

DEBRECENI EGYETEM
Agrártudományi Centrum
Mezőgazdaságtudományi Kar
Géptani Tanszék

INTERDISZCIPLINÁRIS AGRÁR- ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYOK
DOKTORI ISKOLA

Doktori iskola vezető:
Prof. Dr. Nagy János
MTA doktora

Témavezetők:
Dr. Csizmazia Zoltán
egyetemi tanár

Dr. Véha Antal
egyetemi docens

A HATÉKONYSÁG NÖVEELÉS ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI ÖSSZEFÜGGÉSEI
A MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI MŰANYAG REKESZEK
ÉS LÁDÁK TISZTÍTÁSAKOR

Készítette:
Mészáros György
doktorjelölt

Debrecen
2006

A HATÉKONYSÁG NÖVELÉS ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI ÖSSZEFÜGGÉSEI A MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI MŰANYAG REKESZEK ÉS LÁDÁK TISZTÍTÁSAKOR

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében az Agrártudományok területén a
Növénytermesztés- és Kertészet tudományágban

Írta: Mészáros György okleveles gépészmérnök, doktorjelölt

A doktori iskola neve: Interdiszciplináris Agrár- és Természettudományok Doktori Iskola

A doktori iskola vezetője: Prof. Dr. Nagy János az MTA doktora

Témavezetők: Prof. Dr. Csizmazia Zoltán és Dr. habil. Véha Antal

A doktori szigorlati bizottság:

	név	tud. fokozat
Elnök:		
Tagok:		
		

A doktori szigorlat időpontja: 2007.

A bíráló bizottság:

	név	tud. fokozat
Elnök:		
Tagok:		
		
		
Titkár:		
Opponensei:		
		

Az értekezés védésének időpontja: 2007.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	4
2. A TÉMAFELVETÉS INDOKLÁSA, AZ ÉRTEKEZÉS CÉLKITŰZÉSEI.....	6
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	8
3.1. Szállító-, tárolóeszköz típusok és szennyeződésfajták iparágankénti áttekintése	8
3.2. Tisztítással és fertőtlenítéssel kapcsolatos mikrobiológiai és higiéniai követelmények	10
3.2.1. A tisztítás és fertőtlenítés általános követelményei	10
3.2.2. Fontosabb ipari tisztítószeresek	12
3.2.3. Fertőtlenítőszeresek.....	13
3.2.4. A tisztított, fertőtlenített felületekre vonatkozó higiéniai előírások	14
3.3. A mezőgazdasági és élelmiszeripari szállító és tároló eszközök tisztításának legfontosabb módszerei és berendezései	14
3.3.1. Mechanikai tisztítómódszerek hatásai	16
3.3.2. A szennyezések oldatba vitele	16
3.3.3. A tisztítószer oldat szennyhordó képessége.....	17
3.3.4. Fertőtlenítés, csíramentesítés	17
3.3.5. Kombinált hatásmechanizmusok	18
3.3.6. Az ultrahang alkalmazása a tisztítási műveletekben.....	18
3.3.7. A tisztító berendezések általános felépítése és működése	23
4. VIZSGÁLATI ANYAGOK, ESZKÖZÖK ÉS MÓDSZEREK.....	35
4.1. A vizsgálatok célja	35
4.2. A kiválasztott eszközök és szennyeződésfajták.....	37
4.3. Vizsgálati módszerek.....	38
4.3.1. Nagy pontosságú tömegmérés a tisztítás hatásfokának megállapítására	38
4.3.2. A vizsgálatok során változó és nem változó jellemzők	39
4.3.3. A mérési eredmények megjelenítésének matematikai módszere	39
4.4. A laboratóriumi vizsgálatokhoz alkalmazott berendezések.....	39
4.4.1. Kísérleti berendezés a nagynyomású fúvókák vizsgálatához	39
4.4.2. Az ultrahangos vizsgálatokhoz használt berendezés	41
4.5. Az üzemi vizsgálatokhoz alkalmazott berendezés.....	41
4.5.1. A folyadékkezelő- és mozgatórendszer műszerezett folyamatainak kidolgozása	41
4.5.2. Kísérleti berendezés műveleti egységei	45
4.5.3. A kísérleti berendezés szerkezeti leírása	48

5. EREDMÉNYEK.....	51
5.1. Elméleti összefüggések a tisztítási művelet jellemzői és a tisztítás hatásfoka között.....	51
5.2. A fúvókák kiválasztása és áramlási tulajdonságaik ellenőrzése	55
5.2.1. A kiválasztás szempontjai.....	55
5.2.2. A térfogatáram és a szórásszög alakulása a nyomás függvényében.....	57
5.3. Modellkísérletek az ultrahangos tisztítás műveleti jellemzőinek vizsgálatához	62
5.3.1. A tisztítás hatásfoka az idő függvényében	62
5.3.2. A tisztítás hatásfoka a hőmérséklet függvényében.....	63
5.3.3. A tisztítás hatásfoka az idő függvényében, kombinált kezelés esetén.....	64
5.3.4. A tisztítás hatásfokának alakulása az idő függvényében a sugárforrástól különböző távolságban.....	66
5.4. Élelmiszeripari szennyezettségű ládák, rekeszek ultrahangos tisztításának vizsgálatai	67
5.4.1. Tejipari szennyeződés hatásos tisztítószerének kiválasztása ultrahangos kezelés mellett	68
5.4.2. Maximális hatásfokhoz tartozó kezelési idők összefüggése az oldat koncentrációjával három különböző hőmérsékleten	70
5.4.3. Húsipari szennyeződés hatásos tisztítószerének kiválasztása ultrahangos kezelés mellett	72
5.4.4. Az ultrahangos tisztítási vizsgálatok értékelése.....	74
5.5. Élelmiszeripari szennyezettségű ládák, rekeszek folyadéksugaras tisztításának vizsgálatai	75
5.5.1. Tejipari szennyeződés esetén a tisztítás hatásfokának alakulása a tisztítóoldat nyomása és koncentrációjának függvényében.....	75
5.5.2. Húsipari szennyeződés esetén a tisztítás hatásfokának alakulása a tisztítóoldat nyomása és koncentrációjának függvényében.....	80
5.5.3. Folyadéksugaras vizsgálatok értékelése.....	84
5.6. Mezőgazdasági szennyezettségű rekeszek folyadéksugaras tisztításának vizsgálata	84
5.6.1. Folyadéksugaras tisztítás hatásfokának alakulása a műveleti idő függvényében különböző hőmérséklet és nyomás értékeken tisztítószer nélkül.....	84
5.6.2. Tisztítószeres, folyadéksugaras tisztítás hatásfokának alakulása a műveleti idő függvényében különböző hőmérsékleten, adott nyomáson	87
5.6.3. A folyadéksugaras vizsgálatok értékelése.....	89
5.7. Az optimális tisztítási technológia műveleti sorrendje és jellemzőinek meghatározása a többcélúság igényének figyelembe vételével.....	90

5.8.	Kísérleti berendezés üzemi próbáinak eredményei.....	92
5.8.1.	Az optimális tisztítási technológia paramétereinek beállítása az egyes műveleti szakaszokban	92
5.8.2.	A kísérleti berendezés működése	95
5.8.3.	A fajlagos tisztítási költségek számítása	96
5.8.4.	A kísérleti berendezéssel kapcsolatos tapasztalatok átfogó értékelése	101
6.	KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	103
7.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	107
	SUMMARY.....	108
8.	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	109
9.	A GYAKORLATBAN FELHASZNÁLHATÓ EREDMÉNYEK	110
	IRODALOMJEGYZÉK	111
	AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK	115
	MELLÉKLETEK	117

1. BEVEZETÉS

Az Európai Unió az élelmiszeripari alapanyagok- és termékek szabad áramlását az egységes piacon csak úgy képes biztosítani, ha áttekinthető élelmiszer- és élelmiszer higiéniai szabályozást működtet. Az élelmiszer termelés minden résztvevőjétől alapvető elvárás, hogy megfelelő eljárások és technológiák alkalmazásával az élelmiszer termék biztonságát szolgáló rendszert hozzon létre. (88)

Az alapanyag előállítás-élelmiszer gyártás-kereskedelemben, az ún. élelmiszer láncban bonyolult, de szükséges minőségbiztosítási rendszereket vezettek be. Az ISO 9000-es szabványsorozatba integrálták a veszélyelemzés, a HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), a helyes gyártási gyakorlat, a GMP (Good Manufacturing Practice) és a helyes higiéniai gyakorlat, a GHP (Good Hygienic Practice) alapelveit, módszereit.

A minőségbiztosítási szabvány és ezzel együtt a GMP kiterjed az alapanyag és a feldolgozott élelmiszer kezelésére, tárolására, csomagolására, szállítására, valamint a takarításra egyaránt. (89)

A biztonságos élelmiszer előállítás alapfeltétele az **üzemi higiénia**. Ismeretes az is, hogy a minőségromlásból adódó veszteségek nagyobbik hányada a higiénia elhanyagolásából adódik. (1) A tisztítás költségei jelentősek, de fennáll az a tétel, hogy a „higiénia sok pénzbe kerül, viszont ha elhanyagolják a közegészségügyi problémák mellett jelentős anyagi veszteséget okoz”.

A higiénia eső üzemi költségek mértéke azonban nem lehet közömbös a gazdaságos termelés költségösszetételében.

Az üzemeken belül és kívül a nyers, vagy feldolgozott árut a legváltozatosabb típusú és méretű tároló-, szállítóeszközökben, edényekben mozgatják különböző távolságokra. Ezeken az eszközökön élelmiszerbiztonsági kockázatot jelentő fizikai-, kémiai- és mikrobiológiai szennyeződések találhatók. Forrásai az élelmiszerlánc helyszínein és az azok közötti szállítás során rákerülő szennyeződés. A mikrobiológiai szennyeződés tartalmazhat patogén baktériumokat és mikotoxinokat (szántóföldi és raktári penészeket). Ezek elszaporodása keresztfertőzések kialakulásához vezethet, bizonyos esetekben járványokat is okozhat.

Az üzemi higiénia fenntartásának egyik fontos eleme a tároló és szállítóeszközök tisztántartása, fertőtlenítése.

A szállító- és tárolóeszközök tisztítási módszereinek számos változata alakult ki, attól függően, hogy milyen szennyeződésfajta található rajtuk, milyen a formájuk, méretük, valamint milyen mennyiségben szükséges tisztítani őket egy műszakon belül.

Ezért a tisztítási technológiák sokfélék: alap és összetett műveletekből is állhatnak. A mosóberendezések pedig: egyszerű, vagy folytonos működésű nagyteljesítményű, automatizált gépek is lehetnek.

Felmérések szerint a mezőgazdaságban és az élelmiszeripar egyes ágazataiban a leggyakrabban és legnagyobb mennyiségben előforduló szállító-, tárolóeszközök, a rekeszek és ládák ezeken belül is azok, amelyek műanyagból készültek. Vannak olyan üzemek, ahol naponta több ezer rekesz, láda kerül felhasználásra. Országosan közel 4 millió darabot mozgatnak folyamatosan.

A nagymennyiségű szállítóeszköz tisztántartására, a fejlett termelési területeken megjelentek a folytonos működésű mosóberendezések, amelyek több műveletből álló tisztítási technológiát valósítanak meg.

Az utóbbi évtizedekben a gépgyártók, az ipari igényeknek megfelelően, számos nagyteljesítményű rekesz és ládamosó berendezést fejlesztettek ki. Azonban a nagy tisztítási teljesítmény a legkritább esetben párosult alacsony költséggel üzemeltethető hatásos tisztítási technológiával.

A mosóberendezések használata során két alapvető hiányosság fordul elő. Az egyik, hogy az adott szennyeződés típus eltávolítására nem a legmegfelelőbb tisztítószer és technológiai paramétereket alkalmazzák, a másik, hogy még a korszerű, nagynyomású fúvókákkal üzemelő berendezések sem tudják a folyadéksugár számára árnyékolt részekből (áttörések, bordázatok) eltávolítani a szennyeződést.

Az előbb említett feladatok elvégzésére azonban lehetőség van, ha a megfelelő tisztítási technológiát más iparágakban a bonyolult felületű tárgyak tisztításánál, zsírtalanításánál sikeresen alkalmazott ún. ultrahangos tisztítással egészítjük ki.

A hatékonyság tehát igen nagy jelentőségű a kiemelt tisztítási igények és a magas darabszám esetén. A nagyteljesítményű rekeszmosó gépek üzemeltetésekor alapvető elvárás, hogy minél alacsonyabb fajlagos (egy darabra eső) költség mellett biztosítsuk a megfelelő tisztaságot.

Dolgozatomban elsősorban ennek a feladatnak a megoldására koncentráltam. Elméleti és gyakorlati összefüggések feltárásával igyekeztem javítani a mezőgazdaságban és az élelmiszeriparban kiemelkedően nagy számban használatos műanyag rekeszek és ládák tisztításának hatékonyságát.

A hatékony tisztítás feltétele az optimális technológia, mivel az közvetlen összefüggésben van a tisztítás minőségével és a ráfordításokkal.

Az optimális technológia kidolgozásához ismerni kell:

- a szennyeződés és a hordozó felület tulajdonságait
- a tisztítandó tárgy típusát, méretét
- azokat a műveleti jellemzőket, amelyek befolyásolják a tisztulás mértékét, tehát közvetlenül hatnak a szennyeződés leválasztására, úgymint
 - műveleti idő,
 - tisztítószer fajtája és koncentrációja,
 - tisztító oldat hőmérséklete,
 - nagynyomású fúvókák típusa, távolsága,
 - a fúvókákon kiáramló folyadék nyomása.

Kutató munkám során megvizsgáltam azt, hogy a legnagyobb számban használt szállító eszközökön előforduló jellemző szennyeződések eltávolításakor a tisztítás műveleti paraméterei milyen összefüggést mutatnak a tisztulás és az ahhoz felhasznált anyag és energia mértékével. Összeállítottam annak a technológiának a műveleti sorrendjét és paramétereit, amely egy adott szennyeződés típus esetén a legkevesebb ráfordítással éri el a tisztítás szükséges és elégséges mértékét.

Ezeknek az adatoknak a segítségével meghatározható az üzemvitel minden fontos műszaki jellemzője, amely alapjául szolgál a mosóberendezés tervezésének és kivitelezésének.

A vizsgálatokhoz szükséges kísérleteket az SZTE Élelmiszeripari Főiskolai Karán az Élelmiszeripari Műveletek és Környezettechnika Tanszék laboratóriumában végeztem.

Az eredmények alapján kidolgozott tisztítási folyamatokat, üzemi viszonyok között az erre a célra megépített kísérleti mosóberendezésen ellenőriztem és értékeltem. A berendezést és a próbaüzemi vizsgálatokat a Contex Műszaki és Technológiai Mérnöki Iroda Szeged biztosította.

2. A TÉMAFELVETÉS INDOKLÁSA, AZ ÉRTEKEZÉS CÉLKITŰZÉSEI

Az élelmiszeriparban becslések szerint összesen 2,8-3 millió darab különböző méretű rekeszt és ládát használnak. A mezőgazdaságban hasonló nagyságrendű a felhasználás mértéke azzal a különbséggel, hogy az előfeldolgozó üzemekben, illetve az élelmiszeripar egyes ágazataiba (konzerv-, hűtőipar) ennek a 20 %-a jut be. Összességében, országosan közel 4 millió a műanyag rekeszeknek és ládáknak a száma a szállító és tároló eszközökön belül, amelyek folyamatos forgásban vannak olyan üzemekben, ahol különböző szintű higiéniai előírásokat kell betartani. Ezeknek az eszközöknek évente 5-7 %-át pótolni kell az elhasználódás miatt. A fentiek alapján indokolt a szervezett nagyteljesítményű, hatékony tisztítási folyamatok alkalmazása az említett iparágakban.

Az élelmiszeripari üzemi higiéniát jelentősen befolyásolja a különböző feldolgozó sorok, üzemterületek és épületek között használatos szállító, tárolóeszközök higiéniai állapota. Nagyszámú eszközt használnak az alapanyag beszállításához, továbbá a késztermék kiszállításához is. Bizonyos beszállított alapanyagok sok esetben más országokból, akár másik kontinensről is érkezhetnek. A szállító eszközök szennyezettsége kritikus helyzetet teremthet, az egyébként megfelelő higiéniai állapotú üzemekben. A hatásos tisztítási technológia nem nélkülözhető a műanyag ládákat és rekeszeket nagyszámban felhasználó iparágakban.

A folyamatosan emelkedő energia és alapanyag árak mellett azonban nem mindegy, hogy ezeknek az eszközöknek a tisztántartására mennyit költünk. A nagyteljesítményű rekesz- és ládamosó gépek hatékonyságát a tisztítás minőségének növekedése és a fajlagos tisztítási költségek csökkentése is javítja. Ezért igen fontos a műveleti jellemzők olyan optimális értékeinek ismerete, melyek mentén a tisztítás minősége még elfogadott.

Az ipari szennyvízkibocsátás közel 9 %-át hazánkban az élelmiszeripar adja. A több milliós láda- és rekeszmosáshoz felhasznált tisztítószer mennyiség évenként eléri a százezer köbmétert. Az élővilágba az ipari szennyvízzel kikerülő toxikus anyagok a tápláléklánc egyes elemeit kipusztíthatják vagy azokban felhalmozódhatnak. A gazdaságos üzemeltetés mellett tehát elsőrendű feladat, hogy a mosóberendezésekből távozó szennyvíz a legkevesebb tisztító- és fertőtlenítőszert tartalmazza. A tisztítóoldatok koncentrációjának megfelelő beállításával jelentősen csökkenthető az üzem szennyvízkibocsátásának ökotoxikus hatása. (72)

A műanyag rekeszek, ládák mérete és a rajtuk található szennyeződés fajtája igen sokféle. A berendezéseket gyártók és forgalmazók jelentős előnyhöz juthatnak, ha mind technológiai, mind pedig szerkezeti felépítését tekintve ún. többcélú mosóberendezést kínálnak a felhasználóknak.

Az értekezés célkitűzései

- a szennyeződésfajták és szállító eszközök „feltérképezése”, rendszerbe sorolása,
- a higiéniai követelmények naprakész áttekintése,
- a tisztítási módszerek és berendezések rendszerezése,

- vizsgálati, mérési módszer kidolgozása a tisztítás mértékét kifejező tisztítási hatások meghatározására,
- laboratóriumi modell és üzemi vizsgálatok eredményei alapján összefüggés-vizsgálatok lefolytatása, a tisztítás minősége (a tisztítás hatásfoka) és a műveleti jellemzők között kiválasztott szennyeződéstípusoknál,
- laboratóriumi és üzemi kísérletek alapján a tisztítási technológia intenzív műveleti fázisának hatékonyság növelése, ultrahang alkalmazásával,
- műanyag rekeszek és ládák különböző szennyeződéstípusainak eltávolítására alkalmas optimális tisztítási technológia műveleti sorrendjének meghatározása, amely a higiénés követelmények teljesítése mellett, a tisztítás fajlagos költségét minimalizálja,
- vizsgálati eredmények segítségével meghatározni azokat a műveleti jellemzőket, és az üzemvitel műszaki paramétereit, amelyek kiindulási alapjai egy hatékony, többcélú mosóberendezés tervezésének és üzemeltetésének,
- kísérleti, üzemi mosóberendezés építése a vizsgálati eredmények értékeléséhez,
- ajánlások megfogalmazása az ipari gyakorlat számára, az optimális tisztítási technológia megtervezéséhez és üzemeltetéséhez.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A mezőgazdaság előfeldolgozó és az élelmiszeripar feldolgozó üzemiben a belső és külső tárolás,- szállítás során számos szállítóeszközt és edényt használnak. Az iparágtól és a helyszíntől függően ezek szennyezettsége is igen változatos.

A tároló és szállítóeszközök tisztántartása összetett feladat. A mosóberendezések tervezőinek és kivitelezőinek igen sok információval kell rendelkezni ahhoz, hogy hatékony mosóberendezést dolgozzanak ki a felhasználók számára.

Ismerni kell:

- A tisztítandó tárgy formáját, méretét, anyagát, felületét
- A szennyeződés fajtáját
- A tisztítással kapcsolatos higiéniai követelményeket és előírásokat
- A tisztítás hatékonyságának üzemi elvárásait.

Az ismeretek rendszerezése segíti a többcélúság elérését, olyan berendezések kidolgozását, amelyek változtatható műszaki,- technológiai paramétereivel alkalmasak különböző típusú és szennyezettségű eszközök tisztítására.

3.1. SZÁLLÍTÓ-, TÁROLÓESZKÖZ TÍPUSOK ÉS SZENNYEZŐDÉS FAJTÁK IPARÁGANKÉNTI ÁTTEKINTÉSE

Az információk elsősorban azokból az iparágakból származnak, ahol igen nagy számban használnak szállító- és tárolóeszközöket, illetve ahol a szennyeződés eltávolítása higiéniai szempontból kiemelkedően fontos.

A vizsgált iparágak a következők:

- húsipar
- tejipar
- baromfiipar
- konzervipar
- hűtőipar
- édesipar
- sütőipar
- palackozó ipar
- zöldség-gyümölcs előfeldolgozás

A felmérések eredményeit az 1. táblázat (melléklet) tartalmazza.

A rendszerezésből kitűnik, hogy a legnagyobb számban és minden iparág által használt szállító-tároló eszköz, azonos alapterületű (595x395 mm), de különböző magasságú (50-500 mm) műanyag rekesz és láda. (1. ábra)

Szennyezettségük a mezőgazdaságból származók esetében por, rászáradt föld, sár. Az élelmiszeriparban többségében igen kellemetlen, elsősorban vért, zsírt és húsdarabokat tartalmazó, illetve rászáradt, összességében biológiai jellegű anyag.



1. ábra: Az élelmiszeriparban és a mezőgazdaságban leggyakrabban előforduló láda- és rekesztípusok

3.2. A TISZTÍTÁSSAL ÉS FERTŐTLENÍTÉSEL KAPCSOLATOS HIGIÉNAI ÉS MIKROBIOLÓGIAI KÖVETELMÉNYEK

Az élelmiszer előállítás folyamatában számos törvény és rendelet előírásait kell alkalmazni. A legfontosabbak a következők: az élelmiszerekről szóló 1995. évi XC. törvény, a 17/1999. (II. 10.) FVM-EüM rendelet, amely a HACCP rendszer alkalmazását írja elő, valamint a Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus) 1-2/18/1993. számú előírása.

A szállító és tárolóedények tisztítása során további higiéniai előírásokat kell betartani, amelyek az élelmiszertermelés általános higiénés állapotához járulnak hozzá. Ilyenek többek között a MÉM által kiadott Higiéniai Szabályzatok (58), az élelmiszeripari gépek higiéniai minősítésének szabályzata (59), az élelmiszerek élelmezés-egészségügyi mikrobiológiai szennyeződésének elhárításáról (60) és a vegyi szennyeződések elhárításáról (61) szóló egészségügyi rendeletek.

A tisztító és fertőtlenítőszeres fizikai-kémiai tulajdonságának a szennyeződés eltávolításában játszott elméleti szerepén túl számos követelményt és előírást kell az élelmiszeriparban még kielégíteni. Ezért a tisztító közegek, - oldatok helyes megválasztása igen nagy jelentőségű (62, 63).

3.2.1. A tisztítás és fertőtlenítés általános követelményei

A mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek szállítása során elkerülhetetlen, hogy a szállítóedényzet (rekeszek, ládák) ne szennyeződjön, a velük érintkező, vagy kiömlő termékektől, a rátapadó portól és egyéb szennyeződésektől.

A szennyeződés romlást okozó mikrobák tömegeit tartalmazza, de olykor kórokozókat is hordozhat. A ládák tisztítása és fertőtlenítése, tehát nemcsak esztétikai, hanem közegészségügyi és állategészségügyi szempontból is indokolt.

Az élelmiszer zsíros maradványai a műanyag felületeken különösen jól tapadnak, azokon oxidálódnak, a koagulálódó fehérje maradványokkal együtt a felületekre rászáradva esetenként csak erőteljesebb mechanikai hatással segítve távolíthatók el.

Tisztításon azt a műveletet értjük, amely a felületre tapadt szennyeződés eltávolítására szolgál.

Mechanikai (fizikai) szennyeződéstől mentes az a felület, amelyet a víz egyenletesen nedvesít, szagtalan és gyorsan szárad, szemmel látható idegen anyag nincs rajta.

Kémiai szempontból tiszta a felület, ha arról sem az élelmiszer, sem a tisztító- és fertőtlenítőszeres maradványai nem mutathatók ki. A felhasznált tisztító vegyszer által a felület nem korrodálódott.

A szennyeződés eltávolításához megfelelő tisztító oldat és gyakran mechanikai hatás szükséges. Az eddig alkalmazott berendezések a mechanikai hatást folyadéksugárral, vagy valamilyen kefésszerkezettel oldották meg. Azonos felületeket véve alapul a tisztítóhatás mindenképpen a mechanikai hatás, és a tisztítóoldat megfelelő kombinációjától függ (64).

A tisztítóoldat a tisztítószer és a víz oldata. A víz a tisztítás és csíráatlanítás szinte minden műveletéhez szükséges. Így az előáztatáshoz, utóöblítéshez, a tisztító és fertőtlenítő vegyszerek oldásához, a vegyszermaradványok eltávolításához. Ezért a tisztítás műveleteihez megfelelő mikrobiológiai tisztaságú és német keménységi fokú vizet kell használni.

A tisztítószerrel elvárjuk, hogy

- a vízben könnyen és maradéktalanul oldódjon,
- fékezett habzású legyen,
- ne legyen mérgező, irritáló, korrodeáló,
- jól zsírtalanítson, emulgeáljon,
- maradéktalanul öblíthető legyen,
- ne okozzon környezetszennyezést,
- visszamaradó szagot, színt ne okozzon,
- nagy legyen a szennyhordó képessége és ne merüljön ki gyorsan.

Kíváncsi, hogy a tisztító folyadék „kimerülése”, telítődése egyszerű módszerrel megállapítható legyen (2).

A hőmérséklet emelése általában növeli a tisztítóhatást, de a 65°C feletti hőmérséklet, olyan fehérjekicsapódást, rásülést eredményezhet, amely ellentétes hatást vált ki.

A forgalmazóktól számos hazai és külföldi gyártású ipari tisztítószer szerezhető be. A hazai forgalmazást az Országos Közegészségügyi Intézet (OKI) engedélyezi. Az élelmiszeripari alkalmazásra az állategészségügyi szabályzat, illetve az FVM illetékes főosztálya ad útmutatást. Az ismertebb szerekről a legtöbb mikrobiológiai és higiéniai szakkönyv tájékoztatót tartalmaz (65, 66, 67). Újabb készítmények megjelenésével természetesen időről-időre számolni kell. Ami az alumínium, vagy fémfelületek tisztítására tökéletes az a műanyagnál nem biztos, hogy megfelelő. Az ipari szennyeződés jellege is meghatározza valamely szer alkalmazhatóságát, tehát mindenképpen indokolt, hogy többféle készítményt próbáljunk ki a vizsgálatok során.

A tisztítószerek különböző nedvesítő, emulgeáló, korrózió gátló, habzásgátló és egyéb összetevőkből álló, az előállító cégek által védett összetételű készítmények, amelyeket a gyártó útmutatásai alapján célszerű felhasználni.

A fertőtlenítés célja, hogy a tisztítás után a még felületre tapadt mikrobákat elpusztítsa. A fertőtlenítést végezhetjük antimikrobás anyagokkal, illetve hővel. A 82°C-os víz alkalmazása környezetvédelmi szempontból előnyös.

Sterilnek tekintik azt a felületet, amelynek a termékkel érintkező felületén található összes mikrobacejt csak annyi, amely az öblítés során nem növeli meg, az edény által befogadott térfogatú öblítővíz csíraszámát.

A fertőtlenítőszerrel szemben támasztott követelmény a tisztítószerekhez hasonló, azzal a különbséggel, hogy itt a tisztítószer nedvesíthető, emulgeáló hatásával szemben, gyors csíráölő hatásra van szükség. Elsősorban a kórokozók elpusztítása fontos, de kíváncsi, hogy a készítmény az élesztők, penészek és a baktériumok ellen is hatásos legyen (68).

Természetes, hogy minden igényt kielégítő fertőtlenítő anyag nem áll rendelkezésünkre, ezért mindig a legmegfelelőbbet kell kiválasztani.

3.2.2. Fontosabb ipari tisztítószer

Megnevezés	Csomagolási egység	Tulajdonságok
Mavebit P35	200 kg hordó	Erősen lúgos, ülepedésre hajlamos, folyékony tisztítószer. Lúgos kémhatásánál fogva, főként a zsíros és fehérjetartalmú szennyeződések eltávolítására alkalmas. Az alumínium és festett felületeket megtámadja, 1 % nátriumhipoklorit, vagy formaldehid hozzáadásával egyidejűleg jó fertőtlenítő hatás is elérhető vele. Zsíros felületeknél 2-3 % töménységben, 60 °C feletti hőmérsékleten ajánlott a felhasználás.
Evilux	200 kg hordó	Semleges kémhatású, jól nedvesítő, jól öblíthető, a felület száradását gyorsító antistatizáló, műanyag rekeszek tisztításához ajánlott készítmény. 50 °C feletti hőmérsékleten 2 %-os töménységben megfelelő.
Ultra Nova	200 kg hordó	Korróziót nem okozó, fertőtlenítő hatású tisztítópaszta. Olajos, zsíros felületek tisztítására 60 °C-on 2-3 % töménységben alkalmas. Oldata habzó.
Ultra Vill	200 kg hordó	Egyfázisú, folyékony, tisztító-fertőtlenítő hatású folyadék, amelyet konyhai edények, üvegek gépi tisztításához kísérleteztek ki. 60 °C felett 0,2 % töménységben ajánlott a felhasználása.
Ultra palacktisztító	200 kg hordó	0,1-0,3 %-os töménységben használva, az üveg öblítés után feltmentesen szárad. Enyhén savanyú kémhatású és klóramin tartalmánál fogva fertőtlenítő hatású folyadék.
Ultra mosogatópor	50 kg zsák	Jól tisztít, nem korrodáló, de erősen habzó. Zsíros felületekre 40 °C-on 0,2-0,5 %-os töménységben használható.
Unipon M1	50 kg zsák	Közepesen lúgos kémhatású, meleg oldatban kismértékben habzó, por alakú készítmény. Korróziót nem okoz. 1 % Nátrium-hipoklorit 90-nel kiegészítve fertőtlenítő hatású is. A műanyagokat antistatizálja. Olajos, zsíros felületek tisztításához 2-5 %-os töménységben, 40 °C feletti hőmérsékleten ajánlják.
Unipon TF-klór	50 kg zsák	Közepesen lúgos, (2 %-os oldatban pH = 11,7) 4,5 % aktív klórt tartalmazó, egyfázisú tisztító-fertőtlenítőszer. Jól nedvesít, emulgeál, csökkent habzású. Zsíros, erősen szennyezett felületek tisztításához 50 °C feletti hőmérsékleten 2-3 %-os töménységben célszerű használni.
Rábapon E	50 kg zsák	Erősen lúgos anyag (pH = 12,5 1 % oldatban, amely fertőtlenítő hatású adalékot is tartalmaz. Elsősorban üvegek tisztítására ajánlott. 60 °C-on 0,5-2 %-os töménységben.
Rábapon P és T	50 kg zsák	Erősen lúgos kémhatású készítmények (metaszilikátok). Melegen (60 °C fölött), főként fémfelületek festés előtti tisztítására, padló és csempe tisztításához alkalmazhatók 1-3 %-os töménységben.
Alupon T és P	50 kg zsák	Az előzőekhez hasonló hatású és hasonló célra használható szerek.
Trisó és szóda	50 kg zsák	0,5-2 %-os töménységben, főként melegen (40 °C felett) zsíros padozatok, csempék tisztítására alkalmasak.

3.2.3. Fertőtlenítőszer

A számtalan készítmény és vegyület közül csak azokat említjük meg, amelyeket az élelmiszeripar is alkalmaz.

Aktív klórt tartalmazó készítmények

Nátrium-hipoklorit (hypo)

A háztartási célra készített oldat 3-4,5 % aktív klórt és 1 % NaOH-t tartalmaz. Az ipari célra gyártott Na-hipoklorit 90 (klórlúg) 2-3-szor nagyobb mennyiségű aktív klórt tartalmaz.

A készítmény állás közben bomlik, aktív klórtartalma csökken. Erősen korrozív, ami 1 %-nyi nátriumszilikát és nátrium karbonát hozzáadással csökkenthető.

1-2%-os töménységben, 60°C-on, 10 perc alatt már spórás szennyeződéssel szemben is hatásos, kiváló fertőtlenítőszer. Ivóvíz fertőtlenítésére is felhasználható (0,1 l/m³). A hipoklorit oldat lúgos tisztítószerhez adagolható. Műanyag felületek fertőtlenítéséhez 0,3-0,5 %-ban használható.

Klórmez

Aktív klórtartalma 25-35 %, erősen korrozív, ezért gépek, eszközök, edények fertőtlenítésére nem alkalmas.

Klóramin B

Szerves vegyület, fehér por, vagy kristály, amely 25-27 % aktív klórt tartalmaz, tárolás közben nem bomlik. Kevésbé korrozív, de a csíraölő hatás kifejtéséhez 30-40 perc szükséges. Savanyú közegben csíraölő hatása jobb, ezért 100 l fertőtlenítőszerhez célszerű 3 l 10%-os sósavat hozzáadni.

Gépek, berendezések 0,5 %-os kézfertőtlenítésre 0,2 5-os, ivóvíz fertőtlenítésére 0,01 %-os töménységben használható. Kezelési idő 60°C-on 10 perc. Savanyítva az alumíniumot korrodeálja. Az aktív klór sejtpusztító hatását különböző mikroorganizmusoknál a 2. táblázat, csíraölő hatását a 3. táblázat tartalmazza (melléklet). (66, 86)

Jódtartalmú fertőtlenítőszer

Szerves tisztítószer molekulába épített aktív jódot tartalmaznak, gyűjtőnévvel „jódofor”-oknak nevezik őket.

Kevésbé korrozívek, mint az aktív klórtartalmú szerek, emellett kiváló csíraölő hatás jellemzi őket. Hatásosak a száj- és körömfájás vírusa ellen.

Az oldat kimerülését, annak sárgaszínének eltűnése automatikusan indikálja. Ilyen készítmények a Wescodyn, Iosan, Iosan CCt, Incosan, stb.

Incosan

Gépek, berendezések fertőtlenítésére (10 percig) 0,5 %-ban, kézfertőtlenítésre (1-3 percig) 0,1-0,2 %-os töménységben használható. 35°C felett bomlik. Lúgos szerekkel nem keverhető. A műanyag ládákat elszínezi.

Kvaterner ammónia tartalmú vegyületek

Jó csíraölő hatású, nem mérgező, nem korrozív anyagok. Nedvesítő tulajdonsággal is rendelkeznek. Elsősorban Gram pozitív baktériumokra és élesztőkre hatásosak. Jó ipari fertőtlenítőszer, de csak tisztított felületen alkalmazható, mert a fehérjék inaktíválják.

Ilyen készítmények a Nitrogenol, és a Sterogenol. Az utóbbi gyógyszeripari készítmény, és költséges. 0,2 %-ban kézfertőtlenítésre alkalmas.

Nitrogenol

Tisztított gépek, berendezések felületére permetezve célszerű használni 0,5-1 %-os töménységben, hidegen (15-20°C) 10-15 perc, 60°C hőmérsékleten 0,3-0,5 %-os töménységben 10 perc behatási idő szükséges. Lúgos tisztítószerrel nem keverhető.

Aldehydek

Kiváló fertőtlenítőszer, amelyek széles hatásspektrummal és spóraölő tulajdonsággal is rendelkeznek. Hátrányuk, hogy toxikusak és korrózív tulajdonságúak. Említett tulajdonságuknál fogva elsősorban járványügyi gyakorlatban, a szigorított fertőtlenítésekkor alkalmazhatók. Ilyen készítmények a formalin és a gludesin.

3.2.4. A tisztított, fertőtlenített felületekre vonatkozó higiéniai előírások

Az eszközök és berendezésekkel kapcsolatos higiéniai előírásokat a már idézett miniszteri rendeletek tartalmazzák.

A jól tisztított ládák:

- szemmel látható szennyeződéstől mentesek legyenek,
- ne hordozzanak felületükön kórokozókat (szalmonellákat), feltételes kórokozókat (kivételez B. cereus),
- jól tisztított felületen a lenyomati mintavétellel meghatározható csírák száma az előírtnál nagyobb értéket ne haladja meg (400 csíra/100 cm²),
- tisztítószer maradványokat nem tartalmaz.

A rendelet tiltja az élelmiszerekkel közvetlenül érintkező felületeken, fertőtlenítés után az E. coli, enterococcusok és élesztők előfordulását.

Ahol ezek az edények és élelmiszerek közvetlenül nem érintkeznek az egészségügyi hatóságok ennél kevésbé szigorú előírást is megszabhatnak, de törekedni kell a tisztasági szint elérésére.

A vegyi szennyeződés elhárításáról szóló rendelet (61) 3. számú melléklet 3. pontja előírja, hogy a mosogató, tisztító, tisztító-fertőtlenítőszerrel az élelmiszerekkel rendeltetésszerűen érintkező felületeken kimutatható maradékot nem képezhetnek.

3.3. A MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI SZÁLLÍTÓ ÉS TÁROLÓ ESZKÖZÖK TISZTÍTÁSÁNAK LEGFONTOSABB MÓDSZEREI ÉS BERENDEZÉSEI

Amennyiben az iparág egyes területein kis számban előfordul, speciális szállító edényektől, tartályoktól, valamint az üvegedények, palackok és ballonoktól eltekintünk az üzemi szállítási, tárolási feladatokhoz szinte kivétel nélkül különböző méretű és kialakítású ládákat, rekeszeket és tálcákat használnak.

Ezek élelmiszeripari rendeltetésüknél fogva korróziómentes anyagokból, úgy, mint műanyag, alumíniumötvözet és rozsdamentes acélokból készülnek. Egy részüket csak az üzem területén belül alkalmazzák, nagy többségük azonban el is hagyja azt. Mindkét csoportban, főleg az

üzem területén használatosak között jelentős számban vannak olyanok, amelyek közvetlenül érintkeznek az élelmiszerrel. A szállító- és tárolóedények mozgásterükből (üzemrészek, továbbfeldolgozó üzemek, üzlethálózat és az ezekhez tartozó szállítási útvonalak) és rendeltetésükből adódóan a legváltozatosabb szennyeződést hordozzák magukon. Ennek megfelelően, valamint az iparági jellegzetességek miatt igen sokféle mosóberendezés található az élelmiszeriparban.

A tisztítás módszerében alapvető közös tulajdonság, hogy a mechanikai és a vegyi tisztítás hatását kombinálva alkalmazzák. Az iparág szennyeződései nagy többségükben zsírt, lipoidokat, fehérjéket, szénhidrátokat, ásványianyagokat és mikroorganizmusokat tartalmaznak. Az ilyen jellegű szennyeződés erősen hidrofóbbá teszi azt a felületet, amelyhez kötődik. A felülethez kötődés mértéke is változó, de a felmérések alapján elmondhatjuk, hogy az élelmiszeripar ágazatainak jelentős részében igen erős (2). (2. ábra)



2. ábra: A szennyeződések felületen történő elhelyezkedése

A szennyeződés felülethez tapadása, adhéziója a felület minőségétől is függ.

A polírozott felületen gyengébb a tapadás, mint a porózus, durva felületen. Mérésekkel igazolták, hogy a műanyag felületen nagyobb, 1.5-2-szeres a szennyeződés adhéziója, mint a rozsdamentes edények felületén (3, 4).

Ipari tisztítás módszerei

Ahhoz, hogy ipari tisztítást valósítsunk meg szükség van egy optimális technológiára, amely fizikai-kémiai és mechanikai módszerek megfelelő változatából épül fel. Elsősorban a jól kiválasztott kémiai tisztítószerekre van szükség, amelyeknek hatására a tapadó szennyeződések leoldódnak, vagy azok diffúzió útján beszívórognak a szennyeződés alá, hogy azt a tisztítandó felülettől eltávolítsák. Ezeket a hatásokat különböző fizikai és kémiai jellemzők befolyásolják. A helyes műveleti értékek beállításakor javul az tisztítószerek hatása és ezáltal a tisztítás határfoka jobb lesz.

Ilyen faktorok:

- kezelési időtartam,
- az tisztítószer hőmérséklete,
- az tisztítószer kémiai összetétele és
- annak koncentrációja.

Ha csak jellemzően kémiai hatású kezelést alkalmazunk, amely nem más, mint áztatás, az erős szennyeződéseknel nem lehet tökéletes tisztítást elérni. Ezzel a módszerrel legfeljebb a szennyeződés 60-80 %-a távolítható el.

Még hosszú kezelési idő, magas hőmérséklet vagy erős tisztítóoldat-koncentráció sem eredményez számottevő tisztítóhatás növekedést.

Ezért arra kell törekedni, hogy kémiai hatást egy járulékos mechanikai kezeléssel együtt alkalmazzuk. Így a mechanikai hatás és a szennyeződés fajtája szerint különböző tisztítómódszerek jöttek létre az ipari gyakorlatban.

Ezeknek a módszereknek sora kezdődik a viszonylag „enyhe” eljárásokkal, úgy mint a lúggal való elárasztás vagy a lúgos öblítés, azután következnek a hatásosabb módszerek, mint a nagynyomású fúvókákkal előállított folyadéksugár, a kibillentő hatás vagyis a kefék használata és tovább folytatódik az erős hatásokig, mint a lehántolás vagy lekaparás lúgos fürdőben. Különösen hatásos ezeknek a módszereknek a megfelelő kombinációja, amelyek szerint a korszerű mosóberendezések működnek (46).

Amennyiben a tisztítandó tárgyak felülete bonyolult és a fent említett módszerek nem nyújtanak megfelelő tisztítóhatást, olyan esetekben az ultrahangtechnika alkalmazása igen kedvező. Különösen akkor, ha már a szennyeződés egy megelőző lúgos áztatással fellazítottuk. (47, 48)

A víztaszító és a felülethez jól tapadó szennyeződés eltávolítására a különböző mechanikai és a vegyi, -oldó hatások egyenként nem alkalmasak. A tisztítási műveletek tehát ezek kombinációiból épülnek fel megfelelő feltételek mellett.

3.3.1. Mechanikai tisztítómódszerek hatásai

A hatásos tisztítás döntő fontosságú részfolyamata a szennyeződések fellazítása, melynek eredményeként azok nagyobb felületen érintkeznek a tisztító oldattal és könnyebben leválnak a felületről. A fellazítást és a szennyeződés kibillentését a tisztító berendezések kefék dörzshatással, nagy nyomással áramoltatott folyadéksugárral (70), valamint a folyadéktérben létrehozott erős turbulenciával, vagy kavitációval érik el. Így a tisztító folyadék mélyebben hatol be a szennyeződésekbe, könnyebben fellazítja, felaprítja azokat és ezáltal felgyorsul a tisztítás (4, 5, 6, 7).

3.3.2. A szennyezések oldatba vitele

A szennyezőanyagok részecskéi a tisztító oldat hatására kémiai és kolloidkialakulnak.

A szennyezés – ezen belül a fehérjemaradványok – feloldásának és ezáltal a tisztításnak is fontos része a duzzasztás és peptizálás (8).

Ez a kissé savas, vagy semleges kémhatású közegekben a legcélszerűbb. A lúgos oldatok viszont meggyorsítják ezeket a folyamatokat. A friss, nedves szennyeződések könnyebben eltávolíthatók, mint a rászáradt maradványok. Ezért jelentős a tisztító oldat nedvesítő képessége (9).

A zsírmaradványokat a tiszta víz, a lúgos illetve a savas vegyszerek oldata még 60°C hőmérsékleten sem távolítja el maradéktalanul a felületről. Nagyobb hőmérsékleten a zsírok

leolvadása felgyorsul, de a zsírgolyócskák ismét összefüggő zsírréteget alkothatnak. Ennek következtében rontják a tisztító oldat hatását és lerakódhatnak a felületre. Ezért a gépi tisztításban elterjedt a jó nedvesítő hatású korszerű tisztítószer használata, amelyek egyúttal emulgeálják a zsírt (10).

3.3.3. A tisztítószer oldat szennyhordó képessége

A nagyteljesítményű folytonos tisztító berendezések működtetésében nagy jelentősége van annak, hogy a tisztítószeroldat hosszú ideig használható legyen kicserélés nélkül.

A tisztítószeres vizes oldatának szennyhordó képességén azt a tulajdonságot értjük, amellyel a felületről eltávolított szennyeződést ezek a szerek lebegő, finom diszperzióban képesek tartani.

Ezzel meg tudják akadályozni a szennyeződések ismételt lerakódását a felületre. A szennyhordó képességet javítani lehet az oldat viszkozitásának növelésével, a szennyre gyakorolt adhéziós és diszpergáló tulajdonságának fokozásával (13). Kemény vizek esetén a kalcium- és magnéziumsók vízben oldható vegyületekké való átalakításával, lágyításával, ioncserével. Számottevően javítható a szennyhordó képesség az oldat áramlási sebességének, turbulenciájának növelésével, az optimális hőmérséklet biztosításával.

A tisztítószeroldatba került darabos, rosszul oldódó, lassan duzzadó szennyeződéseket a tisztítóberendezésekben ülepítéssel – szűréssel távolítják el (14).

3.3.4 Fertőtlenítés, csíramentesítés

Tisztításon a mechanikus és kémiai szenny maradványainak eltávolítását, a fertőtlenítéssel a káros és betegségeket okozó mikrobák eltávolítását, illetve elpusztítását értjük. (15).

Az élelmiszerrel közvetlenül érintkező edények, - rekeszek esetén kiemelt jelentősége van a csírátlantásnak. Hús- és baromfiipari üzemekben az ún. keresztfertőzések elkerülésére is gondolni kell.

A fertőtlenítés a tisztítási műveletekkel egyidőben történhet. Ilyenkor fertőtlenítő hatású illetve fertőtlenítővel kombinált tisztítószereseket alkalmaznak. Környezetkímélő megoldás lehet a magas 80-90°C hőmérsékletű, dezinficiáló hatású forróvízes öblítés (16). Az ilyen rendeltetésű mosóberendezések fertőtlenítő hatását rendszeresen ellenőrzik.

3.3.5. Kombinált hatásmechanizmusok

A hatásos tisztítás érdekében a mechanikai és a vegyi tisztítás különböző változatait kombinálják.

A lúgos oldatok hatását elősegíti és meggyorsítja a hőmérséklet növelése mellett a mechanikai hatások fokozása.

