ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1969
Seria: AUTOMATYKA z. 14 Nr kol. 267

Prof. dr inż. Jerzy Siwiński,
mgr inż. Halina Kamionka-Mikuła,
mgr inż. Mirosław Zaborowski,
mgr inż. Jerzy Klamka,
mgr inż. Jan Piecha,
doc. dr inż. Antoni Niederliński,
Katedra Automatyzacji Procesów Przemysłowych

# 4.1. KONCEPCJA AUTOMATYZACJI PROCESU SPIEKANIA RUD

Streszczenie. W referacie przedstawiono koncepcję automatyzacji procesu spiekania rud, wynikającą z pracy naukowo-badawczej wykonanej dla jednej z hut. Uwzględniono tylko taki zakres automatyzacji, który w istniejących warunkach procesu technologicznego może być bez większych trudności zrealizowany.

W referacie opisano zasady procesu spiekania rud i jego najważniejsze zakłócenia. Następnie podano koncepcję podstawowych układów regulacji, mających decydujące znaczenie dla automatyzacji procesów spiekania. Omówiono także podstawowe założenia regulacji ekstremalnej wydajności taśmy spiekalniczej. Strona analityczna proponowanych rozwiązań automatyki została w referacie pominięta z uwagi na obowiązującą autorów ograniczoną objętość pracy.

## 1. Wstęp

Przy automatyzacji procesu przemysłowego napotyka się na różny stopień złożoności tego zagadnienia, zależnie od złożoności obiektu automatyzacji, jakim jest dany proces.

W przypadkach najprostszych udaje się wybrać jeden parametr mający decydujący wpływ na prawidłowość prowadzenia procesu. Wtedy mamy do czynienia z tzw. układem regulacji parametru. Jednak w wielu przypadkach procesów przemysłowych nie udaje się wybrać jednego parametru decydującego o przebiegu procesu. Wtedy należy regulować kilka parametrów. Jeżeli proces jest złożony, to można go zwykle podzielić na kilka procesów jednostkowych. Wtedy obok automatyzacji procesów jednostkowych

występuje zagadnienie zautomatyzowanej współpracy tych procesów składowych.

Automatyzacja procesu spiekania rud jest przykładem automatyzacji złożonego procesu przemysłowego. W procesie spiekania surowcami wejściowymi są: ruda, koks i dodatki (głównie kamień wapienny). Surowce te doprowadzone w odpowiednim stosunku podlegają mieszaniu i w końcu spiekaniu na specjalnej taśmie spiekalniczej. Produktem końcowym jest spiek stosowany jako wsad wielkopiecowy. Spiek powinien mieć możliwie stałe własności, jak skład chemiczny, porowatość, wielkość grudek, wytrzymałość na zgniot. Wymagane własności spieku zależą od wielu czynników, zatem automatyzacja tego procesu jest zagadnieniem dość skomplikowanym i może być rozwiązana albo częściowo przez automatyzację głównych węzłów procesu, albo kompleksowo przez wzajemną zautomatyzowaną współpracę poszczególnych zautomatyzowanych węzłów. W rozwiązaniu, opracowanym przez Katedrę na zlecenie jednej z hut, mają zastosowanie zarówno złożone układy logicznego działania, zapewniające prawidłowy transport i mieszanie rudy, koksu i wapienia, poprzez szereg taśmociągów i zbiorników buforowych, jak i złożone układy regulacji automatycznej różnych parametrów procesu spiekania.

