

ULTRAHANGTECHNIKA ALKALMAZÁSA AZ ÉLELMISZERIPARI MŰANYAGLÁDÁK ÉS –REKESZEK GÉPI TISZTÍTÁSÁNÁL

APPLICATION OF AN ULTRASOUND TECHNIQUE IN THE MECHANICAL WASHING OF PLASTIC BOXES AND CRATES IN THE FOOD INDUSTRY

MÉSZÁROS György

SZTE SZEGEDI ÉLELMISZERIPARI FŐISKOLAI KAR

ÖSSZEFOGLALÓ

- ☐ Az oldószer tulajdonságát és koncentrációját állandónak véve az idő és bizonyos határok között a hőmérséklet, valamint a tisztítás hatásfoka olyan függvénykapcsolatot mutat amely exponenciálisan nő és maximális értékhez tart.
- ☐ Az erősen tapadó szennyeződés, mint pl. a rászáradt tej alacsony koncentrációjú oldószer (1 % NaOH) használata mellett ultrahangos kezeléssel 50-60 sec alatt átlagosan 90 %-ig eltávolítható.
- ☐ A kétlépésben elvégzett tisztítási művelet eredménye hasznos információ az eljárás üzemesítésénél. Egy jól megválasztott áztatási ciklus lényegesen lerövidíti az energiaigényesebb intenzív tisztítási művelet idejét.

ABSTRACT

- ☐ The efficiency of the cleaning showed an exponential curves approximating a maximum value if we consider the solvent property and concentration as constant and holding the time and temperature within a definite limits.
- ☐ The strongly adhering contamination, e.g. dried milk, can be removed from the plastic material in a measure of 90% applying low concentration of solvent (1% NaOH) and ultrasound for 50-60 s.
- ☐ The results of cleaning in two stages gave useful information for transferring the results into the industrial application. The time of the intensive cleaning operation demanding high energy usage can be reduced by the properly chosen soaking cycle significantly.

1. BEVEZETÉS

Az élelmiszer ipar igen nagy mennyiségben használ műanyag ládákat, rekeszeket és tárolókat a termékek külső és belső szállítására és tárolására. Ezek – iparágtól függően – erősen kötött, rászáradt vagy véres, zsíros szennyeződéseket tartalmaznak, melyek eltávolítása igen nehéz feladat, különösen a bonyolult felületű ládák, rekeszek esetében. A hagyományos felépítésű mosóberendezésekben alkalmazott nagynyomású fúvókák a számukra „árnyékolt” részekből (bordázatok, áttörések, sarkok) nem tudják eltávolítani a szennyeződést. Ez elfogadhatatlan különösen az élelmiszerral közvetlenül érintkező eszközök esetében. Ezért megvizsgáltuk más iparágakban zsírtalanítási, valamint a bonyolult felületű tárgyak tisztítási feladatainál sikeresen alkalmazott ultrahangos eljárás bevezetését.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Az ipari tisztítás alapjai

Az élelmiszeriparban elsősorban vízszűrő és felülethez jól tapadó biológiai jellegű szennyeződések találhatók. Ezek eltávolítására különböző mechanikai és vegyi, oldó hatások kombinációját alkalmazó technológiát alkalmaznak. A tisztítás során igen fontos a szennyeződés oldatba vitele. Az előzetesen megfelelően duzzasztott, peptizált szennyeződés könnyebben eltávolítható. Hagyományosan ezt mechanikus dörzshatással, vagy fűvókákon nagynyomással kiáramló mosóoldattal végzik. További feladat a káros mikroorganizmusok eltávolítása, elpusztítása: a fertőtlenítés. Ezeket a műveleteket különböző fizikai-, kémiai jellemzők befolyásolják:

- ☞ kezelési időtartam,
- ☞ a detergens hőmérséklete,
- ☞ a detergens kémiai összetétele,
- ☞ a detergens koncentrációja,
- ☞ a kiáramló folyadéksugár alakja, impulzusereje.

A fenti jellemzők értékeinek helyes megválasztásakor a műveletek hatékonysága jelentősen javul (1).

2.2. Rekeszek, ládák gépi tisztítása

Az igényes és hatásos gépi tisztításnak erősen kötött biológiai szennyeződés esetén az alábbi műveletekből kell állnia:

- ☞ előáztatás, előmosás,
- ☞ intenzív mosás,
- ☞ öblítés, fertőtlenítés,
- ☞ utóöblítés,
- ☞ szárítás.

