

Krzysztof TYSZCZUK, Marek JANKOWSKI

e-mail: krzytysz@ukw.edu.pl

Wydział Matematyki, Fizyki i Techniki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

Komputerowo wspomagany proces rozdrabniania za pomocą rozdrabniacza precyzyjnego

Wstęp

Nowe układy i narzędzia projektowe spowodowały zmiany w metodologii projektowania nie tylko układów cyfrowych, ale również obiektów mechanicznych. Od wielu lat projektanci układów cyfrowych mogą stosować w swoich konstrukcjach układy programowalne, których właściwości funkcjonalne mogą określać samodzielnie, za pomocą niezbyt skomplikowanych narzędzi, przede wszystkim w postaci odpowiedniego oprogramowania komputerowego. Rozwój i upowszechnienie układów programowalnych oraz ich olbrzymie możliwości funkcjonalne zwróciły uwagę konstruktorów i użytkowników systemów technicznych na możliwość ich stosowania w realizacji i kontroli różnych procesów technologicznych.

W konstruowaniu rozdrabniaczy z powodzeniem stosuje się algorytmy genetyczne, specjalistyczne oprogramowania symulacyjne i inne, opisane m.in. w pracach [1–5].

Celem niniejszej pracy jest ukazanie możliwości zastosowania elementów automatyki i sterowania, w tym własnych programów komputerowych do zarządzania procesem precyzyjnego rozdrabniania materiałów biologicznych o dużej zawartości tłuszczu.

Proces technologiczny rozdrabniania

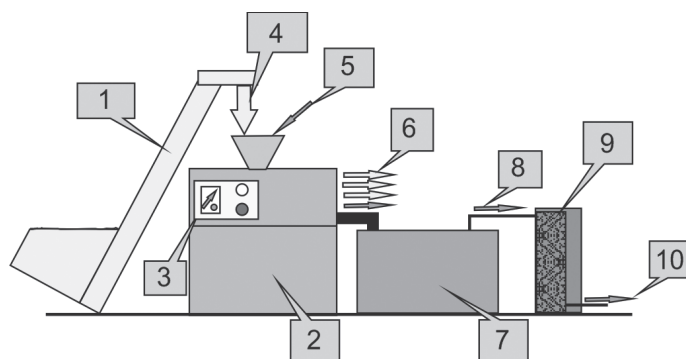
Celem procesu rozdrabniania, zwłaszcza materiałów biologicznych, jest uzyskanie – z jednej strony – wysokiej efektywności celowej, z drugiej strony – wysokiej efektywności energetycznej. *Efektywność celowa* rozumiana jest [6] jako maksymalizacja ilościowej wymaganej frakcji oraz jakościowa postaci produktu rozdrabniania (np. postać hydrofobowa).

W ogólnym ujęciu uważa się [2], iż proces rozdrabniania możemy nazwać efektywnym, gdy wydajność techniczna i stopień rozdrabniania rosną, a obciążenia i energia potrzebna do rozdrobnienia maleją. Kontrola parametrów opisujących powyższe stany, a następnie ich świadoma modyfikacja prowadzi do optymalizacji procesu rozdrabniania, w aspekcie przyjętych dla konstrukcji i procesu celów rozdrabniania.

Rozdrabnianie materiałów biologicznych o dużej zawartości tłuszczu i olejków eterycznych za pomocą rozdrabniacza precyzyjnego typu RPW (RPW-11TN oraz RPW-17TN) prowadzi się na stanowisku, którego schemat technologiczny składa się z następujących układów funkcjonalnych (Rys. 1):