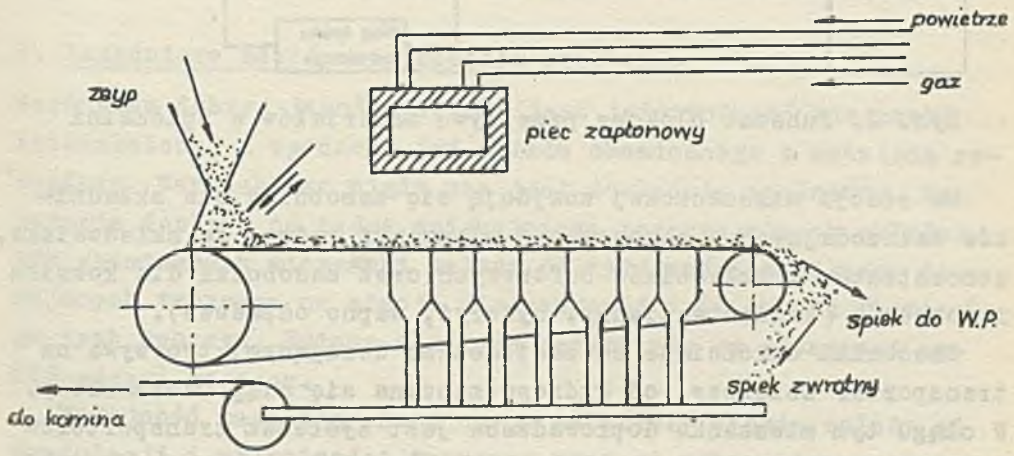
Zakres automatyzacji procesu przemysłowego zależy w dużym stopniu od dostępnej na rynku aparatury kontrolno-pomiarowej. Automatyzację procesów przemysłowych dotąd niezautomatyzowanych często rozwiązuje się etapami. Najpierw wprowadza się automatyzację częściową obejmującą tę węzły procesu gdzie wprowadzenie automatyzacji jest w danych warunkach realne. Liczba tych zautomatyzowanych węzłów może być potem stopniowo powiększana, w miarę powstawania nowych możliwości związanych np. z produkcją nowych typów aparatury kontrolno-pomiarowej. Ostatnim etapem jest automatyzacja kompleksowa polegająca na zautomatyzowanej współpracy poszczególnych zautomatyzowanych węzłów przy ewentualnym zastosowaniu maszyn liczących cyfrowych i analogowych.

Niniejsza praca przedstawia koncepcję pierwszego etapu automatyzacji, tj. automatyzację częściową obejmującą te węzły

procesu, gdzie wprowadzenie automatyzacji jest w warunkach istniejącego procesu technologicznego realne.

## 2. Krótki opis technologii procesu spiekania

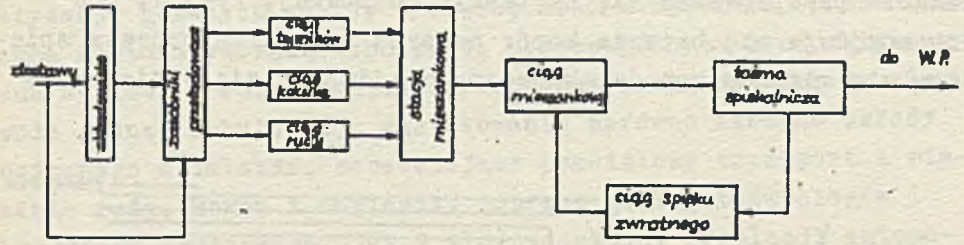
Wydajność procesu wielkopiecowego w dużej mierze zależy od składu, wielkości i właściwości mechanicznych grudek wsadu wielkopiecowego. Ponieważ w większości rud przerabianych obecnie w hutach rozmiary ziaren są zbyt małe, aby móc je ładować bezpośrednio do wielkiego pieca, zachodzi potrzeba wstępnego przygotowania wsadu wielkopiecowego. W tym celu dostarczana do huty ruda jest sortowana. Wystarczająco duże grudki są transportowane do wielkiego pieca, a frakcja drobnoziarnista podlega spiekaniu. Obok rudy głównymi składnikami spiekanej mieszanki są koksik i kamień wapienny, dzięki któremu spiek ma odpowiednią zasadowość. Spiekanie przeprowadza się na taśmie rusztowej, rys. 1, pod którą znajduje się bateria komór ssących powietrze poprzez spiekającą się mieszaninę, dzięki czemu znajdujący się w mieszance




Rys. 1. Taśma spiekalnicza

koksik może się palić. Palący się koksik wytwarza temperaturę, w której grudki rudy zaczynają się topić i zlepiają się z sobą. Inicjowanie procesu dokonuje się na początku taśmy od powierzchni warstwy ogrzewanej za pomocą gazów spalanych w piecu zapłonowym

W miarę przesuwania się mieszanki na taśmie warstwa spiekana przesuwa się w dół, tak że po przejściu całej długości taśmy mieszanka powinna być całkowicie spieczona. Gotowy spiek jest kruszony i po przesianiu transportowany do wielkiego pieca. Drobny odsiew stanowi tzw. spiek zwrotny dodawany do mieszanki spiekalniczej. W normalnych warunkach procesu technologicznego rozpatrywanego w niniejszym referacie wszystkie surowce przechodzą przez zasobniki przeładowcze, skąd trzema ciągami materiałowymi są dostarczane na stację mieszankową, rys. 2. W ciągach topników i koksika oprócz transporterów taśmowych znajdują się kruszarki i zasobniki nad kruszarkami, a w ciągu rudy - sita sortowni.



