

OCENA STOPNIA ZABRUDZENIA I SKUTECZNOŚĆ MYCIA POWIERZCHNI ZE STALI KWAŚOODPORNEJ

Streszczenie

W pracy przedstawiono najczęściej występujące zabrudzenia w przemyśle spożywczym oraz metody ich oceny. Celem przeprowadzonych badań było poszukiwanie metod oceny stanu zabrudzenia i skuteczności mycia powierzchni ze stali kwasoodpornej brudzonych różnymi czynnikami. Oceniano również trudność w usuwaniu zabrudzeń. Badania przeprowadzono w odniesieniu do zabrudzeń powierzchni ze stali nierdzewnej.

Słowa kluczowe: ocena skuteczności mycia, zanieczyszczenia, przewodność.

Wprowadzenie

Białka, cukry i tłuszcze jako podstawowe składniki żywności są jednocześnie składnikami zanieczyszczeń, które należy po procesie produkcyjnym usunąć z powierzchni urządzeń w procesie mycia. W tabeli 1 zestawiono charakterystykę składników żywności ze względu na trudności usunięcia ich z mytych powierzchni.

Tab. 1. Składniki żywności i ich usuwanie z powierzchni [Bishop 1997]

składnik	rozpuszczalność	usuwanie	utrudnienia
cukier	rozpuszczalne w wodzie	łatwo	karmelizacja cukrów
tłuszcz	nierozpuszczalne w wodzie rozpuszczalne w zasadach	trudno	polimeryzacja
białko	rozpuszczalne w wodzie rozpuszczalne w zasadach nieznacznie rozpuszczalne w kwasach	bardzo trudno	denaturacja białka
minerały	rozpuszczalne w wodzie i kwasach	zróżnicowane	reakcje z innymi zanieczyszczeniami

Metody oceny stopnia zabrudzenia powierzchni

Istnieje kilka metod oceny stopnia zabrudzenia i czystości powierzchni ze stali kwasoodpornej. Stopień zanieczyszczenia powierzchni jest jednym z wyznaczników oceny skuteczności mycia.

Najprostszą, stosowaną, metodą oceny stopnia zabrudzenia jest metoda organoleptyczna przez dotyk i obserwację wizualną. Oko ludzkie jest w stanie wykryć zanieczyszczenia na poziomie od 1,0 do 4,0 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ [Strzeszewska 2000]. Jeśli podczas badania zauważymy zanieczyszczenia to bez wątpienia proces mycia nie spełnił oczekiwań. Aby wykonać ocenę poprzez badania chemiczne i mikrobiologiczne pobierane są próbki z powierzchni badanej. Do badań chemicznych najczęściej wykorzystywana jest metoda wymazowa i metoda przepłukiwania rozpuszczalnikiem. Pobrane próbki muszą zostać poddane analizie. Popłuczyny są oceniane ze względu na mętność lub pod mikroskopem, ale takie badania ujawniają tylko duże defekty. W dokładnej ocenie próbki są testowane mikrobiologicznie przez posiew, fizycznie przez wydzielenie zanieczyszczeń, albo chemicznie przez analizę pozostałości detergentów, surowców albo produktów metabolizmu mikroorganizmów.

Celem przeprowadzonych badań było poszukiwanie metod oceny stanu zabrudzenia powierzchni różnymi czynnikami i skuteczności mycia. Przeanalizowano również trudność w

usuwaniu zabrudzeń. Badania przeprowadzono w odniesieniu do zabrudzeń powierzchni ze stali nierdzewnej.

Metodyka badawcza

Powierzchnią, którą poddawano brudzeniu, myciu i ocenie była wewnętrzna powierzchnia 5 centymetrowego odcinka rury o średnicy 35mm, z dwóch stron zakończony gwintem z nakrętką (rys.1). Umożliwia to zalanie elementu czynnikiem brudzącym. Powierzchnia wewnętrzna jest szlifowana i polerowana.