Ilyenek a tisztító folyadéksugár nyomásának és áramlási sebességének növelése a felületi dörzshatás fokozása érdekében. A különböző kialakítású folyadék fűvókák felgyorsítják a folyadék mozgását és megfelelő kiáramlási vízképet hoznak létre, ezáltal biztosítva a dörzshatáshoz szükséges impulzus erőt. A folytonos működésű berendezésekben nagyszámú fűvóka juttatja el a tisztító oldatot a szennyezett felületre. (71)

A kombinált tisztítóhatás másik megoldása, amikor a tisztítandó tárgyakat elmerítjük a tisztító oldatban, illetve abban mozgatjuk, és eközben dörzshatásnak tesszük ki a szennyezett tárgy felületét. Ismeretes olyan megoldás, amikor a tisztítókád egyedi kialakításával és nagy teljesítményű folyadékmozgató berendezéssel igen erős turbulenciát hoznak létre a tisztító oldatban (11).

Ebben az esetben a nagy sebességgel, szabálytalanul mozgó, örvénylő oldat dörzshatását érvényesítik.

Korszerű és igen eredményes eljárás továbbá a folyadéktérbe sugárzott, ultrahang tartományba eső akusztikai rezgés által létrehozott kavitáció felhasználása. Az időegység alatt nagyszámban létrejövő és összeomló kavitációs buborékok dörzshatása különösen előnyös bonyolult felületű tárgyak tisztításánál, amelyekről a kefések, vagy a fűvókás tisztítás módszerével nem lehet maradéktalanul eltávolítani a szennyeződést (12).

A kombinált hatásnak minősül a kézi és gépi kefések, tisztítószerek dörzshatás, de korlátozott teljesítménye és hatékonysága miatt egyre inkább kiszorul a tömegtermeléshez kapcsolódó berendezések tisztító műveleteiből.

3.3.6. Az ultrahang alkalmazása a tisztítási műveletekben

Az ultrahang alkalmazásának egyik legfontosabb területe a különböző méretű, alakú és szennyezettségű tárgyak tisztítása. Azokban az esetekben, ahol magas a tisztítással szembeni követelmény, a hagyományos mosóberendezések már nem felelnek meg.

A kézi és gépi mechanikai tisztítás még nagyhatású tisztítószerek használata esetén sem biztosítja a korszerű ipari tisztítás feltételeit. Amennyiben a tisztítandó tárgyak felülete bonyolult, rajtuk nehezen hozzáférhető üregek, bemélyedések találhatók, gyakorlatilag lehetetlen azokat teljesen megtisztítani. A nagynyomású folyadéksugár alkalmazása már javított a hagyományos tisztítás hatásfokán, de a megfelelő hatás még így sem érhető el.

Az ultrahangos technika bevezetése, illetve applikálása a hagyományos mosóberendezésekre jelentős anyagi megtakarítást eredményezett, különösen ott, ahol ezek akadály nélkül beépíthetők a folytonos tisztítás műveletébe (49).

Az ultrahangos tisztítás legnagyobb előnye, a szennyeződés eltávolításának más módszereivel szemben a kiváló tiszta felületi minőség. Öblítéskor például a szennyeződés 60-80 %-a visszamarad, hagyományos mechanikus tisztítás esetén 40-50 %-a, kézi tisztításkor kb. 20-25 %-a, az ultrahangos tisztításkor viszont mindössze 0,5-2 %-a (50).

A nagyszámban jelentkező, nehezen hozzáférhető helyekkel és üregekkel tagolt tárgyak ultrahangos módszerrel hatásosan tisztíthatók.

Az ultrahangos tisztítás sajátos előnye a csekély fizikai munkaráfordítás mellett nagy termelékenységeben a költséges energia és tisztítószeres gazdaságos felhasználásában jelenik meg.

Alapvető ismeretek az ultrahangról

Az ultrahang mechanikai rezgés, amelyre az akusztikai törvényszerűségek érvényesek.

Fontosabb fizikai jellemzőit az alábbiakban foglalhatjuk össze (51):

- Magas frekvenciatartomány. Megállapodásszerűen 20 kHz-től 1000 MHz-ig terjedő frekvenciatartományba eső rezgéseket nevezzük ultrahangnak.
- Kis hullámhossz. A rezgések hullámhossza a közvetítőközegben mért hangsebességtől függ, így pl. vízben ($v_1 = 1200 \text{ m/s}$) $\lambda = \frac{v_1}{f} = 6 \dots 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$, szilárd testekben ($v_1 = 4000 \text{ m/s}$) $\lambda = 20 \dots 4 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$.
- A rezgéskeltőből kisugárzott hullámok nyalábba foglalva egyenes vonalban terjednek, tehát irányíthatók, célzottan alkalmazhatók.
- Nagy intenzitással kelthetők. Az ultrahang intenzitásán $I [\text{W/cm}^2]$ az energiasűrűség $[\text{Ws/cm}^3]$ és a terjedési sebesség szorzatát értjük. Míg a beszélt hang intenzitása $2 \cdot 10^{-9} \text{ W/cm}^2$, addig az ultrahang tartományban elvileg 1000 W/cm^2 intenzitás is elérhető.

Az ultrahangtér jellemzői

A hanghullámok általában longitudinális hullámok; fizikai jellemzők: a részecskék kilengése, a hullámsebesség, a hullámgyorsulás, a térfogategységre eső közepes összenergia intenzitás vagy hangerősség, hangteljesítmény, a hangnyomás, a közvetítő anyagra jellemző " $\rho \cdot v_1$ " szorzat, ún. hanghullám-ellenállás, illetve akusztikai keménység. Minél nagyobb a közeg akusztikai keménysége, annál jobb sugárzási határfok érhető el benne (51).

Az ultrahang előállításának módszerei és eszközei

Az ultrahangrezgések keltésének fő elemei az ultrahang-átalakítók, rezgéskeltők. Az átalakítókban mechanikai, villamos, mágneses vagy elektromágneses rezgések alakulnak át hangrezgéssé. Így megkülönböztetünk mechanikai és elektromechanikai sugárzókat (49).

a) Mechanikai sugárzók:

- aerodinamikai sugárzók,
- sziréna sugárzók,
- sípsugárzók,
- hidrodinamikai sugárzók.

b) *Elektromechanikai átalakítók:*

Az elektromechanikai átalakítók sugárzóból és annak gerjesztésére szolgáló generátorokból állnak:

- Kisfrekvenciás generátorok magnetostrikciós és elektrodinamikus sugárzókat működtethetnek. (3. ábra)
- Nagyfrekvenciás ultrahang-generátorok, amelyek piezoelektromos sugárzókat működtetnek. (4. ábra)
- Impulzus generátorok, amelyekhez magnetostrikciós és piezoelektromos sugárzók egyaránt illeszthetők. (5. ábra)



3. ábra: Kisfrekvenciás generátor



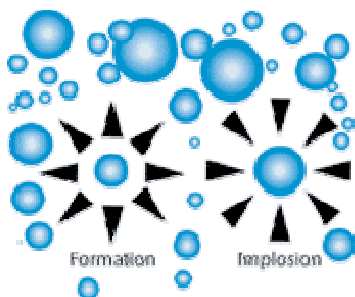
4. ábra: Nagyfrekvenciás generátor



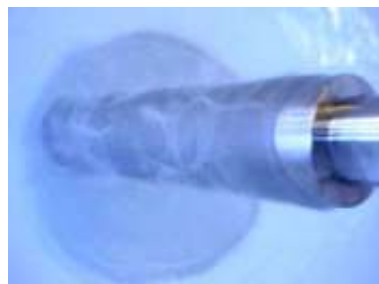
5. ábra: Bemerülő átdő fej piezoelektromos sugárzókkal

Az ultrahang hatásai folyadéokban

A nagy intenzitással besugárzott ultrahang-energia az anyagban kimutatható változásokat okoz. Itt csak néhány a tisztítás számára fontos hatást emelünk ki. Jellegzetes és egyik legfontosabb hatás a kavitáció. A folyadékban terjedő hanghullámok váltakozó nyomásnövekedésű és csökkenésű periódusokat hoznak létre, amelyek viszont sűrűsödési és ritkulási övezeteket képeznek. A ritkulási övezetekben a hidrosztatikus nyomás oly mértékben csökken, hogy a folyadék molekuláira ható erők meghaladják a molekulaközi kötések erejét. Emiatt a folyadék szétszakad és számtalan apró buborék képződik. (6., 7. ábra) A következő pillanatban, amikor a folyadékban a nagy nyomás periódusa következik be, a korábban képződött buborékok szétpattannak. Az üregek megsemmisülési folyamatát több helyileg ható lökéshullám képződése kíséri, amelyek nyomása elérheti a 25-30 MPa-t. Ez a magyarázata a kavitáció roncsoló hatásának (52).



6. ábra: Kavitációs üreg kialakulása és összeomlása



7. ábra: Besugárzó fej körül kialakult kavitációs tér folyadékban

Az ultrahangos kavitáció a folyadékban akkor jön létre, ha az intenzitás egy bizonyos minimális értéket az ún. kavitációs küszöböt eléri. Ez függ a folyadék sűrűségétől, viszkozitásától, hőmérsékletétől, az ultrahangrezgések frekvenciájától, és a statikus nyomástól. A kísérletek alapján megállapítható, hogy a kavitációs erózió a folyadékban sokszorosára fokozható a hang- és a statikus nyomás arányának helyes megválasztásával. (53)

A kavitáció következtében az ultrahang-energiát közvetítő közegben ún. másodlagos hatások jelentkeznek, amelyek közül a legfontosabbak:

- gáztalanítás,
- oxidáció, redukció,
- kondenzáció,
- diszperzió.

Az ultrahang-energia jelentős része a közvetítő közegben hővé alakul. Esetenként ez a hőképződés nem kívánatos (hőérzékeny anyagok), ezért egyidejű hűtésről kell gondoskodni.

Az ultrahangos tisztítás fizikai alapjai

Az ultrahangos tisztítás bonyolult folyamat, amely a helyi kavitációt a tisztító folyadékban fellépő nagy gyorsulások hatásával összekapcsolva a szennyeződés elroncsolásához vezet és elősegíti a zsíros szennyeződések emulgeálását.

Ha a szennyezett tárgyat a tisztító folyadékba helyezzük és ultrahanggal sugározzuk be, akkor az előbbieken vázolt jelenségek alapján a kavitációs buborékok lökéshullámának hatására a tárgy felülete megtisztul a szennyeződéstől. Ezenkívül a folyadékban nagyszámú buborék képződik kavitációs jelenség nélkül, amelyek erős rezgésbe jönnek és szintén roncsolják a szennyező részeket (54).

A hatásos tisztítás egyik előfeltétele a frekvenciatartomány helyes megválasztása. Vizsgálatokkal igazolták, hogy a tisztításhoz erőteljes folyadék-kavitáció kialakításához a legkedvezőbb frekvenciatartomány 18...44 kHz között van. Ennél magasabb frekvenciatartományban a kavitációs buborék gyors szétpattanását akadályozó gőz-gáz nyomás marad vissza.

Az alacsonyabb frekvenciatartományban a kavitációs buborékok átmérője annyira növekszik, hogy azok szétpattanásakor csökken a kavitáció hatékonysága. Nem kevésbé fontos az is, hogy kis frekvencián hallható zajok keletkeznek, amelyek az emberre károsak (55).

Ez a frekvenciatartomány már jelentős energiát képes átvinni. Így a besugárzott felületre a szükséges hangintenzitás I (W/cm^2) könnyen biztosítható. A hangtér elméleti összefüggéseiből kiszámíthatjuk a részecskék gyorsulását a tisztító folyadékban.

Vegyük alapul az általánosan használt tisztító folyadékot a lúgos vizet. A hangtér elméletéből következik:

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{2I}{\rho \cdot v_l}} \quad (1)$$

$$a_{\max} = 2\pi \cdot f \cdot v_{\max} \quad (2)$$

ahol a $v_{\max}$ egy a hullámból kiragadott részecske maximális sebessége a hangtérben, $a_{\max}$ pedig az ebből következő, a rezgés fordulópontjában fellépő maximális gyorsulásérték. A ρ a besugárzott anyag sűrűsége, v_l a hullám terjedési sebessége a közvetítő közegben és az f az alkalmazott ultrahang frekvenciája.

Lúgos tisztítószer esetén:

$$\begin{aligned} \rho &= 1 \text{ g/cm}^3, \quad v_l = 150000 \text{ cm/s}, \\ I &= 1 \text{ W/cm}^2, \quad f = 20000 \text{ 1/s}. \\ v_{\max} &= \sqrt{\frac{2 \cdot 1 \text{ W/cm}^2}{1 \text{ g/cm}^3 \cdot 1,5 \cdot 10^4 \text{ cm/s}}} \cong 1,15 \text{ cm/s} \end{aligned}$$

ebből

$$a_{\max} = 1450 \text{ m/s}^2 \text{ ami 145 g-nek (!) felel meg.}$$

A rendkívül nagy gyorsulás következménye az anyag mechanikai igénybevétele, amely folyadék szétszakadásához vezet. Az így létrejött üregek pedig a lehető leggyorsabban összeomlanak, amelynek következtében a lúgos oldás mellett a feltapadó szennyeződést erős mechanikai roncsoló hatás éri. Ez a hatás folyamatosan végbemegy és a bemeztett tárgy teljes tisztulásához vezet.

Mint ahogyan általában a tisztítási folyamatoknál, úgy az ultrahangos tisztításnál is meghatározó jelentősége van a műveleti hőmérsékletnek és a besugárzási időnek (56).

A besugárzási idő, vagyis a tisztítási művelet ideje természetesen olyan nagyságú, amelynél a szennyeződés maximuma távolítható el a felületről. A kezelési idő növelésével azonban nem áll egyenes arányban a tisztító hatás növekedése. Éppen ezért a gyakorlatban nincs jelentősége az igen hosszú műveleti időnek.

Az ultrahangos tisztítás hőmérséklet függése igen erős. A tisztítás hatékonysága és a kavitációs erózió függ a tisztító folyadék hőmérsékletétől. A hőmérséklet növelésével egymással ellentétes hatások befolyásolják a kavitáció erősségét. Így az ultrahangos tisztítás kedvező hőmérséklet-tartományának meghatározása a döntő, viszont minden tisztítószer számára van egy bizonyos hőmérséklet, ahol az oldóhatás maximális. A kettő összehangolása adja az ultrahangos tisztítás optimális hőmérséklet-tartományát (57).

3.3.7. A tisztító berendezések általános felépítése és működése

Az élelmiszeripari műanyag és fém ládák, rekeszek folytonos tisztítására, annak mérete, formája és a szennyeződés típusának megfelelően különböző felépítésű alagútrendszerű ún. átmenő mosóberendezéseket alkalmaznak. (8. ábra)



8. ábra: Alagút rendszerű rekesz és ládamosó gépek

Az igényes és hatásos gépi tisztítás technológiájának műveleti lépései az előző fejezetben ismertetett mechanikai és kémiai hatások helyesen megválasztott sorrendjéből állnak.

a) Előmosás – előáztatás:

Ebben a szakaszban távolítják el a nagyobb, könnyen leváló szennyeződések, valamint az erősen tapadó szennyeződések fellazítása és peptizálásával előkészítik az intenzív tisztítási műveletet.

b) Intenzív mosás:

Itt a feláztatott, fellazított szennyeződés teljes eltávolítása a cél, továbbá a zsírok, olajok emulgeálása. Igény szerint a tisztítószert fertőtlenítőszerrel kombinálják.

c) Öblítés:

Higiéniai előírásnak megfelelően az tisztítószeres mosást attól helyileg elkülönített öblítés követi. Az öblítő folyadék nem tartalmaz vegyszert. Itt távolítják el az esetleg a felületen maradt szennyeződés és tisztító-, fertőtlenítőszer maradványokat.

d) Utóöblítés:

Friss, nem visszaforgatott ivóvíz-minőségű vízzel történik. Célja a felületek teljes letisztítása.

e) Szárítás:

Amennyiben a szállító, - tárolóedényeket a tisztítás után közvetlenül felhasználják a felületen maradt folyadékot el kell távolítani, ilyen esetben a mosógépeket szárító alagúttal kapcsolják össze (17).

A felsorolt műveletek a berendezésen belül elkülönülnek és az előző fejezetben ismertetett vegyi-mechanikai hatásokra épülnek. Mindegyik fázisnak más-más a funkciója, ezért önálló

folyadékkezelő és mozgató rendszerük van. A gazdaságos üzemeltetés miatt ezek önmagukban visszaforgatott folyadékrendszerrel működnek, kivéve az előírászerűen ivóvíz-minőségű utolsó öblítő szakaszt. Nagyüzemi, folytonos tisztítás esetén a tárgyakat egy szállítószerkezettel kell végigvinni a tisztítás fázisain. Kialakításuk igazodik a tisztítandó tárgyakhoz, hosszuk és mozgási sebességük a szennyezettség mértékétől és az elvárt, mosási teljesítménytől függ, mivel az előző két jellemző egyértelműen meghatározza a tisztítási szakaszok műveleti idejét.

A berendezések alapvetően tehát a tisztító oldat és az öblítő folyadékkezelő, mozgató rendszeréből, valamint a tárgyakat szállító szerkezet és a hozzátartozó pályából épülnek fel. Ezeknek működését különböző mértékben automatizálják. További változatokat eredményez egyes berendezéseknél a kiszolgálás gépesíthetősége és ezen belül a tisztítandó tárgyak rávezetésének megoldásai. (9. ábra)



9. ábra: Tisztítandó tárgyak rávezetése a mosási zónára

Mobil berendezések

A mozgatható tisztítóberendezések ott alkalmazhatók előnyösen, ahol az üzem területén több helyen, de kis számban keletkezik szennyezett edényzet.

Feltétele, hogy a berendezést akadálytalanul lehessen mozgatni az üzemszerek között.

Mobil mosóberendezést fejlesztett ki az ADEX Mérnöki Iroda rekeszek, ládák és áruházi bevásárlókosarak egyedi tisztítására. A tisztítandó tárgyakat egyenként lehet behelyezni a mosótérbe a mosókeretek közé, ahol nagynyomású szórófejek juttatják el a tisztítófolyadékot a tárgyra. Mérete: 1220x1350x560 mm. Többfázisú mosásra alkalmas, amelyet a kezelőszemély állít be. A tisztítóoldatot villamos energiával automatikusan 50 °C-ra fűtik. Visszaforgatott és nem forgatott üzemmódban is működik óránként, 100-160 db rekesz tisztítására alkalmas. (10. ábra)



10. ábra: Mozgatható rekeszmosó berendezés

Az üzemi próbák eredményei alapján csak enyhén szennyezett ládák, rekeszek mosására alkalmas. Előnye: kis helyen elfér, higiénikus. Hátránya: lassú, relatív magas fajlagos tisztítási költség. (73)

Kerekeken gördülő tisztítóberendezés családot gyárt a Holland UNIKON AG. cég. Az egyes berendezések a mosóalagút szélességi méretében különböznek, ennek megfelelően különböző műanyag és fém edényeket lehet bennük tisztítani. A berendezések felhasználását határolja a hossza (3000 mm). Nem tartalmaznak előáztató-előmosó szakaszt, de az intenzív tisztítási műveletre sem esik több, mint 1800 mm (18). Így az erősen szennyezett edények nem tisztíthatók megfelelően. A kötött szennyeződés eltávolítására ún. rotor-, forgókefét helyeztek el a berendezés elején, amellyel a kezelőszemélyzet egyenként az edényeket tisztogathatja. Miután a berendezés nem helyhez kötött, így a pára- és gőzelszívást nem alkalmazhatnak, ezért a berendezés környezetében igen erős a gőzképződés. (11. ábra)

A berendezésben az edényeket szállító pálya alatt helyezkedik el a gyűjtőtartály, amelyre a mosóalagútból a tisztítóoldat cserélhető szitátalcán keresztül folyik vissza. A tisztítóoldatot gőzzel, vagy villamos energiával egyaránt lehet fűteni. Az oldatot szivattyú juttatja el a mosókeretekre. Önmagában visszaforgatott folyadékrendszert alkalmaznak. Az utolsó mosókeret az előírászerűen vissza nem forgatott öblítő vizet juttatja el a tisztítandó tárgyakra. Ez feltételezi azt, hogy a telepítés helyén van ivóvíz-minőségű vízfelvételi lehetőség. A tisztítandó tárgyakat szállítószalag mozgatja a mosó alagútban.

A mozgatható berendezéseket csak az előáztatást nem igénylő, enyhén kötött szennyeződések eltávolítására alkalmazhatjuk.



11. ábra: Többfázisú, mozgatható mosóberendezés

Általános felépítésű berendezések

A 300-1000 db/óra teljesítményű, különböző edények és rekeszek tisztítására alkalmas mosóberendezéseket az üzem arra alkalmas területén telepítik. Segédenergia rendszerre kötik, szennyvíz elvezetésre alkalmas csatornával látják el és a pára-, gőzelvezetésről is gondoskodnak. A telepítési hely kiválasztásánál figyelembe veszik továbbá, hogy elegendő hely álljon rendelkezésre az edények, - rekeszek mosás előtti és utáni elhelyezésére (19, 20).

Felépítésük aszerint alakul, hogy a 3.3.7. pontban ismertetett tisztítási műveletsorból hányat tartalmaznak, valamint a tárgyakat hogyan mozgatják a mosótérben.

Az egyszerű, kisteljesítményű berendezések nem tartalmaznak előáztató szakaszt.

Tisztítószeres mosást és frissvizes öblítést végeznek. Ennek megfelelően egy tartálytérrel rendelkeznek, amelyből az tisztítószeres folyadékot szivattyú juttatja a mosókereteken elhelyezett fúvókákba. (12. ábra)



12. ábra: Kisteljesítményű mosóberendezés

A legegyszerűbb típusok még szállító szerkezettel sem rendelkeznek csak néhány vezető lécből álló pályával. A ládákat – rekeszeket a kiszolgáló személyzet esetenként egy mechanizmus nyomja át a berendezésen azáltal, hogy azok egymáshoz érnek és egymást tolják. Nagy hátránya az ilyen menesztésnek, hogy a tárgyaknak az a felülete, amelyikkel összeérnek, nem tisztul. Az ilyen berendezések az erősen felülethez kötött szennyeződéseket nem képesek eltávolítani (21).

A hatásos tisztításra alkalmas berendezések a teljes tisztítási művelet sort tartalmazzák igény szerint a szárítást is. A mosási teljesítmény (db/óra) a haladási sebesség növelésével növelhető.

A különböző mértékű szennyezettség miatt a korszerű berendezésekben fokozat nélküli hajtóművekkel oldották meg a pályasebesség változtatását, így a mosási teljesítmény bizonyos határok között értendő.

A Laska und Söhne osztrák, elsősorban húsipari berendezéseket gyártó vállalat, a 70-es évek végére nagyipari láda, rekesz és tálcamosó gépet fejlesztett ki. 380-550 db/óra mosási teljesítményre egy 3680 mm hosszú és 1200 db/órás, 6800 mm hosszú berendezést gyártanak. Az utóbbi előmosó és szárító zónával is rendelkezik. A tisztító folyadék elektromosan és alacsony nyomású gőzzel is fűthető. A berendezés magas fokon automatizált, a mosóalagútba érkező tárgyakat fotocella érzékeli. A szállítószalag sebessége fokozat nélkül állítható.

A tisztításra nagynyomású fúvókákat használ, melyek $8-12 \times 10^5$ Pa nyomáson működnek. Az intenzív szakasz 60 °C-os tisztítószert, az öblítő szakasz 80 °C-os forró vizet használ és a szárítást hideg levegővel végzi. Az öblítő és az intenzív mosószakasz tisztító folyadékja szűrt

és visszaforgatott. A korszerű műszaki megoldások ellenére a kötött szennyeződést nem tudja eltávolítani. A felületen megmaradt biológiai szennyeződés hatását erőteljes fertőtlenítéssel kompenzálja. (13. ábra)



13. ábra: Szárító zónás rekeszmosó berendezés

Műanyag rekeszek, ládák, tálcák és különféle edények igényes tisztítására a 80-es évek elején fejlesztett ki a német Hobart cég mosógép családot. Elsősorban élelmiszeripari, nagykonyhai és Catering üzemek részére. Számos új műszaki megoldást alkalmaztak, mint pl. a hővisszanyerés és az automatikus szűrőtisztítás a visszaforgatott szakaszokban. A berendezések modul rendszerűek, a tisztítási és szárítási műveletek egyes szakaszait építőkocka elven egymás mellé lehet szerelni. Működtetése teljesen automatikus, a tisztítóoldatok fűtése villamos árammal, gőzzel egyaránt megoldható. A fűvókák alacsony nyomáson ($1-1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$) működnek.

Öt modul elem építhető össze:

1. Előtisztító a darabos szennyeződések eltávolítására visszaforgatott hálózati vízzel
2. Intenzív mosószakasz visszaforgatott 60°C -os tisztítóoldattal
3. Befejező tisztítás szakasza 65°C -os visszaforgatott tisztító,- fertőtlenítő oldattal
4. Öblítő szakasz 80°C -os nem visszaforgatott hálózati vízzel
5. Nagy teljesítményű forró levegős szárítószakasz

A 4. és az 5. szakasz hővisszanyerővel működik.

Automatizáltsága és energiatakarékos üzemmódja erősen csökkenti a fajlagos tisztítási költségeket. A rászáradt szennyeződések azonban nem tudja eltávolítani.

Az egyes műveleti fázisoknak megfelelő gépegységeket modulrendszerben egymás mellé építve alakította ki mosógépcsaládját a nagy múltú német GÖBEL cég (22). Ez azt jelenti, hogy a tisztítási műveleteket ún. szakaszokra osztotta a gépen belül és ezeket különböző nagyságú modulok képviselik. A mosógépcsalád így alapvetően 2-, 3-, 4 szakaszos (műveleti fázisú) gépekre osztható, amelyek ezen belül további változatokra bonthatók, aszerint, hogy egyes szakaszok ez esetben modulok hossza milyen nagy. A szakaszok és így a berendezés hosszával arányosan nő a műveleti idő. (14. ábra)

Az alacsony darabszám és enyhe szennyeződés számára két mosószakasszal ellátott berendezéseket gyártanak. 60°C -os tisztítószeres intenzív szakaszból áll a gép amelyhez egy rövid frissvizes öblítőszakaszt kapcsolnak.

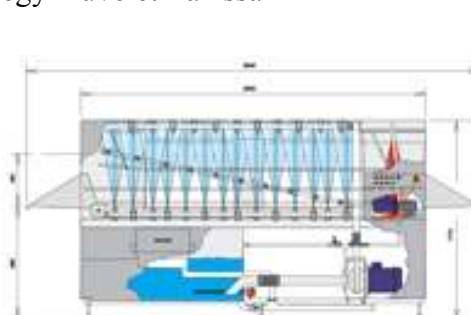
A háromszakaszos mosóberendezésekben egy 60°C -os tisztító oldatos intenzív mosás és egy 70°C -os forróvizes öblítés van önálló visszaforgatott vízrendszerrel, majd egy frissvizes utóöblítés. Ezeket a közepesen szennyezett műanyag, alumínium és rozsdamentes acélból készült edényekhez ajánlják.

A négy szakaszos berendezések egy $40-45^\circ\text{C}$ -os vízzel, visszaforgatott rendszerű előmosó-, áztató szakaszt is tartalmaznak. Így alkalmasak a kötöttebb szennyeződések eltávolítására is. Az előmosás hőmérséklete azért alacsonyabb, mert így elkerülhető a fehérje koaguláció a felületekre tapadt szennyeződésben.

A szakaszos, - modulós gép építésnek kétségtelenül nagy a jelentősége azáltal, hogy a gyártás során számos szerkezeti egység tipizálható. (15. ábra)



14. ábra: Mosóberendezés négy műveleti fázissal



15. ábra: Példa a modulrendszer kialakítására

Ezekben a géptípusokban a műveleti szakaszok önálló vízvisszaforogató egységekkel vannak ellátva. A szivattyúk a folyadékot cserélhető szűrőkereteken keresztül szívják fel, amelyek házáat a gép oldalán helyezték el a hozzáférhetőség miatt a szivattyúkkal együtt. Az egyes szakaszokhoz tartozó folyadékgyűjtő tartályokat az üzemi adottságoknak megfelelően gőzzel, forróvízzel feltöltéssel és elektromos úton lehet fűteni.

A nagy kiáramló nyílású fúvókákat mosókereteken helyezték el, amelyek merőlegesek a gép hossz tengelyére.

A szállítószerkezet hajtását minden esetben fokozat nélküli hajtóművekkel oldják meg. Az edények, rekeszek szállítását edzett, horganyzott acéllánccal, műanyagláncsal és rozsdamentes drótszemes illetve kereszttrudas hevederrel végzik a tisztítandó tárgyak mérete, súlya és típusától függően. (14. ábra)

Az állandó mosószer-koncentráció biztosítása érdekében automatikus adagolószerkezettel látták el a gépeket.

A fertőtlenítő anyagot a frissvíz utóöblítéshez adagolják.

Mindegyik típushoz gőzszívó ventilátor tartozik, valamint hideglevegős vízlefűvatót, vagy meleglevegős szárítóalagutat lehet csatlakoztatni (23).

Háromfázisú:

- alacsony hőmérsékletű előáztató,
- 55°C-os tisztítószeres mosó és
- frissvízes öblítő szakaszokból álló berendezést

fejlesztettek ki a STIC-HAFROY francia cég műanyag rekeszek és ládák részére. (16. ábra)

Az előzőekben ismertetett alagút, tehát átmenő típusú berendezéshez hasonló elrendezésű és azzal megegyező szerkezeti elemeket tartalmaz. Igen rövid előáztató szakasza azt mutatja, hogy nem erős szennyezettségű tárgyak mosására alkalmas, hanem elsősorban az italos üvegek rekeszeinek tisztítására. Nincs automatikus vegyszer adagolása, ezért nem garantált az optimális tisztításhoz tartozó mosószer koncentráció (24).



16. ábra: Háromfázisú rekesz és ládamosó berendezés

Hús és konzervipari fém és műanyag ládák tisztítására alkalmas berendezést készített a MEZŐGÉP Vállalat Cserkúti gyára.

Az AK 3a-típusú berendezés teljes hossza 7500 mm és 340, valamint 500 db/óra kapacitással üzemel, amely darabszámok a kétfokozatú hajtóművel előállított szállítósebességből adódnak. (17. ábra)



17. ábra: Háromfázisú rekesz és ládamosó berendezés

A fa, fém és műanyagládákat két műveleti lépésben tisztítják. Az első egy 0,5-1 % lúgtartalmú 60°C hőmérsékletű mosás, a második egy friss-, hidegvizes öblítés. Az utolsó művelet, amely feltehetően nem tartozik a tisztításhoz, a gőzölés, amely a tárgyak felületi csírátlánítására szolgál.

A gép elrendezése alagút rendszerű. A mosó oldatot, vizet és a gőzt különböző irányú fűvókasorok juttatják el a ládák felületére, amelyeket vonóelemekkel felszerelt hevederes, görgős továbbítólánc mozgat. A meleg tisztítószeres és a hidegvizes műveleti egységek elkülönülnek a berendezésen belül is és önálló visszaforgatott rendszerben működnek. A fűvókákon kiáramló folyadék a gép alsó részén elhelyezett tartályokba kerül vissza, ahonnan a cserélhető szűrőkereteken keresztül szivattyúk nyomják ismét a fűvókasorokra.

A vízsugarak minden oldalról eléri a tisztítandó tárgyat. A hidegvizes tartály a hálózatról kapja a pótlást, a felesleges mennyiség túlfolyón távozik. A melegvizes tartály úszó szabályzó szelepeken keresztül a hidegvizes tartályból kapja a vizet.

A lúgos mosószakaszban a tisztítószer (folyadék) automatikusan adagolják. A tömény lúg tárolására külön tartályt helyeztek el a gép oldalán.

A berendezés műszaki leírásában a gép rendeltetése címszó alatt a következő áll:

„A konzervipari és az élelmiszeripari szállító ládák ürítés utáni megtisztítása a rá nem szárad szennyeződésektől”, ami az előáztató-, előmosó szakasz hiányából következik.

További hiányosság, hogy nincs előírászerű vissza nem forgatott frissvizes öblítés, aminek funkcióját a gőzölés csak részben tudja átvenni (25).

Az enyhén szennyezett műanyag ládák és rekeszek tisztítására még számos berendezés elérhető. Közös vonásuk, hogy alagútszerűek és fűvókakeretekkel vannak ellátva, valamint a hasznos mosási hossz 3000 mm-nél nem több. Eltérés csak a gépesítettségben és az automatizáltságban van.

Igényes tisztítási feladatok elvégzésére egyik vállalat berendezése sem alkalmas a mosási szakaszok rövidege és a magas tisztítási kapacitásból (800-1000 db/óra) adódó igen rövid műveleti idő miatt.

Sajtformázó tálcák tisztítására dolgozott ki berendezést az Adex Mérnöki Iroda. A berendezésben a tisztítandó tárgyakat a kezelő személyzet tolja nyílással lefelé a mosókeretek közé. A művelet két fázisból áll: intenzív 65 °C-os visszaforgatott tisztító oldatos mosásból és 85 °C-os forró vizes öblítésből. A gép egyszerű minimális automatikát tartalmaz. A fűvókák 8-10 x 10⁵ Pa nyomáson működnek és telített kúp alakú vízszugárral dolgoznak. Alkalmas az üzemben használatos ládák és rekeszek tisztítására is. A tisztítás minősége kizárólag a kezelő személyzettől függ, miután a haladási sebességet, tehát a tartózkodási-, műveleti időt ő szabja meg.

Nagyteljesítményű, folytonos technológiákhoz kapcsolódó berendezések

A műanyag rekeszek legnagyobb felhasználója a palackozóipar. Nagyságrenddel többet használ fel, mint az egyéb élelmiszeriparhoz tartozó ágazatok.

A nagy mennyiség és az iparág folytonos, magas fokon automatizált technológiái ezeknek megfelelő mosóberendezéseket igényelnek.

Alapvető követelmény, hogy a palackozáshoz kapcsolódóan folytonosan, emberi beavatkozás nélkül tisztítsa a rekeszeket a berendezés, ezért a rekeszek rá-, illetve elvezetése automatikusan, szállítópályákon történik. A rávezetéskor a rekeszeket nyílással lefelé fordítják. Ennek kettős célja van. Az egyik, hogy a mosás folyamán ne álljon meg a folyadék a rekesz alján a másik, hogy a benne tartózkodó különböző hulladék még a berendezésbe vezetés előtt kiszóródjon a rekeszekből. Így fordító pályáíveket, vagy buktató szerkezeteket alkalmaznak.

További jellegzetesség, hogy a nagy darabszám igény (2500-3000 db/óra) kielégítése érdekében két illetve három sorban vezetik át a rekeszeket a mosó alagúton (26).

A palackozóiparban használatos rekeszek szennyeződése nem biológiai jellegű, jelentősen eltér a többi iparági szennyeződéstől. Csak a legritkább esetben tartalmaz zsírokat, fehérjéket, ezért az egyéb szennyeződések nem kötődnek erősen a felületekhez.

Ennek megfelelően egyszerűbb a tisztításuk. A tisztítási technológia csak két műveletből áll: tisztítószeres mosás és hideg, vagy melegvizes öblítés.

Ezeket a műveleteket, a korábban ismertetett berendezésekhez hasonlóan önmagukban visszaforgatott folyadékrendszerek valósítják meg, amelyekben nagynyomású fűvókák juttatják el a tisztító oldatot és az öblítő folyadékot a rekeszekre, továbbá szerkezeti felépítésük, automatizáltságuk is hasonló. Az előáztatás, előmosás, valamint a szárítás elmarad.

Az itt alkalmazott berendezések kialakítását és elrendezését viszont sokszor különleges követelmények határozzák meg. Például a már ismertetett GÖBEL német gépgyár olyan folyamatos szállítósorba állított mosógépet is gyárt, amelynél a rekeszeket elvezetik a géptest fölött a hossz tengely irányában, ráfordítják egy ívelt pályaszakasszal a fogadónyílásra, így az alagút előtt a rekesz már lefelé fordul és a géptest előtt kiszóródik belőle a darabos hulladék, papír. (27) (18. ábra)

Ennek előnye a kisebb helyigény és a buktató, visszafordító szerkezetek elhagyása.



18. ábra: Többfázisú rekeszmosó gép felső ráfordító szerkezettel

Különlegesen egyszerű és ötletes megoldást kínál a Lindholst Co. dán cég baromfiipari szállító ketrecek tisztítására olyan üzemek részére, ahol azok nagy darabszámban fordulnak elő. A ketreceket élőállatok után kell tisztítani, ezért a technológia egy műveletből áll. 2 és 20 x 10⁵ Pa között működtetett fűvókákon keresztül 45 °C-os használati melegvizet fecskendeznek a ketrecekre.

A szennyezett vizet rotációs szűrődobon keresztül megszűrve visszaforgatják. Olyan nagy mennyiségű főleg darabos szennyeződést kell leválasztani a tisztító folyadékból, hogy erre folyamatosan csak a forgó ún. szűrődobok alkalmasak.

A mosóalagút egy ferde szögben álló rozsdamentes henger, amelyben nem mosókereteken vannak a fűvókák, hanem a hengerpalástra spirálisan felcsavart vezetéken. A tárgyak ebben a hengerben felfelé haladnak a szennyezett víz pedig gravitációsan visszafelé, közvetlenül a forgódob szűrőbe. A szállítószalagról folyamatosan érkező ketrecek egy pneumatikus adagoló tolja be egyenként a mosóhengerbe. 200-400 db eszközt tisztít óránként a haladási sebességtől függően. Igényes tisztításra nem alkalmas, csak a primer-darabos szennyeződés eltávolítására. (74).

A mezőgazdasággal közvetlen kapcsolatot tartó konzerv és hűtőipar a zöldség, - gyümölcsfélék szállítására szintén nagy mennyiségben használ különböző méretű és típusú rekeszeket, ládákat. Itt a szennyeződés kötöttebb és nagy gondot kell fordítani a hulladék kiszórására mielőtt a rekeszek a mosógépbe jutnának. A folyamatos technológia és a nagy darabszám itt is megköveteli, hogy szállítópályákon két, - három sorban vezessék azokat a gépbe. A fordítást buktató szerkezettel oldják meg, ami azzal az előnnyel jár, hogy az ütdés miatt a hulladékkiszóródás hatásosabb. További igény a többcélúság, miután ugyanazzal a berendezéssel többféle méretű szállító edényt, rekeszt kell tisztítani.

Ezek a berendezések állítható pályaszerkezettel készülnek (28).

A nagyteljesítményű berendezések hátránya, hogy a tisztítandó tárgyakat nem távközzel menesztik és így az az oldalfelület, amellyel érintkeznek nem mosható.

1990-ben a Contex Mérnöki Iroda tervezése alapján kezdődött meg olyan rekesz-, ládamosó gépek gyártása a hűtőipar részére, amelyek alkalmasak a mezőgazdaságból érkező zöldség-gyümölcs alapanyagok szállítására rendszeresített műanyag rekeszek automatikus tisztítására. A nagy mosási teljesítmény igény (napi 8-10 000 db) miatt a berendezés alagútszerű és kétsoros szállítópályát tartalmaz. A mosókereteket úgy alakították ki, hogy különböző magasságú rekeszeket tud fogadni nyílással lefelé fordítva. A rekeszeket ún. körös műanyag lánc menesztik, így azok nem érnek össze. A szennyeződés elsősorban por, rászárad föld, sár, esetleg hagymaszárítás során a felületen található csekély mennyiségű olaj. Ennek megfelelően a technológia 4 műveletből áll. Előmosás hálózati vízzel a nedvesítés, peptizálás érdekében. Intenzív mosás 60 °C-os alacsony koncentrációjú mosó oldattal, fűvókákon keresztül, 10×10^5 Pa nyomáson. Öblítés 60 °C-os hálózati melegvízzel. Lefúvató szárítás fűtetlen nagynyomású levegővel. A berendezés mérete 7000x2400x1700 mm, mosási teljesítménye 1400 db/óra. Technológiai paraméterei szabályozhatók, adagoló személyzet igényel, de szalagba is állítható. A tisztítás minősége megfelelő, viszont a bonyolult felületeknél szennyeződés marad vissza. (75)

Kavitációs folyadékteret alkalmazó berendezések

A hetvenes évek közepén a ultrahang technika az elektronikai és gépipari alkalmazás után megjelent az élelmiszeripari speciális tisztítási és zsírtalanítási feladataihoz kapcsolódó berendezésekben is. Más iparágak a bonyolult felületű és apró tárgyak hatásos zsírtalanításánál már sikerrel alkalmazták (29). Jellegzetessége, hogy a tisztítandó tárgyakat teljesen el kell meríteni abban a folyadéktérben, ahol az akusztikus rezgés besugárzása által ún. kavitációt hoznak létre. A tisztítási feladatokhoz legalkalmasabb frekvencia az ultrahang tartomány alsó sávja: 20-40 kHz (30). Rendkívül nagy számban keletkező és összeomló kis méretű (átmérő 0,01-0,5 mm) kavitációs buborékok dörzshatását használják fel a szennyeződések felületről történő eltávolításához. Ezzel a művelettel helyettesíthető az intenzív mosás műveleti lépése a tisztítási technológiában (31, 32). Ez önmagában mechanikai hatás, de amennyiben a folyadék alkalmasan megválasztott koncentrációjú és hőmérsékletű tisztító oldat, amelyben a kavitációs tér kialakul, akkor a tisztító hatás a kémiai hatással tovább javítható (34, 35, 36, 37).

Az ultrahangos tisztítás művelete előnyösen alkalmazható a bonyolult felületi kiképzésű eszközök, főleg műanyagrekeszeknél, ahol a fűvókákból kiáramló folyadéksugár számára sok árnyékolt felületrész (sarok, borda, stb.) van (38, 39, 40).

Kisméretű, a sütő, hús és halfeldolgozó iparágakban használatos alumínium és műanyag tálcák tisztítására alkalmas ultrahangos tisztítóberendezést gyárt az angol ULTRASONICS Ltd.

A berendezés szakaszos üzemű és az edényeket, nagy számban egy kosárba téve merítik el a kavitációs tisztító oldatban. A művelet befejezése után onnan kiveszik és a berendezésen kívül öblítik. Az eljárás tipikusan más iparágakban alkalmazott alkatrész tisztítás-, zsírtalanítás elvére épül (41).

Az élelmiszeripari műanyag rekeszek tisztítására alkalmas folytonos üzemű ultrahangos mosóberendezést dolgozott ki az angol TECHNO PACK Ltd. Az alkalmazott eljárás két műveletből áll. Az első az ultrahangos intenzív tisztítás, a második fűvókás öblítés.

Rögzített állású, sínekből álló pálya vezeti a rekeszeket a kádba és onnan tovább az öblítő szakaszba. A rekeszek egymást tolják keresztül a berendezésen, ezért az egymáshoz érő felületek nem tisztulnak megfelelően. Csak adott méretű rekeszek mosására alkalmas. Zárt oldalú ún. ládákat nem tud fogadni, mivel azokat ha nyílással lefelé vezeti, akkor levegő marad bennük az ultrahangos kádba vezetés után, illetve ha nyílással felfelé akkor folyadék marad a ládában a kádból való távozás után. További hátránya, hogy előmosás nélkül közvetlenül a mosókádba vezeti a tárgyakat. A primer szennyeződés itt válik le, az egyrészt zavarja a kavitáció kialakulását, másrészt a turbulencia miatt nem tud ülepedni. Így külön centrifugális elven működő berendezést alkalmaznak a nem oldott, - úszó szennyeződés eltávolítására, ami viszont igen erős habképződést eredményez a lúgos oldat esetében. A hab eltávolítására egy újabb, zsilip rendszerű egységet kell a kád és a centrifuga közé helyezni (42).

A berendezés enyhén szennyezett italos műanyag rekeszek folyamatos tisztítására alkalmas.

Igényesebb tisztítási feladatra, de továbbra is csak rekeszek folyamatos tisztítására alkalmas ultrahangos mosóberendezést fejlesztett ki a kanadai Convay Systems vállalat. Az eljáráshoz előmosás, előáztatás is tartozik önálló folyadékkezelő rendszerrel, ezáltal megkíméli az ultrahangos kádat a primer szennyeződéstől. A tárgyakat egy konveor láncon egymástól térközzel menesztve vezetik át az előmosó szakaszon, az ún. szonikus bemeztető tartályon és az öblítő szakaszon. Az ezekhez tartozó tartályok alját úgy alakították ki, hogy a felgyülemlett szennyeződést vízszugárral önmagából könnyedén ki lehet sodorni a folyadék leeresztése után.

A menesztő pálya nem teszi lehetővé zártoldalú tárolóedények mosását az előző berendezésnél ismertetett okok miatt (43).

A 3.028690 számú német szabadalmi leírás olyan műanyag rekeszek folyamatos mosására alkalmas eljárást ismertetnek, amely előmosás, ultrahangos tisztítás, öblítés és szárítás műveleteiből áll. A hozzátartozó berendezés kialakítása megegyezik a Convay Systems kanadai vállalat berendezésével azzal a különbséggel, hogy az öblítést visszaforgatott rendszerben végzi és ezzel nem biztosítja az előírás szerű frissvizet. A menesztéshez használt konveor-lánc áthalad a kavitációs folyadéktéren is, ami igen erős korrozív hatást jelent a láncre (44).

Ugyanezt a berendezést kavitációs zóna nélkül ismerteti a 3329489 számú német szabadalmi leírás.

A rekeszeket hasonlóképpen elmerítik a mosókádba, ahol a kavitáció helyett turbulens áramlást hoznak létre feltételezve, hogy a szennyeződés eltávolítására az is elegendő (45).

A 4.170.241 számú USA szabadalmi leírásban az angliai Thermoplastic Compounders Limited ismerteti szintén egy olyan eljárást műanyag rekeszek és italos palackok rekeszeinek tisztítására, amely előmosást, ultrahangos tisztítást és utóöblítést, szárítást tartalmaz. Itt a szállító láncpálya nem megy bele az ultrahangos folyadéktérbe, hanem egy pneumatikus henger tolja be a lánc nélküli vezetópályába a tárgyakat, amely alámeríti azokat a besugárazott folyadéktérbe. Itt is egymást tolják a rekeszek, tehát összeérnek. Az öblítőszakaszban 360°-ot megcsavarodik a pálya, tehát a rekeszekből ily módon kifolyhat a víz. A mosóoldatból a visszaforgatás során a szennyeződést centrifugával választják ki. Az öblítő szakasz gyűjtőtartályából a 20 mikronnál nagyobb szennyeződést viszont hidrociklonnal. Ez a berendezés sem alkalmas ládamosásra, továbbá a menesztő pályája nem állítható és így csak egy bizonyos méretű tárgyak haladhatnak át rajta.

