

dr inż. Janusz Baranowski
Uniwersytet Zielonogórski, Centrum Komputerowe
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej „METROL”
mgr inż. Sławomir Melech
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej „METROL”
mgr inż. Piotr Adamski
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej „METROL”

SYSTEM STEROWANIA TEMPERATURĄ I WILGOTNOŚCIĄ W PROCESACH SUSZENIA PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH

W referacie przedstawiono zagadnienia związane z procesem suszenia produktów spożywczych. Omówiono sposoby suszenia, zaprezentowano wykorzystanie sterownika SA100 do sterowania procesem suszenia i wizualizacji obiektu.

1. WPROWADZENIE

Suszenie jest procesem cieplnym polegającym na uwalnianiu materiałów stałych lub roztworów od zawartej w nich wody przez jej odparowanie.

W wielu przypadkach suszenie jest jedną z ważniejszych operacji w danym cyklu produkcyjnym, decydującą nie tylko o jakości otrzymanego produktu, ale też o kosztach jego uzyskania. Stąd też dobór właściwych parametrów procesu suszenia jest ważnym zadaniem zarówno z punktu widzenia własności wysuszonego materiału jak i oszczędności energii.

W pewnych przypadkach przed suszeniem celowe jest wstępne odwodnienie produktów np. metodą mechaniczną (wyżymanie, wirowanie, wyciskanie).

Mechaniczne odwadnianie produktów jest ekonomiczniejsze niż suszenie przy użyciu ciepła. Przy czym samo odwodnienie jest niewystarczające ponieważ pozwala na częściowe usunięcie swobodnej wilgoci. Dlatego łączy się różne sposoby usuwania wilgoci.

Cel suszenia danego produktu zależy od jego przeznaczenia. Produkty spożywcze podlegają suszeniu m.in. dla ochrony przed zepsuciem (np. gniciem i pleśnią), zwiększenia trwałości podczas przechowywania, zmniejszenia ich masy.

Suszenie produktów może przebiegać w sposób naturalny lub sztuczny. Suszenie naturalne odbywa się zazwyczaj na otwartym powietrzu i stanowi proces, w którym czynnik suszący (powietrze), pochłaniający pary wilgoci odprowadzany jest bez stosowania specjalnych zabiegów. Wadami suszenia naturalnego w porównaniu ze sztucznym jest dłuższy okres suszenia, zależność od pory roku i stanu powietrza zewnętrznego, posiadanie dużej przestrzeni do rozłożenia materiału. Przy suszeniu naturalnym produkt można wysuszyć tylko do wilgotności zbliżonej do stanu równowagi, odpowiadającej parametrom otaczającego powietrza i w wielu przypadkach niedostatecznej do dalszego przetwarzania materiału.

Sztuczne suszenie produktów prowadzi się w specjalnych urządzeniach – suszarkach, w których czynnik suszący po wchłonięciu wilgoci odprowadza się w sposób sztuczny za pomocą wentylatorów, rur wyciągowych i innych urządzeń.

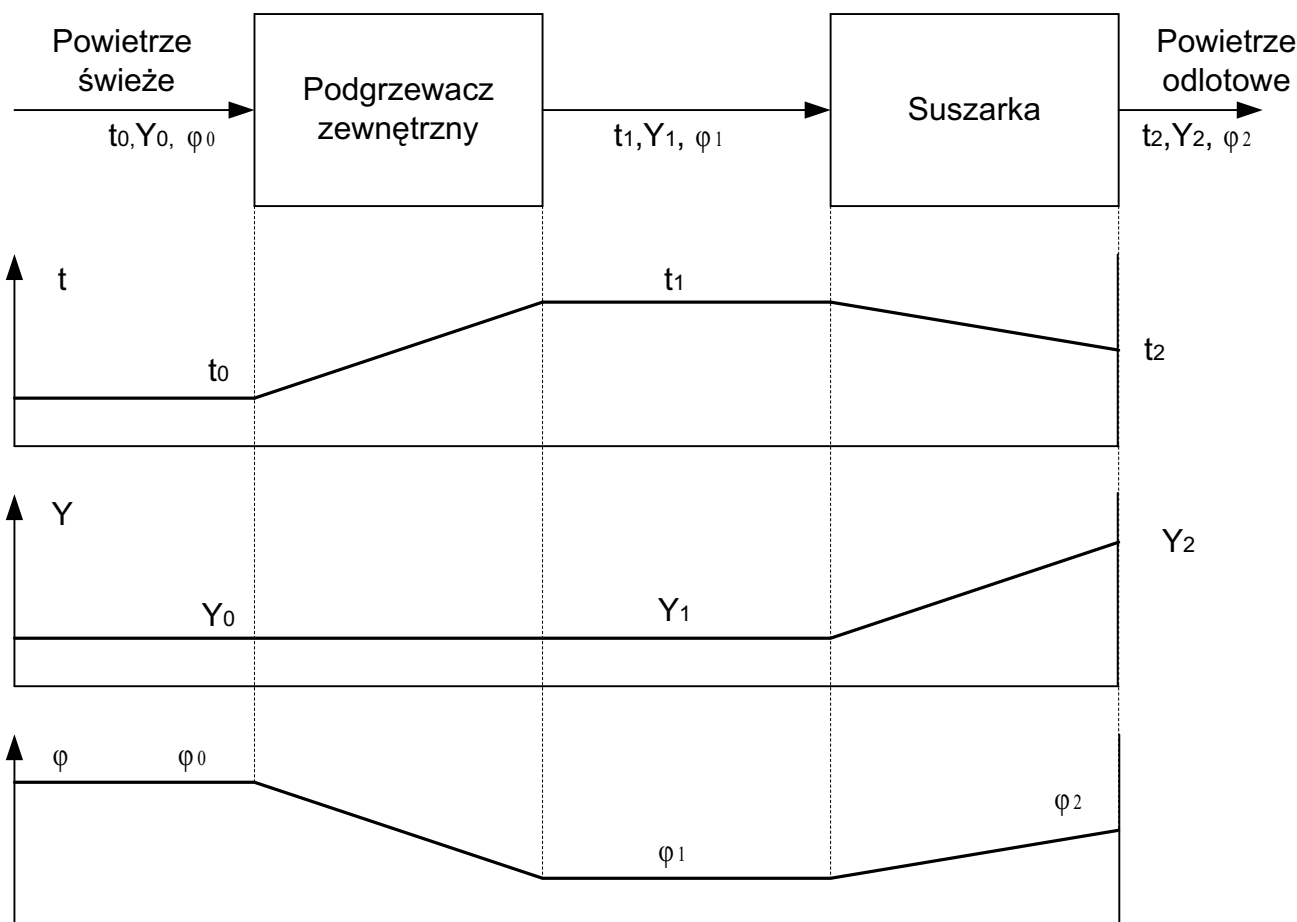
Nadmierne wysuszenie produktu może być niekorzystne ekonomicznie, gdyż przy późniejszym przechowywaniu produkt może chłonać wilgoć z powietrza zwiększając swoją wilgotność.