Rys. 1. Odcinek rury poddawany procesom brudzenia i mycia (element badawczy)

Badania przeprowadzono w następujących etapach:

1. Brudzenie elementu badawczego poprzez wypełnienie przestrzeni wewnętrznej rury w czasie 5, 20 i 60 minut następującymi czynnikami:
 - mleko pasteryzowane o zawartości tłuszczu 2%, o temp. ok. 7^oC i ok. 60^oC,
 - 5% roztwór skrobi o temperaturze pokojowej,
 - 12% roztwór cukru o temperaturze pokojowej,
 - olej spożywczy o temperaturze pokojowej.
2. Ocena stopnia zabrudzenia powierzchni po 5 minutowym etapie ociekania na bibule. Stopień zabrudzenia oceniany był wizualnie i wagowo przez porównanie wagi czystego elementu i po procesie brudzenia. Ważono z dokładnością 0,001g.
3. Proces mycia przeprowadzono w zlewkach z mieszadłem magnetycznym, wprawiającym w ruch wodę i środek myjący. Po każdym etapie myty element był wyjmowany ze zlewki i przekładany do kolejnej, natomiast czynniki myjące (popłuczyny) były poddawane badaniom. Proces mycia obejmował trzy etapy:
 - płukanie wstępne, 200 ml wody destylowanej, temp. 25^oC, czas 5 min,
 - mycie właściwe, 200 ml 1% ługu sodowego, temp. 25^oC, czas 5 min,
 - płukanie, 1000 ml wody zwykłej, temp. 25^oC, czas 5 min.
4. Ocena mycia przez: sprawdzenie pH i przewodności mediów myjących i płuczających oraz przeprowadzenie dodatkowego etapu płukania w wodzie destylowanej w celu określenia stopnia usunięcia resztek osadu, ługu sodowego i wody z powierzchni badanej. Po procesie płukania próbka zostaje wysuszona i ocenia się jej czystość.
5. Cykl badań dla 5 minutowego czasu brudzenia został rozszerzony o dodatkowy etap płukania do osiągnięcia przez popłuczyny parametrów zbliżonych do parametrów początkowych wody. Przeprowadzono to w dwóch wariantach: cztero-krotne płukanie w 200 ml wody destylowanej oraz jednokrotnie w objętości 2 litrów.

Stan zabrudzenia powierzchni określany jest przez ilość i jakość osadu pozostającą na powierzchni po procesie produkcyjnym (procesie brudzenia) oraz przez trudność w jego usuwaniu. Media po poszczególnych etapach mycia oceniano w odniesieniu do ich parametrów początkowych, które zastawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Parametry początkowe mediów w procesie mycia

medium	pH	przewodność
Woda destylowana	6,13	3,0 μ S
Woda zwykła	7,54	766,4 μ S
Ług sodowy	13,08	43,13 mS

Wyniki badań

Powierzchnię wewnętrzną rury po procesie brudzenia oceniano wizualnie. Przeanalizowane media brudzące tworzą różne osady. Mleko zimne i tłuszcz równomiernie pokrywają powierzchnie cienką warstwą. Osad nie spływa z powierzchni. Osad z mleka zimnego jest łatwy do usunięcia, natomiast część osadu z tłuszczu pozostaje na powierzchni po procesie mycia. Osady cukrowe pozostają na powierzchni w postaci kropelek. Krople po brudzeniu skrobią są duże, nie spływają z powierzchni. Wyraźnie widać w nich ziarenka skrobi. Po brudzeniu sacharozą powierzchnia również pokryta jest kropelkami, ale są one znacznie mniejsze i część z nich spływa z powierzchni. Najbardziej widoczny osad powstaje po brudzeniu mlekiem gorącym. Osad ten jest nierównomierny z wyraźnie widocznymi zgrubieniami skupiającymi się wokół pęcherzyków powietrza i przy górnej krawędzi. Osad ten jest twardy, mocno przylegający do powierzchni i nie dający się usunąć przez pocieranie. Ocena wizualna, bardzo prosta i powszechnie stosowana, nadaje się do oceny stopnia zabrudzenia powierzchni szczególnie zanieczyszczeniami tłuszczowymi i białkowymi (osady są bardzo widoczne).