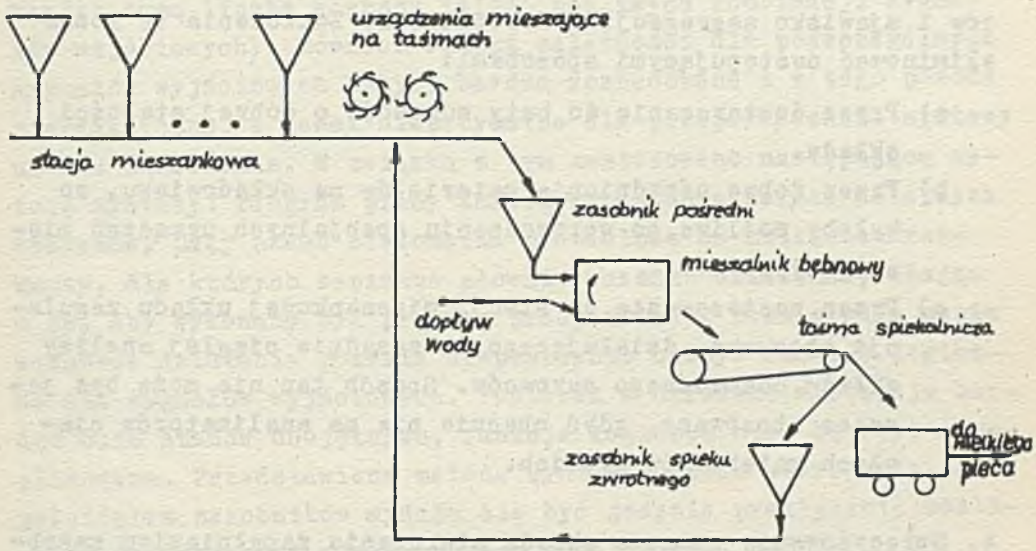

Rys. 2. Schemat blokowy przepływu materiałów w spiekalni

Na stacji mieszankowej znajdują się zasobniki dla składników żelazodajnych - sezonowanej mieszanki rudnej ze składowiska, koncentratów i składników buforowych oraz zasobniki dla koksika i topników (kamień wapienny, syderyt, wapno odpadowe).

Zasobniki opróżniane są zasilaczami dozującymi tworzywa na transporter zbiorczy, od którego zaczyna się ciąg mieszankowy. W ciągu tym mieszanka doprowadzana jest systemem transporterów do leja rozdzielczego, skąd jest kierowana do zasobnika pośredniego (rys. 3), stanowiącego bufor dla taśmy spiekalniczej.

Z zasobnika pośredniego mieszanka dozowana jest zasilaczem talerzowym do mieszalnika bębnowego, w którym jest mieszana i nawilgacana, po czym zsypywana jest na taśmę spiekalniczą. Ciąg spieku zwrotnego zawiera dwa zasobniki i podawacz płyt-

kowy, którym spiek ten jest dostarczany na jeden z transporterów taśmowych ciągu mieszankowego.




Rys. 3. Uproszczony schemat przepływu materiałów w spiekalni

## 3. Zasadnicze zakłócenia procesu spiekania

Warunkiem dobrej jakości spieku jest jednorodność mieszanki spiekalniczej i zgodność jej składu chemicznego z ustaloną recepturą. Warunek ten nigdy nie jest dokładnie spełniony. Natężenie dopływu na taśmę spiekalniczą poszczególnych składników chemicznych mieszanki zależy od wydajności zasilaczy dozujących tworzywa na stacji mieszankowej i od składu chemicznego tych tworzyw. Zmiany obu tych parametrów są poważnymi zakłóceniami procesu.