Mindhárom típusnak hátránya a rövid előmosó szakasz és a nagyszámú vezetősínből álló rögzített méretű menesztő pálya.

Az előbbiekben ismertetett folytonos üzemű ultrahangos mosóberendezések nem alkalmasak az erős, elsősorban biológiai szennyezettségű élelmiszeripari műanyag ládák és rekeszek tisztítására és nem elégítik ki a többcélúság azaz a különböző méretű tárgyak menesztésére való alkalmasság igényét.

4. VIZSGÁLATI ANYAGOK, ESZKÖZÖK ÉS MÓDSZEREK

4.1. A VIZSGÁLATOK CÉLJA

Az ipari tisztítás hatékonysága akkor nő, ha a tisztítás minősége javul és a ráfordítások csökkennek.

Esetünkben a gépesített tisztítás hatékonysága akkor megfelelő, amikor a szennyeződés, és a kórokozók megkívánt vagy előírászerű mértékét a legkevesebb anyag- és energiafelhasználás mellett távolítjuk el.

Ehhez a látszólag egyszerű összefüggéshez egy igen összetett un. optimalizálási feladat megoldásán keresztül juthatunk el.

Az **optimalizálás** a technológia legmegfelelőbb változatának kidolgozása, ami azt jelenti, hogy:

- a műveleti paramétereket olyan alsó határok között tartjuk, ahol a tisztítás minősége még elfogadott
- a technológia optimalizálása, oly módon függ össze a hatékonysággal, hogy a műveletek száma és azok jellemző paraméterei egyaránt hatással vannak a tisztítás minőségére és a felhasznált anyag és energia mennyiségeire.

Egy kiválasztott tisztítási módszer esetén alapvetően azok a műveleti jellemzők befolyásolják a tisztítás minőségét, amelyek közvetlenül hatnak a szennyeződés leválasztására. Ezek az alábbiak:

- **műveleti idő (t)**
- **tisztító oldat hőmérséklete (ϑ)**
- **fúvókákon kiáramló oldat nyomása (p)**
- **az tisztítószer fajtája és koncentrációja (D, K)**

Másfelől a műveleti jellemzők szoros összefüggésben vannak a tisztítási művelet során felhasznált anyag és energia mennyiségével is.

Amennyiben ezek egységnyi idő alatt felhasznált mértékét ismerjük, akkor kiszámítható a költségük is.

A tisztítás hatékonyságának kimutatásához fel kell tárnunk a műveleti paraméterek összefüggését a tisztítás minőségével és a ráfordítással. Így meghatározható a tisztítási paramétereknek az az alsó tartománya, amely mellett a tisztítás mértéke még elfogadott, tehát az ehhez felhasznált anyag és energia mennyisége a legkevesebb.

A tisztítás minőségét a vizsgálatok során a tisztítás hatásfokával jellemezzük. A ráfordítások nagyságát a fajlagos tisztítási költség tükrözi.

A tisztítás hatásfoka (η)

Ahhoz, hogy a tisztítás minőségét, tehát a szennyeződés leválasztásának mértékét meghatározzuk, be kell vezetni egy mérőszámot, amely egyértelműen mutatja, hogy a művelet alatt mennyi szennyeződést távolítottunk el. Ugyanakkor ezt méréssel is egyszerűen ki kell tudni mutatni.

A t-ideig tartó tisztítási művelet esetében:

ha m_0 = eredeti szennyeződés mennyisége

és m = a tisztítási művelet után megmaradt szennyeződés mennyisége

Akkor a leválasztott mennyiség t idő után: $m_0 - m$

Ha ezt az eredetihez (m_0) hasonlítjuk, megkapjuk a tisztítás hatásfokát:

$$\eta = \frac{m_0 - m}{m_0} \leq 1 \quad (3)$$

A vizsgálatoknak arra kell irányulni, hogy egy bizonyos szennyeződés típus és tisztítási módszer esetén a tisztítási művelet jellemzői hogyan hatnak a szennyeződés leválasztás mértékére, egyúttal a tisztítás hatásfokára.

Fontos megjegyezni, hogy a szennyeződés leválasztásának mértékét fizikai módszerrel mérjük, így a biológiai tisztulás (csíraszám csökkenés) ezzel a módszerrel nem mutatható ki.

A mérési eredmények alapján meghatározható ezeknek a jellemzőknek az alsó határa, ahol még az η elfogadott mértékű.

Fajlagos tisztítási költségek (K_{Tfajl})

Az egy darabra eső tisztítási költség ismerete fontos jellemző, ennek érdekében értelmezni kell a fajlagos tisztítási költséget. Esetünkben ez azt jelenti, hogy:

$K_{TÖ}$ = időegység alatt felmerült tisztítási költségek összege (Ft)

P_T = időegység alatt megtisztított eszközök száma (db), tisztítási teljesítmény

Akkor:

$$K_{Tfajl} = \frac{K_{TÖ}}{P_T} \quad (4)$$

A műveleti jellemzők kiválasztott értékeiből kiszámíthatjuk a felhasznált anyag és energia mennyiségét, egyúttal a költségeket.

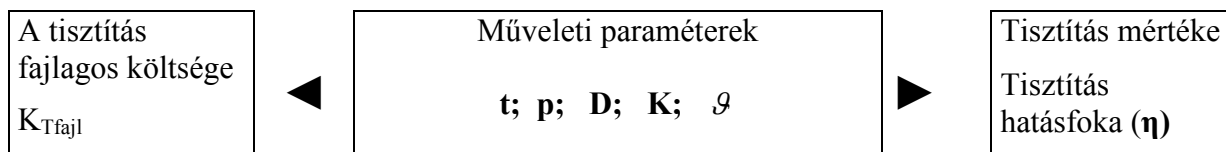
A műveleti jellemzők az alábbi összefüggésben vannak a közvetlen ráfordítással:

- I. Az energiafelhasználásban
 - villamos energia (t ; p)
 - hőenergia (t ; g)
- II. Az anyagfelhasználásban
 - víz (t ; p ; fúvóka típus)
 - tisztítószer (t ; D ; K)

Látható, hogy a műveleti idő alapvetően befolyásolja a tisztítás fajlagos költségét, mivel a műveleti idő növekedésével csökken a mosási teljesítmény. Ugyanakkor, ha a szennyeződés

leválasztásához időegység alatt több anyag és energia ráfordítás szükséges, akkor nő a tisztítás költsége (79).

Összefoglalva: a tisztítás műveleti értékei közvetlen kapcsolatban vannak tisztítás mértékével (a tisztítás hatásfokával) és a tisztítás fajlagos költségével.



A tisztítás hatékonysága egyenes arányban van a hatásfokkal és fordítottan arányos a fajlagos költséggel. Mindkét jellemzőt alapvetően a műveleti idő befolyásolja.

A vizsgálatok célja annak megállapítása, hogy milyen közvetlen összefüggések mutathatók ki az egyes műveleti paraméterek és a hatékonyságot meghatározó két jellemző: tisztítás hatásfoka és a fajlagos költségek között.

4.2. KIVÁLASZTOTT ESZKÖZÖK ÉS SZENNYEZŐDÉSFAJTÁK

A 3.1. fejezetben ismertetett felmérések szerint a mezőgazdasági és élelmiszeripar ágazataiban a legnagyobb számban a különböző méretű rekeszek-, ládák és tálcák hatékony tisztításának megoldása a legfontosabb feladat. A vizsgálatokkal az ezeken előforduló szennyeződések közül a legkellemetlenebb fajták eltávolítására kerestünk megfelelő megoldást. A vizsgálatokat a 395x595 mm alpméretű különböző magasságú műanyag rekeszek és ládák esetében végeztünk, három jellemző szennyeződésfajtaival. Mindhárom szennyeződéstípus nehezen távolítható el, ugyanakkor tulajdonságaikban alapvetően eltérnek egymástól.

- Tejipari szennyeződés (SZÉ₁)
Gyorsan romló erősen felülethez kötött, rászáradt. Földet, port, sarat is tartalmazhat.
- Húsipari-, baromfiipari szennyeződés (SZÉ₂)
Gyorsan romló, hidrofob (vér, zsír), felülethez tapadó szennyeződés, amely kormot, füstöt, ill. port is tartalmazhat.
- Mezőgazdasági alapanyagok szállításakor keletkezett szennyeződés
Rászáradt föld, por. Növényi nedveket és olajokat is tartalmazhat. (SZMg)

4.3. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

A vizsgálat sorozat rendezőelvei:

- Laboratóriumi körülmények között megvizsgáltuk, hogy a tisztítási művelet paramétereinek bizonyos határok között történő változtatása hogyan befolyásolja a tisztítás hatásfokát. A vizsgálatokat nagynyomású fűvókákkal és ultrahangos kezeléssel egyaránt elvégeztük.
- A vizsgálati eredmények alapján meghatároztuk a hatásos technológia műveleti sorrendjét és a műveletek paramétereit.
- Egy változtatható műveleti paraméterekkel működő kísérleti mosóberendezésen beállítottuk az eszköz és szennyeződéstípusnak megfelelő optimális tisztítási technológiát.
- Az üzemi próbák során nyert adatok segítségével meghatároztam a ráfordítások mértékét.

4.3.1. Nagy pontosságú tömegmérés a tisztítás hatásfokának megállapítására

A tisztítás hatásfokát laboratóriumi és üzemi körülmények között egyaránt meg kell határozni. A laboratóriumi mérés sorozat minden egyes fázisában azonos vizsgálati feltételeket kell teremteni és biztosítani kell a szennyezett mintadarabok reprodukcióját. A tisztítandó eszköz (rekesz, láda) azonos méretű (200x100 mm) mintadarabjait az adott szennyeződés szuszpenziójába mártottuk a mérési sorozathoz szükséges darabszámban. A rekesz és láda mintadarabok tömegét szennyezetlen, valamint a tisztítási művelet előtt és után száraz állapotban 0.01 g pontosságú laboratóriumi mérlegen mértük. A vizsgálatokhoz három, a 4.2. fejezetben említett (SZÉ₁, SZÉ₂, SZMg) szennyeződés típusnak megfelelő teszt szuszpenziót, ún. teszt szennyeződést állítottunk elő.

A laboratóriumban 7 ultrahangos és 15 folyadéksugaras mérési sorozatot végeztünk. Ezekhez 117 mezőgazdasági, 89 tejipari, 48 húsipari teszt szennyeződéses, azonos méretű mintadarabot állítottunk elő. Összesen 256 db-ot, amiből 157 db műanyag rekeszből és 97 db műanyag ládából készült.

A 3. egyenletnek megfelelően a tisztítás hatásfoka:

$$\eta = \frac{m_0 - m}{m_0}$$

A leválasztott szennyeződés tömegét ($m_0 - m$) és az eredeti (kiindulási) szennyeződés tömegét (m_0) az alábbiak szerint tudjuk megmérni:

$$m_0 - m = M_0 - M \text{ és}$$

$$m_0 = M_0 - M_t, \text{ ahol}$$

M_0 a szennyezett mintadarab össztömege

M a tisztítási művelet utáni össztömeg

M_t a tiszta, szennyezetlen mintadarab tömege

A kísérleti berendezés üzemi vizsgálatánál valóságos szennyezettségű eszközöket tisztítottunk. Ebben az esetben a vizsgált rekeszeket és ládákat megjelöltük és tisztítás előtt (M_0) és után (M) megmértük. Így a leválasztott szennyeződés ($m_0 - m$) mennyiségét határoztuk meg. A kiindulási szennyeződés tömegének meghatározásához (m_0) - ami az $M_0 - M_t$ tömeg különbsége - a megjelölt eszökről a tisztítás művelete után eltávolítottunk minden maradék szennyeződést, így megkaptuk az M_t tömeget.

4.3.2. A vizsgálatok során változó és nem változó jellemzők

- D a tisztítószer fajtája
- K a tisztító oldat koncentrációja (tf %)
- t a tisztítás műveleti ideje (s)
- g a tisztító folyadék hőmérséklete (°C)
- p a tisztító folyadék nyomása a fúvókákon (MPa; N/cm²)
- q a tisztító folyadék térfogatárama (dm³/min)
- φ a fúvókán kiáramló folyadék szórásszöge (°)

Nem változó jellemzők:

- A tisztítandó tárgyak távolsága a fúvókáktól
- A tisztítandó tárgyak távolsága az ultrahangos besugárzó elemektől.

4.3.3. A mérési eredmények megjelenítésének matematikai módszere

A vizsgálatok során kapott különböző mérési sorozatok értékeire a legkisebb négyzetek módszerével illesztettem függvényeket. Az átlag-szórás hibáját (ϵ) 5%-ra vettük, így a vizsgálatok eredményeit megjelenítő függvények korrelációs (r) és determinációs (r^2) együtthatójának értékei 95%-os szignifikancia szinten ($1-\epsilon$) értendők.

Az ehhez szükséges számításokat a Statsoft (USA) vállalat Statistica[®] 6.0 Nonlinear estimation programcsomagjával végeztem, amely a nemlineáris regresszió elvén működik. A programot általános személyi számítógép konfigurációval működtettem.

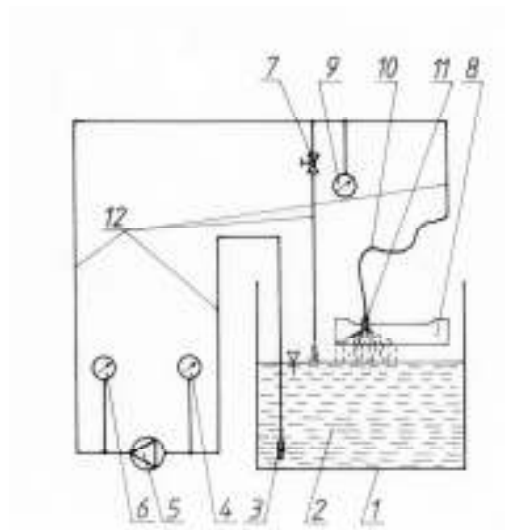
4.4. A LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOKHOZ ALKALMAZOTT BERENDEZÉSEK

4.4.1. Kísérleti berendezés a nagynyomású fúvókák vizsgálatához

A fúvókák típusának, geometriai méretének meghatározása, valamint a műveleti paraméterek kimérésére laboratóriumi berendezést állítottam össze. A berendezést a 19. ábra folyamatvázlata és a 20. ábra szemlélteti.

A folyamatábra jelmagyarázata:

1. víztartály ($V = 0,15 \text{ m}^3$)
2. tisztító oldat,
3. szívó-kosár,
4. vákuummérő (tip.: TGL, mérési tartomány: $0 - 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$),
5. szivattyú BMS 12/36 $n = 2880 \text{ f/min}$, $H = 110 \text{ m}$)
6. nyomásmérő (OHM tip. 1/1-80, MSZ 584, mérési tartomány: $0 - 12 \cdot 10^5 \text{ Pa}$),
7. by-pass szabályozás (golyós szelep 1 1/4"),
8. műanyag rekesz,
9. nyomásmérő (OHM tip. 1/1-80, MSZ 584, mérési tartomány: $0 - 12 \cdot 10^5 \text{ Pa}$),
10. flexibilis csatlakozás,
11. fúvóka,
12. műanyag cső ($\varnothing 1''$).



19. ábra: Laboratóriumi kísérleti berendezés folyamatábrája



20. ábra: Laboratóriumi kísérleti berendezés

4.4.2. Az ultrahangos vizsgálatokhoz használt berendezés

Az ultrahangos kezelés műveleti paramétereinek kimérésére egy cseh gyártmányú TESLA UG 160/320 TA jelű laboratóriumi berendezést használtam. Az egység 12 dm³ hasznos térfogatú tisztítókádból, valamint egy nagyfrekvenciás ultrahang-generátorból áll, amely 160 vagy 320 Watt teljesítménnyel működtet piezoelektromos sugárzókat, 25 kHz-en. Az átalakítás hatásfokát figyelembe véve 1,3 és 2,8 Watt/dm³ hasznos teljesítménysűrűség érhető el a tisztítandó tárgy közvetlen közelében. (21. ábra)



21. ábra: TESLA UG 160/320 TA jelű ultrahangos laboratóriumi tisztító berendezés

4.5. AZ ÜZEMI VIZSGÁLATOKHOZ ALKALMAZOTT BERENDEZÉS

A kutatási eredmények alapján kidolgozott hatásos tisztítási technológiákat üzemi körülmények között egy nagyteljesítményű kísérleti mosóberendezésen ellenőriztem és állítottam be optimális értékre. Az üzemeltetés során mért és számolt anyag és energiafelhasználás alapján határoztuk meg a fajlagos tisztítási költséget.

A berendezést a Contex Mérnöki Iroda tervezte és gyártotta le a speciális igényeknek megfelelően, amelyek a következők:

- feleljen meg a többcélúság igényének. Különböző méretű és szennyezettségű rekesz és láda tisztítására legyen alkalmas,
- a technológia előmosó, - áztató, intenzív és öblítő fázisokból álljon,
- az intenzív fázis ultrahangos tisztítási művelet legyen,
- a műveleti paraméterek bizonyos határok között változtathatók legyenek,
- könnyen kezelhető, magas fokon automatizált legyen,
- kerülje el az eddig ismert mosóberendezések hiányosságait.

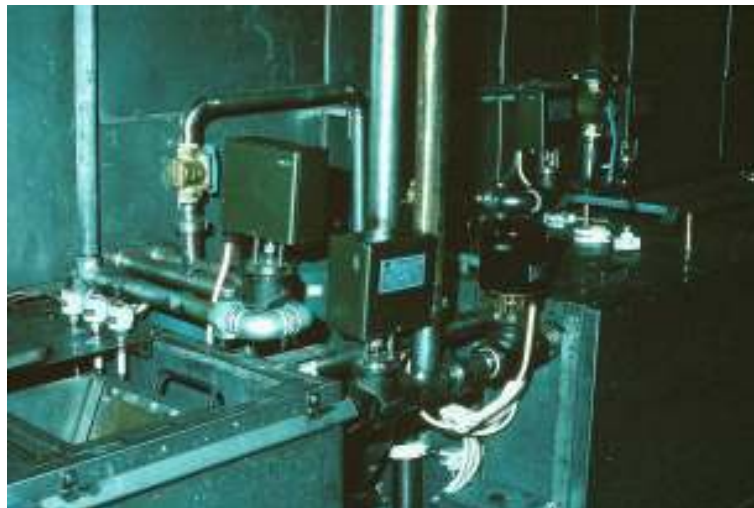
4.5.1. Folyadékkezelő és mozgató rendszer műszerezett folyamatainak kidolgozása

A mosó-tisztító rendszer önálló műveleti egységeinek elvi felépítése során a hatásos tisztítás követelménye mellett a takarékos üzemmód biztosítása és a tisztítási paraméterek változtathatósága volt az elsőrendű tervezési cél (85).

Ezért az előmosó-áztató, az intenzív tisztítás és az öblítés műveletét önálló vízkezelő és mozgató rendszerrel láttuk el. Mindhárom rendszer önmagában visszaforgatott. Működtetésükhöz szükség van vízre, gőzre, villamos energiára, csatornára. (24. ábra)

A működés tervezési szempontjai:

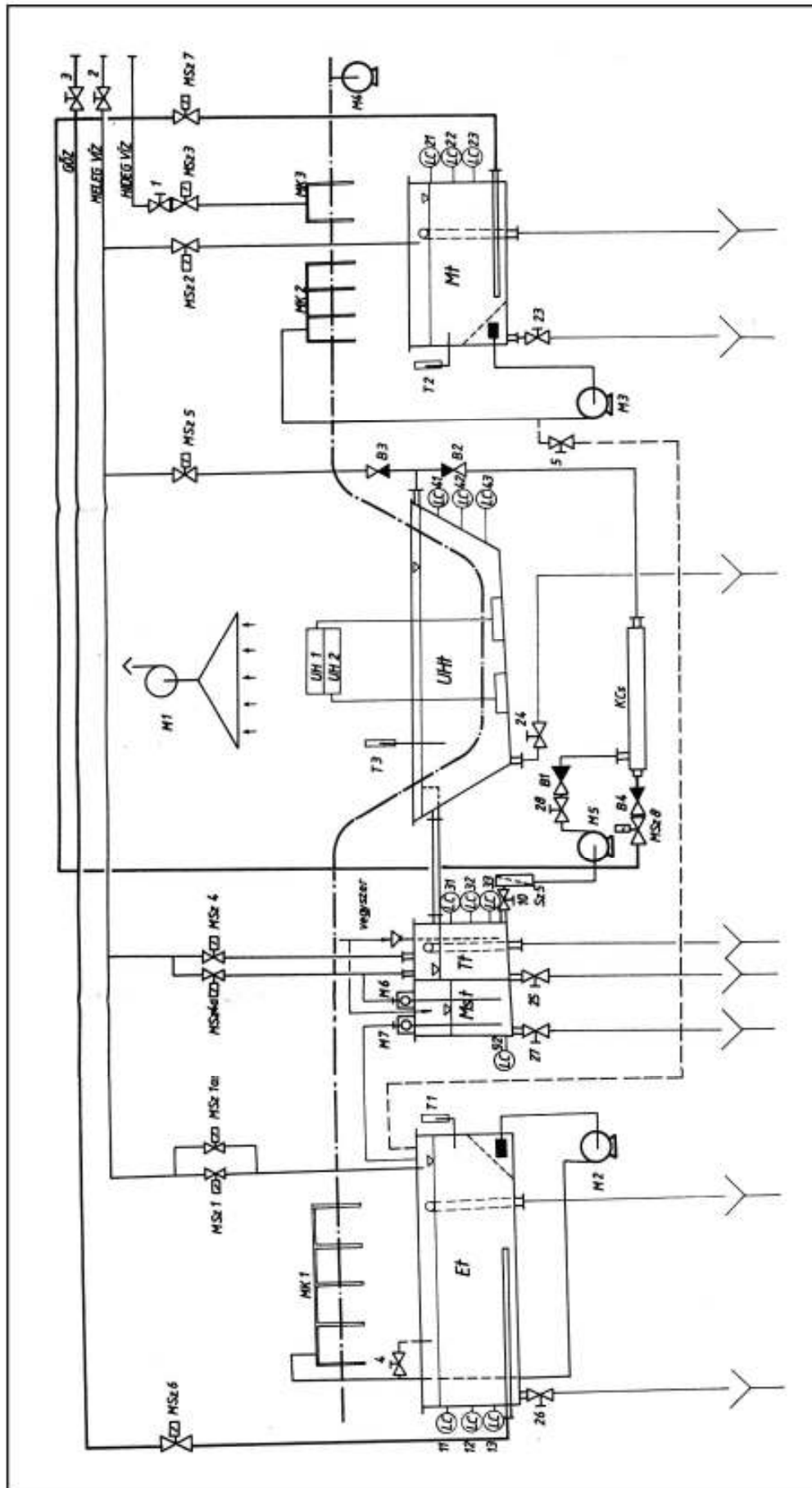
- a műveleti egységekben a folyadékot gőzzel fűtjük a kívánt hőmérsékletre. Az előmosó és az öblítő szakaszban direkt gőzbefűvást alkalmazunk, az ultrahangos mosókádban (továbbiakban UH) a kavitációs tér védelme miatt a keringtető vezetékben keverjük a gőzt a folyadékkal,
- a folyadék hőmérsékletét és szintjét érzékelők és mágnes szelepek útján szabályozzuk (22. ábra),
- a működtetésben kézi és automatikus üzemmódot egyaránt alkalmazunk,
- a fűvókák védelmében hatásos szűrőkkel látjuk el a műveleti egységeket,
- a fűvókákra jutó folyadék nyomását a szivattyúk ún. by-pass szabályozásával változtatjuk. Miután az öblítő szakaszban a frissvizes öblítés folyadékmennyisége folyamatosan többletet okoz, ezért az öblítő rendszerben a szivattyú nyomóág megcsapolását az előmosó rendszerbe vezetjük,
- a magas folyadék hőmérséklet és a nagyszámú fűvóka miatt páraelszívást alkalmazunk,
- a vegyszert közös tartályból külön adagolószivattyúval, üzemeltetés közben automatikusan adagoljuk az előmosó és az UH tartályba. (23. ábra)



22. ábra: Szintérzékelők és mágnesszelepek



23. ábra: Vegyszeradagoló membrán szivattyúk az oldattartályon



24. ábra:
Kísérle

ti

A 24.
ábrán

alkalmazott jelölések a következők:

ET:	előmosó tartály
MT:	mosó tartály
MK 1-3:	mosókeret
GB 1-3:	gőzbefúvató
Tt:	túlfolyó tartály
Mst:	mosószer tartály
UHT:	ultrahangos mosókád
Sz 1-3:	csőszűrő
KCS:	keverőcső
UH 1-2:	ultrahang generátorok

Motorok

M 1	előmosó ventilátor	P=0,15 kW
M 2	előmosó szivattyú	P=5,5 kW
M 3	mosó szivattyú	P=3,0 kW
M 4	vonszolópálya	P=1,1 kW
M 5	keringető szivattyú	P=0,37 kW
M 6	I. Vegyszeradagoló szivattyú	P=0,2 kW
M7	II. Vegyszeradagoló szivattyú	P=0,2 kW

Hőérzékelők

- Hőérzékelők

T 1	előmosó tartály
T 2	mosó tartály
T 3	ultrahangos mosókád

- Szintérzékelők

LC 11-13	előmosó tartály
LC 21-23	mosótartály
LC 31-33	túlfolyó tartály
LC 41-43	ultrahangos mosókád
LC 51-52	mosószer tartály

Szelepek

1-27	kézi működtetésű pillangó szelep
B1-B4	visszacsapó szelep
MSZ1, MSZ4	gyorsfeltöltő mágnesszelep
MSZ1A MSZ4A	utántöltő mágnesszelep
MSZ6, MSZ7, MSZ8	gőzbefúvó mágnesszelep
MSZ2, MSZ3, MSZ5	feltöltő mágnesszelep

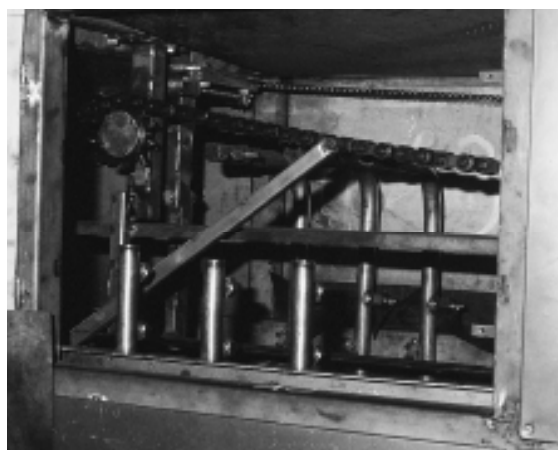
4.5.2. Kísérleti berendezés műveleti egységei

- *Előmosó, -áztató és öblítő műveleti szakaszok mosókereteinek kialakítása*

A 4.5. pontban meghatározott műveletek közül az előmosó, - áztató és az öblítő szakaszokban mosókereteken elhelyezett fúvókák segítségével jutatjuk el a folyadékot a tárgyra. A mosókereteket úgy kellett kialakítani, hogy a pályaszerkezetben haladó ládákat, -rekeszeket a folyadéksugár teljes felületükön elérje. Az árnyékolást csupán a vezetősínek adják. A kísérleti berendezés tervezési elveinek megfelelően a rekeszek és ládák oldalukra fordítva haladnak az állítható vezetőpályában. A menesztés vonszoló karokkal történik, ezáltal biztosítva azt, hogy a tárgyak azonos távolságra haladnak egymástól, tehát nem érnek össze a tisztítási műveletek során.

Az oldalukon történő vezetés előnye, hogy az ultrahangos tisztítókádba történő bevezetés során levegő, a kivezetéskor pedig folyadék nem marad a ládáknak.

A mosókeretek között csak a vezetőpálya sínelemei vannak, valamint a vonszolókarok haladnak, hasonlóképpen az ultrahangos kád folyadékterében is. Így a menesztést végző láncszerkezet nincs kitéve a lúgos tisztítószeres folyamatos hatásának. (25. ábra)



25. ábra: Vezető pálya és vonszolókar a mosókeretek között

Olyan fúvókákra van szükség, amelyek a kiválasztott három különböző méretű ládák és rekeszek közel és távol eső felületeit elérik folyadéksugárral. Egyes fúvókáknak tehát közelre kell hordani nagy szórásszöggel, másoknak távolra kis szórásszöggel. További elvárás a fúvókákkal szemben, hogy az adott nyomáshatárok között a folyadék impulzus erejének megtartása miatt ne porlasszanak, és egyenletesen vékony folyadéksugarat adjanak.

Az eltérő szórási szögek mellett különböző geometriai méretekre van szükség, ami az előmosó-, áztató szakasz részműveleteiből adódik. Itt három különböző intenzitású mosásra van igény. Ezért a gazdaságos üzemmódnak megfelelően csak éppen olyan méretű fúvókákat alkalmazunk, ami a tisztítási, oldási igényeknek megfelel. A fokozatosan növekvő furatátmérőjű impulzuserejű fúvókák használata azért indokolt, mert a szennyeződés fellazulása diffúziós folyamat és így időre van szüksége.

A fúvókák különböző geometriai méretéből következően különböző folyadékáramok adódnak, melyet a fúvóka átömlő keresztmetszetének változtatásával érhetünk el.

A nagyobb folyadékáramnak nagyobb impulzusereje van, ennek megfelelően a harmadik részműveletben, a már előzőleg fellazult szennyeződést eltávolítjuk a tisztítandó felületről. Az első részzakaszban erre nincs szükség, elegendő kis térfogatáram is, hiszen itt célunk elsődlegesen a száraz szennyeződés áztatása, fellazítása.

A fentiek figyelembevételével három különböző furatú (térfogatáramú), de közel azonos szórásszögű fűvókákra van szükség. A forróvizes öblítő szakaszban a közepes méretűeket használjuk, míg a hidegvizes öblítő szakaszban elegendő a legkisebb méretű is (77, 78).

- ***Az intenzív tisztítás műveletét megvalósító ultrahangos egység kialakítása***

Az ultrahangos tisztítás olyan folyadéktérben történik, ahol a besugárzott akusztikai rezgésnek egy meghatározott teljesítménysűrűséget (W/dm^3) kell elérnie, ahhoz, hogy megfelelő erősségű kavitációs tér alakuljon ki a szennyeződés felületről való eltávolítása számára. Ez az érték, a folyadéktér egyéb tulajdonságaitól függően minimálisan $6-9 \text{ W/dm}^3$ (50).

A tisztítandó tárgyakat elmerítve át kell vezetni ezen a folyadéktéren, ami egy ún. kádban van. A rekeszeket és ládákat oldalukra fordítva vezetjük a kádba, mivel egyéb elhelyezésben vagy levegő marad a zártoldalú műanyagládákban a kádba merítéskor, vagy folyadék marad a kádban való távozás után.

A kád méreteit a vizsgálatok során megállapított haladási sebesség ($v_{\text{köz}} = 3 \text{ m/perc}$) és a műveleti idő (30 sec) határozza meg. Így a hatásos (besugárzott) szakasz hossza, 1,5 m. Formáját pedig a tárgyak könnyű be, illetve kivezetése, valamint a folyadék kezelése, a kád szélességét és magasságát a mozgatószerkezet, a pálya továbbá az ultrahangos átadótestek mérete határozza meg.

A legnagyobb tisztítandó tárgyat (M30-as rekesz) alapul véve a besugárzott szakaszhoz tartozó térfogat közel $0,5 \text{ m}^3$. Így a szokásos UH generátor teljesítményeket tekintve 2 db 2000 W-os generátorral 8 W/dm^3 teljesítménysűrűséget tudunk előállítani, ami a tisztításhoz hatásos kavitációs zónát tud létrehozni (81).

A kád és a hozzátartozó folyadék mozgató, -kezelő rendszer kialakításánál az alábbi tervezési szempontok érvényesültek:

- a felületen összegyűlt szennyeződést folyamatosan el kell távolítani, ezért keringtetjük a kádban lévő oldatot,
- a kád mozgásiránnyal szemben lévő végén a folyadékfelszín közelében vezetjük be a visszatérő folyadékot, amely a másik végén lévő zsiliprendszerű túlfolyóba sodorja a szennyeződést,
- a kádból távozó folyadékot és szennyeződést egy ún. túlfolyó tartályba vezetjük, ahol a szennyeződés a csatornába távozik, illetve a mosóoldatnak van ideje ülepedni, ebbe a tartályba adagoljuk a tömény tisztítószert,
- a túlfolyótartályból kivehető csőszűrőn keresztül szivattyúval visszakeringtetjük a mosóoldatot az UH kádba,
- a folyadék fűtése a kádon kívül történik, a keringtető szivattyú után gőz-víz csőkeverőt alkalmazunk.
- az UH átadótestek előírászerűen csak akkor működhetnek, ha a folyadékfelszín alá kerülnek, ezt a feltételt szintérzékelők biztosítják,
- a folyadéktér hőmérsékletét beállító gőz csőkeverőt hőérzékelővel működtetjük.

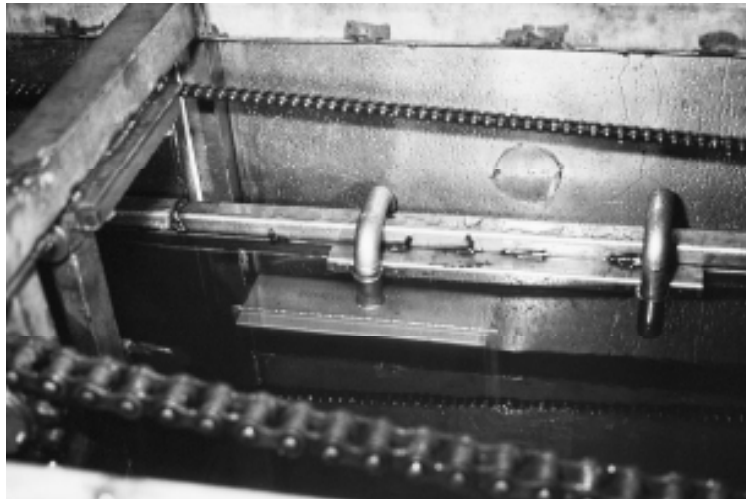
- ***Az ultrahangos besugárzóegység választása és elhelyezése***

A tisztítási kísérleteim eredménye és az UH kád kialakítása alapján a német Schoeller cég 2 db FS1 sorozatú P25D típusú generátorát választottuk, melynek kimenő-teljesítménye egyenként 2000 W és 48 piezoelektromos átalakító elemet működtet 25 kHz-en.

Az összesen 96 pzt (piezoelektromos) elemet nyolc – egyenként 12 pzt elemet tartalmazó – rozsdamentes házba ragasztották. Ez megfelel a KP 445 x 295/25-12 jelű típusnak, melynek mérete 445 x 295 x 90.

Az ilyen típusok az ún. bemerülő áradók, vagy besugárzók, amiket az UH kád oldalán és alján lehet elhelyezni. Így egy generátor négy besugárzótestet szolgál ki, összesen tehát 48 pzt elemet.

A hatásos kavitációs tér kialakítása érdekében a kád jobb és bal oldalán 3-3 és az alján pedig 2 db besugárzó testet helyeztünk el úgy, hogy a besugárzott folyadéktér hossza 1500 mm legyen. Ezzel az elrendezéssel és teljesítménnyel biztosítottuk a 8 W/cm^3 teljesítménysűrűséget (80).

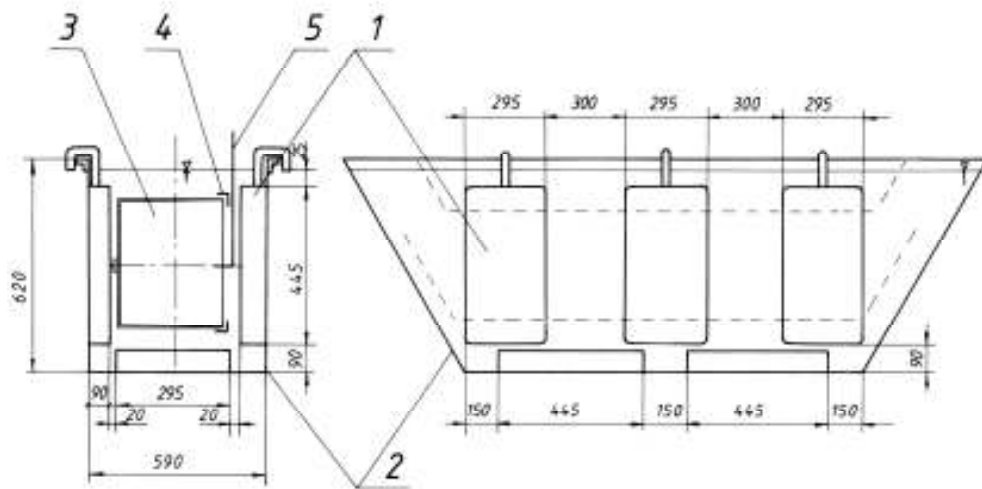


26. ábra: Bemerülő besugárzó test az ultrahangos tisztító kádban

A bemerülő sugárzótestek elhelyezését az UH kádban a 27. ábra mutatja vázlatosan.

Ahol:

1. besugárzó test
2. UH kád,
3. láda, - rekesz,
4. vezetősín
5. vonszolókar



27. ábra: Bemerülő sugárzótestek elhelyezése az ultrahangos tisztító kádban

4.5.3. A kísérleti berendezés szerkezeti leírása

A berendezés szerkezeti felépítését alapvetően a tisztítási technológia műveleti szakaszainak igényei határozzák meg.

A tisztítandó tárgyakat egy olyan szerkezet és olyan pálya segítségével mozgatjuk a 4.5.2. pontban ismertetett mosókeretek és UH tisztítókádon keresztül, amely a legkisebb mértékben árnyékolja a tisztítási folyamatot és megbízhatóan működik a sajátos üzemi viszonyok mellett is. Egyaránt alkalmas a különböző méretű ládák és rekeszek mozgatására.

A berendezés mérete, a részműveletek idejéből és a közepes mozgási sebességből számítva, túlságosan hosszúra adódott és nehezítette volna a telepítését. Ezért az emeletes elrendezés vált indokolttá. Figyelembe véve az előmosás, -áztatás jelentőségét a rendező elv az volt, hogy ennek a műveleti szakasznak a hossza annyi legyen, mint a hátralévő többi együtt. Ennek megfelelően a mozgató szerkezet felviszi a tárgyakat az emeleti részben elhelyezkedő előmosótérbe. Azon áthaladva visszafordítja az alsó szinten lévő UH tisztítókádba, majd tovább szállítja az öblítő és utóöblítő szakaszba.

A kísérleti berendezés nem tartalmaz levegő befűvósos víztelenítő, szárító egységet.

A kísérleti rekesz-, ládamosó gép megjelenési formáját, szerkezeti elrendezését a 19. ábra (melléklet) mutatja be.

Az ábrán feltüntetett fő méretek mérvadók a felszereléskor.

A berendezés az alábbi fő szerkezeti egységből áll:

- gépvezérlés és burkolat
- rekeszmozgató szerkezet
- előmosórendszer
- ultrahangos intenzív mosórendszer
- forróvizes öblítő rendszer

- f) frissvizes utóöblítő
- g) elektromos kapcsolószekrény

A pályaszerkezet gépen belüli elhelyezését a 20. ábra (melléklet) és a pálya egy merőleges metszetét, amelyen a vezetősínek mellett a láncra szerelt vonszolókar is látható a 21. ábra (melléklet) mutatja.

A különböző méretű ládák és rekeszek megtámasztására szolgáló állítható szerkezetet a 22. ábra (melléklet) szemlélteti. A berendezésről működés közben készített képeket a 28. és a 29. ábra mutatja.



28. ábra: Pályaszerkezet a mosókeretek között

A 23. ábra (melléklet) az előmosó- és öblítő-, utánöblítő mosókeretek elhelyezését és folyadékmozgató rendszerét mutatja. Az előmosó szakasz (fenti rész) első két mosó keretébe 2 mm-es, a következő négybe 2,8 mm-es, az utolsó kettőbe pedig 3,6 mm-es furatátmérőjű fúvókákat építettünk be. A forró vizes öblítő három, a frissvizes utóöblítő egy mosókeretből áll. Az előbbiben a fúvókák furatátmérője 2,8 mm, az utóbbiban 2 mm.

A mosógép üzemi telepítésének vázlatát a 24. ábrából (melléklet) tekinthetjük át.



29. ábra: Mosóberendezés előlnézete

5. EREDMÉNYEK

5.1. ELMÉLETI ÖSSZEFÜGGÉSEK A TISZTÍTÁSI MŰVELET JELLEMZŐI ÉS A TISZTÍTÁS HATÁSFOKA KÖZÖTT

A tisztítás eredménye egyértelműen azzal mérhető, hogy az eredetileg meglévő szennyeződés mennyiségének hányad része oldódik le, illetve adott esetben távolítható el a tisztítandó tárgyról.

A folyamatos oldási, tisztítási műveletet számos tényező befolyásolja a kiválasztott módszer hatásossága mellett. Ezek a következők:

- az idő (t),
- a tisztítószer hőmérséklete (θ),
- a szennyeződés minősége és a hozzátartozó tisztítószer minősége (D),
- a tisztítószer koncentrációja (K).

A hatások és a műveleti idő összefüggése:

Legyen $m(t)$ a t időpontban meglévő szennyezés tömege.

A Δt idő alatt eltávolított szennyeződés mennyisége:

$$m(t + \Delta t) - m(t).$$

Ez a mennyiség arányos a Δt -vel, az a arányossági tényezővel és $m(t) - m_v$ -vel.

Ahol a pozitív arányossági tényező, amely a tisztítási módszer és az alkalmazott tisztítószer hatásosságát fejezi ki. A negatív előjel a tömeg csökkenését veszi figyelembe.

Az m_v az a visszamaradó szennyeződés mennyiség, amely az adott tisztítási eljárással nem távolítható el a felületről.

Így felírható:

$$m(t + \Delta t) - m(t) = -a(m(t) - m_v) \Delta t \quad (5)$$

Amiből $m(t)$ -re az

$$m'(t) = -a(m(t) - m_v)$$

differentiálegyenlet adódik, amelynek megoldása:

$$\frac{m'(t)}{m(t) - m_v} = -a$$

$$\ln(m(t) - m_v) = -a \cdot t + C$$

$$m(t) - m_v = e^C \cdot e^{-a \cdot t}$$

e^C -re újabb C -konstanst bevezetve

$$m(t) - m_v = C \cdot e^{-a \cdot t}$$

$$m(t) = m_v + C \cdot e^{-a \cdot t}$$

ha $t = 0$ kezdeti állapotot vesszük, akkor

$$m(t) = m(0)$$

ahol $m(0)$ a szennyező anyag eredeti mennyisége

tehát
$$m(0) = m_v + C$$

ahol
$$C = m(0) - m_v$$

Így felírható:
$$m(t) = m_v + (m(0) - m_v) \cdot e^{-a \cdot t}$$

Mivel a hatásfokfüggvény a 3. egyenletnek megfelelően

$$\eta(t) = \frac{m(0) - m(t)}{m(0)} = 1 - \frac{m(t)}{m(0)}$$

behelyettesítve:

$$\begin{aligned} \eta(t) &= \frac{m_v + (m(0) - m_v) e^{-a \cdot t}}{m(0)} = \\ &= 1 - \frac{m_v - m_v e^{-a \cdot t} + m(0) e^{-a \cdot t}}{m(0)} = 1 - \frac{(1 - e^{-a \cdot t}) m_v + m(0) e^{-a \cdot t}}{m(0)} = \\ &= 1 - \left(\frac{m_v}{m(0)} (1 - e^{-a \cdot t}) + e^{-a \cdot t} \right) = 1 - \left(\frac{m_v}{m(0)} - \frac{m_v}{m(0)} e^{-a \cdot t} + e^{-a \cdot t} \right) = \\ &= 1 - \left(\frac{m_v}{m(0)} + \left(1 - \frac{m_v}{m(0)} \right) e^{-a \cdot t} \right) = 1 - \frac{m_v}{m(0)} - \left(1 - \frac{m_v}{m(0)} \right) e^{-a \cdot t} \\ &= \left(1 - \frac{m_v}{m(0)} \right) - \left(1 - \frac{m_v}{m(0)} \right) e^{-a \cdot t} = \left(1 - \frac{m_v}{m(0)} \right) (1 - e^{-a \cdot t}) \end{aligned}$$

bevezetve

$$\frac{m_v}{m(0)} = B \text{ jelölést}$$

kapjuk
$$\eta(t) = (1 - B) (1 - e^{-a \cdot t}) \text{ hatásfokfüggvényt} \quad (6)$$

$B = \frac{m_v}{m(0)}$ arány mutatja, hogy hányad része maradt meg az eredeti szennyeződésnek, az $(1 - B)$ pedig azt, hogy mennyit sikerült eltávolítani.

A hatásfokfüggvény aszimptotikus, sosem éri el az 1-et. Tehát mindig marad valamennyi szennyeződés a felületen az ismert tisztítási eljárások alkalmazásával.

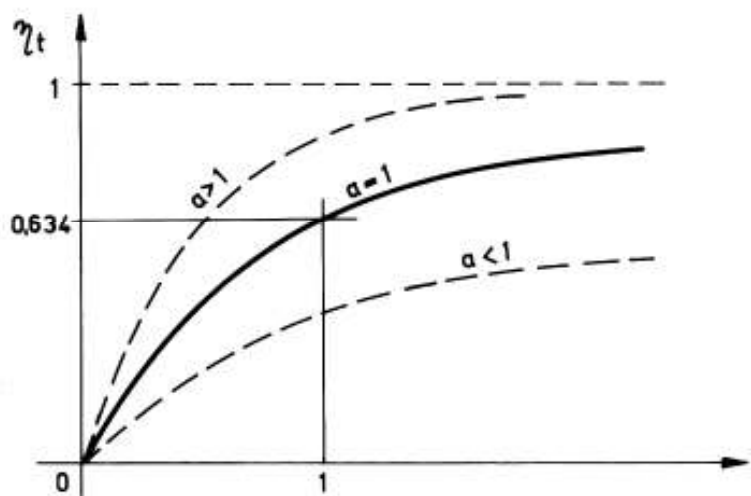
Feltételezve azt az ideális esetet, amikor $m_v = 0$, tehát nem marad vissza szennyeződés

$$\eta(t) = 1 - e^{-a \cdot t} \text{ függvényt kapjuk.} \quad (7)$$

Az idő-hatásfok összefüggését exponenciális ún. telítési függvények ábrázolják (30. ábra).

