

Henryk Juszka, Marcin Tomasiak
Zakład Energetyki Rolniczej
Akademia Rolnicza w Krakowie

SYSTEM AUTOMATYCZNEGO STEROWANIA FILTREM BROWARNICZYM

Streszczenie

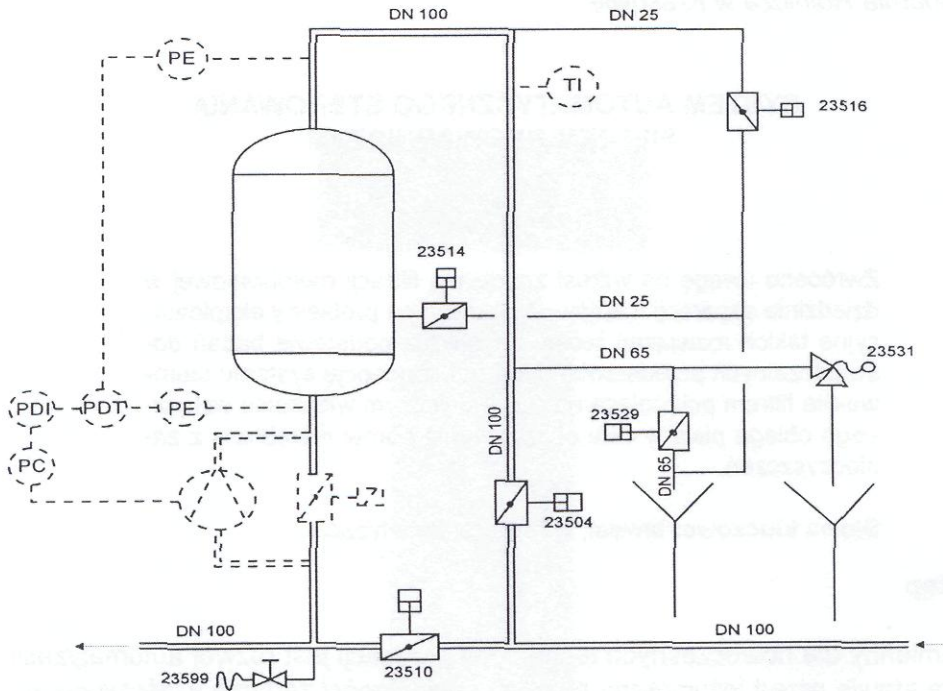
Zwrócono uwagę na wzrost znaczenia filtracji membranowej w dziedzinie separacji mediów. Wskazano na problemy eksploatacyjne takich rozwiązań technicznych. Na podstawie badań doświadczalnych przedstawiono własną koncepcję systemu sterowania filtrem polegającą na automatycznym włączaniu wstecznego obiegu piwa w celu oczyszczenia porów membrany z zanieczyszczeń.












Słowa kluczowe: browar, filtracja, automatyzacja

Wstęp

Znamienny dla nowoczesnych technologii produkcji jest rozwój automatyzacji, która stawia przed inżynierami różnych specjalności zadanie właściwego wykorzystania postępu technicznego i poprawnej eksploatacji coraz bardziej skomplikowanych urządzeń. O ile zadaniem mechanizacji jest wyłączenie człowieka w jego pracy fizycznej, o tyle automatyzacja ma na celu uwolnienie go także od wytężonej i rutynowej pracy umysłowej [Michałek, Juszka 1997]. Automatyzacja wkroczyła także do rolnictwa, przemysłu rolno-spożywczego, a w tym do browarów. Jednym z odcinków technologicznych w znacznym stopniu zautomatyzowanym w browarze jest filtracja piwa. Elementem tego odcinka technologicznego jest filtr membranowy, dla którego podjęto próbę przedstawienia własnej koncepcji systemu automatycznego sterowania. W celu poprawy parametrów filtracji piwa rozpoczęto udoskonalanie tego procesu. Pojawiły się propozycje podniesienia wydajności przez podwyższenie temperatury produktu czyli "filtracja na ciepło", stopniowe podnoszenie ciśnienia w toku procesu filtracji oraz metodę "wstecznego pulsowania" [Olejnik 1999; Budzyński 1998]. Do metod oczyszczania porów membrany można jeszcze zaliczyć zastosowanie dwu-fazowego strumienia wznoszącego (gaz-ciecz), co powodowało powstawanie warunków hydrodynamicznych (burzliwy przepływ pęcherzyków, wahania ciśnienia) destabilizujących placek filtracyjny wewnątrz modułu filtracyjnego [Tomala 1999].