2. WYBRANE METODY SZTUCZNEGO SUSZENIA PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH

W zależności od rodzaju produktu, jego ilości i przeznaczenia można wyróżnić kilka sposobów sztucznego suszenia produktów spożywczych

2.1. Suszenie konwekcyjne

Suszenie konwekcyjne polega na suszeniu produktów przepływającym czynnikiem (np. gorącym powietrzem). Przepływające powietrze zabiera nadmiar wilgoci z suszonego materiału. Czas suszenia zależy od szybkości przepływu powietrza i jego temperatury. Na rys. 2.1 przedstawiono podstawowy schemat suszarki konwekcyjnej. Powietrze zewnętrzne o parametrach: temperatura t_0 , wilgotność bezwzględna Y_0 i wilgotność względna φ_0 przesyłane jest za pomocą wentylatora przez grzejnik do suszarki. Po podgrzaniu przez grzejnik powietrze ma parametry: t_1 , Y_1 , φ_1 . W części roboczej suszarki następuje odparowanie wilgoci zawartej w materiale suszonym w wyniku czego powietrze opuszczając suszarkę ma parametry t_2 , Y_2 , φ_2 .



Rys. 2.1. Podstawowy schemat suszarki konwekcyjnej [1]

Istnieją różne sposoby suszenia konwekcyjnego. Jednym z nich jest suszenie z częściowym zawracaniem do obiegu zużytego powietrza w celu jego powtórnego wykorzystania (część zużytego wilgotnego powietrza po przejściu przez suszarkę zostaje odprowadzona do atmosfery, a drugą część ponownie kieruje się do wentylatora i miesza się z powietrzem świeżym).

Suszarnie wykorzystujące technikę suszenia konwekcyjnego są najczęściej stosowanymi urządzeniami w tej dziedzinie. Do ogrzania czynnika suszącego stosuje się najczęściej palniki gazowe, olejowe lub ogrzewanie za pomocą przegrzanej pary wodnej. Ogrzewanie energią elektryczną jest droższe. Optymalnym sposobem sterowania palnikami jest sterowanie modulowane (płynne) płomieniem, które umożliwia bardziej precyzyjne sterowanie obiektem. Ewentualnie można stosować palniki o skokowej regulacji płomienia.

Nie zawsze czynnikiem suszącym może być powietrze, gdyż zawarty w nim tlen może wywoływać niekorzystne zmiany w materiale suszonym

2.2. Suszenie pod obniżonym ciśnieniem

Tradycyjne metody suszenia prowadzą najczęściej do obniżenia wartości spożywczej danego produktu. Minimalizację negatywnych następstw tego procesu można osiągnąć poprzez ograniczenie kontaktu z tlenem, skrócenie czasu suszenia oraz stosowanie niskich temperatur. Niestety, powyższe wymagania wzajemnie wykluczają się przy stosowaniu konwencjonalnych sposobów suszenia. Wysoka temperatura przyspiesza proces suszenia, przez co skrócony jest czas kontaktu z tlenem, lecz równocześnie prowadzi do rozkładu witamin i zmiany struktury białek. Tak więc, technologia z zastosowaniem obniżonego ciśnienia prowadzi do obniżenia temperatury wrzenia wody i zmniejszenia kontaktu z tlenem. Prowadzenie procesu w tej temperaturze powoduje wytworzenie wewnętrznego ciśnienia w suszonych cząstkach, równoważącego obniżone ciśnienie zewnętrzne. Dzięki temu wysuszone cząstki zachowują pierwotny kształt. Z kolei dla zachowania kształtu cząstek konieczne jest wytworzenie właściwego rozkładu ciśnień w całej objętości suszonego materiału. To zaś zależy od rozkładu temperatury wewnątrz cząstek. Sposobem dostarczania ciepła, zapewniającym równomierność rozkładu temperatur, jest technika mikrofalowa.