A tisztítóhatás a kezelés elején erősen növekszik, azután csökken és az $\eta_t = 1$ határértékhez közelít.

Ebből megállapítható, hogy **a kezelési idő növelése egy bizonyos határon felül csak igen csekély tisztítóhatás növekedést eredményez.**



30. ábra: A tisztítási hatásfok változása a kezelési idő függvényében

Az „ a ” konstans megadja az exponenciális közelítés dinamikáját, amiben kifejezésre jut a tisztítószer minőségéből, töménységéből adódó vegyi hatás. A szennyezés leválasztásának gyorsaságát fejezi ki, amely a telítési görbe meredekségében jelenik meg.

A tisztítási hatásfok és az tisztítószer hőmérsékletének összefüggése

Az összefüggésre a kinetikus hőelmélet segítségével adhatunk magyarázatot.

A molekulák megnövelt kinetikai energiája erősen növeli a molekulák kölcsönhatását, aminek eredményeképpen a fizikai-kémiai folyamatok gyorsulnak és a tisztítási hatásfok növekszik.

Az m_M tömegnek, amely N számú molekulát tartalmaz T hőmérsékleten:

$$E_{\text{kin}} = C(N; m_M) T \quad (8)$$

kinetikai energiája van. Ahol C konstans és T az anyag abszolút hőmérséklete az első hatványon szerepel.

Mivel az energia és a hőmérséklet között lineáris kapcsolat van a hatásfok változásra az alábbi összefüggés írható fel:

$$d\eta_g = A \cdot d\vartheta \quad (9)$$

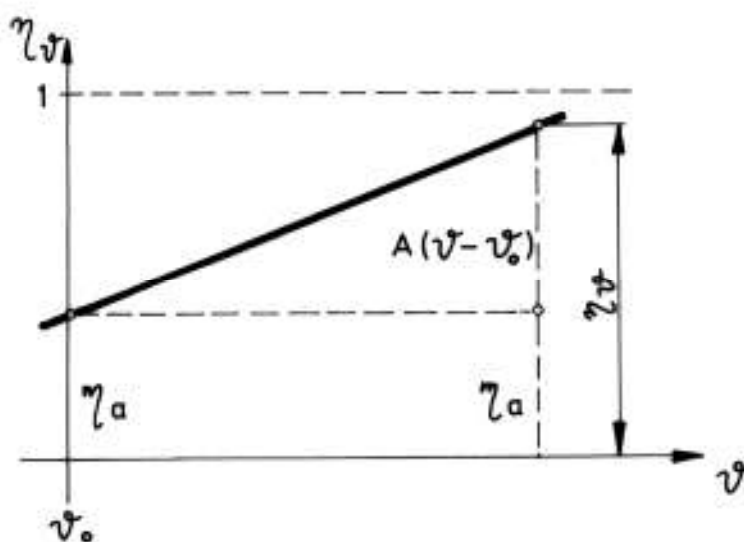
ahol az A tényező a fenti C konstanson kívül a tisztítószer minőségét és koncentrációját is figyelembe veszi. A hőmérséklet pedig a tisztítószerre jellemző hőmérséklettartományban változik, célszerűen °C-ban megadva. (48)

A 9. egyenletet integrálva és a peremfeltételeket leírva kapjuk:

$$\begin{aligned} \vartheta &= \vartheta_0 \quad ; \quad \eta = \eta_a \\ \eta_g &= \eta_a + A(\vartheta - \vartheta_0) \end{aligned} \quad (10)$$

Ennek ábrázolása a 31. ábrán látható.

A függvény felrajzolásakor az η_a kezdeti értéken az tisztítószer normál hőmérsékleten (ϑ_0) pl. szobahőmérsékleten adódó hatásfokát értjük.



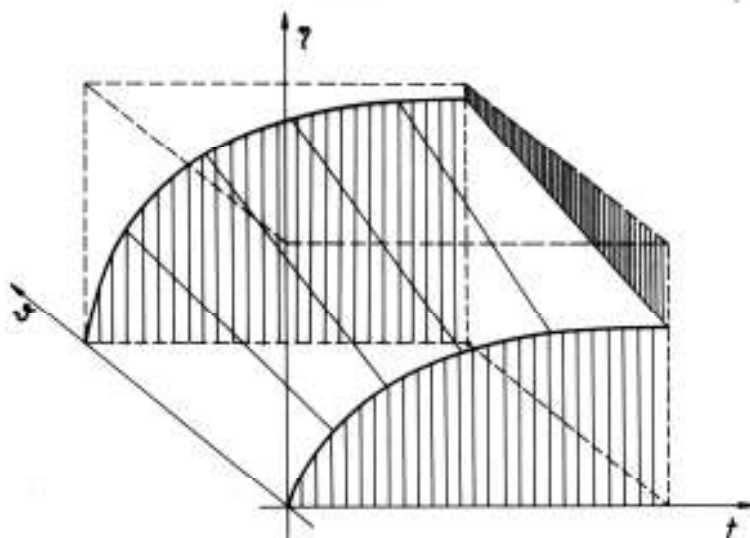
31. ábra: A tisztítási hatásfok változása a tisztító oldat hőmérsékletének függvényében

Egy adott tisztítási módszer esetén a tisztítási összhatásfok (η) ábrázolásakor az alábbi függvényt kell megjeleníteni:

$$\eta = f(t ; \vartheta ; D ; K) \quad (11)$$

Az előzőekben a tisztítószer fajtáját és koncentrációját szorzófaktorokkal vettük figyelembe. Így egy kétváltozós függvény felületet kapunk, amelynél a hőmérséklet növekvő konstans értékeihez tartozó metszetek olyan telítési függvényeket adnak, melyek egyre meredekebben közelítenek a maximális tisztítási hatásfokhoz. (32. ábra)

A szennyeződés leválasztása elsősorban diffúziós folyamat, amelyet egyaránt felgyorsít az tisztítószer hatékonysága és a hőmérséklet.



32. ábra: A tisztítási hatások kétváltozós függvényfelülete

A tisztítás elméleti összefüggései azt mutatják, hogy az idő és a hőmérséklet egyértelmű hatásán túl alapvetően a módszer, tehát a tisztítási technológia műveleti elemei és a tisztítószer tulajdonságainak helyes megválasztása van befolyással a tisztítási hatások értékére.

Így ezeknek a kísérleti úton történő meghatározása szükséges a hatásos technológia kidolgozásához.

5.2. A FÚVÓKÁK KIVÁLASZTÁSA ÉS ÁRAMLÁSI TULAJDONSÁGAIK ELLENŐRZÉSE

5.2.1. A kiválasztás szempontjai

A szórófejeknek a mosási felülettől való távolsága egy adott rekesznél (ládánál) is különböző. A külső felületek közelről (100 mm), a belső felületek távolabbról (150-400 mm) kapják a mosófolyadékot. Az első esetben nagy szórásszögű fúvókák elhelyezése indokolt (34. ábra), míg a második esetben a kisebb szórásszögűek is megfelelőek (33. ábra).

A Szegedi Élelmiszeripari Főiskola Gépészeti és Automatizálási Intézetében az 1980-as évek elején különböző mosási-, tisztítási feladatokhoz egy olyan fúvóka családot fejlesztettek ki, amely egyenes és szögben eltérített sugarat előállító sorozatokból áll.

A 34. ábrán olyan fúvóka típus látható, mely a kiáramló folyadékot 75°C-os szögben eltéríti és így széles folyadéksugarat hoz létre. A 33. ábrán pedig olyan típus, amely keskeny folyadéksugarat állít elő és 300-400 mm távolságra is megfelelő impulzus erővel rendelkezik. A bemutatott típusokat a kísérleti berendezés számára a főiskolánkon fejlesztettük ki.

Az ábrákon lapos sugarú szórófejek láthatók, melynek előnye, hogy a folyadék igen kis felületre koncentrálódik. Az ilyen lapos sugarú szórófejek kialakítását az tette lehetővé, hogy a tisztítandó felület, a szállítóeszköz mozgást végez az álló fúvókákhoz képest a tisztítás

során. A fűvóka készítésénél nagy figyelmet kellett fordítani a felületi simaságra. Az érdes felület eltorzítja a vízszugár formáját.

A mosógépben lévő összes fűvókán egyidejűleg kiáramló folyadékmennyiségnek megfelelően kell kialakítani a folyadékköröket (tartály, szivattyú, csővezeték, szűrő). Ezért ismerni kell a kiválasztott fűvókák térfogatáramát, szórásképlet és szórásszögét a nyomás függvényében.

A folyadékáram előzetes méretezése alapján olyan fűvókákat kellett választani, amelyek az alábbi áramlási tulajdonságokat megközelítették.

Folyadékáramok $2 \cdot 10^5$ Pa -on

Előmosó I. részzszakasz és a frissvizes utóöblítőben

$$q_1 = 3,2 \text{ dm}^3/\text{min}$$

Előmosó II. részzszakasz és a frissvizes utóöblítőben

$$q_2 = 6,4 \text{ dm}^3/\text{min}$$

Előmosó III. részzszakasz és a frissvizes utóöblítőben

$$q_3 = 9,6 \text{ dm}^3/\text{min}$$

Szórásszögek $2 \cdot 10^5$ Pa -on

$$\varphi_1 = 120^\circ \text{ (felületütközéses, lapos sugarú szórófej)}$$

$$\varphi_2 = 50^\circ \text{ (folyadékütközéses, lapos sugarú szórófej)}$$

Így a berendezés hatféle fűvókát igényel.



33. ábra: Kis szórásszögű fűvóka lapos folyadéksugárral



34. ábra: Nagy szórásszögű, felületütközéses szórófej

5.2.2. A térfogatáram és a szórásszög alakulása a nyomás függvényében

A kiválasztott 2x3 db fúvóka esetében mérésekkel ellenőriztem az elvárt áramlási tulajdonságokat (φ , q) bizonyos nyomáshatárok között. A méréseket az alábbi feltételekkel végeztem a laboratóriumi berendezésen.

Kiválasztott fúvókák:

folyadékütközéses: E-2/1
E-2,8/1,5
E-3,6/1,7

75°-ban eltérített felületütközéses: K-2/75
K-2,8/75
K-3,6/75

A fúvókák mérete:

a méretek, a hat fúvóka műhelyrajzán láthatók. (Melléklet 1., 2. ábra)

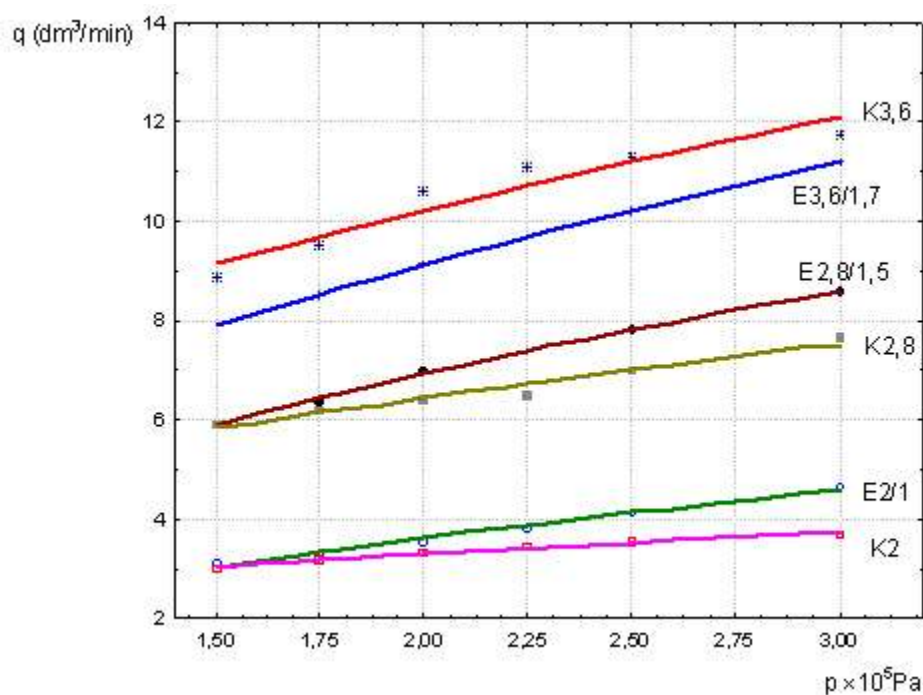
- A fúvókák anyaga SRA58
- Az áramló folyadék jellemzői:
tiszta, környezeti hőmérsékletű hálózati víz.
- Nyomáshatárok: $1,5\text{-}3 \times 10^5$ Pa túlnyomás

A mérési eredményeket az 1. táblázatban foglaltam össze.

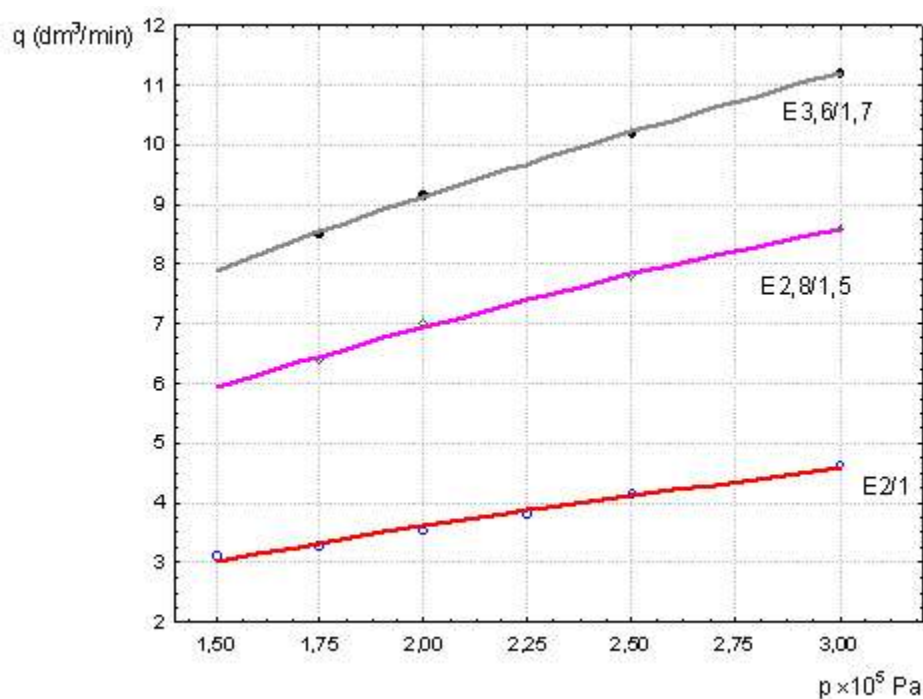
1. táblázat: A fűvókák folyadéksugara szórásszögének és térfogatáramának változása a nyomás függvényében

Alkalmazott fűvóka	Mérési sorszám	Alkalmazott nyomás	Folyadék-sugár szórásszöge	Térfogatáram	A megváltozás mértéke
		$p \times 10^5 \text{ Pa}$	φ°	$q \text{ (dm}^3/\text{min)}$	
E 2/1	1.	1,50	35	3,10	φ változás: 28,5 % q változás: 50 %
	2.	1,75	36	3,30	
	3.	2,00	42	3,54	
	4.	2,25	43	3,80	
	5.	2,50	44	4,15	
	6.	3,00	45	4,64	
E 2,8/1,5	1.	1,50	38	5,90	φ változás: 16 % q változás: 34%
	2.	1,75	43	6,40	
	3.	2,00	48	7,00	
	4.	2,50	49	7,80	
	5.	3,00	50	8,60	
E 3,6/1,7	1.	1,75	56	8,50	φ változás: 14 % q változás: 32 %
	2.	2,00	60	9,16	
	3.	2,50	62	10,20	
	4.	3,00	64	11,20	
K 2,0	1.	1,50	132	3,00	φ változás: 17,5 % q változás: 23 %
	2.	1,75	135	3,18	
	3.	2,00	140	3,32	
	4.	2,25	144	3,44	
	5.	2,50	150	3,54	
	6.	3,00	155	3,70	
K 2,8	1.	1,50	112	5,90	φ változás: 9 % q változás: 30 %
	2.	1,75	115	6,20	
	3.	2,00	117	6,42	
	4.	2,25	118	6,50	
	5.	2,50	120	7,00	
	6.	3,00	122	7,68	
K 3,6	1.	1,50	105	8,88	φ változás: 22 % q változás: 31 %
	2.	1,75	110	9,50	
	3.	2,00	115	10,60	
	4.	2,25	118	11,08	
	5.	2,50	122	11,30	
	6.	3,00	128	11,63	

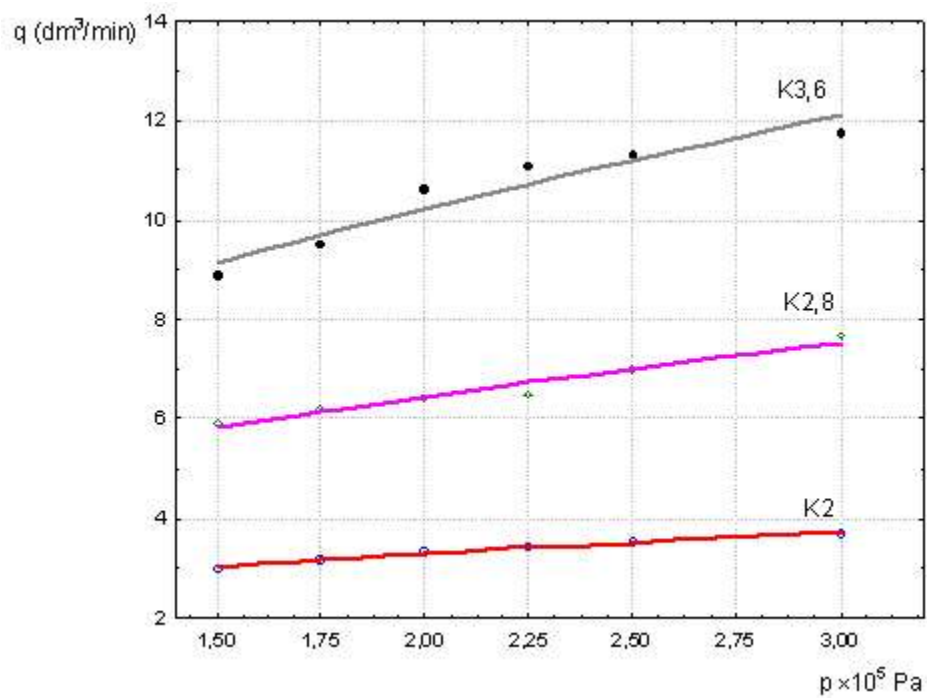
A táblázati értékek p - q és p - φ függvényeit a 35., 36., 37., 38., 39. ábrákon láthatjuk, amelyek áttekinthető összefüggéseket mutatnak a jellemzők között. A 35. ábrán egymáshoz viszonyítva látható a kétféle fűvókátípus (E, K) térfogatárama a nyomás függvényében. Az alkalmazott üzemi nyomás ($2 \times 10^5 \text{ Pa}$) közelében a térfogatáram különbsége maximum 10 %.



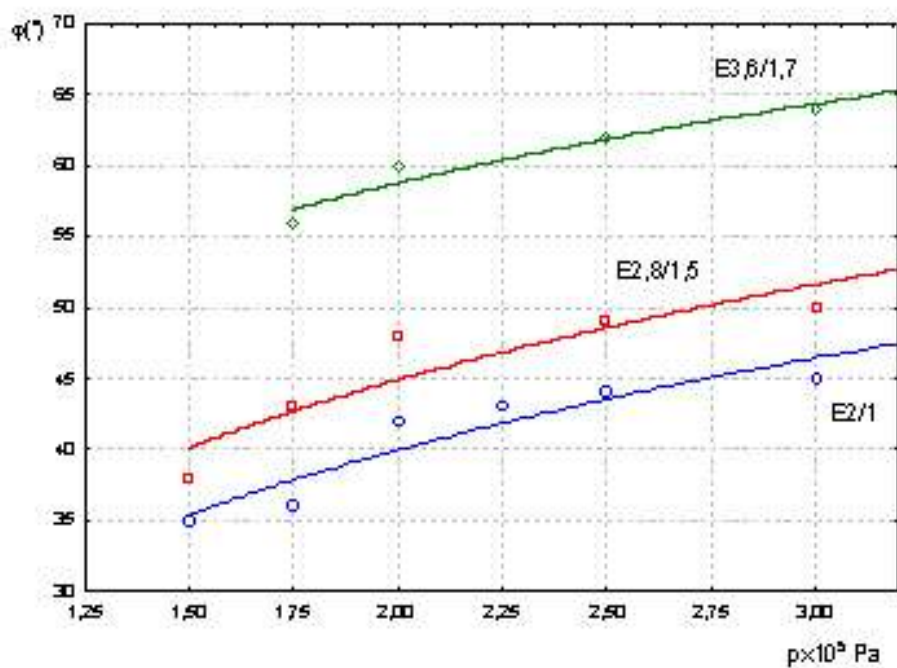
35. ábra: Összefoglaló ábra a fűvókák térfogatáramának változásáról a nyomás függvényében



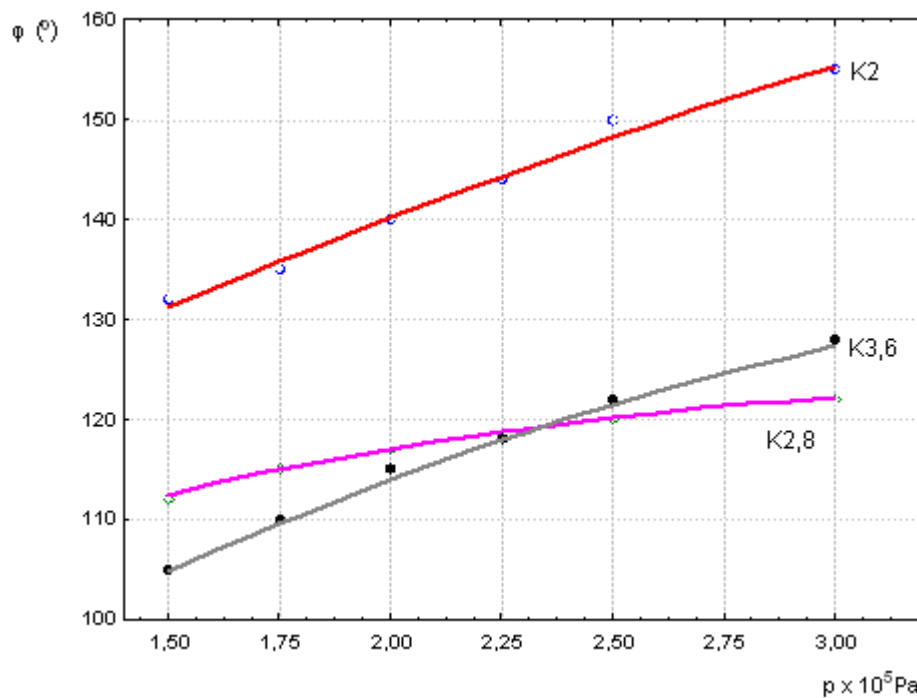
36. ábra: Folyadékűtközéssel, lapos sugarú fűvókák térfogatáram változása a nyomás függvényében



37. ábra: Felületütközéses, lapos sugarú fúvókák térfogatáram változása a nyomás függvényében



38. ábra: Folyadékütközéses fúvókák szórásszögének változása a nyomás függvényében



39. ábra: Felületűtközéses, lapos sugarú fűvókák szórásszögének változása a nyomás függvényében

A mérési eredmények azt mutatják, hogy a tervezési elvárások közelében működnek a fűvókák. A fűvókák elhelyezésénél ügyelni kell arra, hogy alacsony nyomásértékeknél is átfedjék egymást a folyadéksugarak, azért, hogy a tisztítandó tárgy felületét mindenütt érje vízsugár. (40. ábra)



40. ábra: Nagyszögű fűvókák működés közben
A térfogatáramok változása átlagosan 30 %, a E 2/1 jelű fűvókánál ez 50 %.

Az indokolatlan nyomásemelésnek lehetnek mellékhatásai. Növeli a folyadék felhasználást, és zárt rendszerű folyadékkezelés esetén a cirkulációs sebességet. Ezzel erősen megváltoztatja a folyadék fűtési, ülepítési, szűrési viszonyait.

5.3. MODELLKÍSÉRLETEK AZ ULTRAHANGOS TISZTÍTÁS MŰVELETI JELLEMZŐINEK VIZSGÁLATÁHOZ

A modellkísérletekkel meghatároztam, hogy a műveleti idő és tisztítószer hőmérséklet mely tartományában a legmagasabb a tisztítás hatásfoka. A kísérletek során tesztiszennyeződést és tisztítószert használtam. A vizsgálatokat ultrahangos kezeléssel és anélkül végeztem, így lehetőség van a két művelet összehasonlítására. Vizsgáltam továbbá a kettő kombinációját.

5.3.1. A tisztítás hatásfoka az idő függvényében

A kísérleteket az alábbi feltételekkel végeztem az ultrahangos laboratóriumi berendezéssel:

- a kezelési idő tartománya: 5-60 sec.
- tisztító oldat: 1 % NaOH
- az oldat hőmérséklete 65 °C
- teszt szennyeződés: rászáradt tejipari
- vizsgált felület: műanyag láda
- UH generátor teljesítmény: 320 Watt
- ultrahang frekvencia: 25 kHz

A kezelési időkhöz tartozó hatásfokértékeket a 2. táblázat mutatja ultrahang besugárzása (η_{UH}) mellett, illetve anélkül.

Az utóbbi tulajdonképpen tisztítószeres áztatásnak felel meg (η_A).

2. táblázat: A kezelési időkhöz tartozó hatásfokok

Idő t (sec)	Ultrahangos kezelés hatásfoka η_{UH}	Áztatásos kezelés hatásfoka η_A
5	0,41	-
10	0,77	0,22
25	0,86	0,53
30	0,91	0,61
35	0,90	0,63
40	0,93	0,61
50	0,92	0,63
60	0,96	0,67

A táblázati értékekre az

$$\eta(t) = (1 - B) (1 - e^{-a \cdot t}),$$

a 6. egyenletnek megfelelő úgynevezett telítési függvény illeszthető (41. ábra).

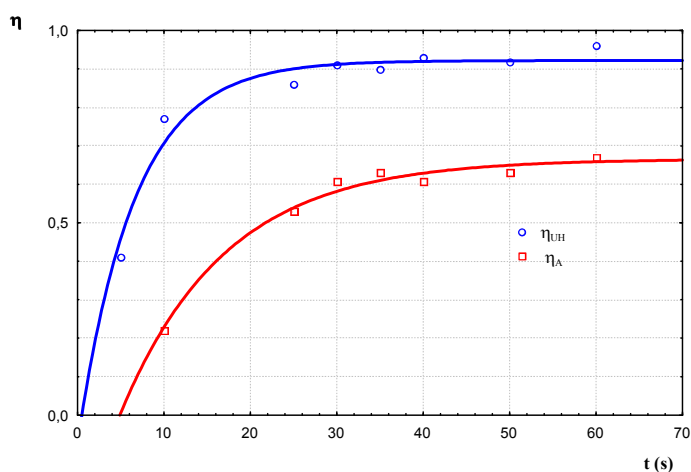
Ahol:

$$\eta_{UH} = 0,93 \times (1 - e^{-0,14 t})$$

$$r^2 = 0,95$$

$$\eta_A = 0,72 \times (1 - e^{-0,05 t})$$

$$r^2 = 0,93.$$



41. ábra: A tisztítási hatások változása a kezelési idő függvényében

5.3.2. A tisztítás hatásfoka a hőmérséklet függvényében

A kísérleteket az 5.3. 1. pontban leírt feltételekkel végeztem az alábbi eltéréssel:

- tisztító oldat hőmérséklet tartománya: $\Delta \vartheta = 20 - 65^\circ\text{C}$
- kezelési idő: $t = 60 \text{ sec}$, állandó.

A vizsgálatok eredményét a 3. táblázat és a 42. ábra mutatja:

3. táblázat: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat hőmérsékletének függvényében

Hőmérséklet (°C) ϑ	Ultrahangos kezelés hatásfoka η_{UH}	Áztatásos kezelés hatásfoka η_A
20	0,73	0,4
30	0,78	0,4
35	0,77	0,54
40	0,79	0,53
50	0,92	0,6
60	0,88	0,66
65	0,99	0,67

A táblázati értékekre a 10. egyenletnek megfelelő lineáris függvény illeszthető magas korrelációs együttható mellett (42. ábra).

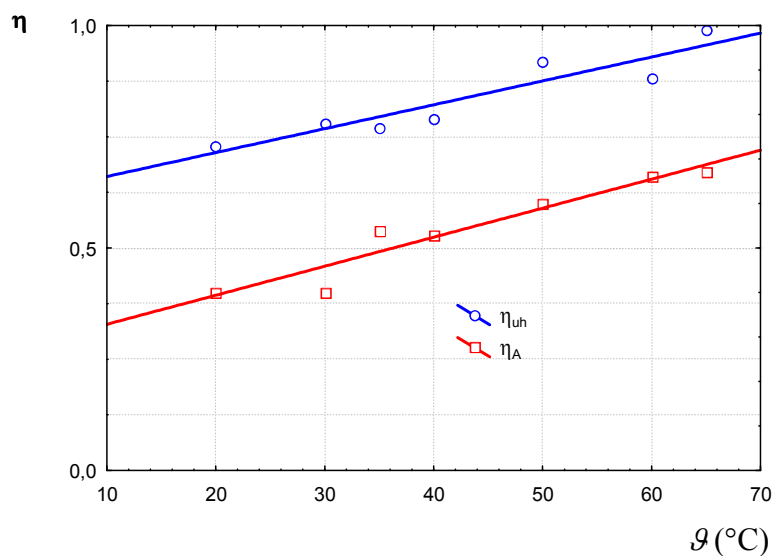
Ahol:

$$\eta_{UH} = 0,607 + 0,005 \vartheta$$

$$r^2 = 0,9265$$

$$\eta_A = 0,263 + 0,007 \vartheta$$

$$r^2 = 0,9563.$$



42. ábra: A tisztítási hatások alakulása a hőmérséklet függvényében

5.3.3. A tisztítás hatások az idő függvényében, kombinált kezelés esetén

A kísérleteket az 5.3.1. pontban leírt feltételekkel végeztem az alábbi eltéréssel:

- - tisztító oldat hőmérséklete: ϑ 60°C, állandó
- - a kezelési idő: 0-30 sec-ig ultrahang besugárzás nélkül (áztatás)
30-60 sec között ultrahang besugárzással.

4. táblázat: Tisztítási hatások változása az idő függvényében kombinált kezelés esetén

t_A (sec)	η_A
10	0,32
20	0,57
30	0,59
$t_{komb.}$ (sec)	$\eta_{komb.}$
40	0,85
50	0,87
60	0,93

Azzal a feltevéssel élünk, hogy az ultrahangos kezelés megindulását követően ($t \geq 30$) a hatások a 11. egyenlettel írható le.

$$\eta_{\text{komb}}(t) = \eta_A(t) + k \cdot \eta_{UH}(t - 30) \quad (12)$$

Ahol $k \ll 1$ együttható. Bevezetésére azért volt szükség, mert a vizsgálatok kimutatták, hogy a kombinált kezelés esetén a függvényeknek nincs szuperpozíciója, nem adódnak össze.

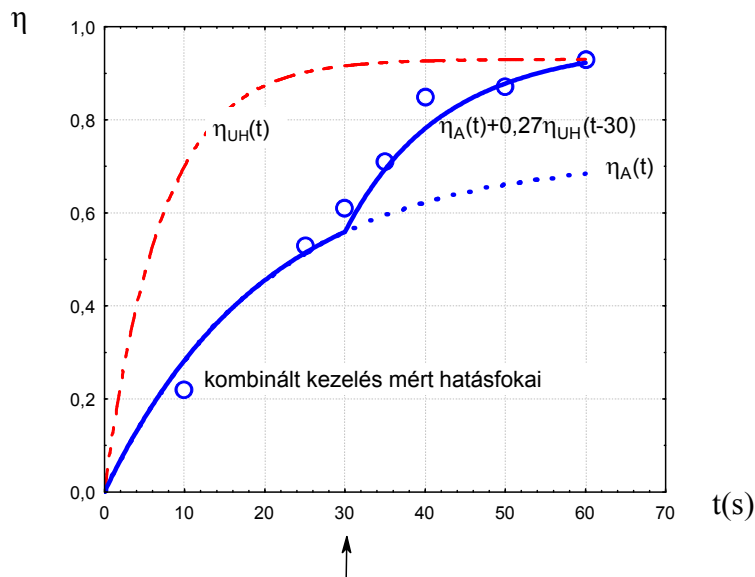
A mérési eredményeinkre az alábbi függvényt illesztettük (43. ábra):

$$\eta_{\text{komb}} = 0,72 \times (1 - e^{-0,05 t}) + k \cdot 0,93 (1 - e^{-0,14 (t-30)})$$

$$r^2 = 0,9637$$

$$k = 0,2686$$

ahol



43. ábra: Tisztítási hatások változása az idő függvényében kombinált kezelés esetén

A vizsgálatok eredményeit összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az tisztítószer tulajdonságát és koncentrációját állandónak véve az idő és bizonyos határok között a hőmérséklet, valamint a tisztítás hatásfoka olyan függvénykapcsolatot mutat, amely növekvő és a maximális értékhez tart.

A kezelési idő és a tisztítás hatásfokának összefüggésében a vizsgálatok eredményei igazolták az elméleti összefüggéseket. A mérési eredmények értékeire telítési függvény illeszthető. A hőmérséklet és a hatásfok összefüggésében az elméleti következtetéseknek megfelelően lineáris kapcsolat mutatható ki.

Az erősen tapadó szennyeződés, mint pl. a rászáradj tej, alacsony koncentrációjú tisztítószer (1 % NaOH) használata mellett 50-60 sec alatt az ultrahangos kezeléssel eltávolítható.

A hatásos tisztítószer hőmérséklet 55-65°C, amely egybeesik a kavitáció optimális hőmérsékleti zónájával.

A két lépésben elvégzett tisztítási művelet pedig hasznos útmutatás az eljárás gyakorlati alkalmazásánál. Egy jól megválasztott áztatási ciklus lényegesen lerövidíti az energiaigényesebb intenzív tisztítási művelet idejét.

5.3.4. A tisztítás hatásfokának alakulása az idő függvényében a sugárforrástól különböző távolságban

A kísérleti mosóberendezésben a besugárzó fejektől a tisztítandó tárgy legközelebbi és legtávolabbi pontját véve (27. ábra) megvizsgáltam, hogyan alakul a tisztítás hatásfoka a sugárforrástól 20, illetve 300 mm távolságban.

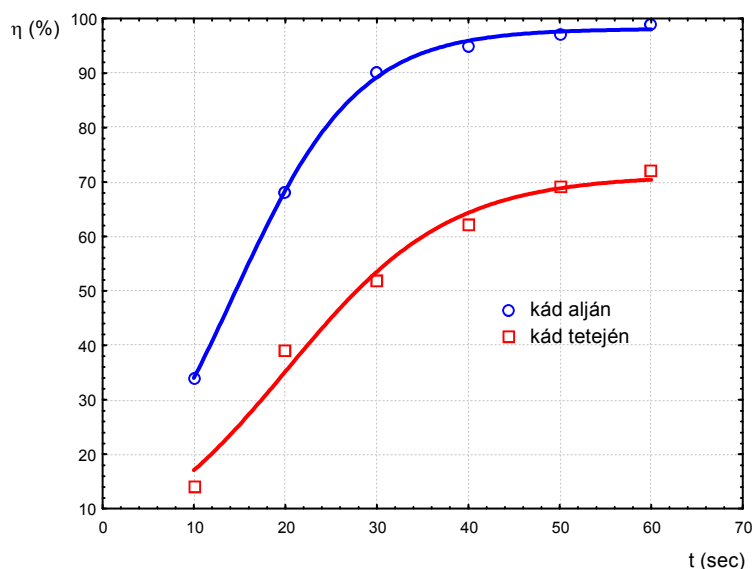
A kísérleteket az alábbi feltételekkel végeztem ultrahangos laboratóriumi berendezéssel:

- teszt szennyeződés: rászáradt föld, sár
- vizsgálat felület: műanyag rekesz
- tisztító folyadék: hálózati víz
- a folyadék hőmérséklete: 40°C, állandó
- kezelési időtartomány: 10-60 sec
- UH generátor teljesítmény: 320 W
- ultrahang frekvencia: 25 kHz
- átlagos teljesítmény sűrűség: 2 W/cm³

A mérési eredményeket az 5. táblázat tartalmazza. A hatásfok-idő függvénykapcsolatot a 44. ábra mutatja.

5. táblázat: A tisztítás hatásfokának alakulása az idő függvényében a sugárforrástól különböző távolságban 40 °C-on

Sor-szám	Távolság a sugárforrástól (mm)	Hőmérséklet (°C)	Idő (s)	Tisztítás Hatásfoka (%)
1.	20	40	10	34
2.			20	68
3.			30	90
4.			40	95
5.			50	97
6.			60	99
7.	250		10	14
8.			20	39
9.			30	52
10.			40	62
11.			50	69
12.			60	72



44. ábra: A tisztítás hatásfokának alakulása az idő függvényében a sugárforrástól különböző távolságban

A vizsgálatból kitűnik, hogy 30 sec kezelési esetén a 20 mm-re eső felületek jó hatásfokkal tisztulnak, a 300 mm-re eső felületek csak 50 %-os hatásfokkal. A távol eső felület az mindig a láda, vagy a rekesz belső alja. Ezért, az azon található szennyeződés fellazítása az előmosó-áztató szakaszban egy igen fontos előkészítő műveleti elem, az intenzív tisztítás előtt.

5.4. ÉLELMISZERIPARI SZENNYEZETTSÉGŰ LÁDÁK, REKESZEK ULTRAHANGOS TISZTÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATAI

A hatásos tisztítás három alpművelete az előmosó-áztató, az intenzív mosás és az öblítés közül az ultrahangos kezelés, legelőnyösebben az intenzív mosás műveletében alkalmazható.

A kísérletek célja az ultrahangos tisztítás paramétereinek meghatározása konkrét élelmiszeripari szennyezettség esetén. Ki kell választani a megfelelő tisztítószer és meghatározni a művelet paramétereit úgy, mint az:

- időt (t),
- az tisztítószer koncentrációját (K),
- és az oldat hőmérsékletét (θ),

amelyek mellett a legtöbb szennyeződés távolítható el. Az élelmiszeriparban előforduló szennyeződéstípusok felmérése és elemzése azt mutatta, hogy a legnehezebben eltávolítható, de eltérő jellegű szennyeződés a tejiparban és a különböző húsfeldolgozással foglalkozó iparokban van. Vizsgálataimhoz ebből a két ipárból származó műanyag rekeszeket és ládákat használtam fel.

5.4.1. Tejipari szennyeződés hatásos tisztítószerének kiválasztása ultrahangos kezelés mellett

A tejüzembe visszakerülő ládák (illetve rekeszek) felülete többségében erősen szennyezett. A szennyezőanyag részben nedvesen, részben száradva található benne, illetve a külső felületén. Összetételét tekintve, tej, tejtermék (tejföl, kefir, stb.), amelyre még por, földes szennyeződés is tapadt. Az edényzet felületéhez a szennyeződést a fehérje és a tejszír köti. A tejiparból származó, erősen szennyezett ládáról, illetve rekeszről leválasztott szennyeződés tömegét a 6. táblázat mutatja.

6. táblázat: Egy erősen szennyezett tejipari láda és rekesz szennyezésének értékei

Tisztítandó tárgy	Teljes tömeg g-ban	Teljes szennyeződés tömege	
		g-ban	%-ban
Láda	1380	12,6	0,913
Rekesz	2090	24,1	0,867

A szennyezőanyagot a tisztítószer oldatából kiülepítve 3 láda után a szennyeződés 22 cm³-nyi pelyhes üledéket alkotott. Az üledék könnyen felrázható.

Egy tisztított láda felületén egyszerű öblítés után kb. 100 g víz tapadt.

A 3.2.2. pontban ismertetett tisztítószeresek közül azokat választottam ki, amelyek a tejiparban régóta használatosak.

A Mavebit és a Rábapon E mellett szólt, hogy erősen lúgos és emiatt jó a zsír- és fehérjeoldó hatása. Az Unipon készítmények műanyagok tisztítására ajánlott szerek, az Ultra Nova és Ultra Vill főként szerves detergenst tartalmazó nem lúgos szerek, a Biopon pedig fehérjebontó enzimet tartalmazó készítmény.

A vizsgálathoz 7 különböző tisztítószeret használtam az ajánlott koncentrációban.

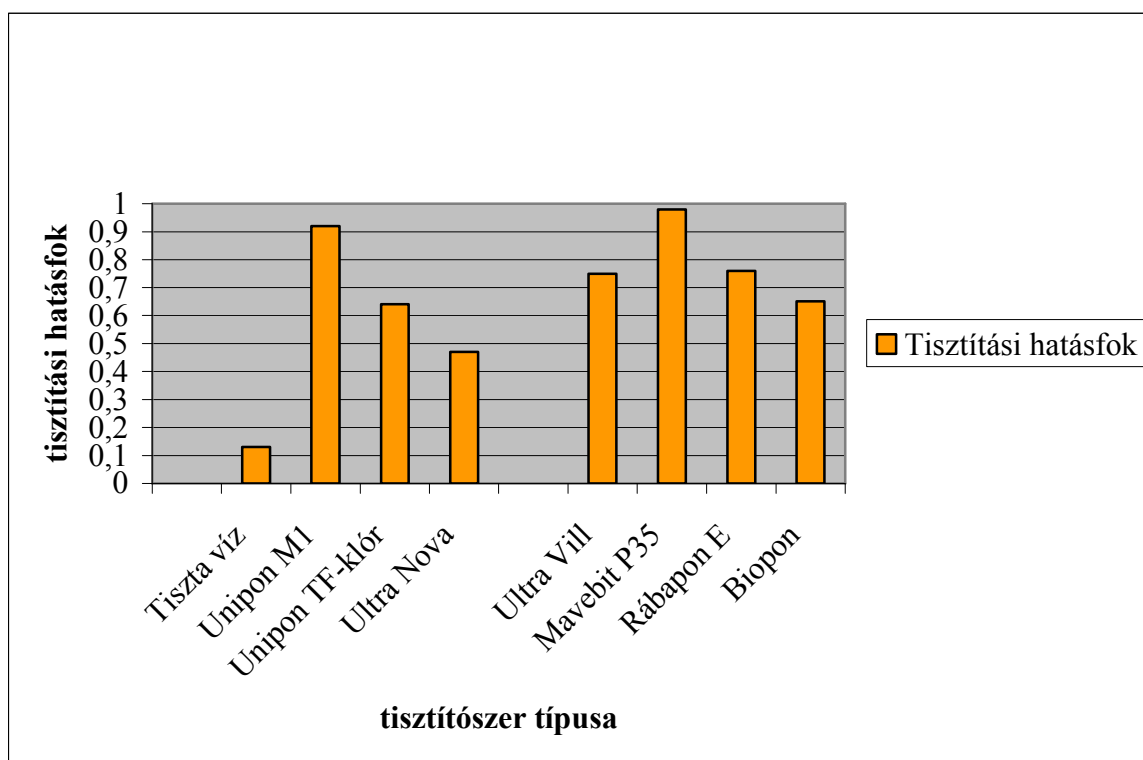
A kísérleteket az alábbi feltételekkel végeztem ultrahangos laboratóriumi berendezéssel:

- szennyeződés típusa: rászáradt tejipari
- vizsgált felület: műanyag láda
- tisztító oldat: hálózati víz + 7 előzetesen kiválasztott tisztítószer típus
- oldat koncentráció: a gyártó által megadott tf %
- oldat hőmérséklete: 60°C, állandó
- kezelési idő: 60 sec, állandó

A vizsgálat során kapott eredményeket a 7. táblázat és a 45. ábra tartalmazza.

7. táblázat: Különböző tisztítószeresek tisztítóhatása műanyag ládák esetén, $\vartheta = 60^{\circ}\text{C}$, $t = 60$ sec

Tisztítószer	Töménység K (tf %)	Tisztítási hatásfok η	Megjegyzés
Tiszta víz	-	0,13	a szenny fellazul, de a ládán marad
Unipon M1	2	0,92	olajos szennyet nehezebben, tejet könnyebben oldja
Unipon TF-klór	2	0,64	kevés, könnyen eltávolítható szennyeződés marad
Ultra Nova	2	0,47	a szennyeződés fellazult, de nem mind jött le
Ultra Vill	0,2	0,75	a szennyeződés részben távolítható el
Mavebit P35	2	0,98	jól tisztít
Rábapon E	3	0,76	a felület zsíros tapintású maradt
Biopon	2	0,65	a szennyeződés részben jött le, habzik



45. ábra: Különböző tisztítószeresek tisztító hatása műanyag ládákon ultrahangos kezeléssel

Összehasonlításként tisztavízzel kombinált ultrahangos kezelést is kipróbáltam.

Mint látható 60 sec kezelési idő alatt a legjobb hatást a Mavebit P35 2 %-os oldatával értem el. Utána pedig az Unipont M₁ tűnt a legmegfelelőbbnek.

Mindkét alkalmasnak tűnő készítmény előnye, hogy nátrium-hipoklorittal kiegészítve fertőtlenítő hatásúvá is tehető a tisztítóoldat.

Az 6. táblázat alapján a Mavebit P35 típusú tisztítószer a leghatékonyabb tejipari szennyeződéseknel. Alkalmazása mellett szól még, hogy folyadék állapotú (könnyen adagolható), és olcsóbb, mint a hasonló tulajdonságú Unipon M1 (69).

5.4.2. A legnagyobb hatásfokhoz tartozó kezelési idők összefüggése az oldat koncentrációjával három különböző hőmérsékleten

Az előző vizsgálat (5.4.1.) szerint a MAVEBIT P35 bizonyult a legjobbnak ($\eta \geq 98$) a kiválasztott tisztítószeres szerek közül, azonos műveleti paraméterek mellett. Ezért megvizsgáltuk, hogy a három legfontosabb műveleti paraméter (t, K, θ) milyen összefüggő értékeinél érhető ez el. A műveleti paraméterek összefüggése iránymutató adatokkal szolgál az optimális tisztítási technológia meghatározásához és a berendezés tervezéséhez.