Schemat układu sterowania filtrem membranowym
FILTRAP 800



- | | | | |
|--|--|---|--|
|  | ← Studzienka ściekowa 1 |  | ← Regulacja ciśnienia (załączanie pompy) 8 |
|  | ← Zawór sterowany ręcznie 2 |  | ← Pompa 9 |
|  | ← Zasuwa z napędem magnetycznym 4 |  | ← Czujnik ciśnienia 10 |
|  | ← Zasuwa z napędem tłokowym 3 |  | ← Czujnik temperatury 11 |
|  | ← Zawór sterowany pływakiem 5 | | |
|  | ← Przetwarzanie A/C i różnicowanie sygnału ciśnienia 6 | | |
|  | ← Informacja o różnicy sygnałów ciśnienia 7 | | |

Rys. 1. Schemat automatycznego sterowania filtrem membranowym

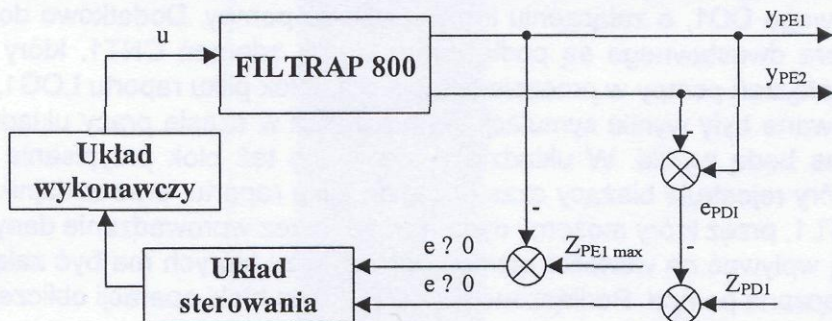
Fig. 1. Scheme of automatic steering system of a membrane filter in brewery: 1 -sink basin, 2 - hand operated valve, 3 - magnetic gate valve, 4 - piston operated gate valve, 5 - float operated valve, 6 - A/D conversion and differentiation of pressure signal, 7 - information on difference of pressure signals, 8 - pressure regulation (pump switch on), 9 - pump; 10 - pressure sensor, 11 - temperature sensor

Proponowany układ sterowania filtra membranowego przedstawiono na rysunku 1. Istotę tego rozwiązania zaznaczono linią przerywaną.

Układ automatyki składa się z zamontowanych dwóch czujników ciśnienia (PE), jednego czujnika temperatury (TI), sumatora różnicującego sygnały (PDT) wraz z przetwornikami A/C (PDI), wyjścia załączającego pompę (PC). Jako czujniki ciśnienia można zastosować czujniki tensometryczne lub piezoelektryczne, zaś czujnikiem temperatury może być czujnik rezystancyjny.

Koncepcja sterowania filtrem membranowym

Na rysunku 2 przedstawiono schemat blokowy proponowanego systemu sterowania dla filtra membranowego FILTRAP 800. Wyróżniono w nim układ sterowania oraz układ wykonawczy. Układ sterowania można wykonać na sterowniku μP mającym dwa wejścia analogowe oraz wejścia i wyjścia dwustanowe (np. Unitronics M90T). Zastosowanie takiego urządzenia pozwoli nam na rejestrację danych i możliwość zmiany konfiguracji w zależności od wymagań.



Rys. 2. Schemat realizacji sterowania

Fig. 2. Schematic diagram of steering realization

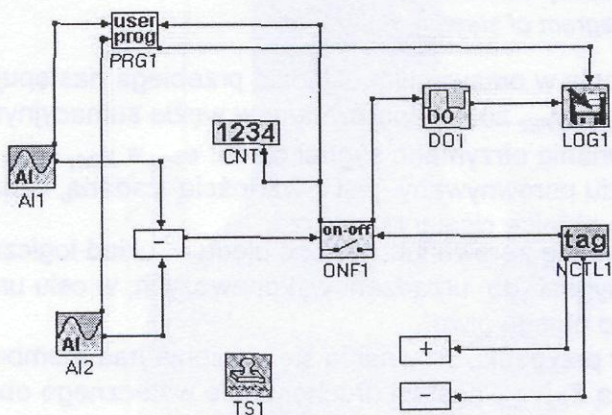
Realizacja sterowania w omawianym układzie przebiega następująco:

- (1) Sygnały y_{PE1} i y_{PE2} zostają porównane w węźle sumacyjnym. W wyniku tego porównania otrzymano sygnał błędny: $e_{PDI} = y_{PE1} - y_{PE2}$ (1)
- (2) Sygnał błędny porównywany jest z wartością zadaną, oznaczającą dopuszczalną różnicę ciśnienia w filtrze.
- (3) Jeżeli pojawi się zerowa lub wartość błędny e , układ logiczny sterownika wyśle sygnał do urządzeń wykonawczych, w celu uruchomienia wstecznego obiegu piwa.
- (4) Również w przypadku zrównania się ciśnienia nad membraną z wartością zadaną $Z_{PE1 \max}$ nastąpi uruchomienie wstecznego obiegu.
- (5) Czas trwania wstecznego przepływu można zadać przez wykorzystanie zbrocza narastającego.

Metodyka badań symulacyjnych

Do badań symulacyjnych wykorzystano program GENIEŃ firmy ADVANTECH. Schemat blokowy przedstawia rysunek 3. Sygnałami wejściowymi wysyłanymi na blok wejścia analogowego są wartości ciśnień (AI1 - czujnik ciśnienia przed filtrem, AI2 - czujnik ciśnienia za filtrem), zarejestrowane w czasie badań doświadczalnych. Sygnał z wejść wysyłany jest do bloku pojedynczych operacji obliczeniowych, gdzie następuje zliczanie różnicy sygnałów wejściowych po ustawieniu operatora (-). Od tej różnicy zależy, czy zostanie włączona pompa w układzie w celu oczyszczania filtra. Z pompą połączony jest zawór elektromagnetyczny, umożliwiający przepływ piwa przez pompę w czasie jej pracy.

Nowa wartość sygnału jest wysyłana do bloku regulatora dwustawnego ONF1, gdzie ustawiamy wartość włączania i wyłączenia pompy. Regulator ten ma wyjście sygnału cyfrowego, przez który popłyne sygnał do wyjścia sygnału cyfrowego DO1, o załączeniu lub wyłączeniu pompy. Dodatkowo do bloku regulatora dwustawnego są podłączone: licznik zdarzeń CNT1, który zlicza liczbę załączeń pompy w procesie filtracji, oraz blok pliku raportu LOG1, gdzie rejestrowane były wyniki symulacji. Tam również w czasie pracy układu rejestrowane będą wyniki. W układzie znajduje się też blok przypisania czasu TS1, który rejestruje bieżący czas i datę do pliku raportu, oraz zadajnik cyfrowy NCTL1, przez który możemy dynamicznie, przez wprowadzanie danych lub myszką wpływać na wartości różnicy ciśnień, przy których ma być załączana lub wyłączana pompa. Podłączone do NCTL1 dwa bloki operacji obliczeniowej mają na celu ustalenie górnych i dolnych wartości, przy których następuje włączanie pompy.