Wydajność zasilaczy dozujących materiały sypkie zależy od granulacji i wilgotności tworzywa oraz od wykonania urządzenia dozującego. Np. w przypadku powszechnie stosowanych zasilaczy talerzowych niecentryczność i niewielkie nawet skrzywienie talerza powodują nierówne zsypywanie się materiału z talerza podczas jednego obrotu. Nierównomierność wysypu wzrasta przy małym zapełnieniu zasobnika. Dla likwidacji zmian wydajności za-

silaczy konieczne jest zastosowanie układów regulacji dozowania dla każdego z nich, a przede wszystkim wymiana nierówno pracujących zasilaczy talerzowych na zasilacze innego typu.

Innym źródłem zakłóceń są wahania składu chemicznego surowców i zjawisko segregacji w zasobnikach. Zakłócenia te można eliminować następującymi sposobami:

a) Przez dostarczanie do huty surowców o dobrej stałości składu.
b) Przez dobre uśrednianie materiałów na składowisku, co byłoby możliwe po wprowadzeniu specjalnych urządzeń mieszających.
c) Przez zastosowanie na stacji mieszankowej układu regulacji stosunku, działającego na zasadzie ciągłej analizy składu chemicznego surowców. Sposób ten nie może być jeszcze stosowany, gdyż obecnie nie ma analizatorów ciągłych materiałów sypkich.

## 4. Sprecyzowanie zadania układu sterowania zapełnianiem zasobników

Zadaniem układu sterowania zapełnianiem zasobników jest zabezpieczenie odpowiedniego poziomu tworzyw w zasobnikach. Każdy zasobnik wyposażony jest w czujniki poziomu: górny i dolny. Czujnik górny umieszczony jest nieco poniżej górnej granicy zapełnienia zasobnika. Dzięki temu po zadziałaniu czujnika górnego może się jeszcze wsypać do zasobnika ta ilość materiału, jaka aktualnie znajduje się na taśmociągu. Czujnik dolny umieszczony jest powyżej dolnej granicy zapełnienia, tak, aby od chwili wysłania sygnału o potrzebie zapełniania, do chwili istotnego rozpoczęcia zapełnienia, poziom nie obniżył się poza dolną granicę zapełnienia.

## 5. Metoda syntezy układu logicznego sterującego zapełnianiem zasobników

Zapełnianie zasobników na stacji mieszankowej wymaga sterowania pracą wielu urządzeń. Sygnały sterujące pracą tych urządzeń określone są stanem czujników potrzebnych w układzie.

Dla przeprowadzenia syntezy układu sterowania można by ułożyć tabelę zależności sygnałów wyjściowych od sygnałów wejściowych.

Ze względu jednak na bardzo dużą ilość sygnałów wejściowych określających stan sygnałów wyjściowych, tabela ta posiadałaby bardzo dużą liczbę wierszy (ilość możliwych kombinacji sygnałów wejściowych). Również siatki zależności dla poszczególnych sygnałów wyjściowych byłyby bardzo rozbudowane i z tego powodu niepraktyczne, a nawet nieprzydatne dla przeprowadzenia syntezy układu sterowania. W związku z tym zastosowano następującą metodę syntezy: Program pracy układu zapisano w formie kolejnych rozkazów. Cały układ sterowania podzielono na mniejsze fragmenty, dla których zapisano słownie warunki działania, dbając o to, aby wykonany był program pracy układu. Taki słowny zapis warunków działania pozwala bezpośrednio ułożyć funkcje logiczne dla sygnałów wyjściowych. Ponieważ w układzie występuje bardzo dużo stanów obojętnych, funkcje logiczne nie są zbyt skomplikowane. Przedstawiona metoda syntezy układu sterowania zapełnianiem zasobników wydaje się być jedynie praktycznie możliwą do zastosowania w przypadkach dużej ilości wejść.

## 6. Koncepcja regulacji natężenia przepływu materiałów w stacji mieszankowej

### 6.1. Uwagi ogólne

Na stacji mieszankowej zachodzi proces dozowania i wstępnego mieszania składników mieszanki aglomerowniczej. Mieszanka ta powinna mieć skład zgodny z recepturą i możliwie wysoki stopień jednorodności. Zaburzeniami zakłócającymi proces mieszania na stacji mieszankowej są:

a) zmienność składu chemicznego materiałów dopływających do stacji mieszankowej,
b) nierównomierność pracy aktualnie stosowanych zasilaczy i trudności nastawy żądanych natężeń dopływu poszczególnych składników,
c) zmiana wydajności taśm spiekalniczych.