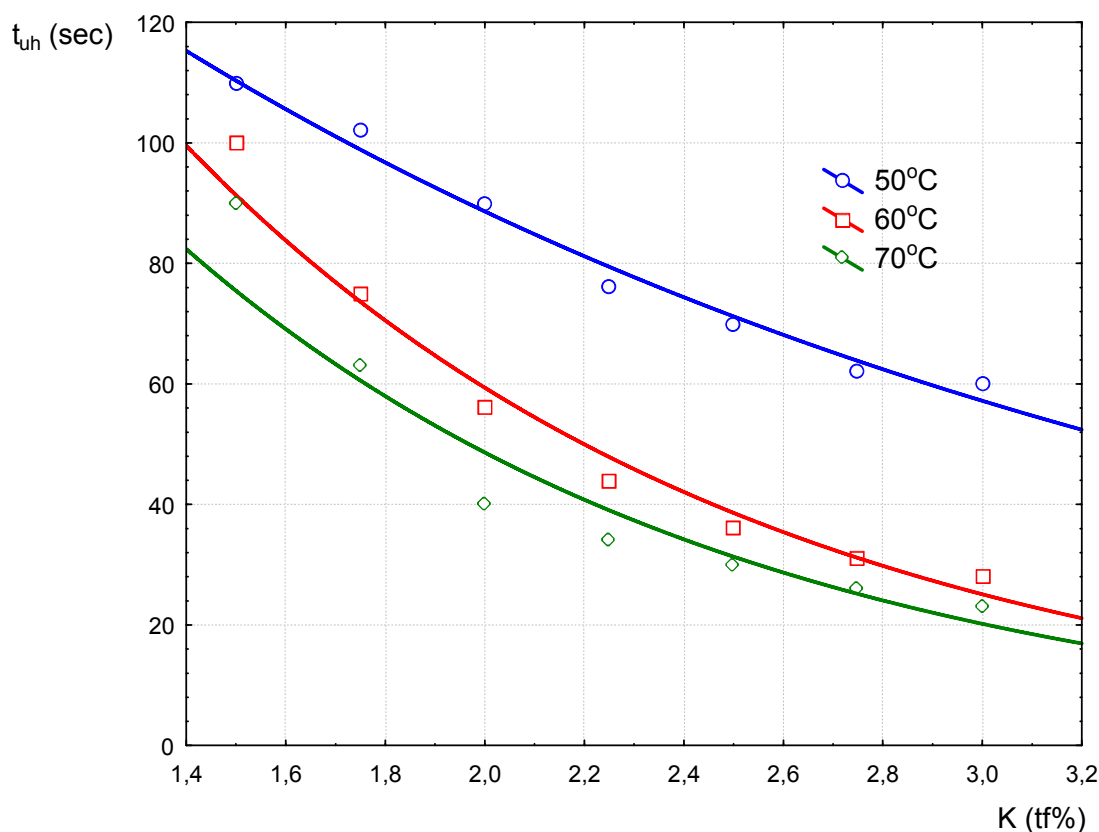
A kísérleteket az alábbi feltételekkel végeztem ultrahangos laboratóriumi berendezéssel:

- - szennyeződés típusa: tejipari
- - vizsgált felület: műanyag láda
- - tisztítószer: MAVEBIT P35
- - oldat koncentráció tartománya: 1,5-3 tf %
- - oldat hőmérséklete: 50, 60, 70 °C
- - kezelési időtartomány: 0-110 sec

A mérési eredményeket a 8. táblázat és az annak megfelelő függvényeket a 46. ábra mutatja.

8. táblázat: A legnagyobb tisztító hatásfokhoz tartozó kezelési idő és koncentráció értékek változása különböző hőmérsékleten MAVEBIT P35 oldat esetén

K (tf %)	A szükséges expozíciós idő (sec)		
	50°C	60°C	70°C
1,50	110	100	90
1,75	103	76	64
2,00	90	56	40
2,25	78	44	34
2,50	70	36	30
2,75	64	33	27
3,00	60	28	25



46. ábra: A legnagyobb hatásfokhoz tartozó kezelési idők összefüggése az oldat koncentrációjával három különböző hőmérsékleten

A 46. ábra segítségével megállapítható, hogy az ultrahangos tisztítási művelet során az előzőekben ismertetett kísérleti feltételek mellett egy adott hőmérsékleten milyen összetartozó tisztítószer-koncentráció és műveleti idő biztosítja a legjobb tisztítási hatásfokot.

A Mavebit P35 oldat szennyhordó hatásának vizsgálata

2 %-os Mavebit P35 1 literjének semlegesítéséhez 810 cm^3 0,1 n HCl szükséges, ami 3,24 g/l NaOH-al egyenértékű. Egy láda szennyeződése 0,2 g NaOH-t kötött le, tehát 10 l tisztítóoldat teljes kimerülése 150-160 db láda után következne be.

100 cm^3 2 %-os Mavebithez 60 cm^3 tejet öntve a belemártott üveglemezt, még tisztára lehetett öblíteni.

10 liter 60°C-os, 2 %-os oldathoz 2 pohár joghurtot és 2 pohár tejfölt keverve a műanyagláda még tökéletesen tisztult, üledék nem képződött. Ez a szennyezőanyag a lúgosságot 680 cm^3 0,1 n HCl/literre, azaz 15,5 %-kal csökkentette.

Lényegében megállapítható, hogy a Mavebit P35 oldat szennyoldó hatása jó, az oldat kimerülése a lúgosság mértékének csökkenésével, illetve megfelelő indikátor alkalmazásával ellenőrizhető. (69)

Mikrobiológiai vizsgálat

Tekintettel arra, hogy az edénytisztítás során a szennyeződéssel együtt a mikrobák a mosófolyadékba jutnak a tájékozódás végett az élő csíraszám változását is vizsgáltuk mikrobiológiai laboratóriumban.

A 10 liter folyadékhoz hozzáadott tejföl és joghurt után a cm^3 -enkénti csíraszám $6,2 \cdot 10^4$ -re alakult. Ebből az következik, hogy a szennyezett műanyag felületek sok mikrobát és

valószínűleg baktérium-spórákat tartalmaznak. A baktérium-spórák jelenlétére utal az is, hogy 0,5 % háztartási Hypo hozzáadása után 1 órai állásidőt kivárva a csíraszám csupán egy nagyságrendnyit csökkent, $6,2 \cdot 10^3$ értékre.

A mosófolyadék aktív klórtartalmának növelésével valószínűleg elérhető, hogy a tisztítási művelet alatt a kórokozók és a vegetatív mikrobacejték elpusztuljanak, azaz a mosófolyadék élő csíraszám mérsékelt módon növekedjék (16).

A baktérium-spórák elpusztulása az irodalmi adatokkal megegyezően kisebb mértékben következik be. Végül soron a mosófolyadék egy híg spóra, illetve baktérium szuszpenzióknak felel meg, amelyet a tisztítási művelet után le kell öblíteni (86).

Az öblítési folyamat hatékonyságát növelné mikrobiológiai szempontból a 82°C-os, erős vízsugaras öblítés, amely egyben a ládák, rekeszek felületi leszáradását is gyorsítaná.

A nagyobb zárt tejipari láda felülete $10,8 \cdot 10^3 \text{ cm}^2$, a rátapadó víz mennyisége 18-22 cm^3 ládánként. A mosó-tisztító folyadék összcsíraszámával számolva az egész felületen $2,5 \cdot 10^5$ lesz a visszamaradó csírák száma.

Így az 1 cm^2 -re eső csíraszám közelítőleg 10-20 db között lesz, ami meghaladja a rendeletben előírt 1-3 db/ cm^2 értéket. Ezért a forróvízes ($\theta_{\min} = 82^\circ\text{C}$) utóöblítés mikrobiológiai szempontból is indokolt.

5.4.3. Húsipari szennyeződés hatásos tisztítószerének kiválasztása ultrahangos kezelés mellett

A húszemben használatos ládák felülete erősen szennyezett. A szennyezőanyag részben a felületre száradva található a külső, belső felületen egyaránt.

Összetételében: húslé, vér, vérplazma, húspép, illetve egyéb húsipari kötőanyag zsír, tepertő, füstölt termékből füst-korom, fűszerek főként a belső felületeken, sár, por, bitumen a külső felületeken.

Esetenként papír, húsipari csomagolóanyagok is találhatóak a belső felületre tapadva. Az edényzet felületéhez a szennyeződést itt is a fehérje és zsír anyagok kötik. Erősen rá nem tapadt szennyeződést az egyszerű vízsugaras öblítéssel el lehet távolítani, de a zsír és a fehérje, illetve a hozzájuk tapadt szennyeződések, a hidrofób felületről nem találtam eltávolíthatónak, ezzel a módszerrel.

A vizsgálatok feltételei mindenben megegyeznek az 5.4.1. pontban leírt vizsgálatok feltételeivel. A BIOPON helyett ULTRA típusú tisztítószerrel használtam, a teszt-szennyeződés húsipari volt.

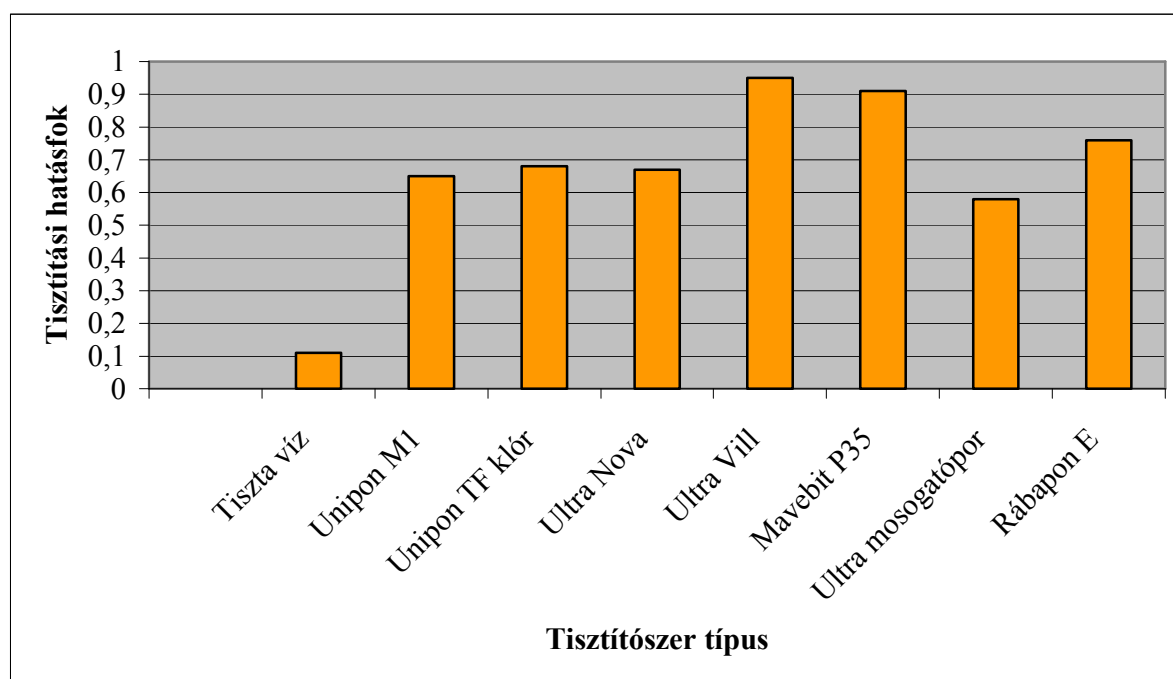
A tisztítószerek hatását a 9. táblázat és a 47. ábra mutatja.

9. táblázat: Különböző tisztítószerek tisztító hatása műanyag ládák esetén

Tisztítószer	Koncentráció (tf %)	Tisztítási hatásfok η	Megjegyzés
--------------	------------------------	-------------------------------	------------

Tiszta víz	-	0,11	a szennyeződés lazult*
Unipon M1	2	0,65	az exp. idő növelésével is csak a fehérje távolítható el
Unipon TF klór	2	0,68	az exp. idő növelésével is csak a fehérje távolítható el
Ultra Nova	2	0,67	az exp. idő növelésével is csak a fehérje távolítható el
Ultra Vill	0,2	0,95	fehérje, zsír könnyen eltávolítható
Mavebit P35	2	0,91	fehérje könnyen, zsír nehezebben távolítható el
Ultra mosogatópor	2	0,58	habzik, nem megfelelő UH mellett, fehérje, zsír lassabban távolítható el
Rábapon E	3	0,76	felület zsíros tapintású marad (ell. alatt)

***180 sec exp. idő mellett már öblítéssel eltávolítható**



47. ábra: Különböző tisztítószeresek tisztító hatásának vizsgálata ultrahangos kezelés mellett

Mikrobiológiai vizsgálatok

A leghatékonyabbnak bizonyult Ultra Vill tisztítószer mellett vizsgálták a mezofil aerob és fakultatív anaerob összes csíraszámot (mikrobaszámot). A vizsgálatokat az élelmiszeriparban általában alkalmazott MPM-módszer segítségével végezték.

A mintavételt felület-lemosásos módszerrel, a mikrobaszámot TGE-levesben határozták meg. A 10. táblázatban összehasonlították az Ultra Vill tisztítószer összcsíraszámra gyakorolt hatását áztatásos, illetve ultrahangos kezelés esetén (87).

10. táblázat: Az Ultravill tisztítószer hatása az összcsíraszámra áztatásos és az ultrahangos kezelés esetén

Tisztítási módszer	Összcsíraszám (db/cm ²)	
	tisztítás előtt	tisztítás után
Áztatásos	10 ¹⁰	10 ⁴ -10 ⁵
Ultrahanggal	10 ¹⁰	10 ¹ -10 ²

Az összcsíraszám csökkentést ultrahangos tisztításnál az intenzív szennyeződés eltávolításának tulajdoníthatjuk, mivel a mosóvízben arányos csíraszám emelkedés tapasztalható.

A vizsgált két tisztítási eljárás nem elégíti ki az idevonatkozó EüM rendeleteket, amelyek az élelmiszerekkel közvetlenül érintkező felületekre maximális élőcsíraszámot 1-3 db/cm³-ben adják meg. Ennek érdekében szükséges a mikrobaszám további csökkentése (60).

5.4.4. Az ultrahangos tisztítási vizsgálatok értékelése

A kísérleteket az 5.3. pontban ismertetett modellkísérletek eredményei alapján terveztem. A teszt szennyeződés esetében adódott 60°C-os tisztítószer-hőmérséklet és 60 másodperces kezelési időt alapul választva hasonlítottam össze a különböző tisztítószer hatását. Az 5., 7. táblázat mutatja hogy ilyen bázis paraméterek mellett kiválasztható az adott szennyeződés típusnak megfelelő, hatékony tisztítószer

A kísérleteket előmosás nélkül végeztem, hogy az ultrahangos tisztítás teljes hatását meg lehessen figyelni. Az eredmények alapján az ultrahangos tisztítás, mint intenzív műveleti lépés megfelel a többcélúság igényét kielégítő tisztítási technológia részére. Szűk határok között megadhatók azok a paraméterek, amelyek kiindulási adatai a mosóberendezés tervezésének.

A vizsgált hőmérséklet tartományokban a koncentráció hatása kifejezetten érvényesül. Az ultrahangos tisztítás 25 kHz-es besugárzás és megfelelő tisztítószer mellett a legkellemetlenebb szennyeződés típusoknál is reális, a folyamatos technológiába illeszthető értékeket ad:

$$\vartheta = 60^{\circ}\text{C}$$

$$t = 60 \text{ sec}$$

A 60°C-os oldat használata mikrobiológiai szempontból is kedvező és a valóságos üzemi körülményeknek megfelelő koncentráció pontos értékét a helyszínen kell beállítani.

A mikrobiológiai tisztaság előírászerű betartása fertőtlenítővel kombinált tisztítószeres használatát, vagy 82°C-nál magasabb hőmérsékletű öblítést igényel.

5.5. ÉLELMISZERIPARI SZENNYEZETTSÉGŰ LÁDÁK, REKESZEK FOLYADÉKSUGARAS TISZTÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATAI

A tisztítási technológia műveletei közül az előmosó, -áztató és az öblítő, utóöblítő szakaszokban terveztünk folyadéksugaras, un. fűvókás tisztítási módszert. Miután az öblítő, utóöblítő fázis már nem tisztít, ezért a kísérletek az előmosó-, áztató szakasz műveleti paramétereinek meghatározására irányultak. Ebben a műveleti fázisban a legnagyobb a víz, az tisztítószer és a fűtési energia felhasználás. A gazdaságos üzemeltetés miatt itt a legfontosabb a tisztítási paraméterek optimális értéken tartása. Külön vizsgáltam a rekeszeket és a ládákat eltérő felületkialakításuk miatt. A kombinált kezelés útmutatásai szerint (5.3.3. fejezet) a vizsgálatokat állandó 55 °C-os tisztító oldat hőmérséklet és a műveleti időt megfelelően állandó 30 s kezelési idő mellett végeztük.

5.5.1. Tejipari szennyeződés esetén a tisztítás hatásfokának alakulása a tisztítóoldat nyomása és koncentrációjának függvényében

A vizsgálatokat az alábbi feltételekkel végeztem a folyadéksugaras laboratóriumi berendezéssel:

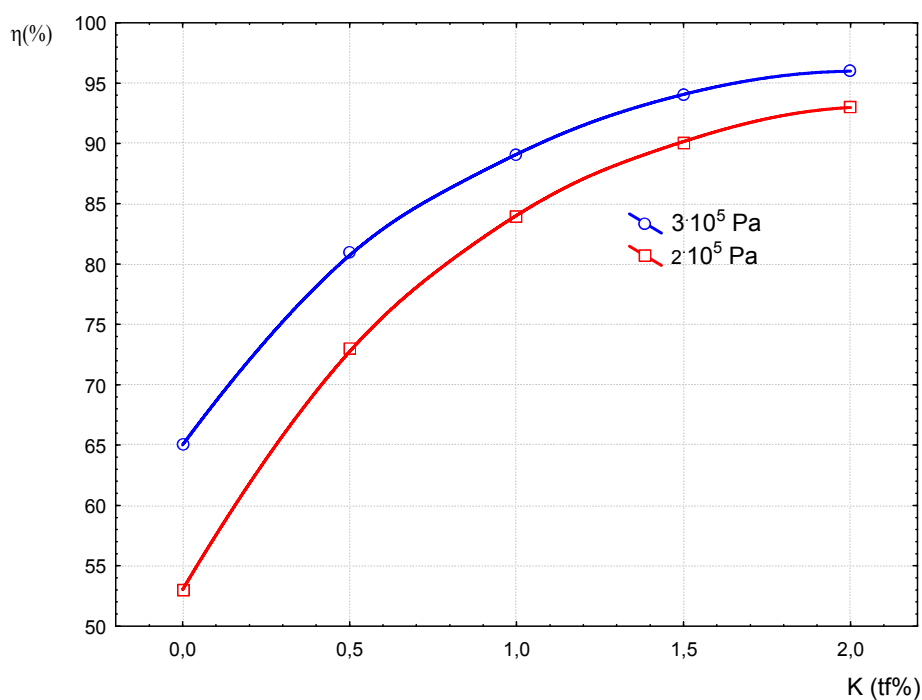
- szennyeződés típusa: tejipari
- vizsgált felület: műanyag láda, rekesz külső, belső oldala
- tisztítószer típusa: MAVEBIT P35
- oldat koncentrációja: változó, 0; 0,5; 1; 1,5; 2 tf %
- oldat hőmérséklete: állandó: 55 °C
- kezelés időtartama: állandó: 30 sec
- fűvóka távolsága: 200 mm
- folyadék nyomása: változó 2 ; 3 x 10⁵ Pa
- fűvóka típusa: E-2,8/1,5

A kísérletek eredményeit a 11., 12. táblázat és az azok alapján készült 48., 49. ábrák mutatják.

A mérési eredményekre $y = C (e^{-aK} + B)$ típusú exponenciális függvényeket illesztettünk. Ahol C, B konstansok, K (tf%) koncentráció.

11. táblázat: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a láda belső oldalán

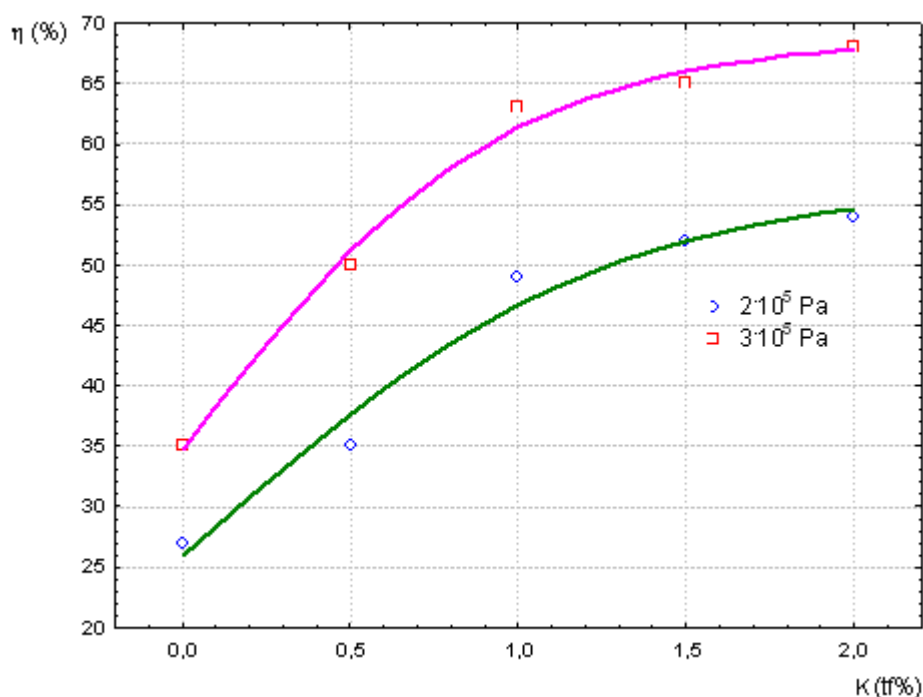
p $\times 10^5$ Pa	K (tf %)	η	megjegyzés
2	0	0,53	zsíros
	0,5	0,73	
	1	0,84	enyhén zsíros
	1,5	0,89	
	2	0,93	
3	0	0,65	zsíros
	0,5	0,82	
	1	0,89	enyhén zsíros
	1,5	0,94	
	2	0,96	



48. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a **láda** belső oldalán

12. táblázat: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a láda külső oldalán

P $\times 10^5$ Pa	K (tf %)	η	megjegyzés
2	0	0,27	zsíros, szennyezett
	0,5	0,35	
	1	0,49	zsíros
	1,5	0,52	
	2	0,54	enyhén szennyezett
3	0	0,35	zsíros
	0,5	0,50	
	1	0,63	enyhén zsíros
	1,5	0,65	
	2	0,68	enyhén zsíros



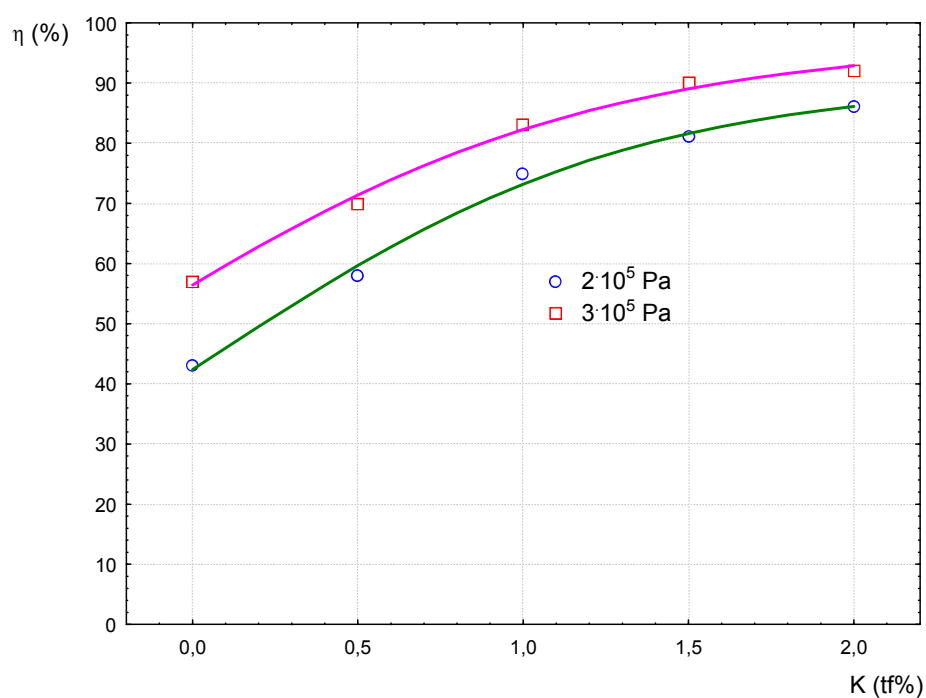
49. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a **láda** külső oldalán

Tisztítási kísérletek műanyag rekeszeknél

A kísérletek eredményeit a 13., 14. táblázat és azok alapján készült 50., 51. ábrák mutatják.

13. táblázat: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a rekesz belső oldalán

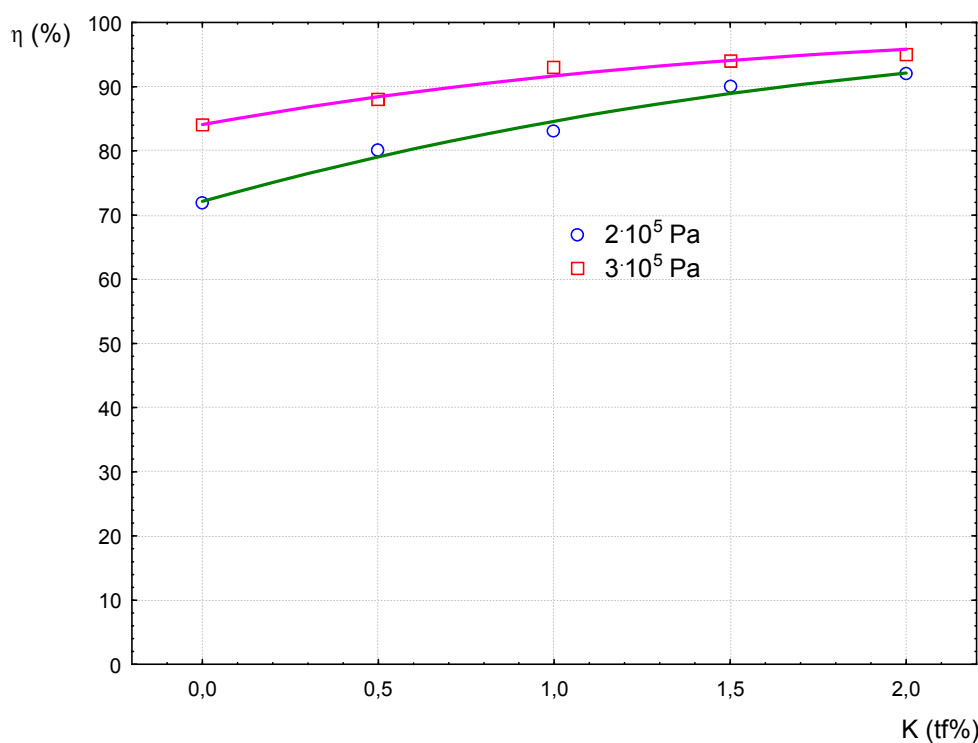
p $\times 10^5$ Pa	K (tf %)	η	megjegyzés
2	0	0,43	zsíros, földes
	0,5	0,58	
	1	0,75	zsíros
	1,5	0,80	
	2	0,86	
3	0	0,57	enyhén földes
	0,5	0,70	
	1	0,83	enyhén zsíros
	1,5	0,90	
	2	0,92	



50. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a **rekesz** belső oldalán

14. táblázat: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a rekesz külső oldalán

p $\times 10^5$ Pa	K (tf %)	η	megjegyzés
2	0	0,72	zsíros, földes
	0,5	0,80	
	1	0,83	zsíros
	1,5	0,88	
	2	0,92	
3	0	0,84	enyhén földes
	0,5	0,88	
	1	0,93	enyhén zsíros
	1,5	0,94	
	2	0,95	



51. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a **rekesz** külső oldalán

A 2,8 mm átmérőjű fűvókával, 200 mm-ről végzett kísérletek eredményei alapján az előmosó művelet jellemző paraméterei az alábbi határok között adhatók meg MAVEBIT P35 tisztítószer esetén:

- az oldat hőmérséklete 50-60°C
- az oldat koncentrációja 1-2 tf %
- kiáramló folyadék nyomás $2 - 3 \cdot 10^5$ Pa
- műveleti idő 30-40 sec

5.5.2. Húsipari szennyeződés esetén a tisztítás hatásfokának alakulása a tisztító oldat nyomása és koncentrációjának függvényében

A vizsgálatokat az alábbi feltételekkel végeztem a folyadéksugaras laboratóriumi berendezéssel:

- szennyeződés típusa: húsipari
- vizsgált felület: műanyag láda, rekesz külső, belső oldala
- tisztítószer típusa: ULTRA VILL
- oldat koncentrációja: változó, 0; 0,1; 0,2; 0,3 tf %
- oldat hőmérséklete: állandó: 55 °C
- kezelés időtartama: állandó: 30 sec
- fúvóka távolsága: 200 mm
- folyadék nyomása: változó 2 ; 3 x 10⁵ Pa
- fúvóka típusa: E-2,8/1,5

A vizsgálat eredményeit a 15., 16., 17., 18. táblázat és az 52., 53., 54., 55. ábrák mutatják.

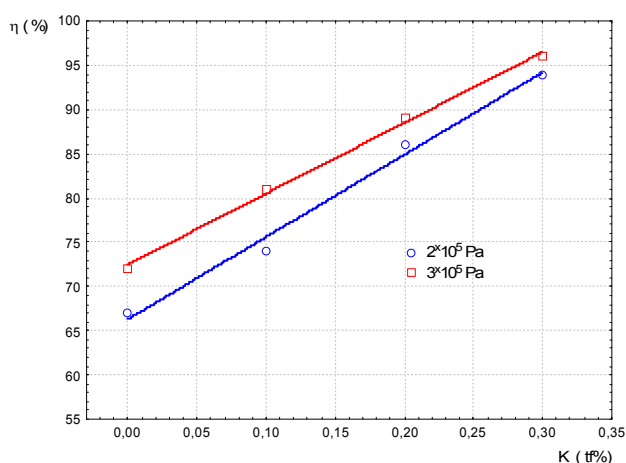
15. táblázat: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a láda belső oldalán

p x10 ⁵ Pa	K (tf%)	η	Megjegyzés
2	0	0,67	Zsíros
	0,1	0,74	
	0,2	0,86	Enyhén zsíros
	0,3	0,94	
3	0	0,72	Zsíros
	0,1	0,81	
	0,2	0,89	Enyhén zsíros
	0,3	0,96	

A vizsgálat eredményeire $y = C + BK$ lineáris függvényt illesztettem. Ahol C, B konstans, K(tf%) koncentráció.

2 x 10⁵ Pa nyomáson: $\eta = 66,3 + 93 \cdot K$; $r^2 = 0,9902$

3 x 10⁵ Pa nyomáson: $\eta = 72,5 + 80 \cdot K$; $r^2 = 0,9969$



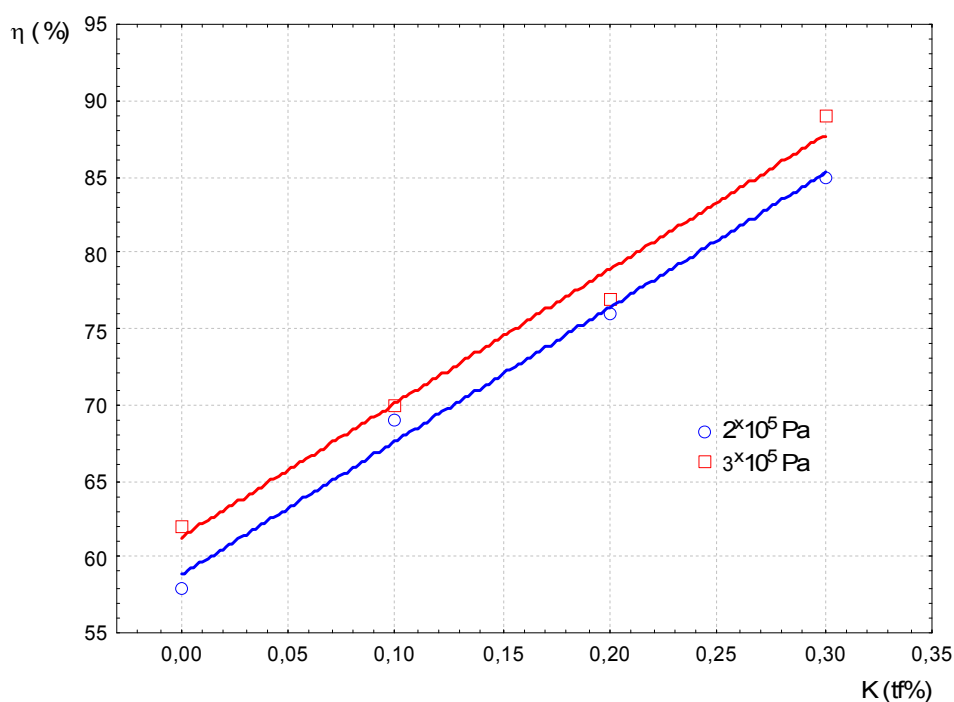
52. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a **láda** belső oldalán

16. táblázat: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a láda külső oldalán

p $\times 10^5 \text{ Pa}$	K (tf%)	η	Megjegyzés
2	0	0,58	Zsíros, szennyezett
	0,1	0,69	
	0,2	0,76	Enyhén zsíros Enyhén szennyezett
	0,3	0,85	Enyhén szennyezett
3	0	0,62	Zsíros, szennyezett
	0,1	0,70	
	0,2	0,77	Enyhén zsíros Enyhén szennyezett
	0,3	0,89	-

$2 \times 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson: $\eta = 58,8 + 88 \cdot K$; $r^2 = 0,9928$

$3 \times 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson: $\eta = 61,3 + 88 \cdot K$; $r^2 = 0,9852$



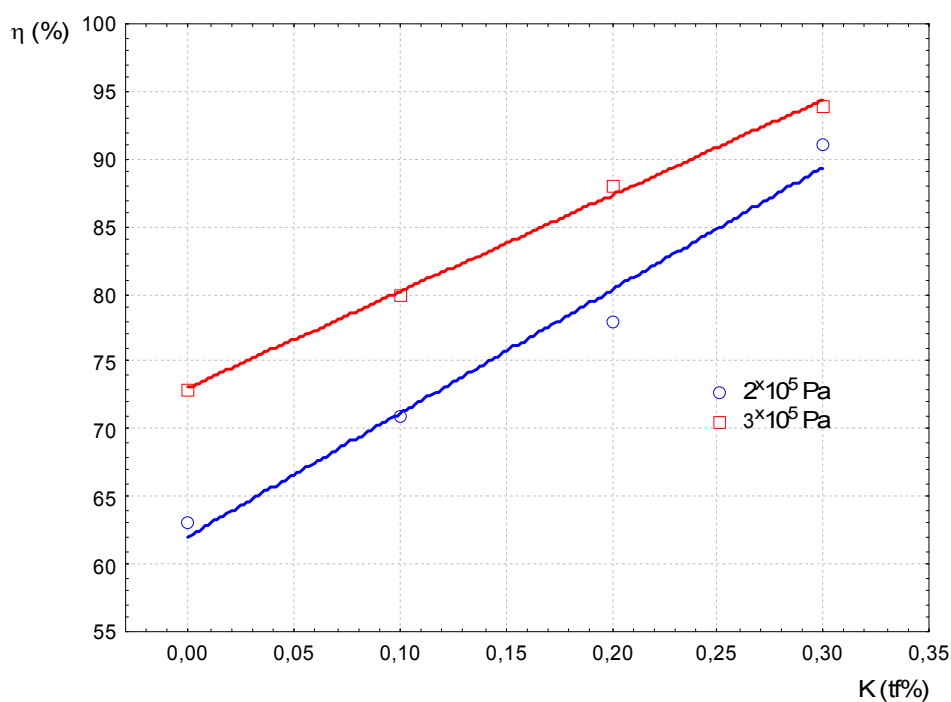
53. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a **láda** külső oldalán

17. táblázat: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a rekesz belső oldalán

p $\times 10^5 \text{ Pa}$	K (tf%)	η	Megjegyzés
2	0	0,63	Zsíros
	0,1	0,71	
	0,2	0,78	Enyhén zsíros
	0,3	0,91	
3	0	0,73	Zsíros
	0,1	0,80	
	0,2	0,88	Enyhén zsíros
	0,3	0,94	

$2 \times 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson: $\eta = 62,1 + 91 \cdot K$; $r^2 = 0,9794$

$3 \times 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson: $\eta = 73,1 + 71 \cdot K$; $r^2 = 0,9972$



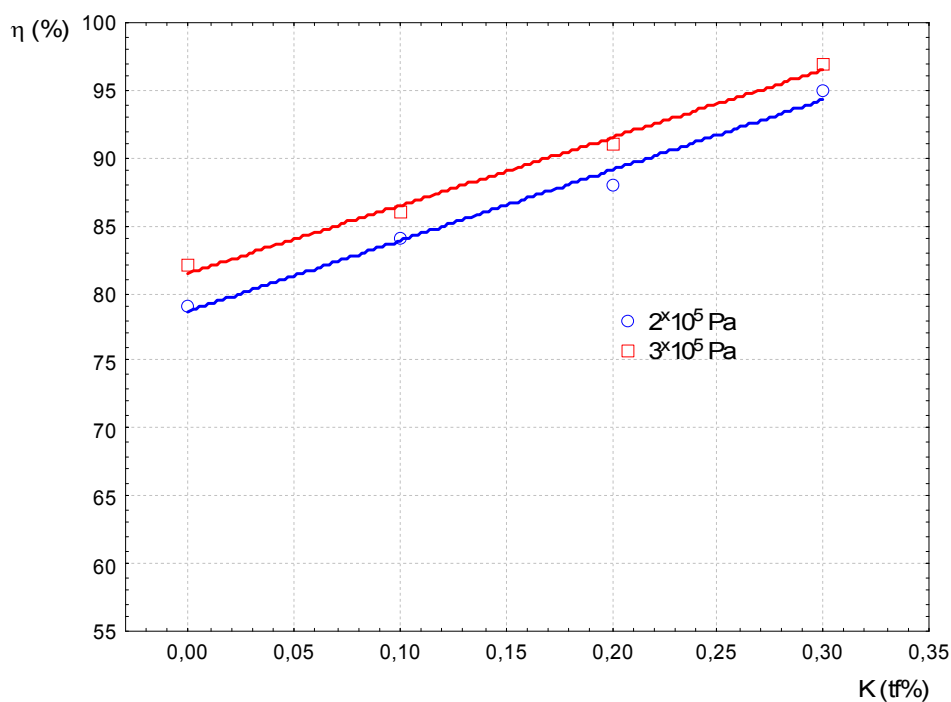
54. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a **rekesz** belső oldalán

18. táblázat: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a rekesz külső oldalán

p $\times 10^5 \text{ Pa}$	K (tf%)	η	Megjegyzés
2	0	0,79	Enyhén zsíros
	0,1	0,84	
	0,2	0,88	-
	0,3	0,95	-
3	0	0,82	Enyhén zsíros
	0,1	0,86	
	0,2	0,91	-
	0,3	0,97	-

$2 \times 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson: $\eta = 78,7 + 52 \cdot K$; $r^2 = 0,9869$

$3 \times 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson: $\eta = 81,5 + 50 \cdot K$; $r^2 = 0,9921$



55. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a tisztító oldat nyomásának és koncentrációjának függvényében a **rekesz** külső oldalán

A 2,8 mm átmérőjű fűvókával, 200 mm-ről végzett kísérletek eredményei alapján az előmosó művelet jellemző paraméterei az alábbi határok között adhatók meg ULTRA VILL tisztítószer esetén:

- az oldat hőmérséklete 50-60°C
- az oldat koncentrációja 0.1-0.2 tf %
- kiáramló folyadék nyomás $2 - 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- műveleti idő 30-40 sec

5.5.3. Folyadéksugaras vizsgálatok értékelése

A kísérletek azt mutatják, hogy $2-3 \cdot 10^5$ Pa nyomáson a szennyeződés jelentős része még tisztítószer nélkül is eltávolítható. A fűvókás tisztítás $2 \cdot 10^5$ Pa nyomáson és a javasolt tisztítószer koncentráció alsó határértékén is jól előkészíti az intenzív mosás műveletét. Szennyeződés csak a ládák felkarcolt külső felületébe tapadva, valamint a rekeszek bordázataiba, a folyadéksugártól árnyékolt részeken maradt. Ezeknek eltávolítása a kavitációs folyadéktér feladata.

A fűvóka 200 mm-ről működött. A valóságban voltak közelebb és távolabb eső felületek. A magasabb tisztítási hatásfok érték arra enged következtetni, hogy a szennyeződés nagy részének eltávolítása és a felületen maradt fellazulása mindenképpen megtörténik, bármilyen méretű rekesz vagy láda kerül a mosókeretbe.

Az ultrahangos tisztítás és a fűvókás előmosás kísérletei önmagukban is jó tisztítási hatásfokot érnek el az alkalmazott paraméterek határain belül. Így kettő kombinációja várhatóan igen hatásos tisztítást jelent valóságos üzemi körülmények között is.

5.6. MEZŐGAZDASÁGI SZENNYEZETTSÉGŰ REKESZEK FOLADÉKSUGARAS TISZTÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A mezőgazdasági szennyezettségű műanyag rekeszek ultrahangos tisztítási vizsgálata (5.3.4. fejezet) azt mutatja, hogy alacsony teljesítmény sűrűség mellett és tisztítószer használata nélkül is jól tisztulnak a rekeszek.

A folyadéksugaras tisztítási vizsgálatok esetén a három legfontosabb műveleti paramétert (t , p , η) változtattuk az optimális technológia meghatározása céljából. Vizsgáltuk továbbá, hogy ennél a szennyeződés típusnál elhagyható-e az ultrahangos tisztítás, mint intenzív műveleti szakasz és a tisztítószer használata.

A vizsgálatokat hálózati víz és háromféle tisztítószerrel végeztük. A mezőgazdaságból a feldolgozóüzemekbe érkező ládák, rekeszek szennyeződése elsősorban friss, vagy rászáradt föld, sár, esetleg darabos szennyeződés, zöldség-, gyümölcs maradék. Ez alapvetően nem hidrofób, víztaszító. Ezért a tisztítószer nélküli folyadék hatását megvizsgáltam magasabb nyomástartományokban is, ami alkalmas a fellazítás utáni nagy impulzus erővel történő szennyeződés eltávolításra. A tisztítószerez vizsgálatokat amiatt végeztem, mert a szennyeződés tartalmazhat, ásványi és növényi olajat (hagyma) egyaránt.

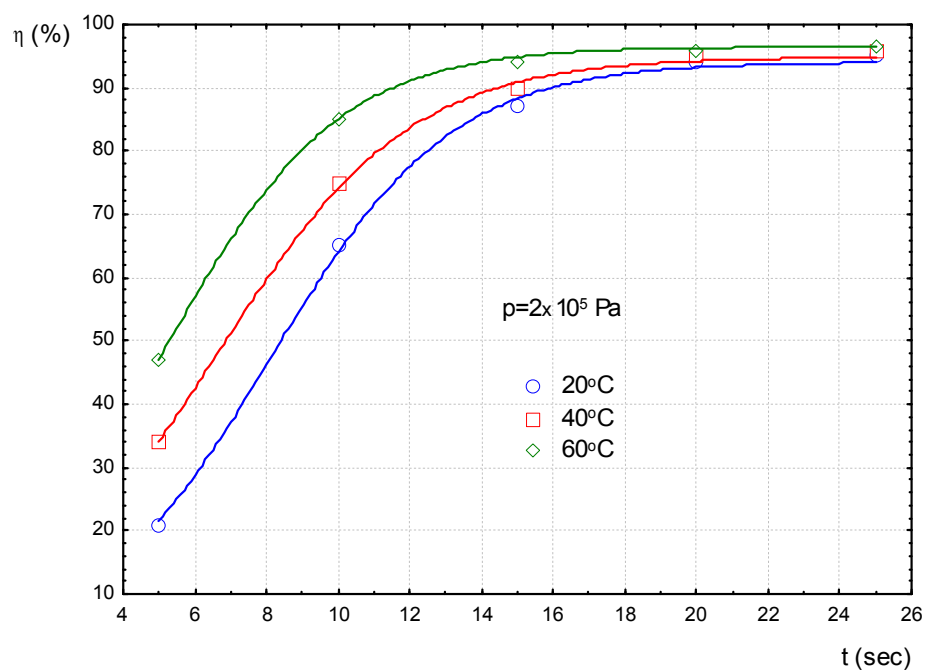
5.6.1. Folyadéksugaras tisztítás hatásfokának alakulása a műveleti idő függvényében különböző hőmérséklet és nyomás értékeken tisztítószer nélkül

A vizsgálatokat az alábbi feltételekkel végeztem a folyadéksugaras laboratóriumi berendezéssel:

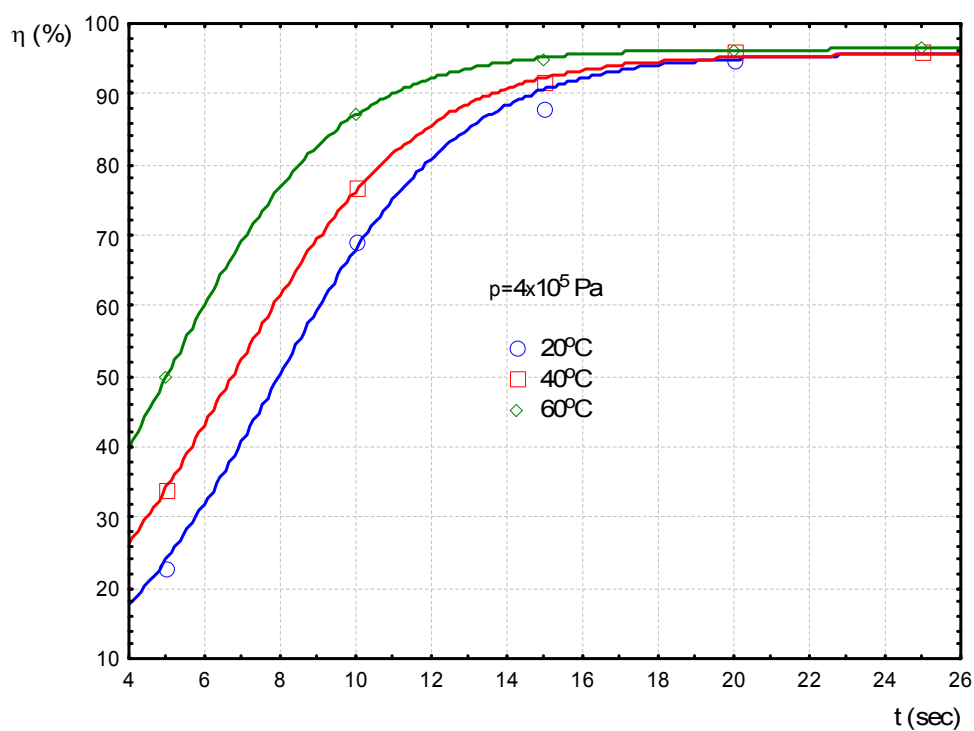
- - tesztszennyeződés típusa: rászáradt föld, sár
- - vizsgált felület: műanyag rekesz külső, belső oldala
- - tisztítófolyadék: hálózati víz
- - folyadék hőmérséklete: 20; 40; 60°C
- - folyadék nyomása: 2, 4, 8, 10 x 10^5 Pa
- - kezelés időtartama: változó: 0-25 sec
- - fűvóka távolsága: 200 mm
- - fűvóka típusa: E-2,8/1,5

A vizsgálati eredményeket a melléklet 4. táblázata és 56., 57., 58., 59. ábrák mutatják.