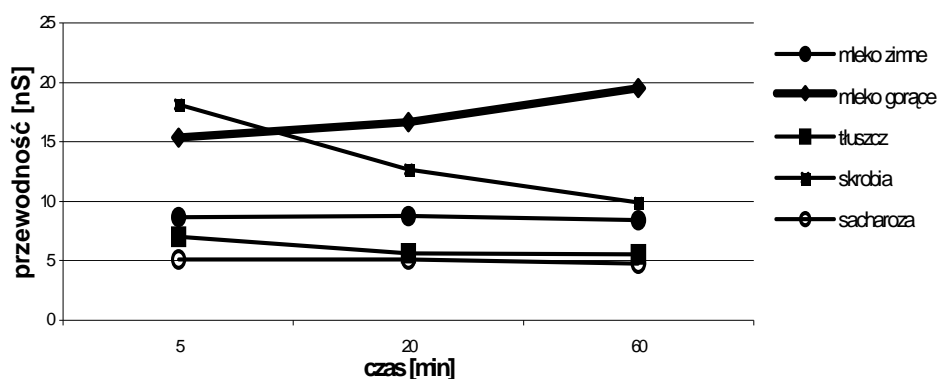
W tabeli 3 przedstawiono pełne wyniki badań dla jednego z badanych mediów brudzących. Przeprowadzone badania pozwoliły na wyznaczenie parametrów mediów myjących, które mogą posłużyć do oceny stopnia zabrudzenia powierzchni.

Tab. 3. Wyniki badań po brudzeniu mlekiem gorącym

czas	5 min		20 min		60 min	
	pH	przewodność	pH	przewodność	pH	przewodność
woda destylowana (płukanie wstępne)	6,87	15,4 μ S	6,87	16,67 μ S	7,88	19,50 μ S
Ług sodowy 1%	12,92	42,8 mS	12,9	43,05 mS	12,98	42,90 mS
Woda (płukanie)	8,42	793,0 μ S	8,47	792,6 μ S	8,71	800,6 μ S
woda destylowana (kontrola)	6,78	14,16 μ S	6,88	14,05 μ S	7,92	13,4 μ S
waga osadu	0,159 g		0,254 g		0,301g	

Ług sodowy jako medium myjące i woda wykorzystana do płukania po myciu nie nadają się ani do oceny stopnia zabrudzenia powierzchni, ani do oceny jej czystości. Ług nie zmienił istotnie swoich parametrów, następował tylko nieznaczny spadek przewodności i pH. Wzrost przewodności wody płuczanej spowodowany jest wymywaniem resztek ługu.

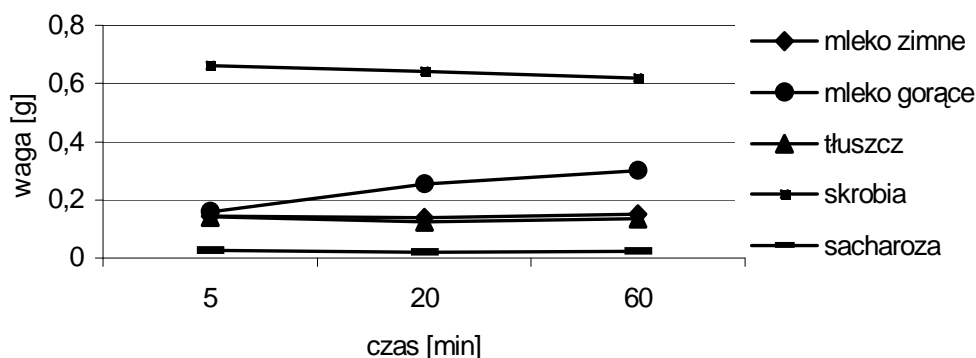
Najodpowiedniejszym medium do oceny zabrudzenia okazała się woda destylowana użyta do płukania wstępnego. Pomiar przewodności wody destylowanej użytej do płukania wstępnego może być stosowany jako kryterium oceny stopnia zabrudzenia powierzchni. Z wykresu (rys.1.) wynika, że przewodność popłuczyn po brudzeniu wszystkimi czynnikami różni się od parametrów początkowych wody destylowanej. Czas brudzenia mlekiem zimnym, tłuszczem i skrobią nie ma wpływu na parametry wody destylowanej z płukania wstępnego. Natomiast przewodność popłuczyn po brudzeniu mlekiem gorącym i skrobią zmienia się wraz z czasem kontaktu próbek z medium brudzącym. Zwłaszcza w przypadku mleka im dłuższy czas tym przewodność wzrasta, a więc pozostaje na powierzchni więcej osadu. W przypadku skrobi sytuacja jest odwrotna. Im dłuższy czas kontaktu tym przewodność maleje, a więc pozostaje mniej osadu. Powodem tego jest sedymentacja ziarenek skrobi. Medium brudzące wraz ze wzrostem czasu staje się bardziej klarowne i na dnie powstaje coraz większy osad.