Połączenie zalet suszenia w warunkach obniżonego ciśnienia i mikrofalowego sposobu dostarczania ciepła powoduje, że proces odbywa się w niskich temperaturach poniżej 30°C, a czas suszenia jest nawet siedmiokrotnie krótszy niż w metodach konwencjonalnych. Tak wysuszony produkt nadaje się do bezpośredniego spożycia i charakteryzuje się znacznymi walorami smakowymi. Zastosowanie tej technologii może być użyte do suszenia warzyw, owoców, a nawet mięsa.

2.3. Suszenie sublimacyjne (liofilizacja).

Wzrastające zapotrzebowanie na żywność przetworzoną sprzyja szybkiemu rozwojowi badań związanych z poszukiwaniem technologii pozwalających na zachowanie w jak największym stopniu cennych właściwości surowca.

Suszenie sublimacyjne jest procesem przemiany fazowej polegającej na bezpośrednim przejściu substancji z fazy stałej (lodu) do gazowej (bez stopienia).

Jest to proces wieloetapowy. Po wstępnym zamrożeniu materiału pod ciśnieniem atmosferycznym, rozpoczyna się proces próżniowej sublimacji lodu, w którym należy dostarczać w sposób kontrolowany ciepło podtrzymujące sublimację oraz usuwać powstającą parę wodną.

Próżniowe dosuszenie materiału do żądanej wilgotności końcowej następuje wraz z podwyższeniem temperatury materiału do dodatnich wartości. Dlatego też cały lód powinien zostać wysublimowany w pierwszym okresie suszenia. Środki spożywcze wysuszone tą metodą mogą być przechowywane przez bardzo długi okres czasu (do 2 lat przy zawartości wilgoci 2%). Znaczne zmniejszenie masy produktów w porównaniu z materiałem surowym daje duże oszczędności w przechowywaniu i transporcie. Produkt po długim okresie przechowywania ma takie same właściwości co produkt świeży (np. kawa suszona sublimacyjnie ma lepsze właściwości smakowe niż wysuszona w suszarce rozpryskowej)

3. METODY OKREŚLANIA ZAWARTOŚCI WILGOCI W MATERIAŁACH

Wilgotność materiału jest to zbiór wszystkich składników występujących w próbce, które wyparowują podczas jej ogrzewania. Prowadzi to do ubytku masy.

Metody określania zawartości wilgoci w materiałach można podzielić na dwie kategorie: absolutne określanie wilgoci oraz dedukcyjne określanie wilgoci. Stosując absolutne metody,

zawartość wilgoci jest oznaczana bezpośrednio, np. z wykorzystaniem zjawiska termo grawimetrii. Termo grawimetria jest procesem określania ubytku masy, który występuje podczas ogrzewania substancji. Podczas tego procesu próbka ważona jest przed i po ogrzewaniu a następnie oblicza się różnicę pomiędzy tymi dwoma określonymi ciężarami. W przypadku metod dedukcyjnych, zawartość wilgoci jest oznaczana pośrednio. Mierzone są właściwości fizyczne, które wiążą się z wilgotnością w badanej substancji (np. absorpcja promieni elektromagnetycznych lub elektryczna przewodność właściwa).

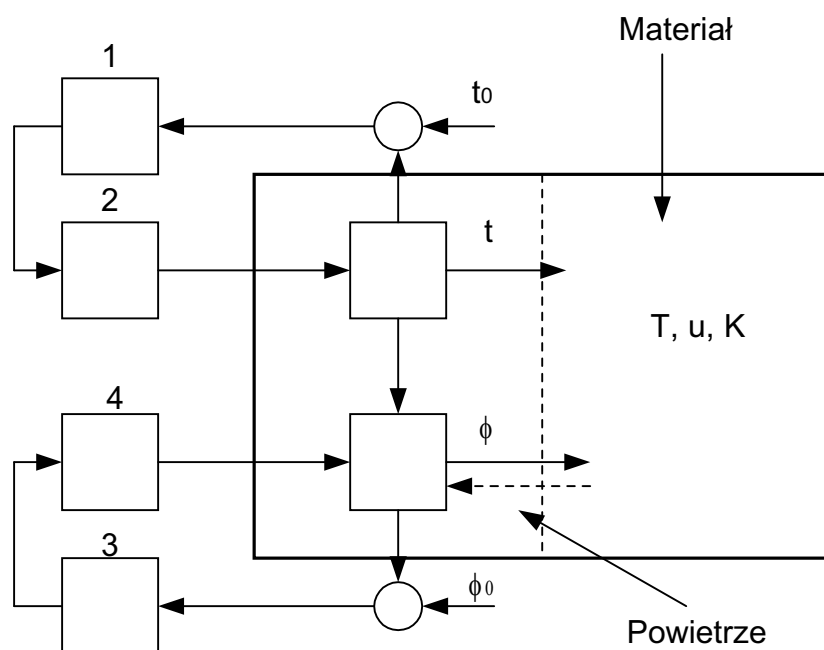
4. REGULACJA WILGOTNOŚCI POWIETRZA W SUSZARNICTWIE

Metody regulacji wilgotności w procesach suszenia mają na celu:

- oddziaływanie na parametry czynnika suszącego (powietrza)
- oddziaływanie na parametry suszonego materiału

Zaletą pierwszej metody tj. regulacji wilgotności względnej i temperatury powietrza osuszającego jest użycie prostszych środków automatyzacji

W metodzie drugiej pomiar musi być dostosowany do charakteru materiału. Na rys. 4.1. pokazany jest układ regulacji wilgotności w konwekcyjnej suszarni komorowej. Parametrami zadanymi jest temperatura t_0 , wilgotność względna ϕ_0 oraz czas trwania procesu. W urządzeniu tym oba układy regulacji działają niezależnie. Regulator temperatury 1 za pomocą zaworu 2 steruje dopływ powietrza do nagrzewnicy. Regulator wilgotności za pomocą członu wykonawczego 4 zmienia krotność obiegów powietrza. Obiektem regulacji jest łącznie materiał suszony oraz powietrze w przestrzeni roboczej suszarni. Stan materiału w suszarni jest określony głównie przez temperaturę materiału T , zawartość wilgoci w materiale u i wskaźniki technologiczne K (własności fizyczne materiału, jego skład, początkowa zawartość wilgoci)



Rys.4.1. Układ regulacji wilgotności suszarni konwekcyjnej [3]

Dla dużych przemysłowych suszarni o działaniu ciągłym znacznie efektywniejsze są układy regulacji pracujące według parametrów suszonego materiału. Regulatory wilgotności czynnika suszącego (powietrza) stosowane są jednak wówczas gdy ocena średniej zawartości wilgoci materiału jest technicznie niemożliwa. W takich przypadkach mierzy się

zawartość wilgoci powietrza na wejściu i wyjściu obiektu i w oparciu o znane natężenie przepływu powietrza przez suszarnię oblicza się ilość wilgoci odprowadzonej z suszarni w jednostce czasu. Odnosząc to do czasu suszenia oblicza się końcową wilgotność materiału.

5. DOBÓR TEMPERATURY SUSZENIA

Optymalne warunki suszenia określamy jako takie, przy których otrzymuje się najlepszą jakość produktu przy minimalnym nakładzie kosztów.

Temperaturowe warunki prowadzenia procesu są narzucone przez własności materiału suszonego i technologię wytwarzania. Dla uzyskania najlepszej intensyfikacji procesu oraz najwyższych wskaźników ekonomicznych należy temperaturę powietrza suszącego przyjmować jak najwyższą, w granicach dopuszczalnych własności materiału. Temperatura gazów odlotowych uwarunkowana jest względami ekonomicznymi oraz założoną końcową temperaturą produktu. Na wybór tej temperatury może mieć również wpływ właściwa praca układu odpylającego. Temperatura ścianek odprowadzających gazy nie może być niższa niż punktu rosy [1]. Im wyższa temperatura procesu suszenia tym jego czas jest krótszy jednak z powodu zbyt wysokiej temperatury może nastąpić zniszczenie produktu suszonego (np. uszkodzenie nasion siewnych, zaparzenie się suszonego produktu, pękanie suszonego drewna, samozapłon itp.).

6. SPOSOBY PRACY SUSZAREK

W zależności od wielkości produkcji proces suszenia może być ciągły lub okresowy. Zastosowanie suszarek pracujących na zasadzie pracy ciągłej stosuje się przy produkcji na dużą skalę (powyżej 1 tony na godzinę). Rozwiązanie tego typu pozwala na uzyskanie wysokiej sprawności, niskich kosztów operacyjnych i wysokiej jakości produktu, szczególnie wówczas, gdy pracę ciągłą utrzymuje się przez dłuższy okres czasu. W przypadku tego typu suszarek należy zapewnić ciągłe dostarczanie surowca. W przypadku mniejszej produkcji lub specyficznych warunków produkcji stosuje się suszarki okresowe.

7. SYSTEM STEROWANIA I WIZUALIZACJI PROCESEM SUSZENIA

W oparciu o sterownik SA100 stworzono system sterujący procesem suszenia, w którym pełni on rolę autonomicznego urządzenia.

7.1. Parametry sterownika programowalnego SA100

Sterowniki programowalne SA100 przeznaczone są do sterowania procesami produkcyjnymi, sterowaniem maszynami przemysłowymi itp., jako kompaktowe urządzenia pomiarowo-kontrolne i jednocześnie regulacyjno-sterujące. Zintegrowanie układów analogowych wejść i wyjść na płycie głównej, umożliwia szybkie i efektywne przetwarzanie, ułatwia montaż i obsługę. Zakres zastosowań sterowników tej serii jest bardzo szeroki, od automatyzacji pojedynczych maszyn np. wyłaczarki aż po automatyzację kompletnych procesów produkcyjnych.

