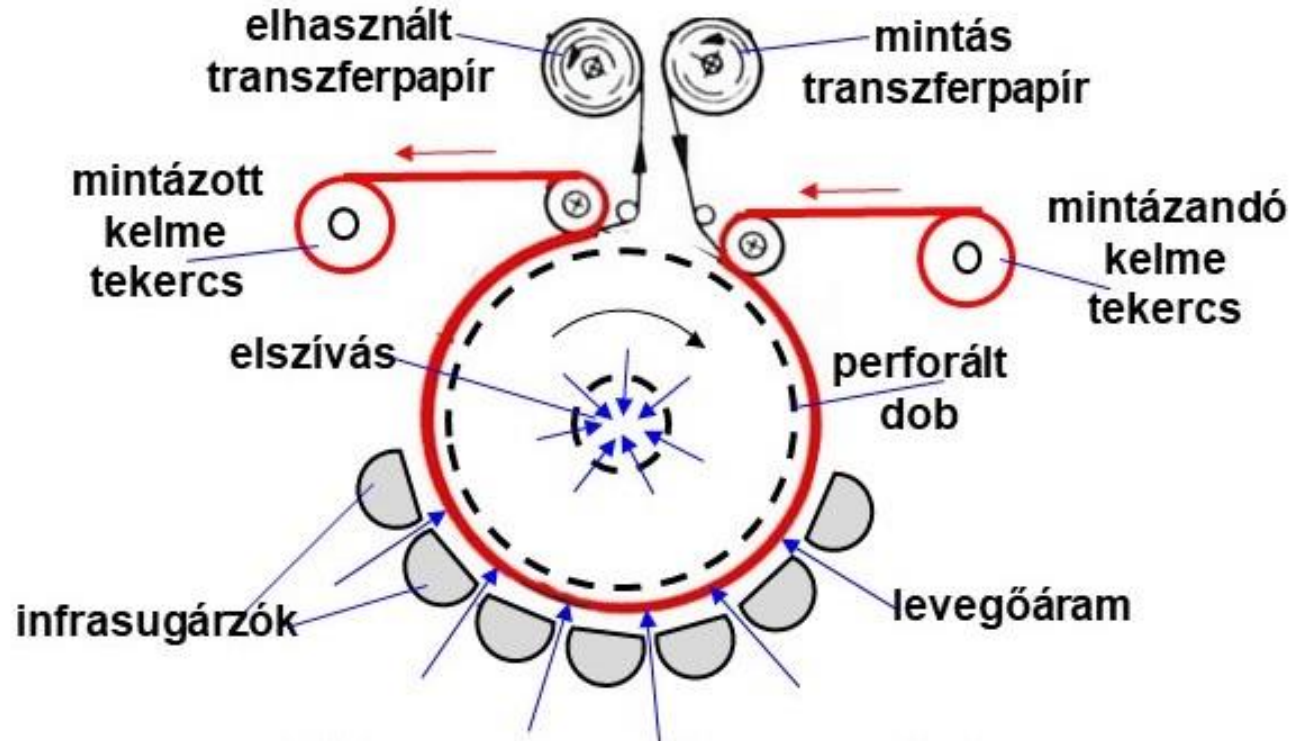
A transzfer (szublimációs) nyomás elve jelképesen



az **ábra** leegyszerűsítve **síkban ábrázolja az egyes rétegeket,**
a folyamatos **kelmementázáskor a dobon** elhelyezkedő **ívelt**
forma jellemző