Rys. 1. Zmiany przewodności wody destylowanej dla różnych mediów brudzących

Drugim charakterystycznym parametrem, na podstawie którego można ocenić stopień zabrudzenia, czystości powierzchni jest różnica wagi elementu czystego i brudnego. Na wykresie (rys.2.) został przedstawiony wpływ czasu kontaktu różnych mediów brudzących na ilość osadu. Największa ilość osadu pozostawała na powierzchni po brudzeniu skrobią i sięgała do 0,6g. Mierzoną masę zabrudzenia stanowiły krople wody z wyraźnie widocznymi w niej ziarenkami skrobi.

Mleko gorące jako medium brudzące pozostawiało również znaczną ilość osadu. W tym przypadku im dłuższy czas kontaktu tym powstawało więcej osadu. Powodem tego była denaturacja białka i wytrącenie się osadu białkowego na ściankach. Sacharoza pozostawiała na ściankach osad rzędu 0,02g. Ta mała ilość osadu nie może już stanowić miarodajnego miernika stopnia zabrudzenia. Pozostałe media brudzące pozostawiały osad rzędu 0,13g



Rys. 2. Waga próbki w zależności od czasu i medium brudzącego

Parametry wody destylowanej z płukania sprawdzającego odbiegały od parametrów wody destylowanej i mogą być dobrym wyróżnikiem stopnia czystości po procesie mycia. Na podstawie przewodności można wnioskować o stopniu wypłukania środków brudzących i myjących. Natomiast analiza mikroskopowa i analizator laserowy pozwalają na określenie wielkości cząsteczek zanieczyszczeń w wodzie destylowanej wykorzystanej do płukania sprawdzającego.

Aby sprawdzić efektywność płukania, płukano wielokrotnie badany element w 200 ml wody do czasu aż popłuczyny osiągnęły parametry zbliżone do parametrów wody destylowanej. W drugim wariancie badany element wypłukano w 2 l wody destylowanej i sprawdzono jej parametry. Stwierdzono, że wielokrotne płukanie w czystej wodzie przynosi lepsze rezultaty niż płukanie jednokrotne w ponad dwukrotnie większej ilości wody. Po czterokrotnym płukaniu w 200 ml wody parametry popłuczyn są zbliżone do parametrów początkowych wody. Zużyto 800ml wody. Natomiast płukanie jednorazowe w 2l wody nie dało takich efektów.

Wnioski

- Przebadane środki brudzące można podzielić na dwie grupy a mianowicie takie które pokrywają całkowicie powierzchnię równomierną warstwą (mleko, tłuszcz) i takie które na powierzchni pozostają w postaci kropeł (sacharoza, skrobia)
- Najłatwieższym do usunięcia osadem okazały się osady sacharozy ponieważ są dobrze rozpuszczalne w wodzie.
- Najtrudniej usuwalnym osadem okazał się osad z mleka gorącego, za względu na wytrącanie się na powierzchni osadów białkowych mocno przylegających do powierzchni.
- Ocena wizualna po zastosowanym procesie mycia wskazywała na czystość powierzchni.
- Badanie parametrów wody z płukania wstępnego odzwierciedla stopień zabrudzenia i może być miernikiem oceny zabrudzenia.
- Metoda wagowa może być wykorzystana do badania stopnia zanieczyszczenia powierzchni.
- Stan powierzchni po procesie mycia może być oceniany przez pomiar przewodności popłuczyn z dodatkowego płukania.
- Płukanie w przepływie lub w nowych porcjach wody daje lepsze rezultaty niż płukanie jednokrotne w dużej ilości wody.

Literatura:

Andy Bishop, „Cleaning in food industry”, Basic Principles of Sanitation, 1997,

Małgorzata Strzeszewska, “ Walidacja czyszczenia urządzeń procesowych”, Materiały szkoleniowe GMP-POLFA, Warszawa 2000.

EVALUATION OF DIRTINESS DEGREE AND WASHING EFFECTIVENESS OF ACID-PROOF STEEL SURFACES

Summary

Paper presented the kinds of dirtiness occurring most often in food processing industry as well as the methods of their assessment. The study aimed at searching for the methods to evaluate the dirtiness level and effectiveness of washing acid-proof steel surfaces dirtied by

various factors. Arduousness of dirt's removal was also assessed. All the tests dealt with the dirtiness of stainless steel surfaces.

Key words: evaluation of washing effectiveness, dirtiness, acid-proof steel surfaces