Zadaniem układów regulacyjnych na stacji mieszankowej powinno być:

a) zapewnienie możliwości szybkiej i dokładnej nastawy natężenia dopływu masowego żądanego składnika mieszanki aglomerowniczej,
b) uniezależnienie tego dopływu od nierównomierności pracy zasilacza,
c) utrzymanie stosunku dopływu poszczególnych składników mieszanki algomerowniczej zgodnie z zadaną recepturą.

Przedstawiona koncepcja regulacji natężenia przepływu materiałów w spiekalni obejmuje:

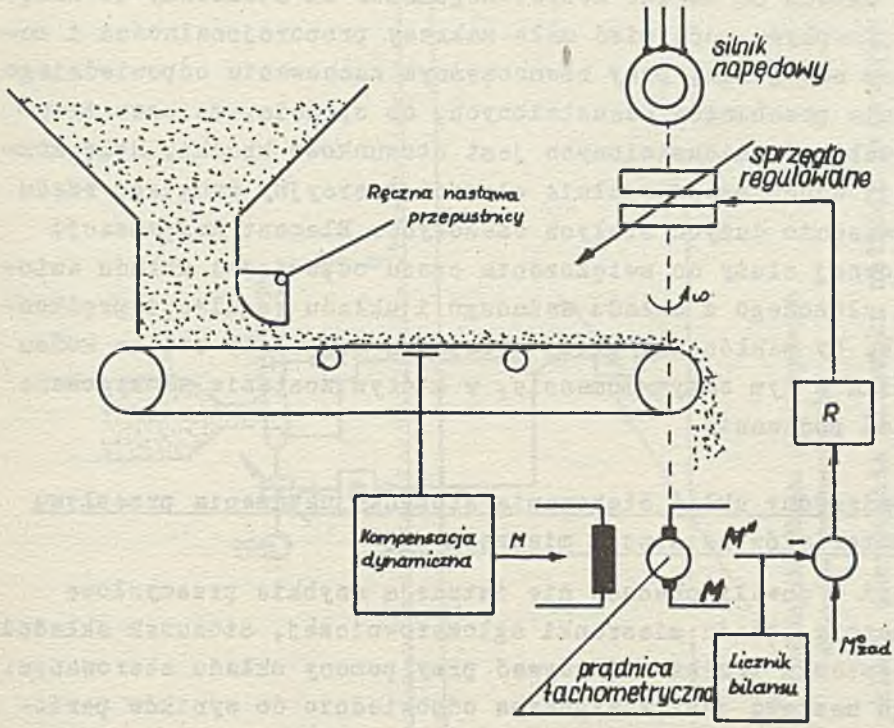
a) lokalne układy regulacji dozowania poszczególnych składników,
b) nadrzędny układ regulacji stosunku składników mieszaniny.

## 6.2. Bezpośrednia regulacja wydajności przenośnika taśmowego z nastawą prędkości taśmy

W układzie bezpośredniej regulacji wydajności z nastawą prędkości taśmy, rys. 4, pomiar natężenia przepływu masowego materiału dokonuje się w następujący sposób: Przy pomocy tachogeneratora mnożącego lub elektronowego układu mnożącego realizuje się iloczyn sygnału z sekcji wagowej i sygnału prędkości obrotowej koła pędnego taśmociągu lub prędkości liniowej taśmy. Sygnał wyjściowy elementu mnożącego jest proporcjonalny do natężenia przepływu masowego dozowanego materiału.

Natężenie to jest wielkością regulowaną w nadążnym układzie regulacji z nastawą prędkości obrotowej silnika napędzającego taśmę (w przypadku zasilania taśmy ze zbiornika - podawacza, jak to pokazuje rys. 4), lub w układzie regulacji z dwoma wielkościami nastawianymi - prędkością taśmy i nastawą okna podajnika talerzowego (w przypadku zasilania taśmy z podajnika talerzowego). Ten drugi przypadek nie jest pokazany na rysunku. Kłopoty związane z układem posiadającym dwie wielkości

nastawiane sprawiają, że to drugie rozwiązanie jest stosunkowo rzadko spotykane.




