

WPŁYW ODDZIAŁYWANIA CZYNNIKÓW MECHANICZNYCH NA SKUTECZNOŚĆ MYCIA RUROCIĄU

Jarosław Diakun, Sylwia Mierzejewska

Katedra Inżynierii Spożywczej i Tworzyw Sztucznych, Politechnika Koszalińska

Streszczenie. W artykule przedstawiono wpływ wybranych czynników mechanicznych na proces usuwania osadów w czasie mycia rurociągów w systemie CIP. Czynnikiem brudzącym było mleko gorące i zimne. W wyniku przeprowadzonych badań opisano wpływ ciśnienia, prędkości przepływu i temperatury na proces usuwania osadów. W procesie mycia nie używano środków chemicznych.

Słowa kluczowe: skuteczności mycia, system CIP, mleko

Wprowadzenie

W celu otrzymania produktów najwyższej jakości niezbędne jest utrzymanie odpowiedniej czystości na wszystkich etapach produkcji. Niewłaściwe mycie powierzchni maszyn i rurociągów stwarza dobre warunki do powstawania zanieczyszczeń, które są odpowiednim środowiskiem do rozwoju mikroorganizmów. Rozwój szkodliwych drobnoustrojów obniża jakość produktu końcowego, a często również prowadzi do zagrożenia zdrowia i życia konsumentów.

W procesie mycia biorą udział cztery podstawowe czynniki, są to: czynniki mechaniczne, czynniki chemiczne, temperatura i czas. Ze względu na stosowanie znacznych ilości środków chemicznych w procesie mycia zwiększa się ilość i agresywność ścieków (większe stężenia, dodatkowe płukania po procesie). Jednym z kierunków badań w zakresie środków chemicznych i procesów mycia jest zwiększenie wpływu oddziaływań mechanicznych na skuteczność mycia [Orth R. 1998]. Prowadzone badania mają na celu poszukiwanie warunków oddziaływania czynników mechanicznych w procesie mycia rurociągów.

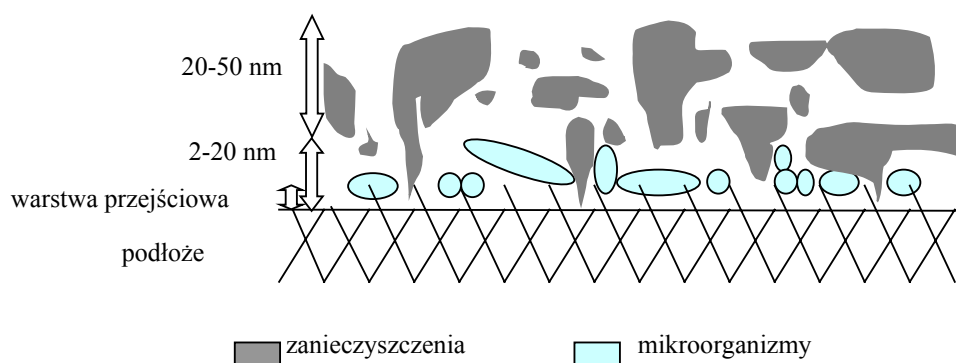
W tabeli 1 zestawiono charakterystykę składników żywności ze względu trudności usunięcia ich z mytych powierzchni. Bardzo trudno usuwalne jest białko które uległo denaturacji, a w połączeniu z innymi zanieczyszczeniami tworzy trudno usuwalne osady.

Celem mycia jest oderwanie cząsteczek brudu od mytej powierzchni, zachowanie ich w roztworze i usunięcie brudu wraz z nośnikami. Oderwanie cząsteczek brudu ma podstawowe znaczenie w procesie uzyskiwania czystości mikrobiologicznej. Drobnoustroje zalegają w odległości około 2-20 nm od powierzchni podczas gdy cząsteczki brudu przy powierzchni tworzą warstwę 20-50 nm [Brycki]. Stąd wynika, że cząsteczki brudu wykazują tak zwany efekt przysłaniający w stosunku do mikroorganizmów. Usunięcie cząsteczek brudu umożliwia dotarcie środka dezynfekcyjnego do warstwy drobnoustrojów.

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

Table 1. Food ingredients and their removal from surface [Bishop 1997]

Składnik	Rozpuszczalność	Usuwanie	Utrudnienia
Cukier	rozpuszczalne w wodzie	łatwo	karmelizacja i krystalizacja cukrów
Tłuszcz	nierozpuszczalne w wodzie rozpuszczalne w zasadach	trudno	polimeryzacja i krystalizacja
Białko	rozpuszczalne w wodzie rozpuszczalne w zasadach nieznacznie rozpuszczalne w kwasach	bardzo trudno	Denaturacja i polimeryzacja białka
Minerały	rozpuszczalne w wodzie i kwasach	zróżnicowane	reakcje z innymi zanieczyszczeniami



Rys. 1. Odległość zalegania mikroorganizmów i brudu od powierzchni

Fig. 1. Distance of microorganisms and dirt depositing from the surface

Cel badań

Celem badań jest poszukiwanie warunków maksymalnego oddziaływania czynników mechanicznych na proces mycia (prędkość przepływu, ciśnienie, temperatura, czas). Na stanowisku badawczym symulowane są warunki zabrudzenia rurociągu zimnym oraz gorącym mlekiem. W badaniach nie stosujemy żadnych środków myjących w zasadniczym procesie. Użyty jest ług sodowy wyłącznie do czyszczenia układu z pozostałości zabrudzeń po badaniach zasadniczych.