Ezek az alkalmazott berendezésen belül elkülönülnek és önálló folyadékkezelő és mozgó rendszerük van. Nagyüzemi folyamatos tisztítás esetén a tárgyakat egy szállítószalag viszti keresztül a tisztítás fázisain. Kialakításuk igazodik a tisztítandó tárgyakhoz, hosszuk és mozgási sebességük a szennyezettség mértékétől és a mosási teljesítménytől függ (2., 3., 4., 5.) Az irodalmi áttekintés és a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az eddig alkalmazott eljárások és berendezések néhány hiányossága még a legkorszerűbb megoldásoknál is fennáll. Általában elmarad, vagy rövid az előmosó, előáztató szakasz. Így a szennyeződés jelentős része nem lazul fel. A bonyolult felületű ládánál, rekeszeknél pedig mindig maradnak a tisztítás számára „árnyékolt” felületek. További gyakorlati hiányosság, hogy nem a szennyeződés fajtának megfelelő oldószert használnak, ami igen gazdaságtalanná teszi a technológiát (6., 7., 8.).

3. A VIZSGÁLAT CÉLJA

Összehasonlító kísérletekkel igazolni, hogy erősen kötött, rászáradt biológiai szennyeződés esetén javul a tisztítás hatásfoka, ha az áztatásos mosást kombináljuk ultrahangos kezeléssel.

Kísérletek eredményei alapján meghatározni azokat a legfontosabb műveleti paramétereket (idő, hőmérséklet), amelyek mellett a kombinált tisztítási eljárás megfelelően eredményes.

4. A VIZSGÁLAT MÓDSZEREI ÉS ESZKÖZEI

4.1. Az ultrahang hatása folyadékokban

Az ultrahang mechanikai rezgés, amelyre az akusztika törvényszerűségei érvényesek.

Fontosabb fizikai jellemzői:

- magas frekvencia tartomány (20 kHz-1000 MHz),
- kis hullámhossz,
- a rezgéskeltőkből (elektromechanikus átalakítók) kisugárzott hullámok irányíthatók,
- nagy intenzitással kelthetők.

A nagy intenzitással besugárzott akusztikus rezgés a folyadékban kimutatható változásokat okoz. Jellegzetes és a tisztítás szempontjából legfontosabb hatás a kavitáció. A folyadékban terjedő hanghullámok váltakozó nyomásnövekedésű és csökkenésű periódusokat hoznak létre. A ritkulási övezetben a folyadék megszakad, és számtalan apró buborék képződik. A következő pillanatban a nyomás periódusban az üregek megsemmisülnek, amit több száz 10^5 N/m² helyileg ható lökőhullámok képződése kísér. Ez a magyarázata a kavitáció roncsoló, mikrociszoláló hatásának. A tisztítási műveleteknél keltett kavitáció legkedvezőbb frekvencia tartománya 18-44 kHz, hőmérséklet tartomány 55-65 °C. A kavitációs erőzót növelhetjük, ha a folyadékközeg alkalmasan választott tisztító oldat (9., 10).

4.2. Modellkísérletek az ultrahangos tisztítás hatékonyságának meghatározására

A modellkísérletekkel meghatároztuk, hogy az idő és a hőmérséklet bizonyos határok közötti változtatásával milyen tisztítási hatásfok növekedés érhető el. Összehasonlítottuk az áztatásos és az ultrahang besugárzásos tisztítást, valamint vizsgáltuk a kettő kombinációját.

4.2.1. Tisztítási hatásfok mérése

A kísérletek során a tesztszennyeződésnek reprodukálhatónak kell lennie, ezért minden egyes kísérletnél felhasznált felület megegyező típusú és mennyiségű szennyeződést tartalmazott. A műveleteknél felhasznált oldószer hőmérsékletét és koncentrációját állandó értéken kell tartani. Így biztosítható, hogy az oldás-, tisztítási folyamat kiindulási feltételei állandóak legyenek. Kísérleteinket kétféle módon végeztük. Ugyanolyan tulajdonságú oldatban ultrahang besugárzása mellett, illetve anélkül. Ily módon számszerűen és grafikusán is közvetlen összehasonlításra van mód.

A tisztítás hatásfoka:

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

összefüggéssel fejezhető ki, ahol m_0 az eredeti szennyeződés mennyisége, m a kezelés után a felületen maradt szennyeződés mennyisége.