Sterownik programowalny SA100 jest urządzeniem wielofunkcyjnym mogącym pracować w zróżnicowanych procesach przemysłowych związanych m.in. z przetwórstwem żywności. Sterowniki są oferowane w dwóch podstawowych wykonaniach: SA100 lub SA101. Różnią się między sobą ilością wejść, wyjść oraz wymiarami. W sterownikach zastosowano 16 bitowy mikrokontroler SAB80C166. W sterownikach zaimplementowano mnemoniczny język programowania pozwalający prosto i w sposób naturalny wykorzystać wszystkie zasoby i możliwości sterowników. Lista rozkazów tego języka umożliwia użytkownikowi

napisanie programu głównego wykonywanego cyklicznie, podprogramu uaktywnianego przerwaniem licznikowym, podprogramu uaktywnianego przerwaniem czasowym, programu reakcji na „zawieszenie się” sterownika.

Sterowniki wyposażono w dwa wielozadaniowe interfejsy komunikacyjne, które stosowane są do: programowania sterownika, dołączenia konsoli użytkownika lub operatorskiej, tworzenia lokalnej sieci, dołączenia komputera nadrzędnego. Za pomocą konsoli operatorskiej można eksponować proces sterowania.

Sterowniki zostały ukierunkowane na sterowanie procesami termicznymi. Sterownik SA100 może pełnić funkcję 24-kanalowego, a SA101 funkcję 16-kanalowego samosterującego regulatora PID.

Przykładowe zastosowania:

- sterowanie temperaturą w szklarniach,
- sterowanie wtryskarką tworzyw sztucznych,
- sterowanie procesem przygotowania surowca do produkcji np. wykładzin.

Sterownik SA100 wyposażony jest w:

1) zasoby fizyczne

- wejścia analogowe izolowane ,
- wejścia dwustanowe ,
- wejścia temperaturowe,
- wejścia liczników szybkich do 1MHz,
- wyjścia analogowe,
- wyjścia dwustanowe,
- wyjścia typu PWM,
- wyjścia STEP.

2) Zasoby funkcyjne:

- konsola użytkownika 1,
- szybkie liczniki sprzętowe 2,
- łącze komunikacyjne użytkownika 1,
- timery programowalne 16,
- sterownik silnika nawrotu 2,
- sterownik wypełnienia impulsów 24,
- sterownik wypełnienia impulsów 24,
- samonastrajający regulator PID 24,
- wejście / wyjście - RS-485.

3) zasoby komunikacyjne

- Standardy elektryczne : interfejsy szeregowy RS 232C, RS 485,
- Protokoły komunikacyjne: SABUS, MODBUS RTU.

Sterownik programowalny SA100 posiada możliwość przetworzenia danych pochodzących z różnych źródeł bez konieczności rozbudowy o układy peryferyjne.

Powiązanie zasobów zarówno fizycznych jak i programowych w algorytmach programu wewnętrznego sterownika daje szerokie zastosowanie w przemysłowych procesach wymagających autonomicznych modułów sterujących. Przykładem może być system sterowania wyłaczarką gdzie sterownik SA100 został dodatkowo wyposażony w algorytmy uwzględniające prędkość obrotową ślimaka w procesie sterowania.

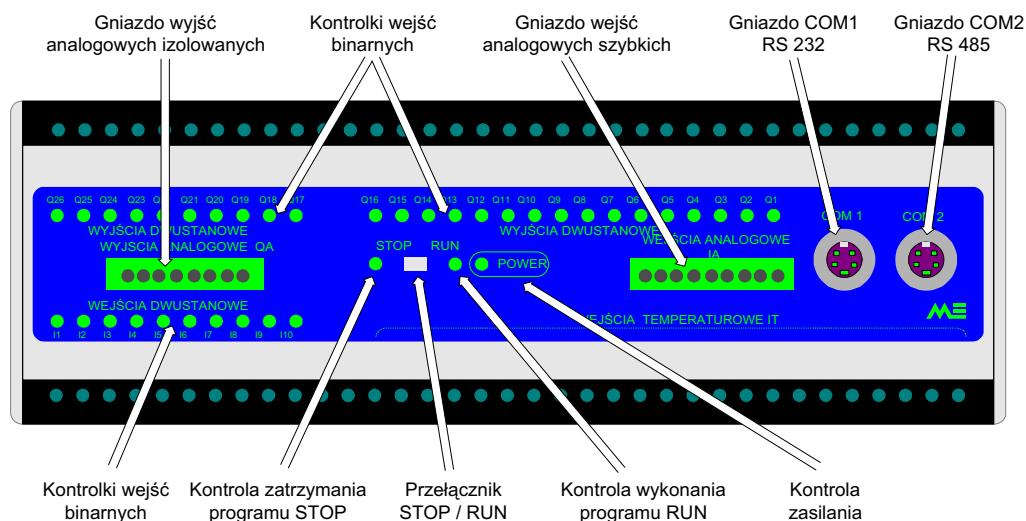
Wykorzystując zdolność do komunikacji pomiędzy sterownikami SA100 istnieje możliwość rozbudowy systemu złożonego z wielu sterowników tworząc sieci przemysłowe. Systemy takie mogą sterować złożoną produkcją.