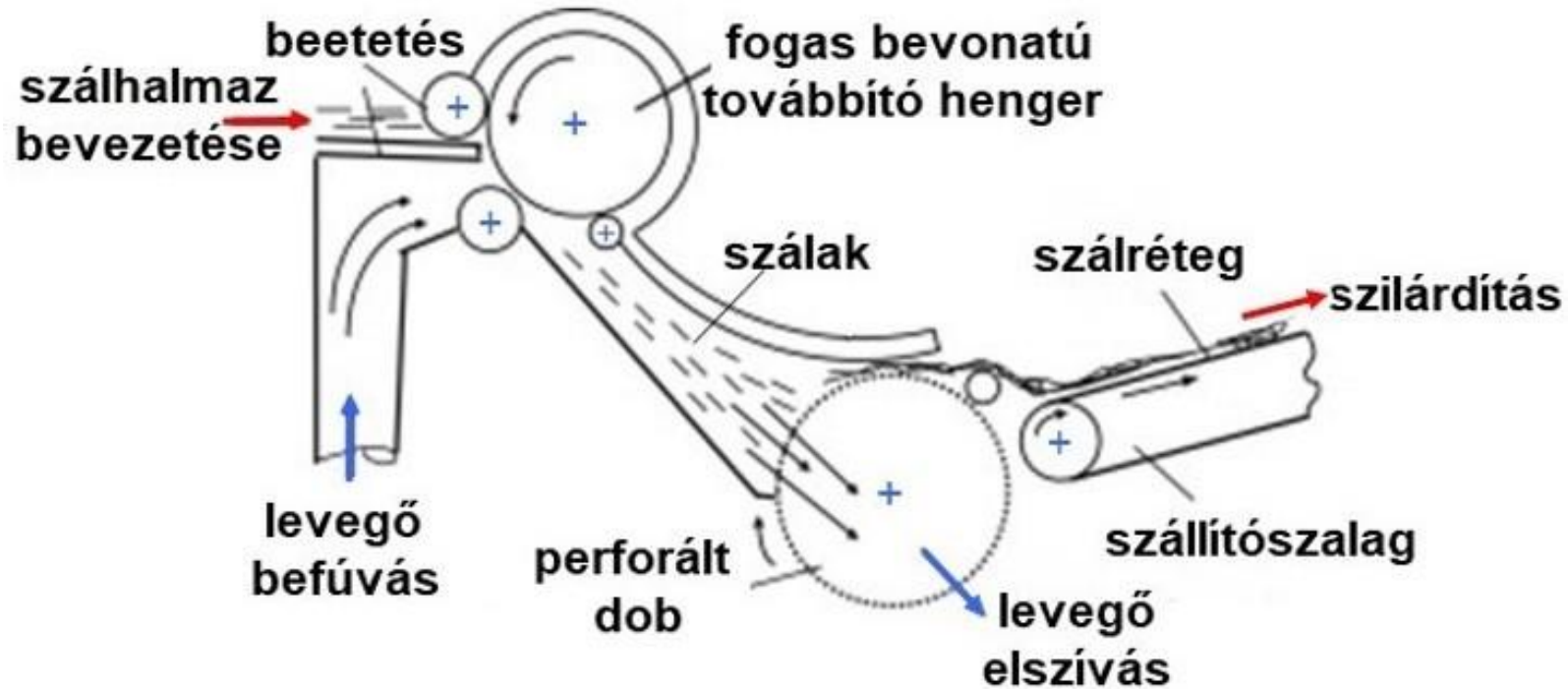
Vákuumos transzfernyomógép

- a nem sima, hanem **rusztikus felületű kelmék** esetében **speciális berendezés** szükséges, **perforált** és a belülről **megszívott dob** körül elhelyezett **infrásugárzókkal**
- a különleges **vákuum-transzfernyomógéppel** **alacsonyabb hőmérsékleten** is lehet mintázni