Stanowisko badawcze i metoda pomiarowa

Badania procesu mycia przeprowadzono na stanowisku do mycia rurociągów w systemie CIP (rys. 2). Jest ono wyposażone w podstawowe urządzenia pomiarowe

umożliwiający pomiar: ciśnienia, temperatury, prędkości przepływu, przewodności, zmętnienia oraz można dokonywać pomiaru zużycia energii przez cały układ myjący [Diakun, Mierzejewska]. W badaniach dokonywano pomiaru temperatury, ciśnienia, prędkości przepływu i czasu.



Rys. 2. Stanowisko do mycia rurociągów w systemie CIP i element kontrolny
Fig. 2. Pipeline washing station in CIP system and control element

Rys. 3. Element kontrolny
Fig. 3. Control element

Brudzeniu podlegała rura o długości 0,8 m, zakończona elementem kontrolnym (rys. 4). Element kontrolny (rys. 2) to szklany wziernik z umieszczoną wewnątrz płytką ze stali nierdzewnej. Umożliwia to wizualną ocenę skuteczności mycia w trakcie trwania procesu. Próbkę do badań pobierane są zarówno z powierzchni szklanej jak i metalowej.

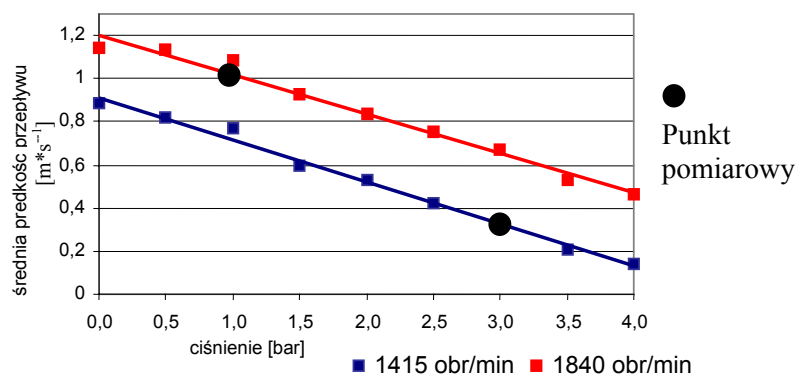


Rys. 4. Brudzony odcinek rurociągu z elementem kontrolnym
Fig. 4. Soiled pipeline section with control element

Plan badań

Cały układ CIP napędzany jest pompą wirnikową zasilaną z przekształtnika tyrystorowego. Sporządzono jej charakterystykę dla dwóch prędkości obrotowych i na tej podstawie wyznaczono punkty pomiarowe.

Badania przeprowadzono w dwóch wybranych punktach na charakterystyce. Pierwszy punkt pomiarowy przy wysokim ciśnieniu i niskim natężeniu przepływu, ale przy zachowaniu minimalnego progu burzliwości przepływu ($Re = 11000$). Drugi przy niskim ciśnieniu i wysokim natężeniu przepływu ($Re = 36000$). Czynnikiem brudzącym było mleko o temp $7^{\circ}C$ i $70^{\circ}C$. Oprócz zmiennych parametrów mechanicznych ciśnienia i prędkości przepływu zastosowano również zmienną temperaturę wody myjącej ($35^{\circ}C$ i $70^{\circ}C$).



Rys. 5. Wykres zależności średniej prędkości przepływu od ciśnienia wytwarzanego przez pompę tłoczącą medium w układzie do mycia rurociągów

Fig. 5. Diagram of the dependence of average flowrate from pressure generated by pump forcing medium in the pipeline washing system

Przyjęto takie wartości ponieważ w temp $33^{\circ}C$ rozpuszcza się tłuszcz mleczny i nie następuje jeszcze denaturacja białka, natomiast temp. $70^{\circ}C$ przyjęto w celu sprawdzenia, czy tak wysoka temp wody usunie osad z zimnego mleka z powierzchni mimo denaturacji białka. Plan badań przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Parametry procesu mycia

Table 2. Washing process parameters

Temperatura medium brudzącego [°C]	Temperatura wody myjącej [°C]	Ciężnienie [bar]	Masowe natężenie przepływu [l*s ⁻¹]
7	35	3	0,3
7	35	1	1,1
7	70	3	0,3
7	70	1	1,1
70	35	3	0,3
70	35	1	1,1
70	70	3	0,3
70	70	1	1,1

Metoda pomiarowa

Realizacja badań rozpoczynała się półgodzinnym okresem przetrzymywania mleka w odcinku rurociągu (rys. 5, rys. 6) w temperaturze 7 i 70°C. Następnie brudzony element rury został zainstalowany w układ do mycia rurociągów i prowadzono proces mycia wymuszając przepływ wody zgodnie z parametrami (temp., prędkość przepływu, ciśnienie) wg programu – tab. 2.