Rys. 4. Bezpośrednia regulacja wydajności z nastawą prędkości taśmy w przypadku zasilania ze zbiornika podawacza

6.2.1. Dokładność statyczna układu przedstawionego na rys. 4

Ze względu na pomiar przepływu masowego eliminuje się szereg błędów systematycznych, stąd duża dokładność statyczna układu. Dodatkową zaletą układu jest możliwość całkowania przepływu masowego przy pomocy licznika i otrzymanie tą drogą dokładnych danych odnośnie globalnych ilości materiałów zużytych w danym czasie, co znacznie ułatwia prowadzenie bilansów masowych zakładu.

6.2.2. Właściwości dynamiczne układu przedstawionego na rys. 4

Ze względu na wyeliminowanie opóźnienia transportowego i inercji odcinka ważącego z obwodu regulacyjnego, właściwości dynamiczne układu są bardzo dobre. Regulator PI stosowany do natężenia przepływu może mieć małe zakresy proporcjonalności i małe czasy zdwojenia, przy równoczesnym zachowaniu odpowiedniego tłumienia przebiegów nieustalonych, co sprawia, że czas trwania przebiegów nieustalonych jest stosunkowo krótki. Rolę kompensacji dynamicznej spełnia element inercyjny drugiego rzędu o odpowiednio dużych stałych czasowych. Element kompensacji dynamicznej służy do zwiększenia czasu odpowiedzi układu automatyki złożonego z układu ważącego i układu regulacji prędkości, tak, by zakłócenia pracy podajnika objawiały się na końcu dozownika w tym samym momencie, w którym zostanie skorygowana prędkość podawania.

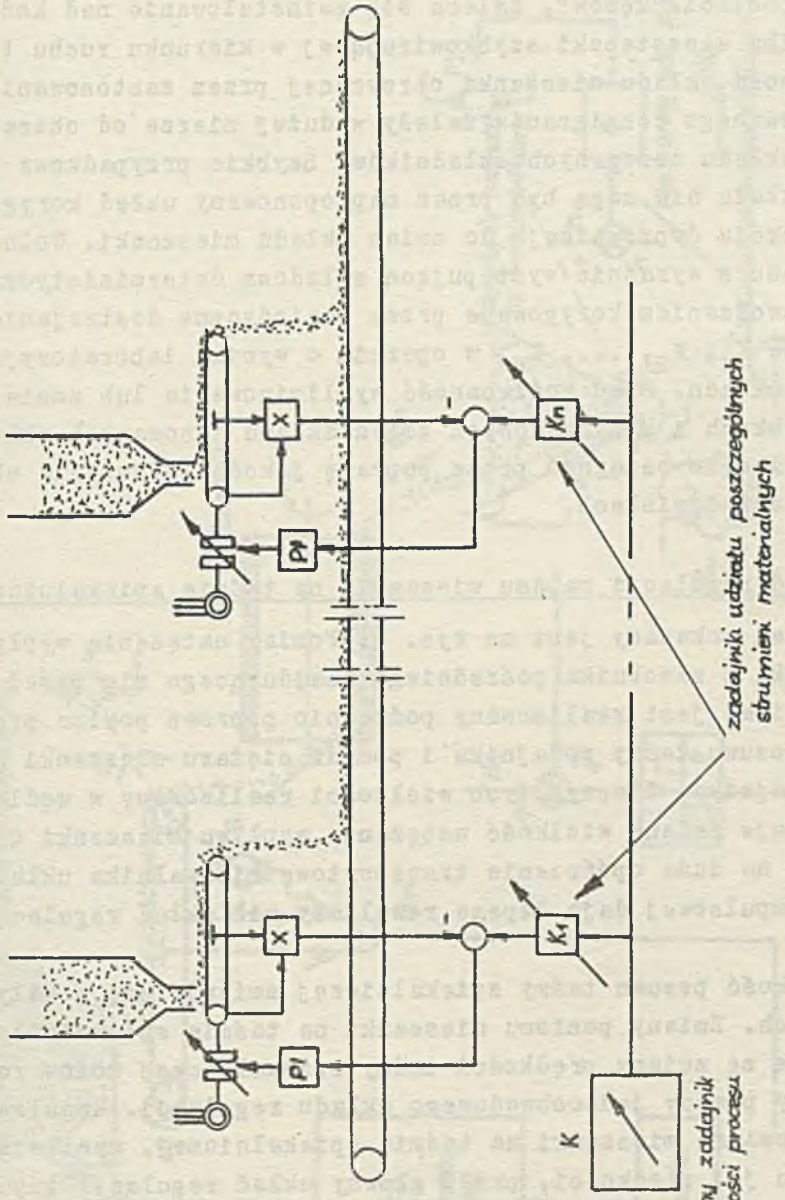
6.3. Nadrzędny układ sterowania stosunku natężenia przepływu materiałów na stacji mieszankowej