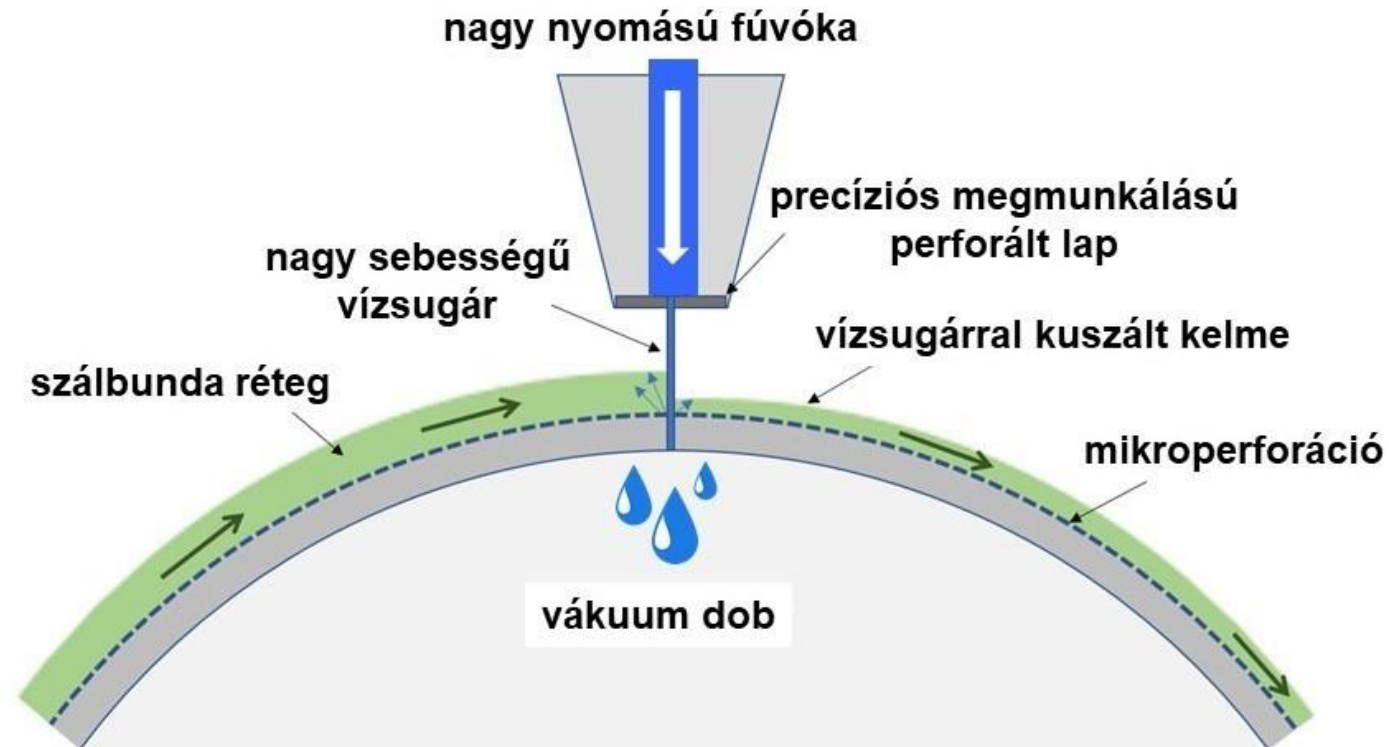
A vákuum szerepe a nemszőtt-kelme előállítás során

- a véletlenszerű szálhelyezkedést eredményező, légáramláson alapuló eljárásnál megszívott perforált dob felületén, vagy hálós szerkezetű hevederen szétterülő szálhalmazból alakul ki a lapszerű réteg