Ezeket a mennyiségeket 0.01 g pontosságú mérlegen tömegméréssel határoztuk meg száraz állapotban. A kísérleteknél minden egyes műanyag láda darabra egyforma körülmények között rászárított tej adta a teszt szennyeződést.

4.2.2. Tisztítóhatás az idő függvényében

Vizsgált anyag: műanyag láda
elemekre rászáradt tej

Oldószer: 1 %-os NaOH, 65°C-os lúgos oldat

UH berendezés: TESLA UG 160/320 TA, 20 kHz

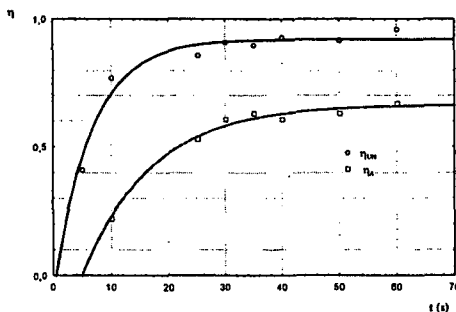
Űrtartalom: 10 dm³

Kezelési művelet: 50-60 sec-ig tartó kezelések besugárzás nélkül és besugárzással.

Módszer: Minden egyes kezelési idő mellett öt mérést végeztünk. Az 1. táblázatban az öt méréssel meghatározott hatásfok átlaga jelenik meg ($\bar{\eta}_{UH}; \bar{\eta}_A$).

1. táblázat

Idő t (sec)	Ultra hangos kezelés hatásfok átlaga	Áztatásos kezelés hatásfok átlaga
	$\bar{\eta}_{UH}$	$\bar{\eta}_A$
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



1. ábra

A táblázati értékeket ábrázolva az 1. ábrán az $y = 1 - e^{-ax}$ típusú telítési függvényt illesztettük az áztatási és az UH-kezeléssel kapott hatásfok értékekre, ahol:

$$\eta_A = 1 - e^{0,0248t} \text{ függvény és korrelációs együtthatója } r = 0,91703792;$$

$$\eta_{UH} = 1 - e^{-0,11104t} \text{ függvény és korrelációs együtthatója } r = 0,88104179 .$$

4.2.3. Tisztítóhatás a hőmérséklet függvényében

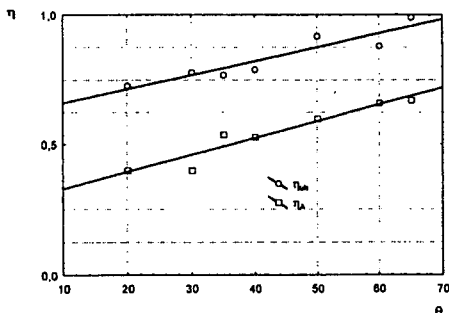
Az anyag, az oldószer, a vizsgálati berendezés és a módszer megegyezik a 4.2.2. pontban leírtakkal.

A kezelési művelet: állandó $t = 60$ sec kezelési idő mellett a hőmérséklet értékeit változtattuk 20-65°C között.

A mérés eredményeit a 2. táblázat mutatja:

2. táblázat

Hőmérséklet (°C) ϑ	Ultrahangos kezelés hatásfok átlaga $\bar{\eta}_{UH}$	Áztatásos kezelés hatásfok átlaga $\bar{\eta}_A$
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



2. ábra

A táblázati értékeket ábrázolva (2. ábra) $y=a+bx$ típusú lineáris függvényt illesztettük a mérési értékekre, ahol:

$$\eta_{UH} = 0,607 + 0,0059 \text{ függvény és korrelációs együtthatója } r = 0,926594 ;$$

$$\eta_A = 0,263 + 0,0079 \text{ függvény és korrelációs együtthatója } r = 0,956339 .$$

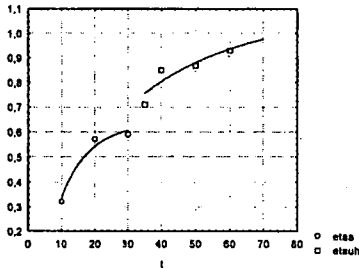
4.2.4. Tisztítási művelet két lépésben

Ezzel a kísérlettel azt vizsgáltuk, hogy miként alakul a tisztítási hatásfok az időfüggvényben, amikor az oldószeres áztatást csak egy bizonyos idő után kombináljuk az ultrahangos kezeléssel.