Na rys. 7.1. przedstawiony jest wygląd płyty czołowej sterownika SA100

Sterownik	SA100	SA101
Wyjścia Binarne	24	16
Wyjścia Analogowe	Bez wyjść	Bez wyjść
	4 x 0...20 mA	
	4 x 0...5 V	
	4 x 0...10 V	
Wejścia Binarne	Bez wejść	Bez wejść
	10	10
Wejścia analogowe izolowane	Bez wejść	Bez wejść
	12 x RTD	4 x RTD
	8 x RTD	8 x RTD
	15 x TC + ACJC	7 x TC + ACJC
	23 x TC + ACJC	15 x TC + ACJC
	16 x 0...20 mA	8 x 0...20 mA
	24 x 0...20 mA	16 x 0...20 mA
	16 x 0...5 V	8 x 0...5 V
	24 x 0...5 V	16 x 0...5 V
	16 x 0...10 V	8 x 0...10 V
	24 x 0...10 V	16 x 0...10 V
	Wejścia analogowe szybkie bez izolacji	Bez wejść
8 x 0...20 mA		8 x 0...20 mA
8 x 0...5 V		8 x 0...5 V
8 x 0...10 V		8 x 0...10 V

RTD - wejścia termorezystorowe 3-przewodowe.
TC + ACJC - wejścia termoelementowe z automatyczn¹ kompensacji¹ zimnych końców.
Wykonania specjalne mogą mieć wejścia analogowe skonfigurowane wg życzenia np. 7 termoelementów, 4 x Pt100, 8 x 0...20 mA.

Tabela 7.1. Dane techniczne sterowników SA100 i SA101



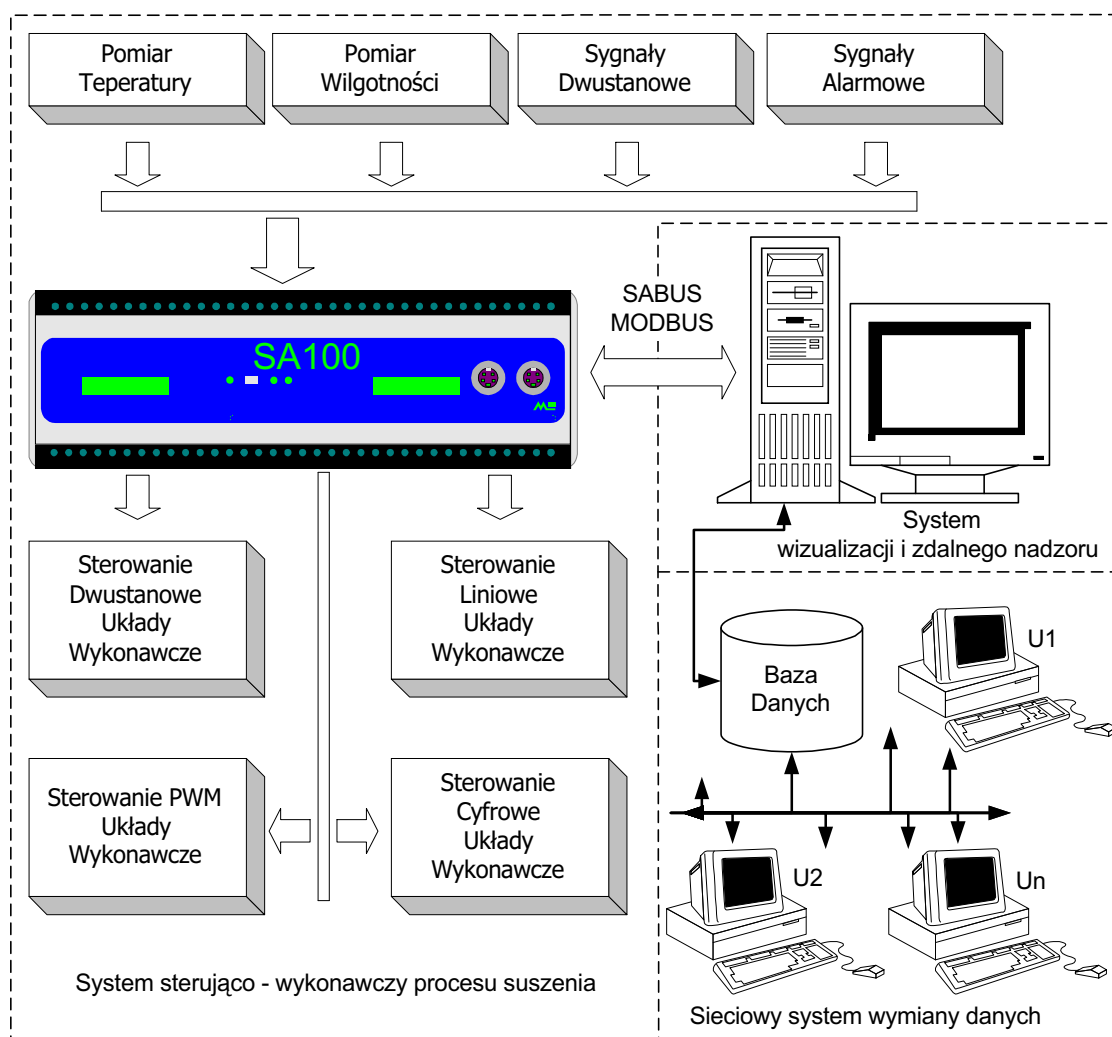
Rys.7.1. Wygląd płyty czołowej sterownika SA100

7.2. Struktura procesu suszenia

W powiązaniu z urządzeniami zewnętrznymi takimi jak: zawory dwustanowe, liniowe sterowane sygnałem napięciowym, nagrzewnice i inne specjalizowane podzespoły, został opracowany system sterowania i wizualizacji z możliwością zdalnego dostępu do danych w procesach suszenia produktów spożywczych.