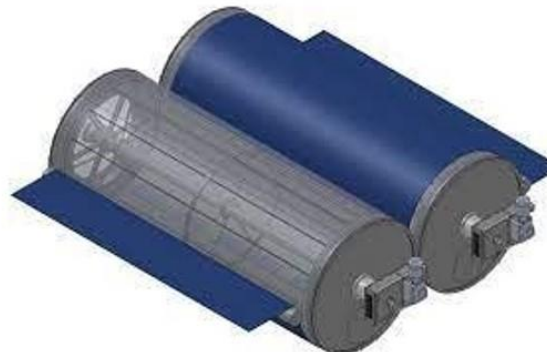
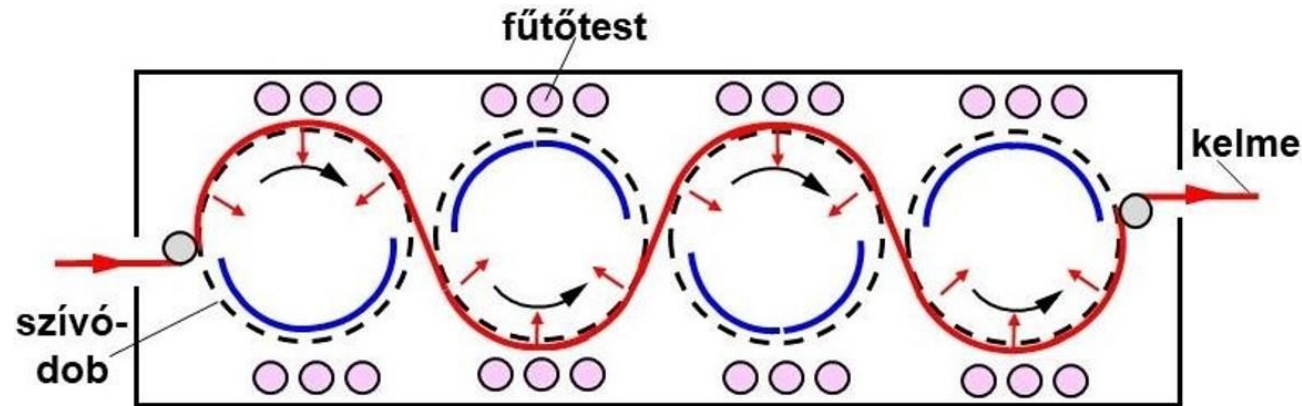
Vízugaras nemszőtt-kelme készítés

- a vízugaras eljárásnál **szálbundára ráirányított nagynyomású vékony vízugarak kuszálják a szálakat, a szálak közötti súrlódás növelése biztosítja nemszőtt kelme szilárdságát, egyúttal a tömörségét is fokozva**
- a **nedves szálréteg a mikroperforációs szívódob felületén képződik, ahonnan leválasztható**



Szívódobos kelmeszáritás

- a szívódobos szárítógép főként **porózus textilanyagok, csőkelmék** esetében előnyös
- a **meleg levegőt váltakozva szívják át a perforált dobok** (a kelmével nem érintkező részeknél belül, álló ívelt lemez zárja a nyílásokat)
- fontos a **dobok felületének minél nagyobb lefedése** kelmével, mert ennek hiányában a **textilanyagot megkerülve** a fedetlen sávokon át **áramlik a levegő**



A vákuum szerepe egyéb alkalmazásoknál

- egyéb alkalmazásoknál, pl. a különböző rendeltetésű (pl. technológiai célú berendezésben, különböző üzemcsarnokokban stb.) az **elszívó ventilátoroknál** a **légritkítás** biztosítja a **közeg megfelelő áramlását**
- a nagyteljesítményű **ipari porszívókat** főként a **piheeltávolításokra** (minőségmegvalósítás céljából és tűzvédelmi okokból) használják



Források:

- <https://www.britannica.com/biography/Otto-von-Guericke>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum>
- <https://www.technijet.com/products/rotovac-for-textile-preparation/>
- <http://mareintex.com.ar/wp-content/uploads/pozzi/Vacuum-Steaming-Machines.pdf>
- <https://www.technijet.com/applications/textiles/>
- Rusznák István (szerk.): Textilkémia II., Tankönyvkiadó, Budapest 1988.
- Gáspár Emma – Kézdy Árpád: Textilvegyipari kémiai technológia II., Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1972.

Köszönöm szíves figyelmüket!

kutasicsa@gmail.com