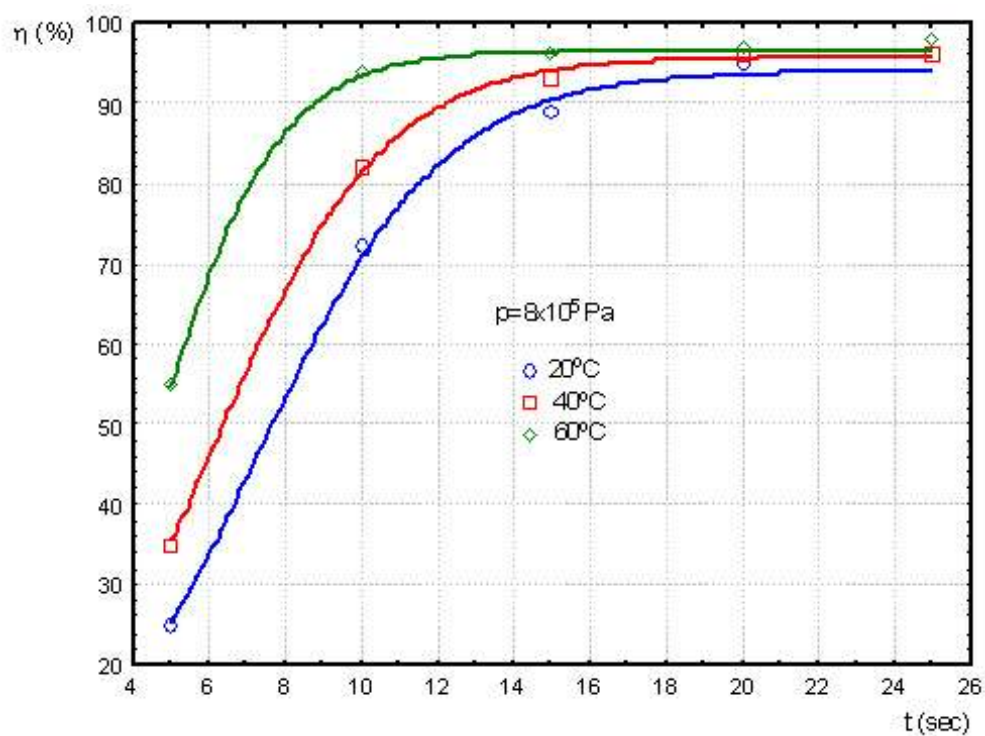
A vizsgálati eredményekre $y = C (B + e^{-at})$ típusú exponenciális függvényeket illesztettünk.



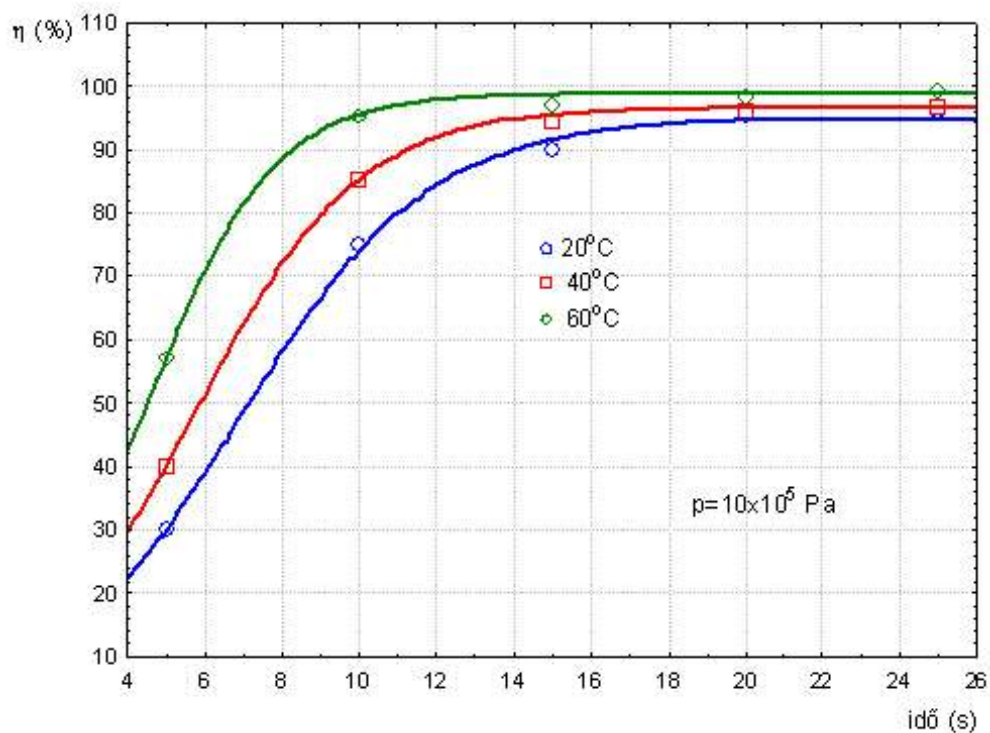
56. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a műveleti idő függvényében különböző hőmérsékleteken, 2×10^5 Pa nyomás mellett, műanyag rekeszek esetén



57. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a műveleti idő függvényében különböző hőmérsékleteken, 4×10^5 Pa nyomás mellett, műanyag rekeszek esetén



58. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a műveleti idő függvényében különböző hőmérsékleteken, 8×10^5 Pa nyomás mellett, műanyag rekeszek esetén



59. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a műveleti idő függvényében különböző hőmérsékleteken, 10×10^5 Pa nyomás mellett, műanyag rekeszek esetén

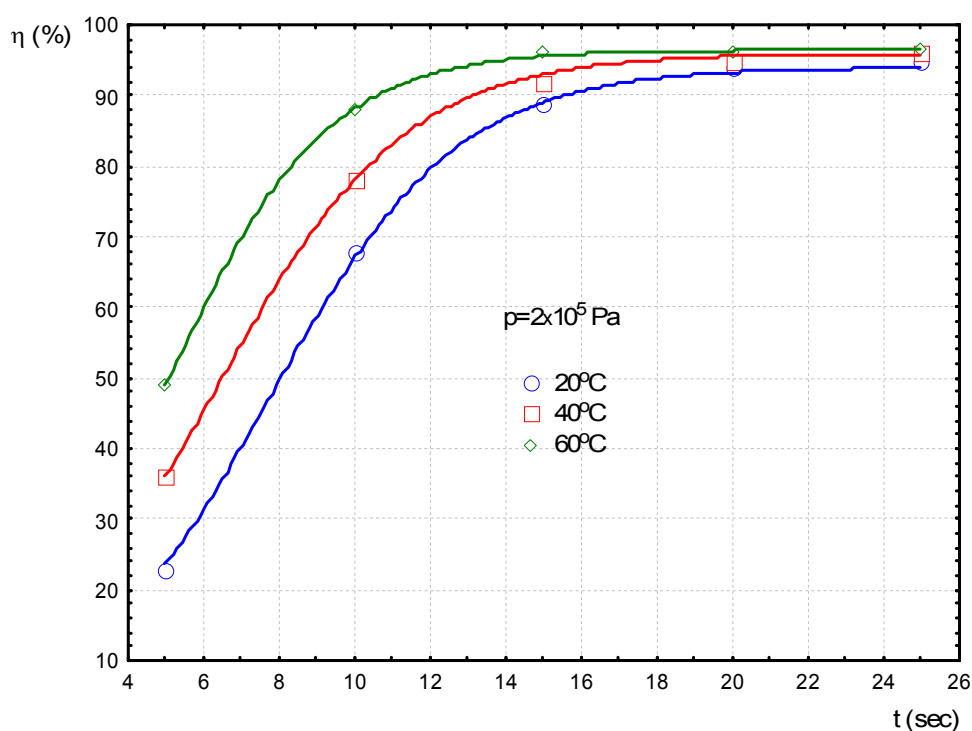
5.6.2. Tisztítószeres, folyadéksugaras tisztítás hatásfokának alakulása a műveleti idő függvényében különböző hőmérsékleten, adott nyomáson

A vizsgálatokat 2×10^5 Pa túlnyomáson végeztem csak el, miután itt nem a kiáramló folyadéksugár impulzus ereje a fontos, hanem az oldáshoz szükséges megfelelő tisztítószer és a műveleti idő.

A vizsgálatokat az 5.6.1. pontban leírt feltételekhez hasonlóan végeztem három különböző tisztítószer oldattal, az alábbi eltéréssel:

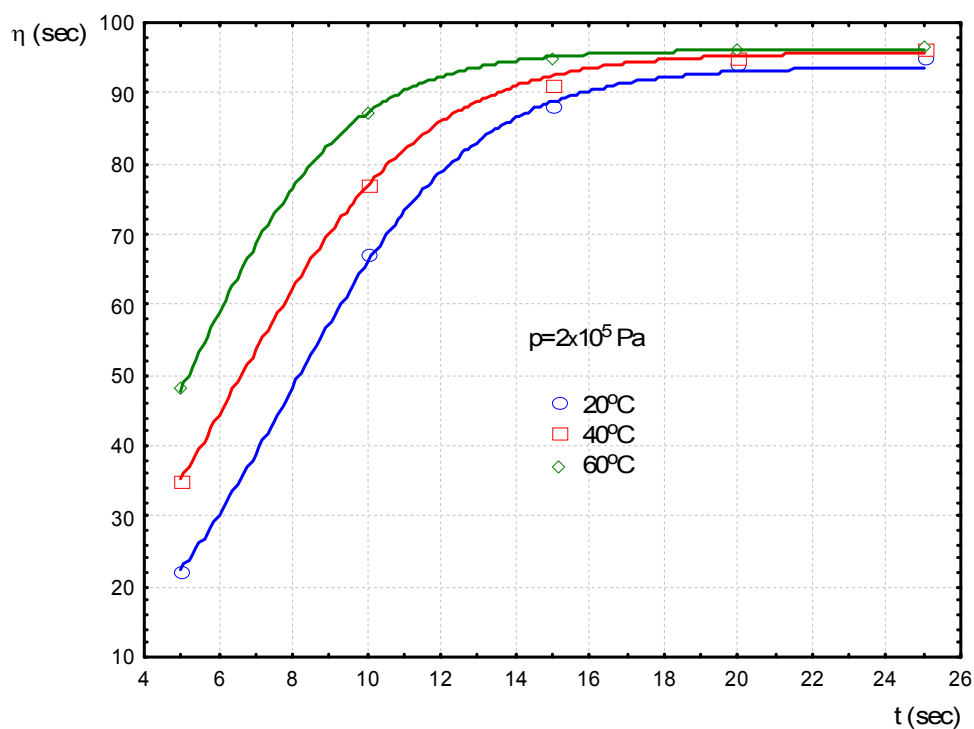
- folyadék nyomás: 2×10^5 Pa állandó
- tisztítószer típusok: ULTRAVILL
UNIPON
MAVEBIT P35
- az oldatok koncentrációja mindhárom esetben 0,1 tf%

A mérési eredményeket a melléklet 5. táblázata és a 60., 61., 62. ábrák mutatják.

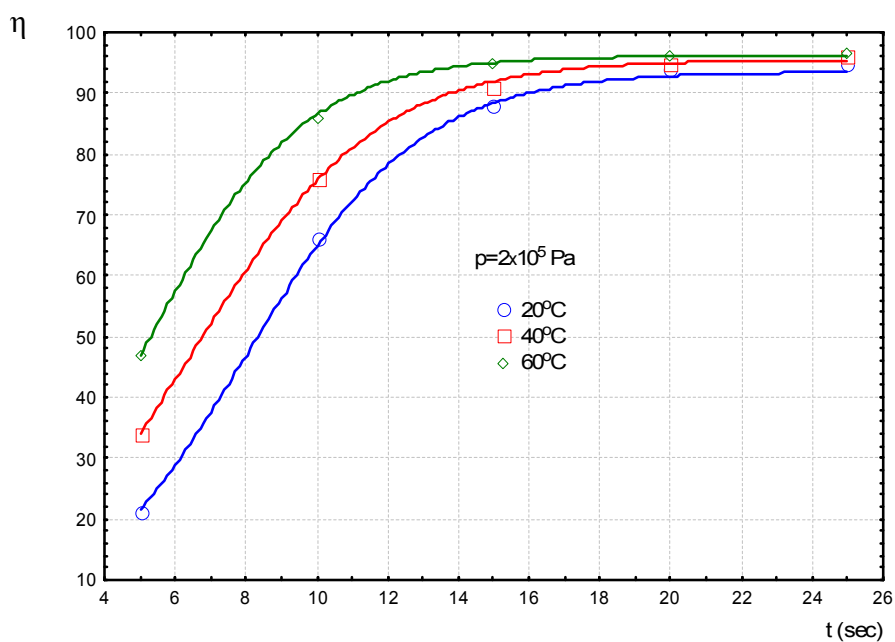


60. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a műveleti idő függvényében különböző hőmérsékleteken, 2×10^5 Pa nyomás mellett, Ultra Vill tisztítószer esetén.

A vizsgált mintadarab műanyag rekesz



61. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a műveleti idő függvényében különböző hőmérsékleteken, 2×10^5 Pa nyomás mellett, Unipon tisztítószer esetén.
A vizsgált mintadarab műanyag rekesz



62. ábra: A tisztítás hatásfokának változása a műveleti idő függvényében különböző hőmérsékleteken, 2×10^5 Pa nyomás mellett, Mavebit tisztítószer esetén.
A vizsgált mintadarab műanyag rekesz

5.6.3. A folyadéksugaras vizsgálatok értékelése

Az eredmények azt mutatják, hogy mezőgazdasági szennyezettségű rekeszek tisztításakor a nyomás és a hőmérséklet hatása egyértelműen csak 15 másodperc kezelési időig érvényesül, azután igen csekély a tisztítás hatásfokának javulása. A tisztítószeres művelet hatása alig tér el a hálózati vízzel történő tisztítás eredményétől. A technológiai műveletek tervezéshez fontos információ, hogy a tisztító folyadék 10×10^5 Pa nyomáson és 20°C -on vett hatása közel azonos a 2×10^5 Pa és 60°C -on vett értékkel 15 másodperc után. Ezért számítással ellenőriztem, hogy melyik műveleti jellemző-párnál gazdaságosabb a tisztítás.

A számítás során a melegítéshez szükséges teljesítmény igényt viszonyítottam a kiáramló folyadék nyomásemeléséhez szükséges teljesítmény igényhez, azonos térfogatáram mellett.

A teljesítmény arányt (A) az alábbi módon fejeztük ki:

$$A = \frac{\text{hevítési teljesítmény}}{\text{nyomásemelési teljesítmény}} = \frac{P_{h\ddot{o}}}{P_{ny}} \quad (13)$$

$$P_{ny} = \frac{q \Delta p}{\eta_{sz} \eta_m} \quad (14)$$

ahol:

q – térfogatáram $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$,

Δp - nyomáskülönbség (10^5 Pa)

η_{sz} - szivattyú hatásfoka

η_m - motor hatásfoka.

$$P_{h\ddot{o}} = q \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot c_v \quad (15)$$

ahol:

ρ – folyadéksűrűség $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

Δt - hőfok különbség (K)

c_v - víz fajhője $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}\right)$

$$A = \frac{q \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot c_v}{\frac{q \Delta p}{\eta_{sz} \eta_m}} = \frac{\Delta t}{\Delta p} \cdot \rho \cdot c \cdot \eta_{sz} \cdot \eta_m$$

$$\text{ha } c_v = 4,19 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}\right); \eta_{sz} = 0,6 \quad ; \quad \eta_m = 0,95$$

$$\text{akkor } A = \frac{\Delta t}{\Delta p} \cdot 23,9$$

Az összehasonlításnál a hőmérséklet növelését 20°C -ról 60°C -ra, a nyomás emelését 2 bar-ról 10 bar-ra vettük.

Így az arány:

$$A = \frac{40}{8} \cdot 23,9 \approx 120,$$

tehát, kb. két nagyságrenddel több teljesítményre, ennek megfelelően energiára van szükség a felvett kiindulási adatok mellett a tisztító oldat hőmérséklet emeléséhez.

5.7. Az optimális tisztítási technológia műveleti sorrendje és jellemzőinek meghatározása a többcélúság igényének figyelembe vételével

A vizsgálatok eredményei és a hagyományos tisztítási technológiák tapasztalatai azt mutatják, hogy a legerősebben felülethez kötött szennyeződések esetében igen fontos, hogy az intenzív mosási műveletet áztatás előzze meg. Így az intenzív művelet ideje lényegesen lerövidül, mivel ott már csak az áztatás során fellazult, - peptizált, illetve visszamaradt szennyeződést kell eltávolítani (83).

A 43. ábra azt mutatja, hogy megfelelő előmosás, - áztatás esetén az intenzív művelet ideje felére csökken. Az üzemi szennyezettségű mintadarabok vizsgálata során kapott ultrahangos kezelési időt felezve szintén 30 sec-ot kapunk. A tisztítási technológiai első két művelete tehát egy hatásos előmosó, áztató és a kavitációs folyadékteret alkalmazó szakaszra épül.

Üzemi viszonyok között higiéniai előírás a tisztítandó tárgyak öblítése a maradék szennyeződés és a tisztító-, fertőtlenítőszer eltávolítása céljából. Előnyösen az öblítést kapcsolhatjuk fertőtlenítéssel (dezinficiálással) oly módon, hogy az öblítés műveletét két szakaszra osztjuk. Egy forróvizet visszaforgatott és egy hálózati frissvizet öblítő szakaszra.

A többcélúság igényét technológiai oldalról úgy elégíthetjük ki, hogy a műveleti lépések paramétereit tudjuk változtatni. Így a szennyeződés típusának megfelelő optimális időt, tisztítószer típust, koncentrációt és hőmérsékletet választhatjuk. Az optimális tisztítási technológia alatt azt értjük, amikor a legkevesebb tisztítószer és energia ráfordítással még az elvárásoknak és előírásoknak megfelelő tisztítási hatásfokot, valamint higiéniai állapotot érjük el. (76)

A helyes értékek beállításával jelentős költségmegtakarítás érhető el.

A 63. ábrán láthatók annak a technológiának a műveleti lépései, amelyek a kísérleti és tapasztalati eredmények alapján alkalmas az élelmiszeriparban előforduló felületen kötött szennyeződések eltávolítására még bonyolultabb felületű anyag szállítóedények (rekeszek, ládák) esetén is. (79)

A műveleti lépések és jellemzők a 63. ábra alapján:

Áztatás, előmosás: ez nagymértékben javítja az intenzív tisztítási szakasz hatékonyságát.

Fúvókák juttatják el a tisztító oldatot a tárgyakra maximálisan 60°C-on. A viszonylag alacsony hőmérsékletnél elkerülhetjük a fehérjekicsapódást és a szennyeződés rásülését a tisztítandó felületre. Ebben a műveleti szakaszban eltávolítható a lazán kötött és darabos szennyeződés, valamint fellazul az erősebben kötött. Minél hosszabb az áztatás-előmosás ideje, annál kevesebb szennyeződés jut a következő műveleti szakaszba.

Intenzív tisztítás: az ultrahangos tisztítás művelete. A tisztító oldat kémiai hatását kombináljuk az ultrahang keltette kavitációs folyadéktér mechanikai hatásával. Ebben a műveleti szakaszban távolítjuk el a még visszamaradt szennyeződést, mely elsősorban a sarkokban, bordázatokon, áttöréseknél maradt meg, főként a

folyadéksugaraktól árnyékolt helyen. Az oldat hőmérsékletét 55-65°C-on tartjuk, amely a kavitáció kialakulásának optimális hőköze is.

Öblítés: a higiéniai előírásoknak megfelelően az tisztítószeres tisztítást egy attól helyileg elkülönített hatásos öblítés követi. Az öblítő folyadék tiszta, detergenst nem tartalmazó víz, melyet fúvókákkal juttatunk el a tárgyakra. Hőmérséklete 80-90°C, így fertőtlenítő hatása is van.

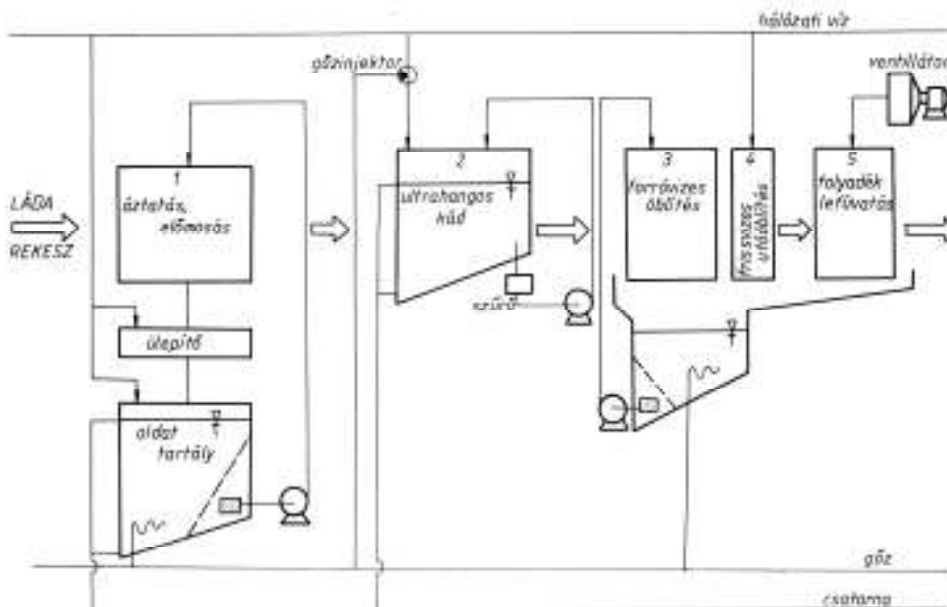
Utóöblítés: amennyiben az öblítés műveletét visszaforgatott rendszerben végzik, kötelezően előírt az ivóvíz minőségű utóöblítés.

Lefúvató víztelenítés: a tisztítási technológia utolsó szakaszában a tárgyak felületéről el kell távolítani a folyadékot. A lefúvatást nagynyomású légborotvával végezzük. Normál hőmérsékletű levegőt alkalmazva előnyösen hűlnek is a forróvízes öblítés után a berendezésből kikerült tárgyak. Ahol előírászerűen száraz felületet kell biztosítani, ott külön szárító alagutat kell kapcsolni a mosógép után a tökéletes leszáritás érdekében.

Az első két műveleti lépésben tisztítószerek használata szükséges. Ezek koncentrációja automatikus adagolással a kívánt értéken tartható. Ahol a fertőtlenítésre szükség van, az élelmiszerrel közvetlenül érintkező edények esetében, ott az tisztítószert megfelelő fertőtlenítőszerrel együtt alkalmazzuk.

Előfordulhat olyan szennyezettségű tárolóeszköz, amely az előáztató szakaszban nem igényel tisztítószert. Ennek elhagyása csökkenti az üzemeltetési költségeket.

A mezőgazdaságból érkező eszközöknél a szennyeződés nem hidrofób, víztaszító, ezért a kémiai hatás helyett az előmosó szakaszban elsősorban a folyadéksugarak impulzuserejéből adódó kibillentő hatásnak kell érvényesülnie.



63. ábra: Az élelmiszeri bonyolult felületű szállítóedények (rekeszek, ládák) felületén előforduló kötött szennyeződések eltávolítására alkalmas tisztítási technológia műveleti lépései

A tisztítóoldatok és az öblítő folyadék hőmérsékletét, valamint a mozgítás sebességéből adódó műveleti időt a szennyeződés típusának és mértékének megfelelően kell szabályozni.

Az intenzív tisztítás 30 sec. műveleti idejét alapul véve az előmosás is minimális 30 sec. A további három művelet együttesen 30 sec-ot igényel. Így a tisztítás hatásos műveleti ideje nem lehet kevesebb mint 90 sec.

A tisztítási technológia előzőekben leírt műveleti és funkcionális jellemzői kiindulási alapot szolgáltatnak a berendezés tervezési szempontjaihoz (82).

5.8. A KÍSÉRLETI BERENDEZÉS ÜZEMI PRÓBÁINAK EREDMÉNYEI

A kísérleti berendezést a Contex Mérnöki Iroda szegedi telephelyén állítottuk fel a tisztítási vizsgálatok elvégzésére. Ennek során a három előzetesen kiválasztott kritikus szennyeződés típus esetében optimalizáltuk a tisztítási technológiát (tejipari, húsipari, mezőgazdasági). A berendezéssel különböző méretű ládákat és rekeszeket tisztítottunk.

5.8.1. Az optimális tisztítási technológia paramétereinek beállítása az egyes műveleti szakaszokban

A tisztítási technológia legfontosabb paraméterei üzem közben szabályozhatók.

- A mosó-, öblítő folyadék hőmérsékletét az előmosó, intenzív mosó és a forróvizes öblítő műveleteknél hőfokszabályozó ún. Thermocontroll egység segítségével állíthatjuk be a kívánt értékre.
- A fűvókákra jutó folyadék nyomását, a szivattyúk nyomó ágára helyezett visszavezető szeleppel ún. by-pass elemmel szabályozzuk, kézi üzemmódban.
- Az előmosó és intenzív műveleti szakaszokban a mosóoldat töménységének megfelelő mennyiségű tisztítószer a kezelő személy tölti be az üzembe helyezés előtt, viszont az üzemeltetés közben az oldat szinten tartása automatikusan történik, a szubjektív tévedések elkerülése miatt.
- A tömény tisztítószer adagolószivattyú nyomja a víz utántöltő vezetékbe és akkor lép működésbe, amikor az utántöltő szelep nyit. Az tisztítószer mennyiségét az adagolás ütemidejének hosszával és az ütemidőn belüli löketek számával szabályozhatjuk.
- A pálya sebességet fokozatmentesen állítható hajtóművel tudjuk változtatni.

Az élelmiszeripari szennyezettségű szállítóeszközökhöz javasolt tisztítási technológia felső műveleti értékeit a vizsgálatok alapján a 19. táblázatban foglaltuk össze.

Az erősen rászáradt tejipari szennyeződés esetén a MAVEBIT P35 tisztítószer, zsíros, véres, víztaszító húsipari szennyeződés esetén az ULTRA VILL típusú tisztítószer használtuk (84).

19. táblázat: Az élelmiszeripari szennyezettségű szállítóeszközökhöz javasolt tisztítási technológia felső műveleti értékei

Műveletek megnevezése	A folyadék hőmérséklete (°C)	MAVEBIT P35 az oldat koncentrációja (tf %)	ULTRA VILL oldat koncentrációja (tf %)	Műveleti idő (sec)	Folyadék nyomás a fúvókán ($p \times 10^5$ Pa)
előmosó-áztató szakasz	$\vartheta_{I \max} = 55$	$K_{I \max} = 2$	$K_{I \max} = 0,2$	$t_I = 40$	$p_{I \max} = 3$
intenzív mosószakasz (UH 2 kW, 25 kHz)	$\vartheta_{II \max} = 65$	$K_{II \max} = 2$	$K_{II \max} = 0,2$	$t_{II} = 30$	-
öblítés	$\vartheta_{III \max} = 90$	-		$t_{III} = 10$	$p_{III \max} = 2$
utóöblítés	$\vartheta_{IV \text{ víz}} = \text{ivóvíz hőm.}$	-		$t_{IV} = 2$	$p_{IV} = \text{hálózati nyom.}$

A műveleti idők, a hatásos műveleti idők, összege nem egyenlő a teljes gépben tartózkodási összidővel, mivel vannak átmeneti pályaszakaszok.

A hatásos műveletek összideje $t_h = 82 \text{ sec}$, a berendezésben mért tartózkodási összidő $t_{\bar{\theta}} = 210 \text{ sec}$, melyet $v_p = 3.1233 \text{ m/perc}$ pályasebesség mellett értünk el.

Az alkalmazott berendezés üzembehelyezésekor az előző táblázatban megadott értékeket állítottuk be először. A próbaüzemeltetés célja a berendezés működésének ellenőrzése mellett az optimális tisztítási paraméterek beállítása, amikor a minimális tisztítószer és segédenergia bevitel mellett még az elvárásoknak megfelelő tisztaság érhető el.

Ezeket az értékeket zártoldalú műanyagládák és rekeszek tisztításához rendeltük.

A folyadék hőmérsékleteket 5°C-ként, az oldatok koncentrációját a MAVEBIT esetében 0,5%-onként, az ULTRA VILL esetében 0,05%-onként a fúvókákra jutó nyomást $0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ – val csökkentettük, miközben az átlagosnál szennyezettebb eszközöket mostunk. A tisztítás hatásfokát a 4.3.1. fejezetben leírt módon ellenőriztük.

Az összes mérési eredmény mellőzésével a 20. táblázatban megadjuk a tisztítási paraméterek alsó határát, amelyek mellett az erősen szennyezett műanyagládák is még 95 % hatásfokkal tisztultak és az üzemi higiénikusok elfogadták.

A műveleti idők, így a pályasebesség sem változott.

20. táblázat: Az élelmiszeripari szennyezettségű szállítóeszközökhöz javasolt tisztítási technológia optimalizált műveleti értékei

Műveletek megnevezése	A folyadék hőmérséklete (°C)	MAVEBIT P35 az oldat koncentrációja (tf %)	ULTRA VILL oldat koncentrációja (tf %)	Műveleti idő (sec)	Folyadék nyomás a fúvókán (p x 10 ⁵ Pa)
előmosó-áztató szakasz	$\vartheta_{I \max} = 45$	$K_{I \max} = 1$	$K_{I \max} = 0,1$	$t_I = 40$	$p_{I \max} = 2$
intenzív mosószakasz (UH 2 kW, 25 kHz)	$\vartheta_{II \max} = 55$	$K_{II \max} = 1$	$K_{II \max} = 0,1$	$t_{II} = 30$	-
öblítés	$\vartheta_{III \max} = 80$	-		$t_{III} = 10$	$p_{III \max} = 1,5$
utóöblítés	$\vartheta_{IV \text{ víz}} = \text{ívó-víz hőm.}$	-		$t_{IV} = 2$	$p_{IV} = \text{hálózati nyom.}$

A melléklet 3., 4., 7., 8. ábrán láthatók a tejipari szennyezettségű műanyag ládák belső és külső-alsó felületei a gépi tisztítás előtt.

A melléklet 5., 6., 9., 10. ábráin láthatók ugyanezek a ládafelületek a 20. táblázatban leírt tisztítási művelet után.

A mezőgazdasági szennyezettségű műanyag rekeszek folyadéksugaras tisztításának eredményei szerint választottuk meg a 21. táblázat technológiai paramétereit.

21. táblázat: A mezőgazdasági szennyezettségű szállítóeszközök tisztításához javasolt UH-val kombinált technológia műveleti paramétereit

Műveletek megnevezése	A folyadék hőmérséklete (°C)	ULTRAVILL oldat koncentrációja (tf %)	műveleti idő (sec)	Folyadék nyomás a fúvókán (p x 10 ⁵ Pa)
előmosó-áztató szakasz	$\vartheta_{I \min} = 20$	-	$t_I = 40$	$p_{I \min} = 2$
intenzív mosószakasz (UH 2 kW, 25 kHz)	$\vartheta_{II \min} = 60$	0,1	$t_{II} = 30$	-
öblítés	$\vartheta_{III \min} = 20$	-	$t_{III} = 10$	$p_{III \min} = 2$
utóöblítés	$\vartheta_{IV \text{ víz}} = 20$	-	$t_{IV} = 2$	$p_{IV} = 2$

A melléklet 11., 12., 15., 16. ábráin láthatók a mezőgazdasági szennyezettségű műanyag rekeszek belső és külső felületei a gépi tisztítás előtt.

A melléklet 13., 14., 17., 18. ábráin láthatók ugyanezek a rekeszfelületek a 21. táblázatban szereplő tisztítási művelet után.

Az 5.6. fejezetben ismertetett vizsgálati eredmények, valamint a próbaüzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy a földes, sáros mezőgazdasági szennyezettségű rekeszek esetében a 15 sec

műveleti idő, 20°C tisztító folyadék hőmérséklet és 2×10^5 Pa nyomás mellett $\eta \geq 85$ % érhető el. Így az ultrahangos tisztítási művelet elhagyható és nincs szükség emeletes pályakonstrukció kialakítására sem a tisztítóberendezésben. Helyette javasolunk egy magas nyomású folyadéksugaras műveleti szakaszt és jóval rövidebb műveleti összidőt (22. táblázat).

22. táblázat: Mezőgazdasági szennyezettségű szállítóeszközök tisztításához javasolt optimalizált technológia műveleti paraméterei ultrahangos kezelés nélkül

Műveletek megnevezése	A folyadék hőmérséklete (°C)	ULTRAVILL oldat koncentrációja (tf %)	műveleti idő (sec)	Folyadék nyomás a fúvókán ($p \times 10^5$ Pa)
előmosó-áztató szakasz	$\vartheta_{I \min} = 20$	-	$t_I = 15$	$p_{I \min} = 2$
Intenzív mosószakasz	$\vartheta_{II \min} = 60$	0,1	$t_{II} = 15$	$p_{II \min} = 8 - 10$
öblítés	$\vartheta_{III \min} = 20$	-	$t_{III} = 10$	$p_{III \min} = 2$
utóöblítés	$\vartheta_{IV \text{ víz}} = 20$	-	$t_{IV} = 2$	$p_{IV} = 2$

5.8.2. A kísérleti berendezés működése

A gép működésére jellemző, ha a helyes és gazdaságos üzemeltetéshez szükséges értékeket beállítják a továbbiakban automatikusan működik, tehát nem kíván szakképzett munkaerőt. A ládák, -rekeszek berakása és elvétele kézzel történik.

A ládamosógép működése a műszerezett folyamatára alapján a következő (24. ábra).

- A gép üzembehelyezése a tartályok és az UH kád feltöltésével kezdődik. A tömény tisztítószer feltöltése az oldattartályokba (E_b , M_I) a kívánt mennyiségben automatikusan történik.
- A szállítószervezet hajtása (M4 motor) független a mosórendszer működésétől, így önállóan indítható. Amikor a berendezés üzemi állapotba kerül a M2, M4 szivattyúk indításával, megindul a folyadék keringetés, ezzel együtt az M1 elszívó ventilátor működésbe lép és az MSZ3 szelep nyitásával frissvizes utóöblítés is indul.
- A pályaszerkezet működésével bekapcsolnak az ultrahang generátorok is azzal a reteszfeltétellel ha a szintérzékelők jelzik az UH kádban a megkívánt folyadékszintet.
- Működés közben a folyadék szintjét, hőmérsékletét és a mosószer koncentrációját a berendezés automatikusan biztosítja. Folyadékfelesleg és a felszínen úszó szennyeződés a túlfolyókon távozik.
- Rendellenesség esetén a berendezés teljes üzemét leállíthatjuk a vészkapcsolók segítségével.

5.8.3. A fajlagos tisztítási költségek számítása

Az egy eszközre eső tisztítás költsége, a fajlagos tisztítási költség a 4. egyenlet szerint:

$$K_{t\text{fajl}} = \frac{K_{T\bar{o}}}{P_T} \left(Ft/db \right)$$

Ahol az időegység alatt a tisztításhoz szükséges ráfordítások összege:

$$K_{T\bar{o}} = E + A + M \left(Ft/\min \right)$$

E – energia

A – anyag

M – munkaerő

Az időegység alatt tisztított eszközök száma – az un. mosási teljesítmény

$$P_T \left(db/\min \right)$$

A P_T -t az alábbiak szerint számítottam:

A pályasebesség

$$v_p = \frac{s}{t_{m\bar{o}}} \left(\frac{m}{\min} \right) \quad (16)$$

ahol

s = a pálya hossza (m)

$t_{m\bar{o}}$ = az összes műveleti idő (perc).

A $t_{m\bar{o}}$ idő alatt tisztított eszközök száma:

$$e = \frac{s}{l} \left(db \right) \quad (17)$$

ahol l (m) az eszközök hossza, amennyiben a pályán összeérnek vagy ha nem, akkor az egymást követő eszközök egy azonos pontjának távolsága.

Tehát $t_{m\bar{o}}$ idő alatt az s hosszúságú pályán e db eszköz halad át, vagyis ahány eszköz elfér összesen az s hosszon. Így:

$$e = \frac{v_p \cdot t_{m\bar{o}}}{l}$$

ugyanakkor egységnyi idő alatt (perc) alatt P_T (db) tisztított eszköz hagyja el a gépet.

$$P_T = \frac{e}{t_{m\bar{o}}} \left(\frac{db}{\min} \right) \quad (18)$$

Mivel

$$P_T = \frac{e}{t_{m\bar{o}}} = \frac{v_p \cdot t_{m\bar{o}}}{l \cdot t_{m\bar{o}}} = \frac{v_p}{l}$$

Tehát a pályasebesség és a láda-rekesz hossz aránya határozza meg a mosási teljesítményt.

Továbbá

$$P_T = \frac{v_p}{l} = \frac{s}{l} \cdot \frac{1}{t_{m\ddot{o}}}$$

ahol

$$\frac{s}{l}$$

állandó, mert a pálya teljes hossza és a rekesz-láda hossz nem változik.

Ez azt jelenti, hogy amennyiben a tisztítás műveleti ideje nő, csökken a pályasebesség, és vele a tisztított darabszám. Tehát P_T egyértelműen $t_{m\ddot{o}}$ függő.

A próbaüzemeltetés során mért segédenergia felhasználás és a számított értékek alapján meghatározhatjuk az egy ládára, rekeszre jutó fajlagos költségeket, élelmiszeripari szennyezettség esetén.

A 19. táblázat alapján, a tisztítási paraméterek felső értékei mellett felhasznált víz, gőz, villamosenergia és mosószer mennyisége:

20°C-os hálózati víz esetén:

egyszeri feltöltéshez, felfűtéshez:

víz	4,5 m ³
gőz	350 kg
tisztítószer (2 tf%)	70 dm ³

a folyamatos üzem közben:

víz	0,55 m ³ /h
gőz	180 kg/h
villamosenergia	15 kW/h
tisztítószer	11 dm ³ /h

A 2006. évi átlagos segédenergia egységárak:

villamosenergia	80 Ft/kWh
víz	700 Ft/m ³ *
gőz (0,3 MPa, 133,4°C)	7500 Ft/10 ³ kg
tisztítószer (Mavebit P35)	250 Ft/dm ³

*üzemi vízminőségnek megfelelően kezelt

A költségeket 7 óra folyamatos üzemidőre számítjuk, mert az oldatok kimerülése és cseréje egy műszak után szükséges. A feltöltés és leeresztés ideje egy óra.

A feltöltés, - felfűtés költségei:

víz	3150 Ft
gőz	2625 Ft
tisztítószer	17500 Ft
összesen:	23275 Ft

1 óra folyamatos üzem költségei:

víz	385 Ft
-----	--------

gőz	1350 Ft
villamosenergia	1200 Ft
tisztítószer	2750 Ft
összesen:	5685 Ft

7 óra üzemidőre összesen $K_{T\bar{o}} = 39795$ Ft.

Az üzemeltetési költségek egy műszakban összesen (munkaerő költség nélkül):

63070 Ft/műszak.

Az elméleti mosási „teljesítmény” 7 óra alatt:

$$P_{\text{műszaki}} = P_T \cdot 60 \cdot 7 = \frac{v_p}{l} 420 = \frac{3,12}{0,85} 420 = 1638 \text{ db/műszak}$$

A fajlagos tisztítási költség:

$$K_{\text{Tfajl}} = \frac{K_{T\bar{o}}}{P_{\text{műszak}}} = \frac{63070}{1638} = 38,5 \text{ Ft/db}$$

250 munkanappal számolva 409 500 rekesz/láda tisztítható évente. Ennek megfelelően az éves összköltség 15.765.750 Ft.

A 23. táblázat összefoglalóan mutatja egy műszak tisztítási költségeit és azok százalékos arányát.

23. táblázat: Egy műszak tisztítási költségeinek összetétele %-ban

Anyag, segédenergia felhasználások megnevezése	Költség Ft/műszak	Százalékos arány az összköltséghez képest %
víz	5845	9,27
villamos energia	8400	13,32
gőz	12075	19,15
tisztítószer	36750	58,26
Összesen:	63070	100,00

A költség összetétele azt mutatja, hogy az üzemeltetési költség közel 80 %-át a tisztítóoldat felfűtése és az tisztítószer költségei adják. Az tisztítószer költségek pedig az összköltség közel 60 %-át adják. Látható, hogy igen fontos az oldat hőmérsékletének és főként a koncentrációjának optimális értéken tartása.

Amennyiben a 20. táblázatban ismertetett technológia szerint járunk el, amikor is a műveleti hőmérsékletek alacsonyabbak és az tisztítószer-koncentrációt felére csökkentjük, a fajlagos tisztítási költség közel 30 %-kal 27,3 Ft/db-ra csökken. Ennél a tisztítási technológiánál a paraméterek optimalizálása évente 4,586 millió Ft megtakarítást jelenthet.

Fajlagos tisztítási költségek mezőgazdasági szennyeződés tisztítása során, ultrahangos művelettel (21. táblázat).

Egyszeri feltöltés, felfűtés költségei:

víz	3150 Ft
gőz	2025 Ft
tisztítószer	7500 Ft
összesen:	12675 Ft

1 óra folyamatos üzem költségei:

víz	420 Ft/óra
gőz	975 Ft/óra
villamos energia	1200 Ft/óra
tisztítószer	1125 Ft Ft/óra
összesen:	3720 Ft/óra

7 óra üzemidőre összesen $K_{T\bar{o}} = 3720 \times 7 = 26040$ Ft. Az üzemeltetési költségek 1 műszakra összesen 38.715 Ft/műszak.

Az előzőekhez hasonló pályasebesség mellett a mosási teljesítmény $P_T = 1638$ db/műszak a fajlagos tisztítási teljesítmény

$$K_{Tfajl} = \frac{K_{T\bar{o}}}{P_T} = \frac{38715}{1638} = 23,64 \text{ Ft/db}$$

Azonos pályasebesség mellett közel 14 %-kal kevesebb költséggel lehet tisztítani egy eszközt, mint élelmiszeripari szennyeződés esetén.

A jelentős megtakarítás oka, hogy az előmosó szakaszban nem használunk tisztítószert, és mindegyik tisztítófázisban elegendő az alacsonyabb tisztítószer hőmérséklet (21. táblázat).

Végül megvizsgáltam a 22. táblázatban javasolt technológia költségösszetételét, amikor az ultrahangos tisztítás műveleti fázisát nagynyomású ($8-10 \times 10^5$ Pa) folyadéksugaras intenzív mosószakasz váltotta fel.

A fajlagos tisztítási költség az alábbiak szerint alakul:

Egyszeri feltöltés, felfűtés költségei:

víz	2100 Ft
gőz	2025 Ft
tisztítószer	7500 Ft
összesen:	11625 Ft

1 óra folyamatos üzem költségei:

víz	1440 Ft/óra
gőz	420 Ft/óra
villamos energia	975 Ft/óra
tisztítószer	1125 Ft Ft/óra
összesen:	3960 Ft/óra

7 óra üzemidőre összesen $K_{T\bar{o}} = 3960 \times 7 = 27720$ Ft. Az üzemeltetési költségek 1 műszakra összesen 39.345 Ft/műszak.

A műveleti idő 82 s-ról 32 s-ra csökken, változatlan pályahossz esetén növelhető a pályasebesség és így a mosási teljesítmény 2.56-szorosára nő, tehát

$$P_T = 4197 \text{ db/műszak.}$$

A fajlagos tisztítási teljesítmény

$$K_{Tfajl} = \frac{K_{T\bar{o}}}{P_T} = \frac{39345}{4197} = 9,37 \text{ Ft/db}$$

Látható, hogy az ultrahangos művelet elhagyásával és a pályasebesség növelésével további 1/3-al csökkenthető a fajlagos költség.

A 24. táblázatban összehasonlítottam a különböző tisztítási technológiák fajlagos tisztítási költségeit.

24. táblázat: A fajlagos tisztítási költségek összehasonlítása különböző tisztítási technológiák esetében

Szennyeződés típusa	Tisztítási technológia	Fajlagos tisztítási költség K_{Tfajl} (Ft/db)
Élelmiszeripari szennyezettség	Nem optimalizált technológia	38,50
	Optimalizált technológia	27,30
Mezőgazdasági szennyezettség	Ultrahangos technológia	23,64
	Egyszerűsített technológia ultrahangos művelet nélkül	9,37

5.8.4. A kísérleti tisztítóberendezéssel kapcsolatos tapasztalatok átfogó értékelése

A berendezés működésére és az üzemvitelre vonatkozó tapasztalatokat az 50 órás folyamatos próbaüzemelés és közel 4 hetes vizsgálati időszak során gyűjtöttük össze.

A pálya és rekeszmozgató szerkezet

A többcélúság igényének megfelelően a pályaszerkezet állításával a berendezés 100-300 mm magasságig az összes 400 mm széles rekeszt és ládát képes volt fogadni és meneszteni.

A rendeltetésszerű használat feltétele a pályaszerkezet pontos beállítása a láda és a rekeszméreteknek megfelelően. A közel 12 m-es lánc segítségével történő támasztószerkezet állítása a gép teljes hosszában egyszerre történik (melléklet 22. ábra). Ilyen hosszú lánc esetében a feszítés nem oldható meg elfogadhatóan és a nyúlás miatt a mozgató orsók nem egyformán mozdultak el.

A próbaüzem alatt a ládavezető „L” szelvényeket (melléklet 20. ábra) a kanyarokban és az UH kádból kivezető pályaszakaszban ki kellett szélesíteni, mert a ládák rendszertelenül elakadtak. Ennek oka, hogy a ládák különböző használati idejüknél fogva, a kopás és deformálódás miatt 20 mm-es méretszóródást mutattak és megvezetésük a kritikus szakaszokban bizonytalan volt.