Głównym urządzeniem systemu jest sterownik SA100. Pełni on rolę układu jednostki centralnej sterującej całym procesem suszenia. Poprzez układy wejściowe sterownik odczytuje informacje o aktualnym stanie procesu suszenia, następnie przetwarzając te informacje za pomocą odpowiednich algorytmów steruje urządzeniami wyjściowymi zapewniając prawidłowy przebieg procesu suszenia.

Na rys.7.2. przedstawiono uproszczony schemat blokowy systemu sterującego procesem suszenia żywności.



Rys.7.2. Schemat blokowy układu sterowania procesem suszenia.

System wizualizacji i sterowania procesem suszenia został podzielony na trzy zasadnicze grupy:

- Część sterującą wraz z układami wykonawczymi (SA100 + układy wyjściowe),
- Część wizualizacyjno – kontrolną (komputer klasy PC),
- Część akwizycji danych (serwer danych z bazą danych i sieć komputerowa).

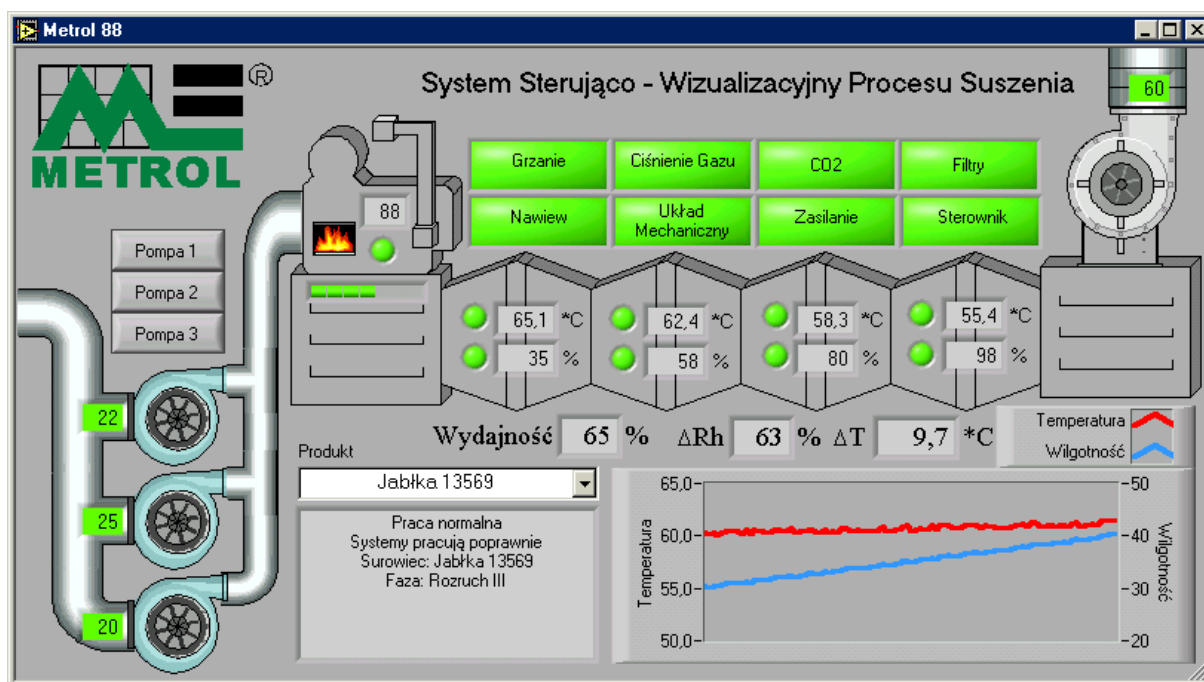
Część sterująca wyposażona jest w sterownik SA100 z oprogramowaniem dostosowanym do specyficznych warunków suszarni. Informacje o stanie systemu (temperatura, wilgotność, prędkości przesuwu taśmy, stany alarmowe itd.) zostają przetworzone na wartości cyfrowe. Następnie po analizie matematyczno – logicznej sterownik wystawia sygnały sterujące. Sygnały z wyjść dwustanowych sterują m.in. zaworami załącz – wyłącz, sygnały analogowe sterują w sposób liniowy elementami takimi jak prędkości przesuwu ciągu. Natomiast sygnały PWM sterują prędkościami pracy dmuchaw. Korzystając z wyjścia cyfrowego możliwa jest komunikacja np. z dodatkowym panelem operatorskim. Ze względu na ograniczoną wartość mocy sygnałów wyjściowych sterownika SA100 konieczne jest zastosowanie wzmacniaczy, bądź układów dostosowujących poziomy sygnały sterownika do sygnałów sterujących układami wyjściowymi.