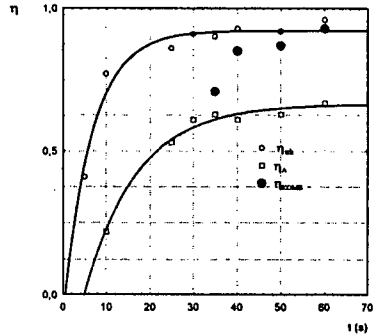
Hasonlóan az előzőekhez 60°C-os 1 %-os NaOH-os oldatban 30 sec ideig áztattuk, majd további 30 sec alatt 20 kHz frekvencián ultrahanggal is besugároztuk az oldatot. A határfok értékei itt is 5 mérés átlagából adódtak. Az eredményeket a 3. táblázat mutatja:

3. táblázat

	t_A (sec)			t_{komb} (sec)				
	10	20	30	35	40	50	60	
η_A	0,32	0,57	0,59	0,72	0,85	0,87	0,93	η_{UHkomb}



3. ábra



4. ábra

A táblázat értékeit a 3. ábra mutatja, ahol a határfok változását láthatjuk az idő függvényében.

A 4. ábrán együtt mutatjuk az 1. ábrán ismertetett határfokváltozás függvényeit és a 3. táblázatból a kombinált kezelés határfokának értékeit (η_{UHkomb}).

5. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A tisztítási műveletekben, amelyek fizikai, kémiai folyamatok összessége, és diffúziós jelenségek is lejátszódnak, meghatározó szerepe van az időnek és a hőmérsékletnek (11., 12., 13.).

Az *első kísérletsorozat* olyan függvénykapcsolatot tár fel, amelyből kiderül, hogy a tisztítási határfoka változása az idő függvényében egyhez közelítő exponenciális görbe. A tisztítási művelet határfoka egy idő után igen keveset változik (javul) (1. ábra). Ezért a gyakorlatban a műveleti idő határát ott kell meghúzni, ahol a magas határfokhoz még ésszerű üzemeltetési költségek tartoznak.

A *második kísérletsorozatból* kitűnik, hogy az áztatásos és az ultrahangos tisztítás határfoka egyaránt lineárisan növekszik az oldat hőmérsékletével. Az ultrahangos tisztítás és az oldat áztató- oldó hatásának kedvező hőmérséklettartománya egybeesik (55-65°C) (2. ábra).

A harmadik kísérletsorozat eredményei alapján látható, hogy hasonlóan magas tisztítási határfok érhető el akkor is, ha a teljes műveleti idő felénél (30 sec) kombináljuk az áztatásos tisztítást az ultrahangos besugárással.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. Edelmeyer, H.: tisztítás és fertőtlenítés elmélete. Fleischwirtschaft, 1980., p. 352-361.
2. Fernandez, J. B., Schmidt, u: A magasnyomású tisztítás elmélete. Fleischwirtschaft 1983. p. 1038-1041.
3. Diggelmann, W.: Tisztogatás nagynyomású vízszugárral. Ernährungsindustria, 1981., 3. sz. p. 60-61.
4. Ottó Tuchenhagen GMBH und Co KG. Waschmaschinen für fleischindustrie Baulletin Hamburg 1983.
5. Unikon A. I. WAG.: Allzweck – waschmaschinen. Bulletin Harde/Holland, 1979.
6. Stic-Hafroy Co.: Műanyag kád, - láda mosógép. Emballages 1976. 338. sz. p. 251-252.
7. Ernst, Göbel KG Maschinenfabrik: Élelmiszeripari tároló és szállítóeszközök tisztítása és berendezései. Előadás. Szimpozion Budapest. 1983.
8. Mezőgép Cserkút: AK 3a Ládamosógép Műszaki Ismertető 1982.
9. Neppiras, E. A.: Acoustic cavitation. Physics Reporst. 1980. 61 k, p. 159-251.
10. Tamóczi T.: Ultrahangok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.
11. Techno Pack Ltd.: New ultrasonic crate washing system. DairyIndustries Internaitonal, 1977. Nov., p. 14-15.
12. Ordien, S. V.: Kontiniurliche ultraschall-reinigung Chemie Anlagen und Vefahren. 1979. p. 108.
13. Wolf, G.: Ultraschall zur Packmittelreinigung. Packung ud Transport in der Chem. Ind. 1976. 3., 460-462.
14. Forgács, E., Korányi, M., Szabó, G. (1994): Tisztítási technológia eljárás-paramétereinek optimalálási lehetőségei. Élelmiszeripari Főiskola, Tudományos Közlemények, 17. pp. 85-93.