Ponieważ w chwili obecnej nie istnieją szybkie przemysłowe analizatory składu mieszanki aglomerowniczej, stosunek składników mieszanki trzeba utrzymywać przy pomocy układu sterowania, którego nastawa jest korygowana odpowiednio do wyników periodycznych analiz składu mieszanki przeprowadzanych w laboratorium.

W skład takiego układu sterowania wchodzi (rys. 5):

a) Centralny zadajnik wydajności procesu nastawiany przez operatora. Na wyjściu tego zadajnika wytwarzany jest sygnał proporcjonalny do zadanej ilości produkcji.

b) Zadajniki udziału poszczególnych strumieni materiałowych Zadajniki te formują sygnały wartości zadanej dla poszczególnych dozowników taśmowych mnożąc sygnał centralnego czujnika wydajności procesu przez współczynnik określający udział danego strumienia materiałowego w mieszance spiekalniczej. Nastawy tych zadajników są korygowane przez technologa zgodnie z wynikami periodycznych analiz składu mieszanki.



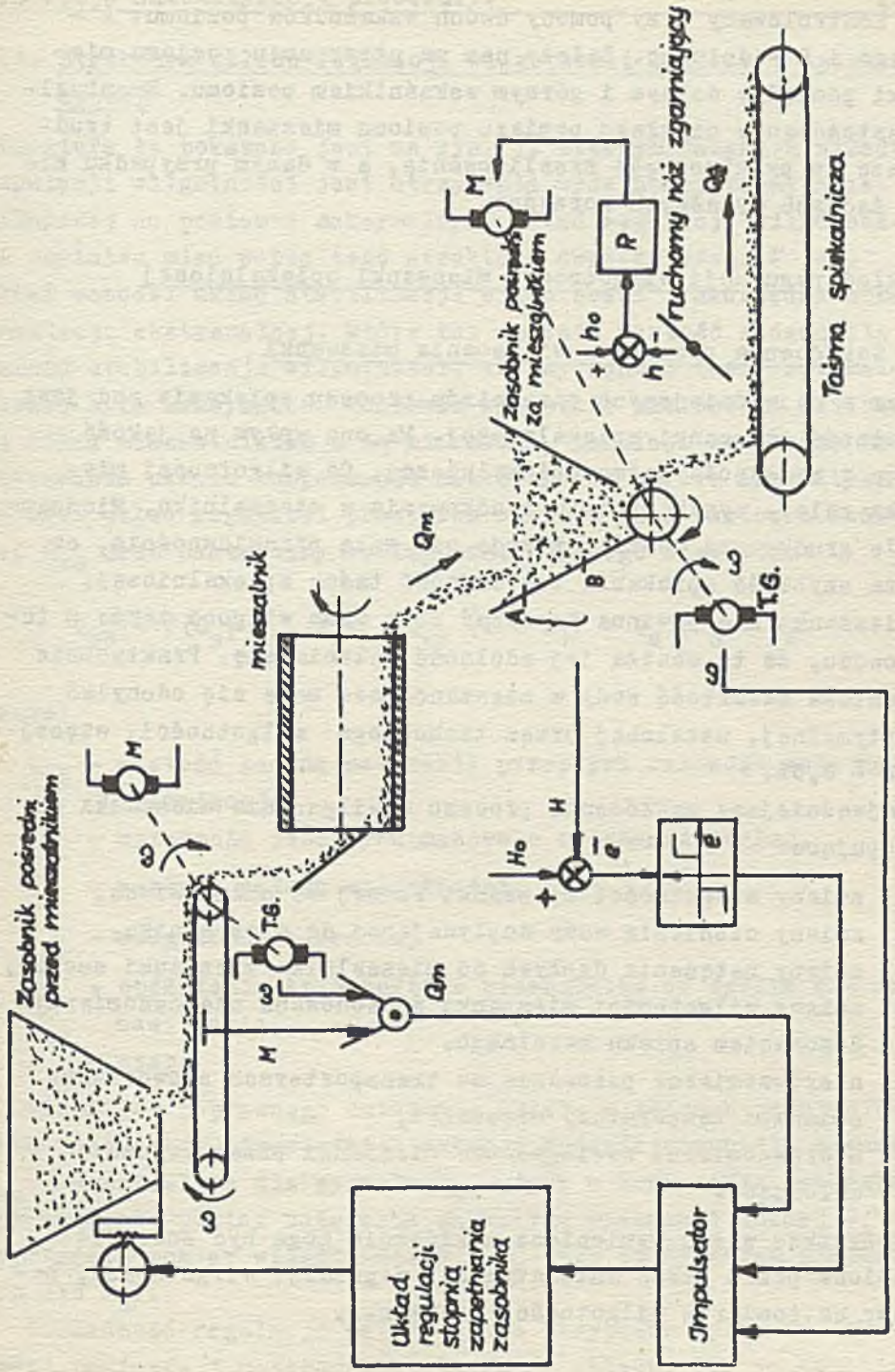

Rys. 5. Schemat ideowy nadrzędnego układu sterowania stosunku natężeń przepływu materiałów na stacji mieszankowej

W celu zapewnienia równomiernego rozładowywania dozowników i niedopuszczenia do tego by na taśmę zbiorczą materiał spadał w postaci "kęsów", zaleca się zainstalowanie nad końcem dozownika szczoteczki szybkowirującej w kierunku ruchu taśmy. Poprawność składu mieszanki otrzymanej przez zastosowanie zaproponowanego rozwiązania zależy w dużej mierze od charakteru zmian składu dozowanych składników. Szybkie przypadkowe zmiany tego składu nie mogą być przez zaproponowany układ korygowane i w efekcie doprowadzają do zmian składu mieszanki. Wolne zmiany składu z wyraźnie występującą składową deterministyczną będą z powodzeniem korygowane przez periodyczne dostrajanie zadajników $K_1$, $K_2$, ..., $K_n$, w oparciu o wyniki laboratoryjnych analiz układu. Stąd konieczność wyeliminowania lub zmniejszenia szybkich i przypadkowych zmian składu dozowanych składników. Można to osiągnąć przez poprawę jakości mieszania składników na składowiskach.