Az oldalukra fordított szállítóeszközök vonszolókaros menesztése jó tervezési koncepciónak bizonyult. Ezzel a szerkezeti megoldással biztosítható a ládák, rekeszek gond nélküli átvezetése az ultrahangos kád folyadékterén.

A folyadék mozgatórendszerek működése

Az oldat tartályok feltöltése után a folyadék fűtése automatikusan történik a hálózati gőzvezetékről. Ennek nyomása üzemközben változhat. Ezért a helyes gőznyomást, mindig úgy kellett beállítani, hogy az E_t és az M_t jelű tartályokban lévő víz felületén ne tudjon áttörni. Helyes beállítással a gőzigény és a zajszint csökkenthető volt.

Az E_t és az M_t jelű tartályokban a felszínen úszó szennyeződés mozgása a túlfolyó felé igen lassú volt, mert az utántöltéssel érkező vízmennyiség, amelyet a túlfolyóval szemkötti oldalon vezettek be kevés volt ahhoz, hogy a szennyeződést hordozó habot a túlfolyó felé sodorja.

Ennek ellenére a szennyhordó képessége és a kimerülése a Mavebit P35 oldatnak igen kedvező volt. Nyolc órás üzemidő közben nem kellett cserélni az oldatokat a tartályokban, elegendő volt a töménység szintentartása. Az oldat kimerülését pH mérővel ellenőriztük.

A szűrők kiválasztása helyes volt, mert a kis keresztmetszetű fűvókák sem tömődtek el a próbaüzemeltetés teljes ideje alatt.

A tartályok leeresztése és az azt követő tisztításkor nagy figyelmet kell fordítani a hő- és szintérzékelők letisztítására. Az érzékelőkre tapadt nedves szennyeződés hamis jelet adhat ki. Ez az UH kád esetén igen veszélyes lehet, mert az átdó fejek úgy is működésbe léphetnek, hogy a kádban nincs folyadék és ez rövid úton tönkretelheti a piezoelektromos átdóelemeket.

Az UH kádban meg kellett várni az tisztítószer tökéletes feloldódását és a folyadék kigázosodását ahhoz, hogy a fürdő alkalmas legyen a tisztításra.

A villamos erőátvitel, a szabályozás és az automatika elemei hibátlanul működtek és teljes rendszerük a funkciónak megfelelően üzemeltették a berendezést. Ez azt mutatja, hogy a tervezési szempontokat helyesen választottuk meg.

Tisztítási tapasztalatok

A laboratóriumi kísérleti eredmények alapján javasolt műveleti paraméterek üzemi körülmények között is igazolták azok helyességét.

Az tisztítószer kezelőszemélyezettől független automatikus adagolása biztosítja egész műszakon keresztül a koncentráció megfelelő értékét.

Ezzel elkerülhető a túladagolás is. A költségszámításból kiderül, hogy a tisztítószer költség az összes ráfordítás közel 60 %-a, ezért annak megfelelő szinten tartása elsőrendű feladat.

A folyamatosan jó minőségű mosás esetén egy üzemben belül a visszatérő szállítóeszközök egyre tisztábbak lesznek. A hosszú idő óta rászáradt szennyeződés lassan eltűnik. Így a műveleti idő csökkenthető, miáltal a mosási teljesítmény (db szám) nő, vagy a többi műveleti jellemzőt csökkenthetjük azonos mosási teljesítmény mellett. A tisztítás fajlagos költsége mindenképpen alacsonyabb lesz.

Az élelmiszeripari úgynevezett biológiai szennyeződések maradéktalan eltávolítása mindenképpen indokolja az ultrahangos tisztítás műveleti fázisát. A javasolt technológia alapján történt tisztítás a legszigorúbb higiéniai elvárásokat is teljesítette.

A mezőgazdasági szennyezettség fajtájából adódik, hogy egyszerűbb technológia is alkalmas az eszközök tisztítására. Nem szükséges az ultrahangos művelet fázisa. Így lényegesen egyszerűbb a berendezés szerkezete. Az egyszintes alagútrendszerű gépelrendezés mellett és a javasolt műveleti paraméterekkel megfelelően tisztíthatók a ládák, rekeszek.

A mosóberendezésekbe helyezés előtt igen fontos, hogy a szállítóeszközökben maradt könnyen eltávolítható darabos szennyeződést, és csomagolóanyag maradványokat azokból kiszórjuk, kirázzuk. Erre a műveletre számos műszaki megoldás ismeretes, az automatikus adagolással kombinálva is.

6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Fúvóka kiválasztás szempontjai a folyadéksugaras tisztításhoz

A speciális igényeket kielégítő pályaszerkezetben a ládák/rekeszek oldalukra fordítva haladnak. Ezt veszik körül a mosókeretek, amelyeken a megfelelő folyadéksugarat előállító különböző fúvókák találhatók.

Olyan fúvókákra van szükség, amelyek a kiválasztott különböző méretű ládák és rekeszek közel és távolos felületeit érik folyadéksugárral. Egyes fúvókáknak tehát közelre kell hordani nagy szórásszöggel, másoknak távolra kis szórásszöggel. További elvárás a fúvókákkal szemben, hogy ne porlasszanak az adott nyomáshatárok között a folyadék impulzus erejének megtartása miatt és egyenletesen vékony folyadék sugarat adjanak.

Az eltérő szórási szögek mellett különböző geometriai méretekre van szükség, ami az előmosó, -áztató szakasz részműveleteiből adódik. Itt három különböző intenzitású mosásra van szükség. Ezért a gazdaságos üzemmódnak megfelelően csak éppen olyan méretű fúvókákat alkalmazunk, ami a tisztítási, oldási igényeknek megfelel. A fokozatosan növekvő furatátmérőjű impulzuserejű fúvókák használata azért indokolt, mert a szennyeződés fellazulása diffúziós folyamat és így időre van szüksége.

A nagyobb folyadékáramnak nagyobb impulzusereje van, ennek megfelelően a harmadik részműveletben, a már előzőleg fellazult szennyeződés nagy részét eltávolíthatjuk a tisztítandó felületről. Az első részzakaszban erre nincs szükség, elegendő kis térfogatáram is, hiszen itt célunk elsődlegesen a száraz szennyeződés áztatása, fellazítása.

A fentiek figyelembevételével három különböző furatú (térfogatáramú), de közel azonos szórásszögű fúvókákra van szükség. A forróvizes öblítő szakaszban a közepes méretűeket használjuk, míg a hidegvizes öblítő szakaszban elegendő a legkisebb méretű is.

Az ultrahangos tisztítás modellkísérleteinek eredményei

A vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy az ultrahangos tisztítási művelet hatásosan illeszthető a tisztítási technológiába.

Az erősen tapadó szennyeződés, mint pl. a rászáradj tej, alacsony koncentrációjú tisztítószer (1 % NaOH) használata mellett 50-60 sec alatt az ultrahangos kezeléssel eltávolítható.

A hatásos tisztítószer hőmérséklet 55-65°C, amely egybeesik a kavitációs optimális hőmérsékleti zónájával.

A két lépésben elvégzett tisztítási művelet pedig hasznos útmutatás az eljárás gyakorlati alkalmazásakor. Egy jól megválasztott áztatási ciklus lényegesen lerövidíti az energiaigényesebb intenzív tisztítási művelet idejét.

A vizsgálatból kitűnik, hogy 30 sec kezelési idő esetén a 20 mm-re eső felületek jó hatásfokkal tisztulnak, a 300 mm-re eső felületek 50 %-os hatásfokkal. A távol eső felület az mindig a láda, vagy a rekesz belső alja. Ezért, az azon található szennyeződés fellazítása az előmosó-áztató szakaszban igen fontos előkészítő műveleti elem, az intenzív tisztítás előtt.

Az ultrahangos tisztítás műveleti paramétereinek meghatározása élelmiszeripari szennyeződés esetén

A teszt szennyeződés esetében adódott 60°C-os tisztítószer-hőmérséklet és 60 másodperces kezelési időt alapul választva hasonlítottam össze a különböző tisztítószerek hatását.

Ilyen bázis paraméterek mellett kiválasztható az adott szennyeződés típusnak megfelelő, hatékony tisztítószer.

Az eredmények alapján a többcélúság igényét kielégítő tisztítási technológia részére megfelel az ultrahangos tisztítás, mint intenzív műveleti lépés. Szűk határok között megadhatók azok a paraméterek, amelyek kiindulási adatai a mosóberendezés tervezésének.

A vizsgált hőmérséklet tartományokban a koncentráció hatása kifejezetten érvényesül. Az ultrahangos tisztítás 20 kHz-es besugárzás és megfelelő tisztítószer mellett a legkellemetlenebb szennyeződés típusoknál is reális, a folyamatos technológiába illeszthető értékeket ad:

$$\vartheta = 60^{\circ}\text{C}$$

$$t = 60 \text{ sec}$$

A 60°C-os oldat használata mikrobiológiai szempontból is kedvező és a valóságos üzemi körülményeknek megfelelő koncentráció pontos értékét a helyszínen kell beállítani.

A mikrobiológiai tisztaság előírászerű betartása fertőtlenítővel kombinált tisztítószerek használatát, vagy 82°C-nál magasabb hőmérsékletű öblítést igényel.

Folyadéksugaras tisztítás műveleti paramétereinek meghatározása élelmiszeripari szennyeződés esetén

A fúvókás tisztítás $2 \cdot 10^5$ Pa nyomáson és a javasolt tisztítószer koncentráció alsó határértékén is jól előkészíti az intenzív mosás műveletét. Szennyeződés csak a ládák felkarcolt külső felületébe tapadva, valamint a rekeszek bordázataiba, a folyadéksugártól árnyékolt részekben maradt. Ezeknek eltávolítása a kavitációs folyadéktér feladata. A vizsgálatok során a fúvóka átlagos távolságról működött. A valóságban lesznek közelebb és távolabb eső felületek. Az elért magasabb tisztítási határfok érték arra enged következtetni, hogy a szennyeződés nagy részének eltávolítása és a felületen maradt fellazulása mindenképpen megtörténik, bármilyen méretű rekesz vagy láda kerül a mosókeretbe.

A fúvókás előmosás és az ultrahangos tisztítás kísérletei során önmagában is magas tisztítási határfokot értünk el az alkalmazott paraméterek határain belül. A kettő kombinációja hatásos tisztítást valósíthat meg üzemi körülmények között.

Mezőgazdasági szennyezettségű szállítóeszközök folyadéksugaras tisztításának műveleti paraméterei

Az eredmények azt mutatják, hogy ennél a szennyeződés típusnál a nyomás és a hőmérséklet hatása egyértelműen csak 15 másodperc kezelési időig érvényesül, azután igen csekély a tisztítás hatásfokának javulása. A tisztító oldat használata mellett sem hatásosabb a művelet, mint anélkül. A technológiai műveletek tervezéséhez fontos információ, hogy a tisztító folyadék 10×10^5 Pa nyomáson és 20°C -on vett tisztító hatás közel azonos a 2×10^5 Pa és 60°C -on kapott értékkel. Az értékpárok választásakor fontos információ, hogy a tisztítóoldat hőmérséklet emeléséhez 10^2 -szor több teljesítményre, ennek megfelelően energiára van szükség a felvett kiindulási adatok mellett.

A vizsgálati eredmények, valamint a próbaüzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy a földes, sáros mezőgazdasági szennyezettségű rekeszek esetében a 15 sec előmosás alatt $\eta_{\max} \geq 85\%$ érhető el. Így az ultrahangos tisztítási művelet elhagyható és nincs szükség emeletes pályakonstrukció kialakítására sem a tisztítóberendezésben. Elegendő egy alacsonyabb nyomású előtisztító és egy magasabb nyomású, intenzív folyadéksugaras műveleti szakasz, összességében 20 másodpercben. Így 40 sec-mal csökkenthető a műveleti összidő.

Az optimális tisztítási technológia műveleti sorrendje és jellemzői

A vizsgálatok eredményei és a hagyományos tisztítási technológiák tapasztalatai azt mutatják, hogy a legerősebben felülethez kötött szennyeződések esetében igen fontos, hogy az intenzív mosási műveletet áztatás előzze meg. Így az intenzív művelet ideje lényegesen lerövidül, mivel ott már csak az áztatás során fellazult-, peptizált-, illetve visszamaradt szennyeződést kell eltávolítani.

Megfelelő előmosás-, áztatás esetén az intenzív művelet ideje felére csökken. Az üzemi szennyezettségű mintadarabok vizsgálata során kapott ultrahangos kezelési időt felezve szintén 30 sec-ot kapunk. A tisztítási technológiai első két művelete tehát egy hatásos előmosó, -áztató és a kavitációs folyadékteret alkalmazó szakaszra épül.

Üzemi viszonyok között higiéniai előírás a tisztítandó tárgyak öblítése a maradék szennyeződés és az oldó-, fertőtlenítőszer eltávolítása céljából. Előnyösen az öblítést kapcsolhatjuk fertőtlenítéssel (dezinficiálással) oly módon, hogy az öblítés műveletét két szakaszra osztjuk. Egy forróvizet visszaforgatott és egy hálózati frissvizet öblítő szakaszra.

A többcélúság igényét technológiai oldalról úgy elégíthetjük ki, hogy a műveleti lépések paramétereit tudjuk változtatni. Így a szennyeződés típusának megfelelő optimális időt, tisztítószer típust, koncentrációt és hőmérsékletet választhatjuk.

Előfordulhat olyan szennyezettségű tárolóeszköz, amely az előáztató szakaszban nem igényel tisztítószer. Ennek elhagyása csökkenti az üzemeltetési költségeket.

A mezőgazdaságból érkező eszközöknél a szennyeződés nem hidrofób, víztaszító, ezért a kémiai hatás helyett az előmosó szakaszban elsősorban a folyadéksugarak impulzuserejéből adódó kibillentő hatásnak kell érvényesülnie.

A tisztítási technológia üzemi tapasztalatai

A laboratóriumi kísérleti eredmények alapján javasolt műveleti paraméterek üzemi körülmények között is igazolták azok helyességét.

Az tisztítószer kezelőszemélyzettől független automatikus adagolása biztosítja egész műszakon keresztül a koncentráció megfelelő értékét.

Elkerülhető továbbá így a túlادagolás is. A költség számításból kiderül, hogy a vegyszer költség az összes ráfordítás közel 60 %-a, ezért annak megfelelő szinten tartása elsőrendű feladat.

Az élelmiszeripari úgynevezett biológiai szennyeződések maradéktalan eltávolítása mindenképpen indokolja az ultrahangos tisztítás műveleti fázisát. A javasolt technológia alapján történt tisztítás a legszigorúbb higiéniai elvárásokat is teljesítette.

A mezőgazdasági szennyezettség fajtájából adódik, hogy egyszerűbb technológia is alkalmas az eszközök tisztítására. Nem szükséges az ultrahangos művelet fázisa. Így lényegesen egyszerűbb a berendezés szerkezete. Az egyszintes alagútrendszerű gépelrendezés mellett és a javasolt műveleti paraméterekkel megfelelően tisztíthatók a ládák, rekeszek.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A mezőgazdaság és az élelmiszeripar területén többmilliós nagyságrendben használnak műanyag rekeszeket és ládákat külső és belső szállítási feladatokra.

Ezeknek az eszközöknek a tisztasága erősen befolyásolja az üzemi higiéniát. A nagymennyiségű szállítóeszköz tisztántartása,- mosása olyan technológiát és berendezést igényel, amely hatékonysága megfelel a mai üzemi elvárásoknak. A nagyteljesítményű rekesz,- ládamosó gépek működése során fontos követelmény, hogy minél alacsonyabb költség ráfordítással érjük el a tisztítás elvárt minőségét.

A hatékonyságot alapvetően a tisztítás műveleti ideje és a művelet során beállított jellemzők határozzák meg. Mindegyikük változtatása közvetlen összefüggésben van a tisztítás mértékével és a fajlagos (egy eszközre eső) költségek összegével.

A hatékonyságot tehát egy olyan optimális tisztítási technológia biztosítja, amely a legkevesebb ráfordítással éri el a tisztítás elfogadott mértékét.

Kutatómunkám arra irányult, hogy a leggyakrabban előforduló szennyeződés típusok eltávolítása esetén kimutassam, hogy a tisztítás műveleti paraméterei milyen összefüggésben állnak a tisztulás és az ahhoz felhasznált anyag és energia mértékével.

A műanyag ládák és rekeszek bonyolult felülete nehezen tisztítható különösen rászáradt, víztaszító szennyeződés esetén. Megvizsgáltam, hogy más iparágakban a tisztítási és zsírtalanítási feladatoknál sikeresen alkalmazott ultrahangos tisztítás műveletét milyen feltételekkel lehet alkalmazni a folyamatos, nagyteljesítményű tisztítási technológián belül.

Célul tűztem ki, hogy a vizsgálatok értékeléséhez mérési módszert dolgozok ki a tisztítás mértékének, egyúttal hatásfokának meghatározásához. Ennek segítségével azonos feltételek mellett minden esetben ellenőrizhető és összehasonlítható a különböző tisztítószeres hatása.

Elméleti összefüggéseket vezettem le a tisztítási hatásfok és a két legfontosabb műveleti paraméter: a művelet ideje és a tisztító oldat hőmérséklete között.

SZTE Élelmiszeripari Főiskolai Karán laboratóriumi kísérleti berendezéseket állítottam össze a nagyszámú vizsgálat elvégzéséhez, melyek segítségével adott szennyeződés típusok esetén meghatároztam, hogy a tisztítás műveleti jellemzőinek megváltozása hogyan befolyásolja a tisztítás hatásfokát.

A mérési eredmények segítségével javaslatot tettem a hatásos tisztítási technológiára és annak műveleti sorrendjére.

A Contex Mérnöki Irodával közösen többcélú üzemi kísérleti berendezést állítottunk össze a javasolt technológia bevezetéséhez. Üzemi körülmények között beállítottam a technológia műveleti paramétereinek optimális értékeit és ezek segítségével meghatároztam a ráfordítások költségösszetételét.

A vizsgálati eredmények felhasználhatók az optimális tisztítási technológia megtervezéséhez és alkalmazásához. Segítséget nyújtanak a többcélú nagyteljesítményű mosógépek tervezési szempontjainak kialakításához.

7. SUMMARY

The plastic crates and boxes are used in the order of millions in the agriculture and food industry for inside and outside transportation.

The factory hygiene is strongly influenced by the cleanliness of them. The keeping clean and washing of the large amount of transporting devices requires such kind of technology and efficient equipment matching the factory expectations. In the course of the operation of high capacity crate and box washers it is an important requirement to reach the expected quality of at lowest possible cost.

The efficiency is fundamentally determined by the cleaning time and the parameter settings. All kind of changes in them has a direct relationship with the measure of the cleaning and with the sum of specific cost (unit cost).

In this way the efficiency provided by a technology reaching accepted level of cleaning at the least expenditures.

My research work focused on showing the relationship among the cleaning operation parameters cleanliness and applied material and energy use in case of removing the most frequently occurring contamination.

The cleaning of the complicated surfaces of the plastic crates and boxes is difficult mainly in case of dried on and hydrophobic contamination. I have investigated where and how the ultrasonic cleaning operation, applied for cleaning and defatting tasks in other industry branches successfully, can be used within the continuous and high capacity cleaning technology.

I aimed at elaboration of measurement method for the evaluation of the investigation and for the determination of the efficiency and measure of cleaning. The effect of different cleaning agents can be compared and controlled with help of it in all cases at the same condition.

I deducted theoretical relationship between the cleaning efficiency and the two most important parameters the operation time and cleaning solution temperature.

I constructed laboratory experimental equipments at the Faculty of Engineering of the University of Szeged for carrying out the large number of investigation and I determined how the cleaning efficiency is influenced by the change of the cleaning parameters for given contamination types.

I proposed an efficient cleaning technology together with the operation sequence on the base of the measuring results.

I and the Contex Mernöki Iroda constructed multi task experimental equipment in a factory size for introducing the proposed technology. I set the optimal values of the technological and operational parameters under industrial conditions and determined the cost ratio of expenditures with the help of them.

The investigation results can be used for planning and applying the optimal cleaning technology. They provide information for establishing planning fundamentals of high capacity and multi task washing machines.

8. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Exponenciális, maximális értékhez tartó elméleti összefüggést találtam a tisztítási hatások és a tisztítási művelet ideje között:

$$\eta(t) = (1 - B) (1 - e^{-at}).$$

Ultrahangos modellkísérletekkel bizonyítottam, hogy az NaOH tisztító oldat állandó hőmérséklete ($\vartheta = 65^\circ\text{C}$) és koncentrációja ($K = 1\%$) mellett, a műveleti idő ($t = 0\text{--}60\text{ s}$) növelésével a tisztítás hatásfoka (η) ún. telítési görbe [$y = C (1 - e^{-ax})$] mentén változik.

A műveleti idő (t) egy bizonyos határon túli növelése számottevő hatásfok javulást nem eredményez.

2. Lineáris elméleti összefüggést találtam a tisztítási hatásfok (η) és a tisztítóoldat hőmérséklete (t) között:

$$\eta(\vartheta) = C + A (\vartheta - \vartheta_0).$$

Ultrahangos modellkísérletekkel bizonyítottam, hogy azonos műveleti idő ($t = 60\text{ s}$) és NaOH tisztítóoldat koncentráció ($K = 1\%$) mellett, a tisztítás hatásfoka (η) a tisztítószer hőmérsékletének ($\vartheta = 30\text{--}65^\circ\text{C}$) változtatásával lineárisan növekszik ($y = C + Ax$).

A magas tisztítási hatásfokhoz tartozó tisztítóoldat hőmérséklet a kavitáció kialakulásának optimális hőmérséklet tartományába ($\vartheta = 55\text{--}65^\circ\text{C}$) esik.

3. Megállapítottam, hogy mezőgazdasági szennyeződés esetén a sugárforrástól mért távolság erősen befolyásolja ultrahangos, tisztítószer nélküli kezelés során a tisztítás hatásfokát (η): 250–300 mm távolságban ($t = 30\text{ s}$, $\vartheta = 40^\circ\text{C}$) a tisztítás hatásfoka 45%-al kevesebb, mint 20 mm távolságban.
4. Az ultrahangos kezelés kísérleti eredménye alapján meghatároztam a műveleti paraméterek olyan összefüggését, ahol a tejipari szennyezettségű műanyag láda MAVEBIT P35 tisztítószerrel történő ultrahangos tisztítása esetén a tisztítóoldat adott hőmérsékletén ($\vartheta = 50, 60, 70^\circ\text{C}$) kiválasztható a kezelési idő (t), és a koncentráció (K) azon összetartozó értékpárja, amelynél a tisztítás hatásfoka maximális.
A tisztítási művelet így egyszerűen optimalizálható, mivel a választható értékpárok (t , K), a maximális hatásfokot biztosító izotermákon helyezkednek el.
Kimutattam továbbá, hogy a nem megfelelő tisztítószer választása esetén, azonos műveleti feltételek mellett, a tisztítás hatásfoka akár felére is csökkenhet a helyesen megválasztott tisztítószeréhez képest.
5. Kísérletekkel bizonyítottam, hogy folyadéksugaras tisztításkor, rászáradt tejipari szennyeződés esetén, azonos műveleti jellemzők (ϑ , t , p) mellett a MAVEBIT P35 típusú tisztítóoldat koncentrációjának ($K = 0\text{--}2,0\%$) növelésével a tisztítás hatásfoka exponenciálisan [$y = C (e^{-ax} + B)$], míg húsipari szennyeződés kapcsán Ultra Vill típusú tisztítóoldat koncentrációjának növelésével ($K = 0\text{--}0,3\%$) lineárisan változik ($y = C + Ax$).
6. Kísérletekkel bizonyítottam, hogy folyadéksugaras tisztításkor, földes, mezőgazdasági szennyeződés esetén, azonos műveleti jellemzők (p , K , ϑ) mellett a tisztítási műveleti idejének ($t = 0\text{--}25\text{ s}$) növelésével a tisztítás hatásfoka exponenciálisan nő [$y = C (B + e^{-ax})$].
Megállapítottam, hogy a műveleti idő (t) hatása csak 15 másodpercig érvényesül, és ezen túlmenően a tisztítóoldat nyomásának (p) és hőmérsékletének (ϑ) emelése sem eredményez érdemi hatásfok javulást.
7. Bizonyítottam, hogy mezőgazdasági szennyeződés folyadéksugaras tisztításakor közel azonos tisztítóhatást lehet elérni különböző összetartozó hőmérséklet-nyomás értékpárokkal.
Igazoltam, hogy alacsonyabb hőmérsékletre tartozó magasabb nyomásérték választása energiafelhasználás szempontjából lényegesen kedvezőbb, mint a magasabb hőmérséklet és alacsonyabb nyomás értékpár alkalmazása.

Azonos térfogatáram mellett a tisztítóoldat hőmérsékletének (ϑ) egy $^\circ\text{C}$ -kal történő emelése, 24-szer több energiát igényel, mint a kiáramló folyadék nyomásának (p) emelése $1 \times 10^5\text{ Pa}$ -al.

9. A GYAKORLATBAN FELHASZNÁLHATÓ EREDMÉNYEK

1. A vizsgálati eredményeim alapján javaslom, hogy az erősen felülethez kötött víztaszító élelmiszeripari szennyeződés esetén az intenzív tisztítási műveletet előzze meg egy lazító, áztató műveleti fázis. A szennyeződés ún. peptizálása diffúziós fizikai-kémiai folyamat, ezért az áztatás műveleti szakaszában elsősorban időre van szükség magasabb hőmérsékletű tisztítóoldat mellett.
2. A vizsgálatokból megállapítható, hogy az ultrahangos tisztítási műveletnek elsősorban olyan, bonyolult felületű szállítóeszközök esetében van jelentősége, amelyeken rászáradt, víztaszító biológiai szennyeződés található.
3. Javaslom, hogy az előmosó szakaszban a fűvókák mérete és azon keresztül a folyadéksugár ereje fokozatosan növekedjék. A rászáradt szennyeződés esetén annak fellazításához elsősorban időre, nem pedig az erőteljes folyadéksugár impulzuserejéből adódó kibillentő hatásra van szükség.
4. A mezőgazdasági szennyezettességű eszközök vizsgálata esetén egyértelműen bizonyítottam, hogy a folyadéksugaras tisztításkor 15 s műveleti idő után egyik műveleti jellemzőnek sincs jelentős hatása a tisztítás hatásfokára. Így rövidebb pályaszakaszok, ezzel együtt rövidebb berendezéshossz is elengedő. A berendezés ára így lényegesen alacsonyabb. Vagy növelhető a pályasebesség, és ezáltal csökken a fajlagos tisztítási költség.
5. Bizonyítottam, hogy az azonos tisztítási hatást elérő műveleti paraméterek, különböző hőmérséklet és nyomás összetartozó értékei esetén az alacsonyabb hőmérsékletre tartozó magasabb nyomásérték energetikailag lényegesen kedvezőbb, mint a magasabb hőmérséklet és az alacsonyabb nyomás összetartozó értéke.
6. Az optimális tisztítási technológiai műveleti paraméterei közül elsősorban a műveleti idő és az tisztítószer-koncentráció helyes értékeinek beállítására kell ügyelni. Vizsgálataim alapján javaslom, hogy a fenti két jellemző összetartozó, a maximális hatásfokot elérő érték-párjai közül, az alacsonyabb műveleti idő érvényesüljön, magasabb tisztítószer-koncentráció mellett. A műveleti idő hatása háromszor akkora a fajlagos költségekre, mint a tisztítószer koncentrációé.
7. A szennyeződéstípust legmagasabb hatásfokkal eltávolító tisztítószer kiválasztása elsőrendű feladat, mert a ráfordítások összköltségének közel 60%-át adja.
A tisztítás költségelemzése szerint amennyiben a pályasebességet, tehát a műveleti időt állandónak tekintjük, a műveleti paraméterek az alábbi csökkenő sorrendben gyakorolnak hatást a tisztítás költségére:
 - a tisztítószer típusa, koncentrációja,
 - a tisztítóoldat hőmérséklete,
 - a tisztítóoldat nyomása a mosókereteken.
8. A vizsgálataim alapján javasolt technológia és berendezés megfelel a többcélúságnak. Szabályozható paramétereivel beállítható a szennyeződéstípusnak és mértékének megfelelő hatékony tisztítási technológia. A tárolóeszközök oldalukon történő megvezetése és az állítható pályaszerkezet biztosítja, a különböző méretű ládák, rekeszek tisztítását az ultrahangos műveleti fázissal kombinált technológia esetén.
9. Az általam kidolgozott, a tisztítás mértékét meghatározó módszer alkalmas a tisztítás hatásfoka elvárt szintjének meghatározására, illetve különböző tisztítószerek minősítésére, összehasonlítására.

IRODALOMJEGYZÉK

- (1) *Tóth A.-né* (1984): Bevezető. Nagykőrösi Higiéniai Napok kiadványa, Nagykőrös.
- (2) *Börzsey L.* (1983): Tejipari szállítótartályok hatásos tisztítási eljárása, Szakdolgozat Élip. Főisk. Szeged.
- (3) *ADEX Fejlesztő Mérnöki Iroda* (1985): Műanyag kannák tisztítási technológiája. Kutatási Zárójelentés, Szeged.
- (4) *Dr. Kárász I., Kovács J., Takaró S.* (1982): Adatok a tejszállító tankgépkocsik tisztíthatóságához. Tejipar XXXI., 1..
- (5) *Fernandez, J. B., Schmidt, u* (1983): A magasnyomású tisztítás elmélete. Húsipar. p. 1038-1041.
- (6) *Diggelmann, W.* (1981): Tisztogatás nagynyomású vízszugárral. Élelmezésipar, 3. sz. p. 60-61.
- (7) *Eichholzer, M.* (1973): Hidrodinamikai tisztítás. Svájci Gép- és Berendezéssipar, 44. sz. p. 76-79.
- (8) *Dr. Balatoni M.–Dr. Ketting F.* (1981): Tejipari Kézikönyv. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest, 614-649.
- (9) *Széplaky M.* (1978): Mosó és zsírtalanító szerek felhasználása az élelmiszeriparban. Élelmezési Ipar, 37. p. 252-256.
- (10) *Harris, I. C.* (1981): Forces in detergency. Soap and Chemical Specialities, 37., 68-71.
- (11) *Ronstand, F.* (1973): Hidrodinamikai tisztítóberendezések. Felülettechnika Szakfolyóirat. 10. sz. p. 256-258.
- (12) *Lareche, r.* (1977): Ultrahang alkalmazása tisztításhoz és fertőtlenítéshez. Industria Alimentaries et Agricoles 94 k, 2. sz. p. 144-146.
- (13) *Élelmiszeripari Főiskola Szeged* (1985): Mavebit P35 mosószer élelmiszeripari minősítése. Kutatási Zárójelentés.
- (14) *Torrine, A.* (1983): Ipari mosó- és mosogatógépek. Csomagolástechnika, 326. sz.
- (15) *Schmidt, U.* (1983): Tisztítás a húsiparban. Húsipar, p. 1188-1191.
- (16) *Edelmeyer, H.* (1980): tisztítás és fertőtlenítés elmélete. Húsipar, p. 352-361.
- (17) *Ottó Tuchenhausen GMBH und Co KG* (1983). Waschmaschinen für fleischindustrie Baulletten Hamburg.
- (18) *Unikon A. I. WAG.* (1979): Allzweck – waschmaschinen. Bulletin Harde/Holland.
- (19) *Kilsby, D. C.* (1982): Edények gépi mosása alacsonyabb hőmérsékletű vízzel., Élelmiszerhigiénia. 33 k., p. 69-74.
- (20) *Herman, F.* (1980): Korszerű tisztítási és fertőtlenítési szempontok az italiparban. Palackozó Ipar, 5. sz. p. 403-413.
- (21) *Techno PACK Ltd.* Technical Sheet – Bottle Crate Machine GOO80/83. (1983) Gépismertető.
- (22) *Ernst, Göbel KG Maschinenfabrik* (1983): Élelmiszeripari tároló és szállítóeszközök tisztítása és berendezései. Előadás. Szimpozium Budapest.
- (23) *Gyöngyösi József* (1989): Sajtformázó tálcamosó berendezés. Kutatási zárójelentés. Adex Mérnöki Iroda.
- (24) *Stic-Hafroy Co.* (1976): Műanyag kád, - láda mosógép. Csomagolástechnika, 338. sz. p. 251-252.
- (25) *Mezőgép Cserkút* (1982): AK 3a Ládamosógép Műszaki Ismertető.
- (26) *Stic – Hafroy Co.* (1976): Mosógép műanyagládák részére. Manutention Fransp. Distr., 1157 p. 144.
- (27) *Ernst Göbel KG. Maschinenfabrik* (1985): Bahälter – waschmaschinen Baulletten. Stuttgart.

- (28) *ADEX Fejlesztő Mérnöki Iroda* (1987): Baromfiipari műanyagláda és rekeszmosógép. Gépkönyv. Szeged.
- (29) *Dussault, J.* (1978): Method for chaning workpieses by ultrasonic energy. 4. 188. sz. USA Szabadalom.
- (30) *Bezzubov A. D., Garlinszkaja E. T., Fridmann v. M.* (1967): Ultrahang felhasználása az élelmiszeriparban, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- (31) *Siever, R.* (1976): Gründliche Reinigung durch ultraschall der Elektromeister und Deutscher elektrohandwerk, 51 k, 5. sz. p. 284-2896.
- (32) *Kocsis S.*: Ultrahangos tisztítás OMKDK fordítás (jel: Tf. 1778/77.)
- (33) *Valachovic, I.* (1982): Az ultrahang hatásai és annak gyakorlati felhasználásai. Előadás fordítás. TESLA Vráble Váll. Szimpozion Budapest.
- (34) *Lawson, R., Seiler, D. a.* (1974): Power ultrasonics in baking and milling Flour Milling Baking Research. Association Bulletin, No 1. p. 6-11.
- (35) *Demidov, P. G., Kochetova, A. A.* (1966): The effect of ultrasonic waves on he technological properties of grain. Izv. Vycsh. Uncheb. Zaved. pisheh Technol, No 1. p. 33-37.
- (36) *Neppiras, E. A.* (1980): Acoustic cavitation. Physics Reporst. 61 k, p. 159-251.
- (37) *Carcknell, M. F.* (1976): Applications of ultrasound Conteporary Physics. 17 k. p. 13-44.
- (38) *Wolf, G.* (1976): Ultraschall zur Packmittelreinigung. Packung ud Transport in der Chem. Ind. 3., 460-462.
- (39) *Branson Smith – Kline Co.* (1980): Ultraschall – Reinigung Bulletin.
- (40) *Ordien, S. V.* (1979): Kontiniurliche ultraschall-reinigung Chemie Anlagen und Vefahren. p. 108.
- (41) *Ultrasonisc Ltd.* (1983): Ultrasonic chaning machines Basic Information, p. 1-5.
- (42) *Techno Pack Ltd.* (1977): New ultrasonic crate washing system. Dairy Industries International, Nov., p. 14-15.
- (43) *Convay Systems Ltd.* (1980): Ultrasonic applied to in-line case washing. Food Engineering Int. 1. p. 30-32.
- (44) *Runnels, R.*: Ultrasonic cleaning device 3.937.236. USA szabadalom.
- (45) *Powell, H.*: Ultrasonic cleaning. 3.849.195. sz. USA szabadalom.
- (46) *Roll Karl Roll GBMH und Co.* (1981): Tisztító és zsírtalanító berendezés ultrahanggal és anélkül. Műszaki ismertető Budapest.
- (47) *Bougiovanni, A.* (1979): Az ultrahang szerepe az ipari mosásban. Ingerneria chimica. 1. sz. p. 12-13.
- (48) *Dr. Bacher, K.* (1970): Flaschenreinigung mit ultraschall. Fortschritt Berichte Zeitschrift für die Gesamte Technik, 3. Nr. 28. p. 1-33.
- (49) *I. G. Hrobenko* (1978): Ultrahang a gépiparban. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- (50) *Iff. Gregus P.* (1963): Ultrahangos tisztítás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- (51) *Tarnóczy T.* (1972): Ultrahangok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- (52) *Pesovkszkij, Jakoljev* (1976): A kavitációs tartomány vizsgálata. Akusztika Folyóirat. 22 k. p. 422-426.
- (53) *OBAR, ITO Y.* (1975): Kavitációs lökeshullám nyomás. Nagy Sebességű Mechanizmusok Intézete. 32 k., p. 33-49.
- (54) *Megason Ultrasonic Instruments. Int. Ltd.* (1979): Ultrasonic Cleaners. Bulletin.
- (55) *Gollmich, H. J.* (1964): Weiterentwicklung beim Reiniegenmittels Ultraschall 25 Jahrbuch der Oberflächen-technik, 20. p. 105.
- (56) *Mc Neer, L. M.*: Ultrasonic cleaning with floating transducers. 4. 071. 376. USA szabadalom.
- (57) *Nerijaszu, T.*: Ultrahangos tisztítókészülék, 557736 sz. Szovjet szabadalom.

- (58) 10/1979. (VI. 16.) MÉM számú rendelet az élelmiszerek előállításának élelmezés-egészségügyi szabályzata (A megelőző a 6/1972. (V. 27.) MÉM-EÜM. sz. volt érvényben.)
- (59) 6/1980. (III. 6.) MÉM számú rendelet az élelmiszeripari gépek minősítésének szabályzata.
- (60) 6/1978. (VII. 14.) EÜM számú rendelet az élelmiszerek élelmezés-egészségügyi mikrobiológiai szennyeződésének elhárításáról.
- (61) 4/1978. (VI. 25.) EÜM számú rendelet az élelmiszerek ártalmas vegyi szennyeződésének elhárításáról.
- (62) *Caza, I.* (1981): Hordók külső, - belső tisztítása ultrahanggal. *Berw. Distill. Int.* 10 sz., p. 33-34.
- (63) *Young, J.*: Kombinált ultrahangos és biológiai kezelés nyomó tartályokhoz. 4. 193 818 sz. USA szabadalom.
- (64) *Scott, I. C., Dunsmore, D. G., Keegan, M. D.* (1981): Spray nozzle performance in cleaning food equipment *TRANSACTIONS of the ASAE*, 526-528.
- (65) *Bíró G., Marton T., Wágner A.* (1981): Higiénia a tejiparban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- (66) *Hugó, W. B. ed.* (1981): Inhibition and destrucktion of the microbiol. cell. Academic Press. London-New York.
- (67) *Bíró G., Bodrossy L., Maron T.* (1979): Higiénia a hűtőiparban és a konzerviparban. Mezőgazdasági Kiadó.
- (68) *Scharf, R.* (1981): A tisztító és fertőtlenítőszeres nem veszélytelenek. *Ernährungsindustrie.* 7/8 sz. p. 18-22.
- (69) *Országos Húsipari Kutatóintézet* (1978): Mavebit P35 mosószer gyakorlati próbái, alkalmazási lehetősége a húsipari üzemekben. Szakvélemény, Budapest.
- (70) *Spraying Systems Co.* Floodjet-düsen M27G Bulletin, 1985., 34-36.
- (71) *W. Schaulöffel* (1981): Spritzdüsen und Zubehör Industrie-katalog 26 G 38. Hamburg.
- (72) *Lukacsovics Ferenc* (1985/1): Az élelmiszeriparban alkalmazott mosó- és fertőtlenítő szerek toxikussága. Konzerv- és paprikaipar, 18-19.
- (73) *Gyeviki János* (1984): Kutatási zárójelentés a GKM-120-as kosár- és rekeszmosó berendezésről. Adex Mérnöki Iroda.
- (74) *Lindholst Co. Denmark* (1991): Linco cromatic crate washers, Bulletin. Trige.
- (75) *Mészáros György* (1991): Hűtőipari rekeszmosó gép. Kutatási zárójelentés, Contex Mérnöki Iroda.
- (76) *Forgács E., Korányi M., Szabó G.* (1994): Tisztítási technológia eljárás-paramétereinek optimalizálási lehetőségei. SZTE SZÉFK, Szeged, Tudományos Közlemények. p. 85–93.
- (77) *Mészáros Gy.* (1988): Élelmiszeripari tárolóedények tisztítási technológiájának kidolgozása és az alkalmazott berendezés vizsgálata. Doktori értekezés, Gödöllő ATE.
- (78) *Mészáros Gy.* (1986): Az ultrahangtechnika alkalmazása az élelmiszeripari tárolóedények, különösen műanyagládák és rekesztek tisztítási technológiájában. MTA–MÉTE Tudományos Kollokvium, MTA Budapest.
- (79) *Mészáros Gy., Huhn Edit* (2005): Hatékonyságnövelés vizsgálata élelmiszeripari és mezőgazdasági tárolóeszközök gépi tisztításánál. Európai Kihívások III. Tudományos konferencia. SZTE SZÉFK, Szeged.
- (80) *Mészáros Gy.* (2005): Application of an ultrasound technique in the mechanical washing of plastic boxes and crates in the food industry. SZTE SZÉFK, Tudományos Közlemények.

- (81) *Mészáros Gy.* (2005): Ultrahangtechnika alkalmazása az élelmiszeripari műanyagládák és rekeszek gépi tisztításánál. SZTE SZÉFK, Tudományos Közlemények.
- (82) *Gy. Mészáros–Z. Csizmazia:* Application of ultrasound techniques in washing plastic boxes and crates. Hungarian Agricultural Engineering, Gödöllő. 2005/18. p. 75–77.
- (83) *Gy. Mészáros–A. Véha–Z. Csizmazia* (2006): Hatékonyságnövelés vizsgálata az élelmiszeripari műanyag ládák és rekeszek gépi tisztításakor. XXX. MTA–AMB K+F Tanácskozás. Gödöllő.
- (84) *Mészáros Gy.–Huhn E.–Véha A.* (2006): Élelmiszeripari műanyag tárolóeszközök tisztítási technológiájának optimalizálása. VII. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Szeged.
- (85) *R. Rajkó., G. Szabó* (1995): Novel Data Processing Methods in Food Science. 9th World Congress of Food Science and Technology. Budapest, July 30–August 4. p. 34-36.
- (86) *Czakó M., Fehér L.* (1983): Aktív klór sejtpusztító hatása különböző mikroorganizmusoknál. Kutatási zárójelentés. Élelmiszeripari Főiskola, Szeged.
- (87) *Czakó M., Fehér L.* (1984): Ultra Vill tisztítószer élelmiszeripari minősítése. Kutatási zárójelentés. Élelmiszeripari Főiskola, Szeged.
- (88) *Bánkfalvi E.* (1998): Minőségbiztosítás az élelmiszeriparban. EMC Kiadó, Szeged, p. 101-110.
- (89) *Szakál M.* (2001): HACCP Alaptanfolyam. CONSACT Minőségbiztosítási és Vezetési Tanácsadó, Szeged, p. 5-6.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

LEKTORÁLT KÖZLEMÉNY

1. **Mészáros Gy.**–*Gillay E.-né* (1982/10): Ultrahangtechnika alkalmazása műanyagládák és rekeszek gépi mosásában. Szegedi Élelmiszeripari Főiskola. Tudományos Közlemények. p. 49–51.
2. *Gillay E.-né*–**Mészáros Gy.** (1985): Élelmiszeripari műanyagládák és rekeszek ultrahangos tisztítási technológiája és berendezése. Konzervipar. p. 30–33.
3. **Gy. Mészáros** (2005): Application of an ultrasound technique in the mechanical washing of plastic boxes and crates in the food industry. Review of Faculty of Food Engineering, p. 55–61.
4. **Mészáros Gy.** (2005): Ultrahangtechnika alkalmazása az élelmiszeripari műanyagládák és rekeszek gépi tisztításánál. SZTE SZÉFK, Tudományos Közlemények. p. 60–66.
5. **Gy. Mészáros**–*Z. Csizmazia* (2005/18): Application of ultrasound technique in washing plastic boxes and crates. Hungarian Agricultural Engineering, Gödöllő. p. 75–77.
6. **Mészáros Gy.**–*Huhn E.*–*Véha A.* (2007): Mezőgazdasági és élelmiszeripari műanyag rekeszek gépi tisztításának energetikai vizsgálata. Mezőgazdasági Technika, Tudomány – Műszaki fejlesztés rovat. Gödöllő (megjelenés alatt).

KONFERENCIAKIADVÁNY

1. **Mészáros Gy.**–*Véha A.*–*Csizmazia Z.* (2006): Hatékonyságnövelés vizsgálata az élelmiszeripari műanyag ládák és rekeszek gépi tisztításakor. XXX. MTA–AMB K+F Tanácskozás. Gödöllő.
2. **Mészáros Gy.**–*Huhn E.*–*Véha A.* (2006): Élelmiszeripari műanyag tárolóeszközök tisztítási technológiájának optimalizálása. VII. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Szeged. Abstract in CD-ROM.
3. **Mészáros Gy.**–*Véha A.* (2007): A mezőgazdaságban használatos műanyagrekeszek folyadéksugaras gépi tisztításának vizsgálata. Tápanyag-gazdálkodás műszaki feltételei. Ünnepi tudományos ülés. Debrecen (megjelenés alatt).

KONFERENCIA-ELŐADÁS, POSZTER

1. *Horváth L.*–*Baneth P.*–**Mészáros Gy.** (1979): Üzemi tisztító rendszerek (CIP) műszaki megvalósítása. II. Élelmiszeripari és Vendéglátóipari Gépészeti Kollokvium, Szombathely.
2. **Mészáros Gy.** (1981): Műanyagládák tisztítására alkalmas ultrahangos mosóberendezés. Országos Tejipari Konferencia, Szeged.
3. *Gillay E.-né*–**Mészáros Gy.** (1982): Zárt élelmiszeripari technológiáknál alkalmazott mosórendszer. VI. Konzervipari Higiéniai Napok, Nagykőrös.
4. *Szabó G.*–**Mészáros Gy.** (1984): Elektromágneses szelepek használata zártrendszerű technológiák tisztítórendszereinek automatizálásánál. R & D Seminar and Conference, Alfa-Laval Ltd, Lund.
5. **Mészáros Gy.**–*Gillay E.-né* (1984): Élelmiszeripari műanyagládák és rekeszek ultrahangos tisztításának vizsgálatai. XVI. Konzervipari Higiéniai Napok, Nagykőrös.
6. **Mészáros Gy.** (1986): Az ultrahangtechnika alkalmazása az élelmiszeripari tárolóedények, különösen műanyagládák és rekeszek tisztítási technológiájában. MTA–MÉTE Tudományos Kollokvium, MTA Budapest.