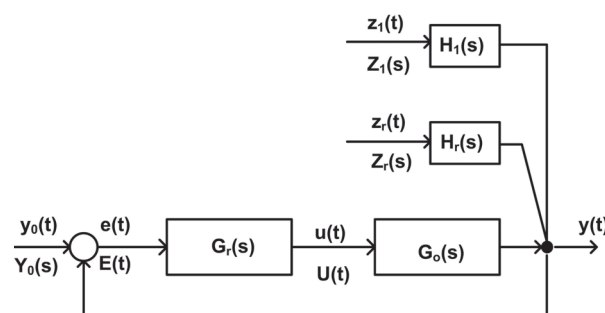
1. Zbiornik materiału z podajnikiem ślimakowym o regulowanej wydajności.
2. Obudowa stalowa rozdrabniacza, na ramie stalowej, napęd silnikiem elektrycznym i przekładnią z pasem zębatym.
3. Konsola sterowania rozdrabniaczem: włącznik główny, włącznik/wyłącznik silnika elektrycznego, lampki kontrolne zasilania, przemiennik częstotliwości do zmiany prędkości obrotowej silnika.
4. Wylot materiału z podajnika.
5. Wlot powietrza do rozdrabniacza – warunkuje poprawność rozdrabniania.
6. Wylot materiału rozdrobnionego i powietrza, transparentna rura wylotowa.
7. Zbiornik na produkt rozdrabniania, z wizjerem.
8. Wylot powietrza ze zbiornika do aspiratora.
9. Aspirator z układem filtracyjnym.
10. Wylot czystego powietrza do atmosfery.

Ze względu na konieczność stałej kontroli i zmiany wartości wybranych parametrów procesu rozdrabniania dla zwiększania efektywności rozdrabniania zaprezentowany system w ramach dalszych badań



Rys. 1. Schemat technologiczny rozdrabniania za pomocą rozdrabniacza precyzyjnego typu RPW

rozbudowuje się układy regulacji automatycznej. W związku z tym w badanym układzie dynamicznym wyróżniono segmenty funkcjonalne (podsystemy), które kolejno poddawane będą ocenie poprzez pomiar wartości wybranych parametrów istotnych dla pracy układu, następnie wzbogacane o przetworniki pomiarowe i sensory oraz zespoły wykonawcze (aktuatory), co ostatecznie pozwoli na uzyskanie układu ze sprzężeniem zwrotnym. Powyższa idea oparta jest na znanych i stosowanych w mechatronice układach [5], a schemat blokowy układu (części funkcjonalnej) z ujemnym sprzężeniem zwrotnym z wydzieleniem poszczególnych bloków zakłóceń pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Schemat blokowy układu regulacji z wydzieleniem poszczególnych bloków zakłóceń

Objaśnienia poszczególnych elementów przedstawionych na rys. 2 są następujące:

- $G_o(s)$ – obiekt,
- $G_r(s)$ – regulator,
- $z_1(t), z_2(t), \dots, z_r(t)$ –zakłócenia,
- $Z_1(s), Z_2(s), \dots, Z_r(s)$ –transformaty zakłóceń,
- $H_1(s), H_2(s), \dots, H_r(s)$ –transmitancje operatorowe odpowiadające torom poszczególnych zakłóceń,

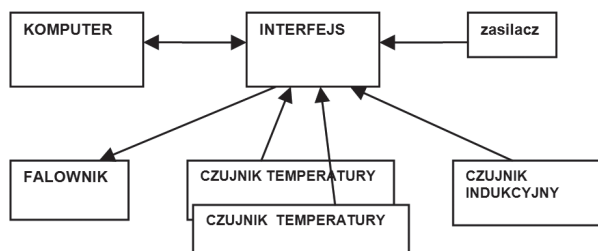
- $e(t)$ – uchyb regulacji,
- $E(t)$ – transformata uchybu regulacji,
- $u(t)$ – sygnał sterujący,
- $U(t)$ – transformata sygnału sterującego,
- $y_0(t)$ – wartość zadana (wielkość zadająca),
- $y(t)$ – wielkość regulowana,