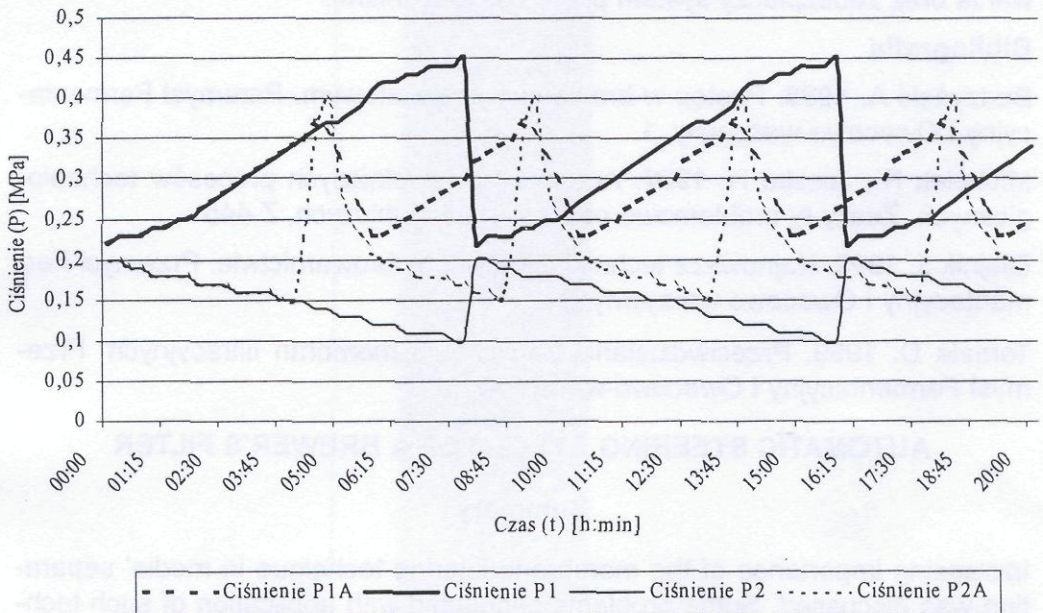


Rys. 3. Schemat połączenia bloków funkcjonalnych

Fig. 3. Scheme of functional blocks' connection

Wyniki badań

Wyniki badań symulacyjnych przedstawiono na rysunku 4. Są one wycinkiem-pobrany z pliku oznaczonego na rysunku 3 jako LOG1, będącym raportem z procesu. Stan rzeczywisty przebiegu ciśnień na linii filtracji przedstawiają linie P1 (ciśnienie przed filtrem) oraz P2 (ciśnienie za filtrem). Ciśnienie po zastosowaniu automatycznego systemu oczyszczania filtra obrazują linie P1A (ciśnienie przed filtrem), P2A (ciśnienie za filtrem). Jak widać na wykresie, wprowadzenie systemu automatyki oczyszczania filtra, polegającego głównie na wypychaniu zanieczyszczeń z porów w trakcie pracy filtra, wpłynęło na zniwelowanie różnicy ciśnienia pomiędzy wejściem a wyjściem filtra (wynosi ona maksymalnie 0,2 MPa). Zatem w praktyce wyeliminowana została możliwość awarii na skutek przekroczenia dopuszczalnej różnicy ciśnień pomiędzy wejściem a wyjściem filtra, która wynosi 0,53 MPa.



Rys. 4. Porównanie ciśnień w stanie rzeczywistym z wynikami symulacji systemu sterowania filtrem. Jak widać na wykresie wprowadzenie systemu

Fig. 4. Comparison of the real state pressures with the simulation results of filter steering system

Widoczny wzrost ciśnienia występuje w momencie uruchamiania pompy. Na krótki czas ciśnienie P1A jest większe od P1, czemu towarzyszy oczyszczanie porów membrany. Praca układu pomiędzy kolejnymi procesami oczyszczania uległa wydłużeniu, dodatkowo układ filtracji zostaje zabezpieczony przed

uszkodzeniem. Teraz może on pracować bez obsługi. Moment zatrzymania pracy linii filtracji można ustalić obserwując przyrost liczby włączeń wstecznego obiegu piwa w filtrze w stosunku do upływu czasu. W momencie, kiedy nastąpi wzrost częstotliwości włączania pompy, to znaczy odległość pomiędzy kolejnymi maksymalnymi wychyleniami linii P2A będzie bardzo mała, należy oczyścić filtr. Czyszczenia filtra FILTRAP 800 ze względów ekonomicznych należy dokonywać w trakcie zatrzymania całej linii filtracji (ponieważ co 8 godzin przeprowadza się mycie filtrów ziemią okrzemkową).

Wnioski

Otrzymane wyniki badań wskazują, że zastosowanie systemu automatycznego sterowania filtrem umożliwi: poprawę funkcjonowania układu, przez zmniejszanie różnicy ciśnień w filtrze, wydłużenie czasu pracy pomiędzy kolejnymi procesami czyszczenia filtra, podłączenie filtra do centralnego panelu sterowania oraz zabezpieczy system przed uszkodzeniami.

Bibliografia

- Budzyński A. 1998. Postęp w browarnictwie światowym. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-warzywny, 1
- Michałek R., Juszka H. 1997. Automatyzacja rolniczych procesów technologicznych. Zeszyty problemowe postępu nauk rolniczych, Z.445
- Olejniki J. 1999. Najnowsze techniki filtracyjne w browarnictwie. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-warzywny, 2
- Tomala D. 1999. Przeciwdziałanie zapychaniu membran filtracyjnych. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-warzywny, 5

AUTOMATIC STEERING SYSTEM OF A BREWER'S FILTER

Summary

Increasing importance of the membrane filtering technique in media' separation was discussed. Some problems connected with application of such technical solutions were indicated. On the basis of experimental studies authors presented their own conception of a filter steering system consisted in an automatic actuation of the reverse beer circulation in order to clean the membrane pores from impurities.

Key words: brewery, filtration, automation

Recenzent: Janusz Piechocki