

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wpływ ciśnienia powietrza na parametry eksploatacyjne procesu odmuchu suchej łuski z cebuli. Wśród nich uwzględniono efektywność oczyszczania, zapotrzebowanie na energię procesu oraz ilość odpadu w postaci suchej łuski. Stwierdzono, że parametry procesowe proponowane przez producentów maszyn nie odpowiadają zróżnicowanym parametrom fizycznym cebul. Ponadto w literaturze przedmiotu brakuje wiedzy na temat ich wpływu na parametry eksploatacyjne, co powoduje obniżenie opłacalności przetwarzania na rzecz obróbki ręcznej. W pierwszej części pracy dokonano przeglądu technologii przemysłowego oczyszczania uwzględniając metody i narzędzia obróbcze do usuwania suchej łuski z cebuli. Przeprowadzono również analizę literaturową odnośnie efektywności oczyszczania i jej wyznaczania na podstawie wskaźników jakościowych oczyszczonej cebuli.

Przeprowadzono badania wybranych parametrów fizycznych cebuli, kluczowych do jej oczyszczenia oraz wyszczególniono parametry procesowe mające istotny wpływ na proces jej obróbki. Przeprowadzono badania porównawcze wybranych dysz odmuchowych pod kątem wyznaczenia ich siły odmuchu i zużycia powietrza, celem wytypowania reprezentatywnej dyszy wykorzystanej do badań wstępnych i zasadniczych. Opracowano modele wirtualne stanowiska do odmuchu suchej łuski z cebuli i układu zasilania dysz sprężonym powietrzem. Zbudowano fizyczny prototyp wyposażony w szereg czujników do pomiaru ciśnienia zasilania, natężenia przepływu oraz zużycia sprężonego powietrza. Na stanowisku przeprowadzono badania wpływu wielkości cebuli, ilości warstw suchej łuski oraz udziału korzenia i szczypioru na efektywność oczyszczenia. Efektem badań wstępnych było określenie zakresów parametrów ciśnienia zasilania, czasu i siły odmuchu, natężenia przepływu oraz twardości i okresu przechowywania cebul, które posłużą do określenia parametrów eksploatacyjnych w ramach badań zasadniczych.

Ponadto na stanowisku przeprowadzono badania zasadnicze efektywności oczyszczania, ilości odpadu i zapotrzebowania na energię procesu względem parametrów uzyskanych w badaniach wstępnych. Doświadczenia przeprowadzono dla ciśnienia zasilania dysz odmuchowych w zakresie od 4 do 12 bar. Wyniki badań przedstawiono w postaci modeli predykcyjnych, określających zależności efektywności i ilości odpadu od ciśnienia zasilania, twardości cebuli, natężenia przepływu oraz siły i czasu odmuchu.

Na podstawie zależności opracowano aplikację obliczeniową do generowania parametrów eksploatacyjnych względem zmiennych parametrów fizycznych cebuli i procesowych maszyn obróbczych. Przeprowadzono walidację poprawności działania opracowanych modeli obliczeniowych podczas badań na linii do oczyszczania cebuli. Doświadczenia przeprowadzono w trakcie oczyszczania cebuli w firmie Stanek Sp. z o.o., w ramach której potwierdzono poprawność działania aplikacji obliczeniowej.

Wyniki prac zestawiono w syntetycznym podsumowaniu, w którym przedstawiono dalsze kierunki badań.

ABSTRACT

The impact of air pressure in the onion blowing system on energy consumption and process efficiency, as well as product quality

The study investigates the impact of air pressure on the operational parameters of the process used to blow off dry onion skins. Key parameters considered include cleaning efficiency, energy demand, and the amount of waste produced in the form of dry onion skins. It was found that the process parameters recommended by machine manufacturers do not align with the varied physical characteristics of onions. Additionally, there is a lack of knowledge in the literature regarding their impact on operational parameters, leading to a preference for manual processing over mechanical methods due to reduced profitability.

In the first part of the study, a review of industrial cleaning technologies was conducted, focusing on methods and tools for removing dry onion skins. A literature analysis was also performed to assess cleaning efficiency and its determination based on quality indicators of cleaned onions.

Research was conducted on selected physical parameters of onions that are crucial for cleaning, and the process parameters significantly affecting processing were identified. Comparative studies were carried out for selected blowing nozzles to determine their blowing force and air consumption, aiming to select a representative nozzle for preliminary and main research. Virtual models of the station for blowing off dry onion skins and the air supply system for the nozzles were developed. A physical prototype, equipped with several sensors for measuring supply pressure, flow rate, and compressed air consumption, was constructed.

Tests were conducted on the station to assess the impact of onion size, the number of dry skin layers, and the presence of roots and tops on cleaning efficiency. Preliminary research results established the ranges of supply pressure parameters, blowing time and force, flow rate, and the hardness and storage period of onions, which will inform the operational parameters for the main research.

Furthermore, main research was conducted on the station to assess cleaning efficiency, waste amount, and energy demand of the process concerning the parameters obtained in the preliminary research. Experiments were conducted for blowing nozzle supply pressure ranging from 4 to 12 bar. The research results were presented as predictive models, defining the relationships between efficiency, waste amount, supply pressure, onion hardness, flow rate, and blowing force and time.

Based on these relationships, a computational application was developed to generate operational parameters concerning the variable physical parameters of onions and the process parameters of processing machines. The accuracy of the developed computational models was validated during tests on the onion cleaning line. The experiments were conducted during the cleaning of onions at Stanek ltd, confirming the accuracy of the computational application.

The results of the study were summarized in a comprehensive conclusion, which also outlined directions for future research.