Część wizualizacyjno – kontrolna zrealizowana jest na komputerze klasy PC. Zainstalowane oprogramowanie umożliwia kontrolę procesu suszenia. Poprzez łącze interfejs szeregowy RS-232C / RS-485 i z protokołem SABUS lub MODBUS RTU następuje wymiana danych pomiędzy systemem (komputer PC), a sterownikiem SA100. Program do wizualizacji i sterowania procesem suszenia posiada informacje na temat produktów jakie zostają poddawane procesowi suszenia. W momencie wprowadzenia nastaw parametrów procesu dla innego produktu następuje przepisanie odpowiednich danych do sterownika i uruchomienie pracy systemu. Następnie system odczytuje i rejestruje dane ze sterownika o aktualnym stanie procesu suszenia. Zapewnia to stałą kontrolę wizualizacyjną nad procesem. Każde wystąpienie stanu alarmowego (np. zaniżone ciśnienie gazu, uszkodzenie układu mechanicznego, zbyt wysoka temperatura itp.) wiąże się z odpowiednią reakcją systemu.

Trzecią częścią składową systemu jest serwer danych. Jego zadaniem jest gromadzenie informacji z całego procesu suszenia, a następnie udostępnianie ich do analizy przez odpowiednie zespoły (nadzoru, techniczny, kontroli procesu, kontroli jakości produktu). System umożliwia również generowanie raportów, tworzenie archiwum oraz wykorzystanie zebranych danych do innych celów.

7.3. Oprogramowanie wizualizacyjne

Na rys. 7.3. przedstawiono przykładowy widok ekranu głównego programu wizualizacji procesu suszenia.



Rys.7.3. Panel programu głównego.

Na ekranie pokazane są najważniejsze elementy przebiegu procesu suszenia. Wystąpienie stanu alarmowego wiąże się z odpowiednią reakcją wywołaną automatycznie z poziomu programu bądź poprzez czynności wykonane przez operatora. Podstawowym zadaniem programu jest wizualizacja procesu suszenia. Widoczne są istotne informacje o procesie. Poszczególne wartości temperatur i wilgotności w czterech fazach procesu suszenia, wydajność dmuchaw i wyciągu, oraz informacje tekstowe o procesie. W przypadku przekroczenia poszczególnych wartości temperatur i wilgotności, stan ten jest sygnalizowany przez świecenie się odpowiednich wskaźników zamieszczonych obok informacji cyfrowych. Dodatkowo w postaci wykresów graficznych prezentowane są parametry procesu suszenia w funkcji czasu. Wprowadzając inny produkt do procesu suszenia należy wybrać go z listy produktów. Proces zostanie uruchomiony po osiągnięciu odpowiednich parametrów. W przypadku, gdy dany produkt nie jest zdefiniowany konieczne jest wprowadzenie nowych parametrów, co realizowane jest za pomocą dodatkowych paneli konfiguracyjnych.

Dodatkową funkcją jest cykliczne przesyłanie danych do serwera danych celem archiwizacji przebiegu procesu. Dane zawierają informacje o poszczególnych punktach systemu (parametry mechaniczne, wartości temperatur, wilgotności, wydajność, itd.). Tak zgromadzone dane stwarzają możliwość ich późniejszej analizy w celu jak wypracowania najefektywniejszego procesu suszenia i osiągnięcia najlepszych jakościowo produktów. Ponadto zespół techniczny posiada istotne informacje o układach mechanicznych np. która z dmuchaw pracuje najczęściej, co z kolei pozwala precyzyjniej planować przeglądy konserwatorskie. Natomiast w dziale jakości dostępne są informacje o poszczególnych fazach procesu, umożliwiając porównanie tych danych z normami dla danego typu produktu spożywczego

8. PODSUMOWANIE

Istnieje wiele metod suszenia produktów spożywczych. Dobranie optymalnej suszarki pod kątem jej wydajności, metody suszenia i optymalnego procesu dla danego produktu ma wielkie znaczenie ze względu na energochłonność procesu i jakość uzyskanego produktu. Szeroki dostęp do urządzeń mikroprocesorowych umożliwia stosowanie nawet bardzo złożonych algorytmów w procesach suszenia. Zastosowanie interfejsów szeregowych ułatwia wymianę danych sterownika obsługującego proces suszenia z komputerowym systemem wizualizacji procesu usprawniając kontrolę procesu i możliwość archiwizacji danych. Takie rozwiązanie zapewnia zastosowanie sterownika SA100 produkcji firmy METROL wraz z programem wizualizacji Metrol88. Dzięki bardzo bogatemu wyposażeniu sterownika SA100 w wejścia analogowe i binarne można sterować wieloparametrowymi obiektami.

LITERATURA

- [1] Cz. Strumiłło: Podstawy teorii i techniki suszenia; WNT, Warszawa 1975
- [2] P.D. Lebediew: Wymienniki ciepła, urządzenia suszarnicze i chłodnicze; WNT, Warszawa 1970
- [3] K. Kostyrko, B. Okołowicz-Grabowska: Pomiary i regulacja wilgotności w pomieszczeniach; Arkady, Warszawa 1977
- [4] www.radwag.com.pl
- [5] www.metrol.pl