Jakość pracy wybranego układu regulacji automatycznej ocenia się na podstawie przebiegu uchybu regulacji w czasie całego okresu pracy układu. Z uwagi na przypadkowy charakter przebiegu zakłóceń nie można określić rzeczywistego przebiegu uchybu regulacji, zatem ocena jakości pracy układu przeprowadzona będzie na podstawie cech i parametrów wybranego procesu (części procesu), występujących przy pewnych typowych wymuszeniach, zidentyfikowanych dla rozdrabniania rozdrabniaczem precyzyjnym typu RPW. W poprzedniej pracy autorów [4] zaprezentowano już część zmiennych wejściowych w rozdrabniaczu precyzyjnym RPW-11TN, które pozwoliły na zainicjowanie budowy komputerowego systemu wspomaganie realizacji procesu rozdrabniania nasion oleistych rozdrabniaczem precyzyjnym.

Program komputerowy MŁYN 2010 oraz system pomiarowo-sterujący

Przeznaczenie

Urządzenie, które stanowi część systemu pomiarowo-sterującego służy do sterowania falownikiem zasilającym silnik napędowy układu rozdrabniacza oraz do pomiaru prędkości obrotowej i temperatur w dwóch punktach konstrukcji rozdrabniacza (Rys. 3). Oprogramowanie komputerowe (MŁYN 2009, MŁYN 2010 oraz następne) pozwala na wyświetlenie danych pomiarowych i ręczne sterowanie falownikiem, gdzie klawiaturę falownika zastąpiono przyciskami na ekranie monitora. Oprogramowanie jest otwarte, co pozwala na rozbudowę o kolejne mierzone wielkości oraz dodanie funkcji sterowania procesem rozdrabniania i jego automatyzacji.



Rys. 3. Budowa systemu kontrolno-pomiarowego

Zadania zostały podzielone między dwa zasadnicze elementy układu, z których główny jest interfejsem pomiarowo-sterującym sprzężonym łączem szeregowym z komputerem. Interfejs zbudowany na bazie procesora *ATMega* prowadzi nabór i wstępne przetwarzanie danych oraz steruje urządzeniami zewnętrznymi realizując strategię zadaną przez komputer.

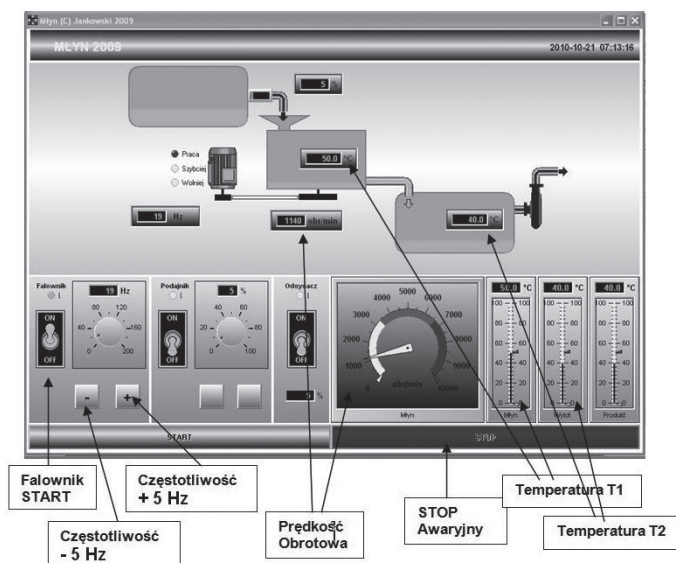
Interfejs użytkownika

Użytkownik ma możliwość obserwowania parametrów procesu i sterowania nim w czasie rzeczywistym. Sterowanie odbywa się za pomocą pól przycisków za pośrednictwem ekranu dotykowego lub za pomocą myszki. Ekran monitora z uruchomionym programem MŁYN zaprezentowano na rys. 4.