7. **Mészáros Gy.**–*Huhn Edit* (2005): Hatékonyságnövelés vizsgálata élelmiszeripari és mezőgazdasági tárolóeszközök gépi tisztításánál. Európai Kihívások III. Tudományos konferencia. SZTE SZÉFK, Szeged. p. 588–592.

TANULMÁNY, ÉRTEKEZÉS, KUTATÁSI JELENTÉS

1. **Mészáros Gy.** (1982): Az ultrahangos technika lehetőségei az élelmiszeripari technológiákban. Új élelmiszeripari technológiák és adaptálásuk lehetőségei. OMFB 8-8103 jelű tanulmány. p. 91–97.
2. *Gillay E.-né*–**Mészáros Gy.** (1985): „G-4” élelmiszeripari műveletek és gépek korszerűsítése és modernizálása. K-11 jelű kormány szintű kutatási program.
3. **Mészáros Gy.** (1988): Élelmiszeripari tárolóedények tisztítási technológiájának kidolgozása és az alkalmazott berendezés vizsgálata. Doktori értekezés, Gödöllő ATE.

SZABADALOM

1. **Mészáros Gy.**–*Gillay E.-né*–*Almási F.*–*Széll J.* (1990): Eljárás és berendezés biológiailag szennyezett élelmiszeripari tárolóedények tisztítására. 193636 számú szolgálati szabadalom. Élelmiszeripari Főiskola, Szeged.
2. **Mészáros Gy.**–*Szabó G.*–*Szilágyi J.*–*Dörnyei J.*–*Gyöngyösi J.*–*Korány M.* (1991): Eljárás és berendezés porok és granulátumok mikrohullámú szárítására. 201887 számú szolgálati szabadalom. Élelmiszeripari Főiskola, Szeged.

KÖNYV, KÖNYVRÉSZLET

1. **Mészáros Gy.** (1985): Akusztikus energia alkalmazása az élelmiszeripari műveleteknél. Új műveleti megoldások az élelmiszeriparban. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest. p. 143–154.

MELLÉKLETEK

FELHASZNÁLT JELÖLÉSEK

M	mintadarabok tömege (g)
m	a szennyeződés mennyisége (g)
η	tisztítási hatásfok
η_A	tisztító oldatos áztatás tisztítási hatásfoka
η_{UH}	ultrahangos tisztítás hatásfoka
η_{komb}	kombinált tisztítás hatásfoka
t	idő (s)
ϑ	hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)
T	abszolút hőmérséklet (K)
D	tisztítószer minősége
K	tisztítószer koncentrációja (tf %)
E	energia (J)
v_1	a hullám terjedési sebessége közvetítő közegben (m/s)
v_{max}	a hullámból kiragadott részecske maximális sebessége hangtérben (m/s; cm/s)
a_{max}	a rezgés fordulópontjában fellépő maximális gyorsulásérték (m/s^2)
ρ	sűrűség (g/cm^3)
f	frekvencia (kHz ; 10^3 1/s)
I	hangintenzitás (W/cm^2)
P	teljesítmény (kW)
λ	hullámhossz (cm)
r^2	determinációs együttható
p	nyomás (MPa ; N/cm^2)
Q	folyadékáram (dm^3/min)
q	térfogatáram (dm^3/min)
φ	fűvóka szórásszög ($^{\circ}$)
$v_{köz}$	tisztítandó tárgyak közepes haladási sebessége (m/s)
n	fordulatszám (ford/sec)
H	szállítómagasság (m)
UH	rövidítés: ultrahang
v_t	tisztítandó tárgyak tényleges haladási sebessége (m/s)
v_p	pályasebesség (m/min)
A	teljesítmény arány
$P_{hő}$	hevítési teljesítmény (kW)
P_{ny}	nyomásnövelési teljesítmény (kW)
Δ_p	nyomáskülönbség (10^5 Pa)
Δ_t	hőfok különbség ($^{\circ}\text{C}$)
η_{sz}	szivattyú hatásfoka
η_m	motor hatásfoka
c_v	fajhő (kJ/Kkg)
K_{fajl}	fajlagos tisztítási költség (Ft/db)
$K_{TÖ}$	egységnyi idő alatt a tisztításhoz szükséges ráfordítások összege (Ft/min)
P_T	tisztítási-, mosási teljesítmény (db/min)
s	pályahossz a mosóberendezésben (m)
$t_{mő}$	pályán töltött összidő (min)
e	$t_{mő}$ idő alatt tisztított eszközök száma (db)
l	egymást követő eszközök azonos pontjainak távolsága (m)

1. táblázat: Szállító-, tárolóeszköz típusok és szennyeződés fajták felmérése az iparáganként jellemző üzemekben

Húsipari vállalat

Szállítóeszközök	Szennyeződés	Tisztítás
Élőállat szállító kocsi	Por, sár, trágya	Hidegvízzel, mosócsővel
Húsos szállító kocsi	Vér, zsír	Kézzel, ultrás forróvízzel
Vállfás csiga	Vér, zsír	Mosószelekre nyitva 40 ^o -os fűvókák segítségével P=1400 db/nap (1 nap 16 óra)
Láncos véreztető csiga	Vér	-
Belsőszállító konvektor	Vér, zsír	Folyamatosan, 82 °C-os ultrás forróvízzel
Rekeszek	Vér, zsír, húsdarabok	Ládamosógéppel P=800 db/nap
Rozsdamentes fémládák	Húsdarabok és zsír	STERIMOB-bal, 82 °C-os ultrás vízzel
Loftboy kocsi	Vér, zsír és húsdarabok	LASKA kocsimosó berendezéssel, Unipon TFCL mosószerrel
Rakonca (szétszedhető alumínium rekesz)	Vér, zsír, és húsdarabok	STERIMOB-bal, 40 °C-os, majd 82 °C-os ultrás forróvízzel
Kobzó alumínium kocsi	Zsír	STERIMOB-bal, 82 °C-os ultrás forróvízzel (Az ATEV telepen)
Rozsdamentes kocsi (szalonnához)	Vér, zsír, és húsdarabok	STERIMOB-bal, 82 °C-os ultrás forróvízzel P=20 db/nap
Rozsdamentes kocsi	Vér, zsír, és húsdarabok	LASKA kocsimosóval UNIPON TFCL mosószerrel
Műanyag ládák 2500 db/nap	Vér, zsír, és húsdarabok	Ládamosógéppel P=2500-3000 db/nap
Rozsdamentes szállítószalag	Vér, zsír, és húsdarabok	Folyamatosan mosó, fertőtlenítő berendezéssel, 40 °C-os, majd 82 °C-os ultrás vízzel + gőzelszívás
Csontszállító pálya	Zsír, és húsdarabok	A mosó-, fertőtlenítőberendezés végtelenített kényszerpályára van építve, előmosás, 6 db fűvóka $p = 4 \times 10^5$ Pa, $\vartheta = 40$ °C mosás, fertőtlenítés, $p = 4 \times 10^5$ Pa, $\vartheta = 4,1$ m ³ /h, gőzfogyasztás: 1,2 t/h.
Kifagyasztó keret	Zsír	STERIMOB-bal, 82 °C-os ultrás forróvízzel
Füstölő keret	Füst, korom, zsír	STERIMOB-bal, 82 °C-os ultrás forróvízzel
Húsipari szennyeződések összefoglalása százalékosan:		
Vér + zsír		60%
Paszta – fűszermaradványok		20%
Füst, korom		10%
Késztermék szállításánál keletkező szennyeződés		10%

Tejipari vállalat

Szállítóeszközök	Szennyeződés	Tisztítás
„Nagy” műanyag láda 395x595x230 mm (napi forgalom 6600 db) Elsősorban literes zacskós tej szállítására, tárolására használják	Tej, zsír szállítás közben keletkező szennyeződések, hulladékok: föld, sár, por, tejeszacskó. Mértéke %-osan 20-70-10% (nagyon, közepesen, kicsit)	Ládamosó-géppel, $\vartheta = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, mosószer: UNIPON M1 1-1,5%-ban. $P = 15\text{ láda/min.}$ $P_{\text{vill}} = 7,85\text{ kW}$ Vízfogyasztás: $1,5\text{ m}^3/\text{h}$
„Kis” műanyag láda 395x595x145 mm (napi forg. 1800 db) Félliteres zacskós tej, kakaó, valamint poharas termékek: tejföl, joghurt, kefir, stb. szállítására alkalmas	Tej, kakaó, tejföl és ezek odaszáradt formája. Gyakori jelenség: egy-egy elszakadt tejfölös pohár tartalma kiömlik és a láda alján szétterülve felveszi a pohártalpak alakját, hosszabb tárolás után a száraz tejföl sakk-táblát alkot a láda alján. Mértéke százalékosan: 30-60-10.	Ládamosó géppel, $\vartheta = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, mosószer: UNIPON M1 1-1,5 százalékban. $P = 15\text{ láda/min}$ $P_{\text{vill}} = 7,85\text{ kW}$ Vízfogyasztás: $1,5\text{ m}^3/\text{h}$
Műanyag rekesz 395x595x300 mm (napi forg. 800 db) Sajtok szállítására, tárolására használják	Szállítás és tárolás közben keletkezett szennyeződések: föld, sár, por	STERIMOB-bal, ultrás forróvízzel
Tejeskanna 30 literes (napi forg. 600 db) Tej, tejföl szállítására használják	Tej, tejföl, ritkán ezek beszáradt formái. Legnagyobb gond a régebben készült kannák éles sarkaiból adódik: az ideszáradt termék nehezen távolítható el, a mosógép is inkább csak nedvesíti, lazítja. Gond még a kannafedők tisztítása, bonyolult felületük vonzza a szennyet – föld, sár, tej, tejföl	SC-2 típusú kannamosógéppel $P = 180\text{ kanna/6 óra}$ $p = 2-2,5 \times 10^5\text{ Pa}$ $\vartheta = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízzel Mosószer: UNIPON TFCL 2%-ban, vízfogyasztás 1800 liter/h. Gőzfogyasztás: 55 kg/h $P_{\text{össz.}} = 7,6\text{ kW}$

A mosóberendezések munkáját valamelyest könnyíti, hogy az árusítóhelyek (boltok, ABC áruházak) kötelesek visszaszállítás előtt a szállítóeszközöket leöblíteni.

Baromfifeldolgozó vállalat

Szállítóeszközök	Szennyeződés	Tisztítás
Műanyag rekesz M5: 395x595x100 M10: 595x595x150 (napi forg. 10-12000 db) Késztermékek szállítására, tárolására, félkésztermékek szállítására használják. Megjegyzés: A különböző színű rekeszek különböző funkciót látnak el Kék: egészséges baromfi Sárga: libamáj Zöld: hulladék áru	Vér, zsír, húsdarabok, madárürülék, toll	Kézi ultrás előmosás után mosógéppel történik. (Ugyanaz, mint a tejiparnál.)
Műanyag láda M30: 395x595x300 E23: 395x595x230 Kobzott áruk szállítására, tárolására alkalmazzák	Vér, zsír, húsdarabok	Kézzel, ultrás forróvízzel, majd STERIMOB-bal
Felsőpályás függeszték	Vér, zsír	Kézzel, kefével, ultrás forróvízzel
Acéllemezes szállítószalag	Vér, zsír, húsdarabok	Nagynyomású fűvókasorral, alulról permetezve 60 °C-os vízzel
Tányéros függeszték	Vér, zsír, húsdarabok és májdarabok	Kézzel, kefével, ultrás forróvízzel
Ültetőkocsi	Vér, zsír	Kézzel, kefével, ultrás forróvízzel

Konzervgyár

Szállítóeszközök	Szenyeződés	Tisztítás
Műanyag rekesz 395x595x145 395x595x300 (Napi forg. 1200 db)	Vér, zsír, húsdarabok, csontszilánkok	Mavebites áztatás után ládamosógéppel
Műanyag láda 595x395x230 (Napi forg. 800 db)	Vér, zsír, húsdarabok	Mavebites áztatás után ládamosógéppel
Rozsdamentes szállítószalag	Vér, zsír, húsdarabok	Folyamatosan mosó, fertőtlenítő berendezéssel, 40 °C-os, majd 82 °C-os ultrás vízzel + gőzelszívás
Csonttároló kocsi	Zsír, húsdarabok	STERIMOB-bal 40 °C-os, majd 82 °C-os ultrás forróvízzel
Rakonca (Szétszedhető alumínium rekesz)	Vér, zsír, húsdarabok	STERIMOB-bal 40 °C-os, majd 82 °C-os ultrás forróvízzel
Liftboy kocsi	Vér, zsír, húsdarabok	Kocsimosó berendezéssel, Unipon TFCL mosószerrel
Műanyag hordó (Napi forg. 40 db) Ízek, lekvárok, paradicsomlé tárolására, szállítására alkalmazzák	Lekvár, paradicsomlé maradvány	Mavebites áztatás után ládamosó géppel
Fa konténer	Gyakorlatilag nincs	Nem tisztítják

Édesipari vállalat

Szállítóeszközök	Szennyeződés	Tisztítás
M5: 395x595x100 (Napi forg. 1500) Cukorkák tárolására, szállítására, „érlelésére” használják	Gyakorlatilag nem szennyeződik, a cukorszemek alá papírlamezt tesznek, így amúgy sem szennyező cukor nem érintkezik a rekesszel.	Kézzel, kefével, ultrás forróvízzel
Műanyag láda M14: 595x395x145 M23: 595x395x230 (Napi forg. 500 db) Csokoládé massa ideiglenes tárolására, csomagolt bombonok szállítására használják	Csokoládémassza	Kézzel, kefével, ultrás forróvízzel
Pneumatikus szállítórendszer Kakóbab-szemek szállítására használják Terhelése: 4500 t/év	Por, kakaópor	Nem tisztítják
Fűtött csővezetékrendszer Kakóvaj szállítására használják	Kakaóvaj	Műszak végén, meghibásodás után: csőgörény, forróvíz kakaóvaj kakaóvaj
Szállítócsiga Csokoládémassza szállítására használják (60 cm hosszú)	Csokoládémassza	Műszak végén „kijáratják” meghibásodás esetén kikaparják a masszát.
Acél szállítószalag Csokoládémassza forma, nugát forma szállítására használják	Csokoládémassza	Kaparókéssel, ritkán forróvízzel
Műanyagghordó Kakóbab, mogyoró tárolására használják	Kakaópor, héj, mogyoróhéj	A hordó kiürítése után 70 °C- os vízzel.
Műanyag formák	Csokoládémassza, csokoládétöltelék	Formamosó géppel LASCO típusú P = 300 forma/h Működése vázlatosan: a víz felmelegítése 80-85 °C- ra mosóvíz $p = 2,4 \times 10^5$ Pa mosóvíz $p = 1,2 \times 10^5$ Pa szárítógőz $p = 2-2,5 \times 10^5$ Pa
Fa forma puha cukorkákhoz	Gyakorlatilag nincs	Évente egyszer szárazon

Puha cukorka formájának
kialakítására szolgál, a forma
és a cukor közé „púderágyat”
képeznek

Kandírozó kocsi

Csokoládémassza tárolására
használják

Csokoládémassza

Kikaparják, majd forró vízzel
mossák

Sütőüzem

Szállítóeszközök	Szennyeződés	Tisztítás
Műanyag rekesz 395x595x500 (Napi forg. 1600 db) Kenyeret szállítására használják	Szállítás közben keletkező szennyeződés, por, sár	Kézzel, ultrás forróvízzel
Kenérszállító konténer (Napi forg. 130 db)	Por, sár, madárürülék	Havonta egyszer kézzel, ultrás vízzel
„Hűtő” kocsik (Napi forg. 26 db)	Por	Gyakorlatilag nem tisztítják

Hűtőipari vállalat

Szállítóeszközök	Szennyeződés	Tisztítás
Műanyag rekesz 395x595 x 100 x 230 x 300 Napi forg. 1500 db	Földes, sáros növényi eredetű, olajos	Kézzel, STERIMOB-bal, kétfázisú rekeszmosó-géppel
Fakonténer	Csekély	Nem tisztítják

Palackozóüzem

Szállítóeszközök	Szennyeződés	Tisztítás
Műanyag italos rekesz Napi forg. 1500-10000 db	Szállítás közben ráakódott por, sár	Töltőpalackozó gépsorhoz kapcsolt mosóalagútban, hálózati vízzel

Zöldség-, gyümölcs előfeldolgozás üzemei

Szállítóeszközök	Szennyeződés	Tisztítás
Műanyag rekesz 395x595 x 50 x 100 x 145 x 300 x 500	Földes, sáros növényi eredetű, olajos	Kézzel, STERIMOB-bal, ULTRÁS forróvízzel
Műanyag láda 395x595 x 145 x 230 x 300 Napi forg. 500-2000 db		
Alacsony és magas faládák		Nem tisztítják

2. táblázat: Az aktív klór sejtpusztító hatása különböző mikroorganizmusoknál (Gyakorlatilag fertőtlenítéséhez ennél jóval nagyobb töménységben (150-2000 ppm) használják).

Mikróba	pH	Hőmérs. (°C)	Exp. Idő (perc)	Akt. Klór (ppm)	Puszt. Hatás	Mikróba káros hatása
Baktériumok (veg. sejtek)	7,2	22	120	2,3-2,4	100	Lépfene
Bac. anthracis						
Clostr. botulinum A	7,0	25	30	0,5	100	Ételmérgezés
Escherichia coli	7,0	20-25	1	0,055	100	Fertőzés
Salmonella typhi	8,5	20-25	1	0,1-0,29	100	Hastífusz
Mycobact. tuberculosis	8,5	50-60	2,5	50	100	TBC
Pseudomonas fluorescens	6,0	21	15 sec	5,0	100	Romlás
Streptococcus faecalis	7,5	20-25	2	0,5	100	Ételmérgezés
Staphylococcus aureus	7,2	25	30 sec	0,8	100	Ételmérgezés
Vírusok						
Adenovírus	8, 8-9, 0	25	40-50 sec	0,2	99,8	Fertőzés
Hepatítis	6, 7-6, 8	20	30	3,25	100	Májgyulladás
Coxackie	7,0	25-29	1-3	0,21	99,9	Fertőzés
Penészek						
Apergillus niger	11	20	30-60	100	100	Romlás
Rhodotorula flava	11	20	5	100	100	Romlás
Baktériumspórák						
Bacillus cereus	6,8	21	5	50	99	Romlás
Bacillus cereus	8	21	3	100	99	Romlás
Bacillus subt.	8,6	20	10	250	100	Romlás
	8,3	20	30	125	100	Romlás

3. táblázat: Az aktív klór csíraölő hatása nyerstej jelenlétében (szobahőmérséklet + Na₂CO₃ tisztítószerként)

Tesztmikróba	Aktív klór (ppm)	Nyerstej hozzáad. %	A sejtpuszt. aránya % Idő (sec)		
			5	10	15
Staphylococcus	200	0,0	99,992	100,0	100,0
aereus	200	0,1	99,989	99,999	99,999
10 ⁵ sejt/cm ³	200	0,5	99,928	99,993	99,998
Escherichia	25	0,0	99,994	99,999	99,998
coli	25	0,1	99,930	99,996	99,999
2,3 * 10 ⁵ sejt/cm ³	25	0,2	99,260	99,950	99,993

4. táblázat: Folyadéksugaras tisztítás hatásfokának alakulása a műveleti idő függvényében különböző hőmérséklet és nyomás értékeken tisztítószer nélkül, mezőgazdasági szennyeződésű műanyag rekeszek esetén

Tiszta víz

Sor-szám	Mosó-szer	Koncent-ráció	Hőmér-séklet	Nyomás (x 10 ⁵ Pa)	Idő (s)	Tisztítás hatásfoka (%)	Meg-jegyzés
1.	-	-	20	2	5	21	Látható, tapintással és szaglással is jól érzékelhető hagymaolaj maradt a felületen
2.	-	-	20	2	10	65	
3.	-	-	20	2	15	87	
4.	-	-	20	2	20	94	
5.	-	-	20	2	25	95	
6.	-	-	40	2	5	34	
7.	-	-	40	2	10	75	
8.	-	-	40	2	15	90	
9.	-	-	40	2	20	95	
10.	-	-	40	2	25	96	
11.	-	-	60	2	5	47	
12.	-	-	60	2	10	85	
13.	-	-	60	2	15	94	
14.	-	-	60	2	20	96	
15.	-	-	60	2	25	96,5	
16.	-	-	20	4	5	23	
17.	-	-	20	4	10	69	
18.	-	-	20	4	15	88	
19.	-	-	20	4	20	95	
20.	-	-	20	4	25	96	
21.	-	-	40	4	5	34	
22.	-	-	40	4	10	77	
23.	-	-	40	4	15	92	
24.	-	-	40	4	20	96	
25.	-	-	40	4	25	96	
26.	-	-	60	4	5	50	
27.	-	-	60	4	10	87	
28.	-	-	60	4	15	95	
29.	-	-	60	4	20	96	
30.	-	-	60	4	25	96,5	
31.	-	-	20	8	5	25	
32.	-	-	20	8	10	72	
33.	-	-	20	8	15	89	
34.	-	-	20	8	20	95	
35.	-	-	20	8	25	96	
36.	-	-	40	8	5	35	
37.	-	-	40	8	10	82	
38.	-	-	40	8	15	93	
39.	-	-	40	8	20	96	
40.	-	-	40	8	25	96	

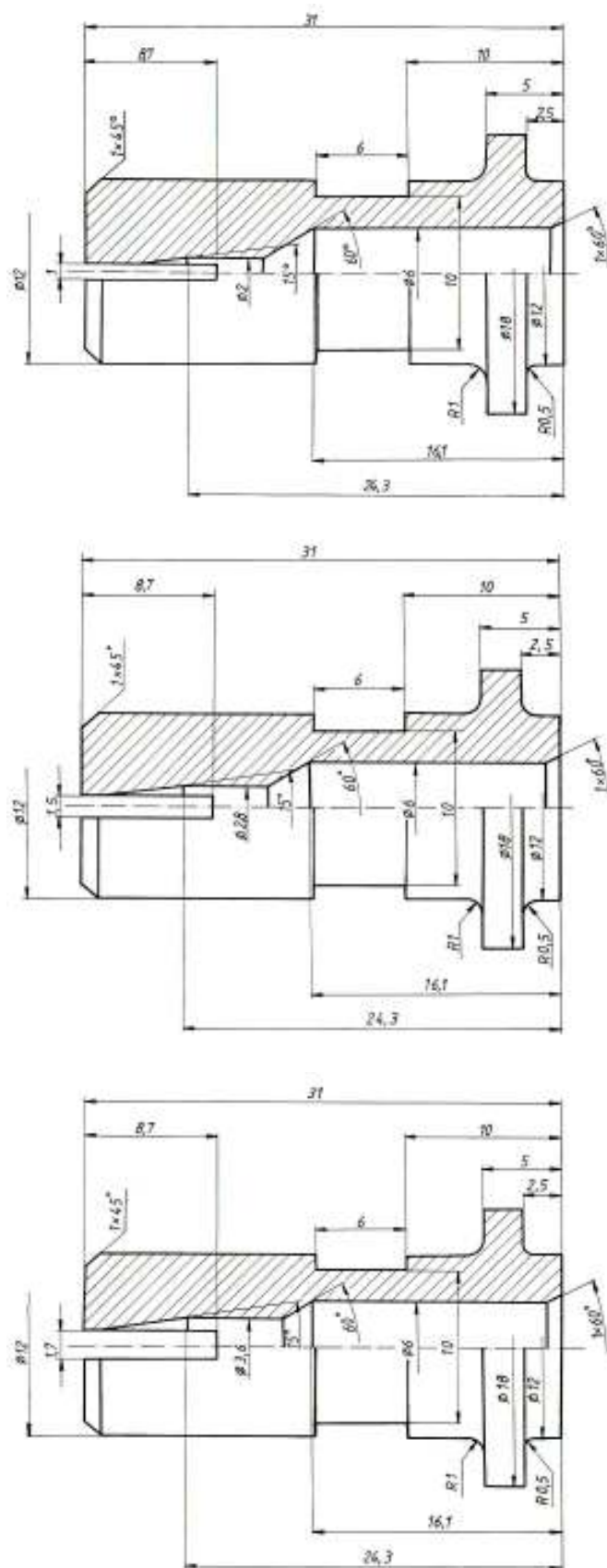
Tiszta víz

Sor-szám	Mosó-szer	Koncent-ráció	Hőmér-séklet	Nyomás (x 10 ⁵ Pa)	Idő (s)	Tisztítás Hatásfoka (%)	Meg-jegyzés
41.	-	-	60	8	5	55	Látható, tapintással és szaglással is jól érzékelhető hagymaolaj maradt a felületen
42.	-	-	60	8	10	94	
43.	-	-	60	8	15	96	
44.	-	-	60	8	20	97	
45.	-	-	60	8	25	98	
46.	-	-	20	10	5	30	
47.	-	-	20	10	10	75	
48.	-	-	20	10	15	90	
49.	-	-	20	10	20	95	
50.	-	-	20	10	25	96	
51.	-	-	40	10	5	40	
52.	-	-	40	10	10	85	
53.	-	-	40	10	15	94	
54.	-	-	40	10	20	96	
55.	-	-	40	10	25	96,5	
56.	-	-	60	10	5	57	
57.	-	-	60	10	10	95	
58.	-	-	60	10	15	97	
59.	-	-	60	10	20	98	
60.	-	-	60	10	25	99	

5. táblázat: Tisztítószeres, folyadéksugaras tisztítás hatásfokának alakulása a műveleti idő függvényében különböző hőmérsékleten, adott nyomáson, mezőgazdasági szennyeződésű műanyag rekeszek esetén

Sor-szám	Mosó-szer	Koncent-ráció	Hőmér-séklet	Nyomás (x 10 ⁵ Pa)	Idő (s)	Tisztítás hatásfoka (%)	Meg-jegyzés
61.	Ultravill	0,1	20	2	5	23	Nem látható és nem tapintható a hagymaolaj, szaglással még enyhén érezhető
62.	Ultravill	0,1	20	2	10	68	
63.	Ultravill	0,1	20	2	15	89	
64.	Ultravill	0,1	20	2	20	94	
65.	Ultravill	0,1	20	2	25	95	
66.	Ultravill	0,1	40	2	5	36	
67.	Ultravill	0,1	40	2	10	78	
68.	Ultravill	0,1	40	2	15	92	
69.	Ultravill	0,1	40	2	20	95	
70.	Ultravill	0,1	40	2	25	96	
71.	Ultravill	0,1	60	2	5	49	
72.	Ultravill	0,1	60	2	10	88	
73.	Ultravill	0,1	60	2	15	96	
74.	Ultravill	0,1	60	2	20	96	
75.	Ultravill	0,1	60	2	25	96,5	
76.	Unipon	0,1	20	2	5	22	látható és nem tapintható a hagymaolaj, szaglással még enyhén érezhető
77.	Unipon	0,1	20	2	10	67	
78.	Unipon	0,1	20	2	15	88	
79.	Unipon	0,1	20	2	20	94	
80.	Unipon	0,1	20	2	25	95	
81.	Unipon	0,1	40	2	5	35	
82.	Unipon	0,1	40	2	10	77	
83.	Unipon	0,1	40	2	15	91	
84.	Unipon	0,1	40	2	20	95	
85.	Unipon	0,1	40	2	25	96	
86.	Unipon	0,1	60	2	5	48	
87.	Unipon	0,1	60	2	10	87	
88.	Unipon	0,1	60	2	15	95	
89.	Unipon	0,1	60	2	20	96	
90.	Unipon	0,1	60	2	25	96,5	
91.	Mavebit P35	0,1	20	2	5	21	látható és nem tapintható a hagymaolaj, szaglással még enyhén érezhető
92.	Mavebit P35	0,1	20	2	10	66	
93.	Mavebit P35	0,1	20	2	15	88	
94.	Mavebit P35	0,1	20	2	20	94	
95.	Mavebit P35	0,1	20	2	25	95	

96.	Mavebit P35	0,1	40	2	5	34
97.	Mavebit P35	0,1	40	2	10	76
98.	Mavebit P35	0,1	40	2	15	91
99.	Mavebit P35	0,1	40	2	20	95
100.	Mavebit P35	0,1	40	2	25	96
101.	Mavebit P35	0,1	60	2	5	47
102.	Mavebit P35	0,1	60	2	10	86
103.	Mavebit P35	0,1	60	2	15	95
104.	Mavebit P35	0,1	60	2	20	96
105.	Mavebit P35	0,1	60	2	25	96,5



1. ábra: Folyadékütközéses fúvókák. E-2/1, E-2,8/1,5, E-3,6/1,7



3. ábra



4. ábra

Tejipari szennyezettségű műanyag ládák belső felülete gépi tisztítás előtt
(3., 4. ábra)



5. ábra



6. ábra

20. táblázat szerinti technológiával tisztított tejipari műanyag láda belső felülete
gépi tisztítás után (5., 6. ábra)



7. ábra



8. ábra

Tejipari szennyezettségű műanyag ládák külső-alsó felülete gépi tisztítás előtt
(7., 8. ábra)

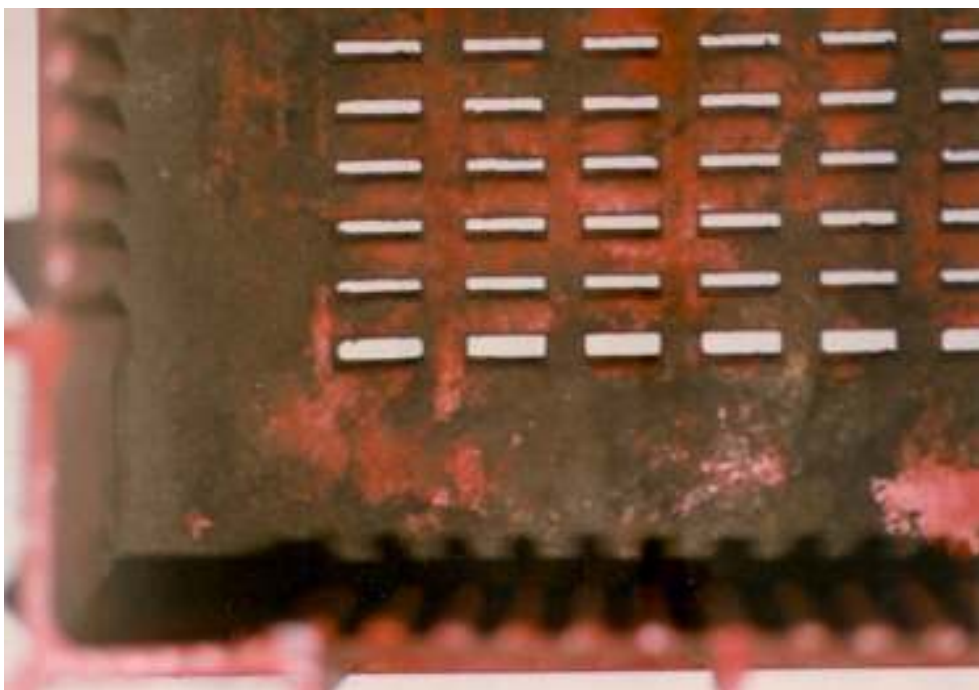


9. ábra



10. ábra

20. táblázat szerinti technológiával tisztított tejipari műanyag ládák külső-alsó felülete
gépi tisztítás után (9., 10. ábra)



11. ábra



12. ábra

Mezőgazdasági szennyezettségű műanyag rekeszek belső felülete gépi tisztítás előtt
(11., 12. ábra)



13. ábra



14. ábra

21. táblázat szerinti technológiával tisztított mezőgazdasági műanyag rekeszek belső felülete
(13., 14. ábra)



15. ábra



16. ábra

Mezőgazdasági szennyezettű műanyag rekeszek külső oldala gép tisztítás előtt
(15., 16. ábra)



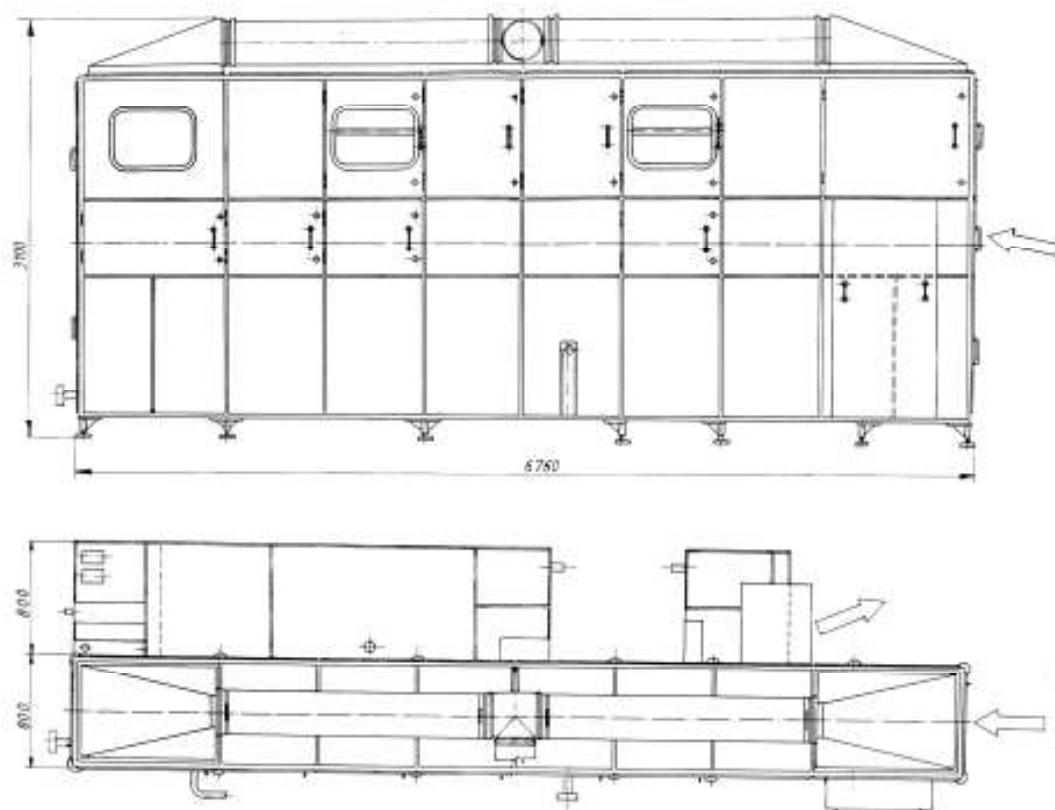
17. ábra



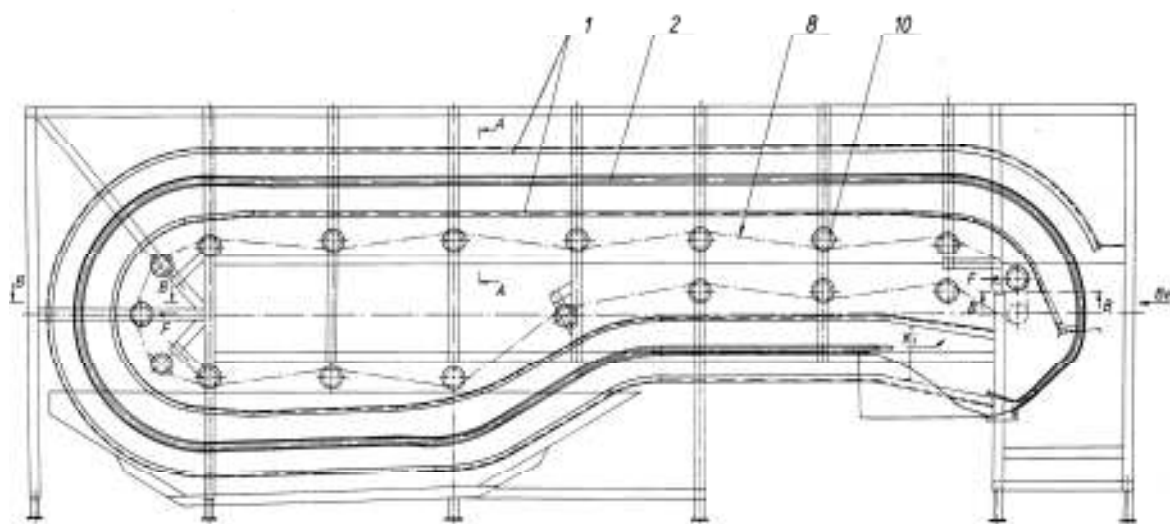
18. ábra

A 21. táblázat szerinti technológiával tisztított mezőgazdasági műanyag rekeszek
külső felülete
(17., 18. ábra)

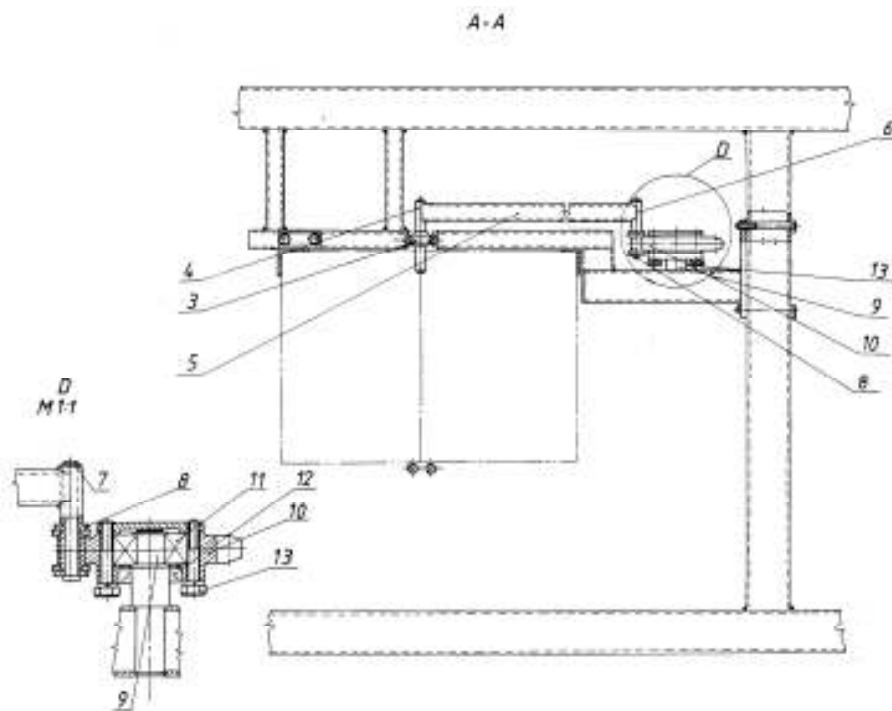
A KÍSÉRLETI BERENDEZÉS SZERKEZETÉNEK ÁBRÁI



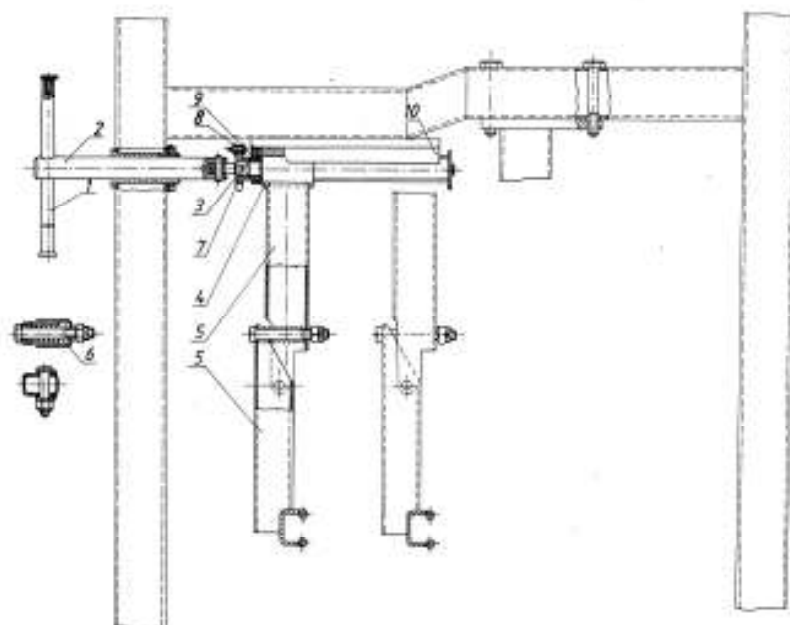
19. ábra: Kísérleti rekesz- és ládamosó gép oldal- és felülnézete



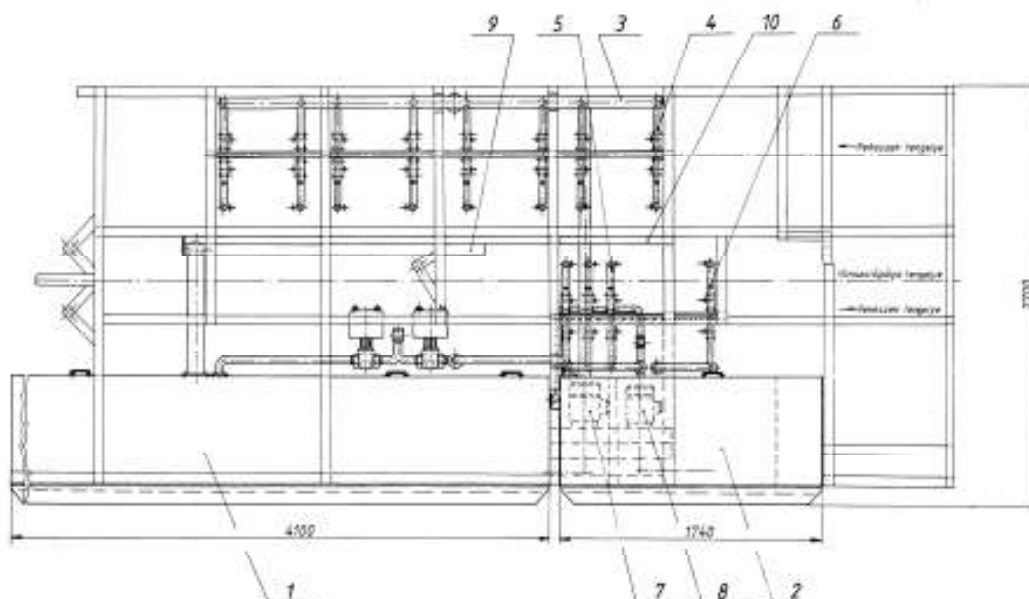
20. ábra: A pályaszerkezet elhelyezése a kísérleti berendezésen belül (függőleges metszet)



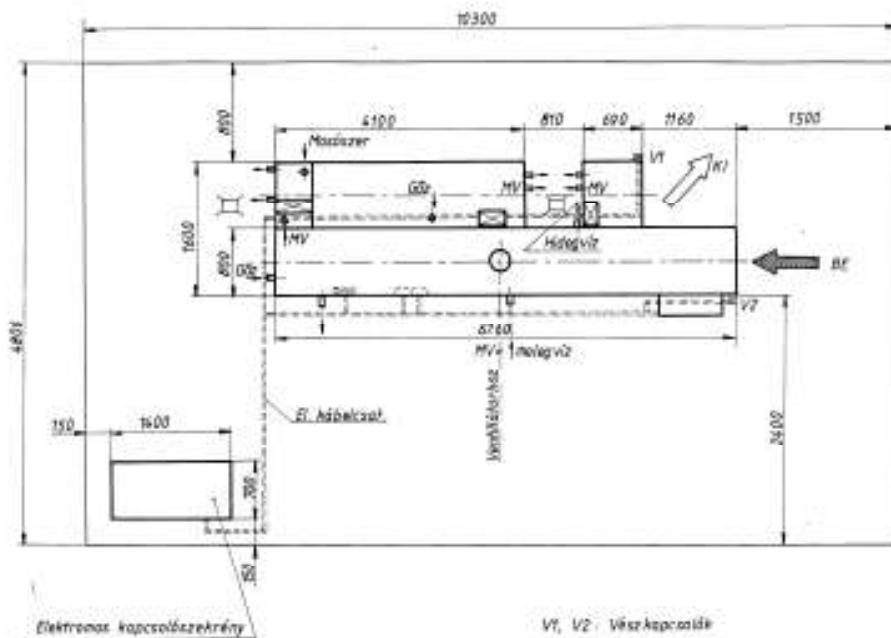
21. ábra: Rekeszek és ládák megvezetése és vonszolókaros mozgatása (a pályaszerkezetre merőleges metszet 90°-kal elfordítva)



22. ábra: A különböző méretű rekeszek, ládák aljának megvezetésére kidolgozott állítható támasztószerkezet (a pályaszerkezetre merőleges metszet)



23. ábra: Előmosó, öblítő és utóöblítő mosókeretek és a hozzájuk tartozó tartályok elrendezése a kísérleti gépen belül (oldalnézet)



24. ábra: A kísérleti berendezés telepítési vázlata (felülnézet)

20-23. ÁBRÁK JELMAGYARÁZATA

20. ábrában	1	ládavezető pálya
	2	vonszoló pálya
	8	lác
	10	lácnerék
21. ábrában	3	görgő
	4	csap
	5	vonszolókar
	6	lácscap
	7	tengely
	8	lác
	9	tengely
	10	lácnerék
	11	golyóscsapág
	12	tömítőgyűrű
	13	htlf. csavar
22. ábrában	1	hajtókar
	2	tengely
	3	orsó
	4	mozgató anya
	5	támasztókarok
	6	rugó
	7	lácnerék
	8	lác
	9	persely
	10	vezetősín
23. ábrában	1	előmosórendszer tartálya
	2	öblítőrendszer tartálya
	3	elosztócső
	4	mosókeret
	5	öblítő mosókeret
	6	utóöblítő mosókeret
	7	előmosórendszer keringető szivattyú
	8	öblítőrendszer keringető szivattyú
	9	gyűjtőtálca
	10	gyűjtőtálca

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Karán az Interdiszciplináris Agrár- és Természettudományok Doktori Iskola keretében készítettem el a Debreceni Egyetem ATC MTK doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen,

.....

NYILATKOZAT

Tanúsítjuk, hogy Mészáros György doktorjelölt 2005-2007 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javasoljuk.

Debrecen,

.....

.....

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Mindenekelőtt szeretném megköszönni két témavezetőmnek, Prof. Dr. Csizmazia Zoltán egyetemi tanárnak és Dr. habil. Véha Antal egyetemi docens, dékánnak, kitartó türelmüket, amivel a felkészülés és az értekezés készítésének időszakában figyelemmel kísérték munkámat. Segítőkész és kritikus észrevételeikkel hozzájárultak dolgozatom színvonalának emeléséhez.

Megköszönöm Dr. Huhn Edit egyetemi docensnek, hogy éveken keresztül segített a kísérleti eredmények feldolgozásában, megjelenítésében.

Végezetül megköszönöm az SZTE Műszaki Kar és a DE ATC Mezőgazdaságtudományi Kar azon dolgozóinak támogatását, akik önzetlenül segítették kutatómunkámat és a fokozatszerzés folyamatát.