Rys. 6. Element kontrolny zalany mlekiem i ze śladami zabrudzenia

Fig. 6. Control element filled with milk and with contamination traces

Wyniki badań

Element kontrolny po procesie brudzenia gorącym mlekiem pokryty był warstwą mleka z wyraźnie widocznymi wtrąceniami zdenaturowanego białka. W miejscu styku mleka z powietrzem utworzył się pierścień kompleksu białkowo-tłuszczowego zwany powszechnie kożuszką. Osady te mocno przylegały do powierzchni.

Mycie powierzchni po brudzeniu mlekiem gorącym prowadzono przez 5 godzin. Mimo tak wydłużonego czasu nie dało to oczekiwanego rezultatu w żadnym z wariantów mycia. Na powierzchni pozostawał nie usunięty osad widoczny gołym okiem. Na powierzchni szklanej wziernika jak i na płytce ze stali nierdzewnej pozostawały resztki białka, niewidoczne gołym okiem, jednak wykrywalne za pomocą metody biuretowej. Po myciu gorącą wodą osad bardzo mocno przylegał do powierzchni mytych elementów. Trudny był do usunięcia nawet przez oddziaływanie mechaniczne. Powodem tego była denaturacja białka i szybkie wysychanie osadu po procesie mycia (temp. 70°C). Po myciu wodą o temperaturze 35°C osad był rozmoczony i dawał się usuwać przez lekkie potarcie. W tym wypadku białko nie ulegało denaturacji, a po procesie osad nie wysychał szybko i słabo przylegał do powierzchni.

Element kontrolny po procesie brudzenia zimnym mlekiem pokryty był cienką warstwą mleka. Osad ten dawał się usuwać w procesie mycia. Mycie przy minimalnych nastawach (temp wody myjącej 35°C, ciśnienie 1 bar, masowe natężenie przepływu 0,3 l·s⁻¹) dawały zadowalające rezultaty już po 1 minucie mycia. Mycie gorącą wodą nie powodowało denaturacji białka i cały osad został wymyty w czasie 1 min. skuteczność widoczna była wizualnie. Również metoda biuretowa nie wykazywała obecności białka.

Wnioski

Przeprowadzone badania są wstępem do badań nad ograniczeniem udziału środków myjących w procesie mycia rurociągów. Z badań tych nasuwają się następujące wnioski:

1. Występuje duża różnica w usuwaniu osadu z mleka gorącego i osadu z mleka zimnego
2. Przepływ wody w rurociągu, przy badanych parametrach, nie jest w stanie usunąć osadów z gorącego mleka
3. Najtrudniejszy do usunięcia jest kompleks białkowo tłuszczowy powszechnie zwany kożuszką tworzący się na powierzchni mleka i mocno przylegający do ścianek rurociągu.
4. Mycie gorącą wodą utrudnia usuwanie osadów (denaturacja, przysychanie resztek osadu do gorącej powierzchni)
5. Proces mycia jest skuteczniejszy przy wysokich prędkościach przepływu i małych ciśnieniach niż przy wysokich ciśnieniach a małych prędkościach przepływu.

Publikacja dotyczy badań realizowanych w ramach Projektu współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego (75%) oraz środków budżetu państwa (25%) w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego

Bibliografia

- Orth R.** 1998. The importance of disinfection for the hygiene in the dairy and beverage production. *International Biodeterioration and Biodegradation* 41. s. 201-208.
- Bishop A.** 1997. Cleaning in food industry. *Basic Principles of Sanitation*.
- Brycki B.** Przemysł spożywczy- mycie i dezynfekcja. Materiały informacyjne IODEX.
- Diakun J., Mierzejewska S.** 2005. Stanowisko do badań eksperymentalnych warunków i skuteczności mycia. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna* t. 44(36) nr 1-2. s. 33-34.

THE INFLUENCE OF MECHANICAL FACTORS ON PIPELINE WASHING EFFECTIVENESS

Summary. The article presents the influence of selected mechanical factors on the deposit removal process when washing pipelines in CIP system. The soiling agent was hot and cold milk. As a result of the performed tests, the influence of pressure, flowrate and temperature on the deposit removal process was described. No chemical agents were used in the washing process.

Key words: washing effectiveness, CIP system, milk

Adres do korespondencji:

Sylwia Mierzejewska; e-mail: sylwia.mierzejewska@tu.koszalin.pl
Katedra Inżynierii Spożywczej i Tworzyw Sztucznych
Politechnika Koszalińska
ul. Raławicka 15-17
75-620 Koszalin