Możliwości oprogramowania komputera

Możliwe jest tworzenie aplikacji sterujących i pomiarowych oraz wizualizacja i rejestracja ich pracy. Poza tworzeniem algorytmów sterujących i okien pełniących rolę paneli operatorskich i ekranów wizualizacji można skorzystać z dodatkowych możliwości, takich jak: programatory czasowe, harmonogram zadań, rejestratory trendów i danych pomiarowych. Istnieje możliwość sterowania systemem za pomocą e-maili, wysyłania e-maili, tworzenia dynamicznie dokumentów HTML. Kilka programów może komunikować się ze sobą za pośrednictwem sieci LAN.

Podstawowe procesory *ATMega*, zabudowane w interfejsie, mogą obsłużyć dwa cyfrowe czujniki temperatury DS18C20 i trzy wejścia analogowe. Wyjścia PWM pozwalają na budowę przetworników cyfrowo-analogowych, sterować obrotami silników prądu stałego i silnikami krokowymi.



Rys. 4. Widok panelu kontrolno-sterującego na ekranie komputera

Program ma zestawy filtrów i konwerterów do przetwarzania i przeliczania tych wartości oraz rejestratory trendów i danych pomiarowych do ich zapisu, prezentacji i przetwarzania. Dane można prezentować w układzie tabelarycznym, jako wykresy a także eksportować do plików *Excela*.

Rejestr zwany dziennikiem pozwala na rejestrację zdarzeń wraz z ich opisem, datą i godziną. Programatory dobowe i programatory tygodniowe służą do sterowania w funkcji czasu – załączanie i wyłączenie urządzeń lub uruchomienie jakiejś procedury za pewien czas. Programatory czasowe pozwalają na stworzenie sekwencji cyklicznie wykonywanych czynności natomiast harmonogram pozwala na zaplanowanie ich listy.

Program może w reakcji na zdefiniowane zdarzenia wysyłać e-maile, zarówno krótkie wiadomości mieszczące się w nagłówku listu jak i raporty tworzone na podstawie specjalnych matryc. Przykładowo zaprogramowany system co 10 minut wysyła list z rozkładem temperatur w badanym obiekcie. Przewidziane jest sterowanie systemem za pomocą e-maili. Polega to na wysyłaniu na obserwowany przez program adres listu, w nagłówku którego umieszcza się hasło i numer lub symbol polecenia a program zrealizuje to polecenie.

Aby opublikować wyniki pomiarów w internecie tworzony jest normalny kod strony WWW (dokument HTML) ze specjalnymi znacznikami, w miejsce których automatycznie są zapisywane wartości śledzonych parametrów. Generowany okresowo dokument może być wysłany za pomocą klienta ftp na stronę WWW tworząc dynamicznie kształtowane raporty zależnie od stanu wejść czy potrzeb danego algorytmu.

Podsumowanie

Realizacja procesu rozdrabniania nasion o dużej zawartości tłuszczu i olejków eterycznych wymaga kontroli wielu parametrów, zarówno dla utrzymania odpowiedniej wydajności, jak również uniknięcia degradacji temperatury produktu. Komputerowe wspomaganie procesu oraz wprowadzane elementy automatyzacji pozwolą dzięki dalszym badaniom, zdaniem autorów, na swobodne kształtowanie efektów rozdrabniania, zwłaszcza wymaganej postaci produktu oraz utrzymanie olejków eterycznych na poziomie materiału wsadowego.

LITERATURA

- [1] J. Flizikowski, A. Lis: Inż. Ap. Chem. **46**, nr 1, 50 (2007).
- [2] J. Flizikowski: Inż. Ap. Chem. **47**, nr 4, 26 (2008).
- [3] J. Flizikowski: Integron – model konstrukcji rozdrabniacza. Inżynieria Rolnicza, nr 9 (69), 109 (2005).
- [4] M. Jankowski, K. Tyszczyk: Inż. Ap. Chem. **48**, nr 2, 54 (2009).
- [5] W. Jabłoński: Automatyka i sterowanie. Wyd. Uczelniane ATR Bydgoszcz, 1998.
- [6] K. Tyszczyk: Badania efektywności rozdrabniania nasion lnu. Rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, Poznań 2006.