## 7. Układ regulacji zapasu mieszanki na taśmie spiekalniczej

Układ ten pokazany jest na rys. 6. Pomiar natężenia wypływu mieszanki z zasobnika pośredniego znajdującego się przed mieszalnikiem, jest realizowany pośrednio poprzez pomiar prędkości posuwu taśmy podajnika i pomiar ciężaru mieszanki na taśmie podajnika. Iloczyn tych wielkości realizowany w węźle mnożącym daje żądaną wielkość natężenia wypływu mieszanki $Q_m$. Ze względu na duże opóźnienie transportowe mieszalnika układ regulacji impulsowej daje lepsze rezultaty niż układ regulacji ciągłej.

Prędkość posuwu taśmy spiekalniczej zmienia się w małych granicach. Zmiany poziomu mieszanki na taśmie spiekalniczej wynikające ze zmiany prędkości taśmy spiekalniczej można regulować przy pomocy jednoobwodowego układu regulacji. Regulowanie zmian poziomu mieszanki na taśmie spiekalniczej, wynikających ze zmian jej prędkości, przez główny układ regulacji impulsowej jest niewskazane. Obracający się walec umieszczony pod zasobnikiem pośrednim za mieszalnikiem powoduje równomierny zasyp mieszanki na taśmę spiekalniczą.




Rys. 6. Schemat układu regulacji zapasu mieszanki na taśmie spiekalniczej

Poziom mieszanki w zasobniku pośrednim za mieszalnikiem jest kontrolowany przy pomocy dwóch wskaźników poziomu: A - górnego i B - dolnego. Zależy nam na utrzymaniu poziomu mieszanki pomiędzy dolnym i górnym wskaźnikiem poziomu. Ewentualne zastosowanie ciągłego pomiaru poziomu mieszanki jest trudniejsze do praktycznego zrealizowania, a w danym przypadku nie daje żadnych wyraźnych korzyści.

## 8. Układ regulacji wilgotności mieszanki spiekalniczej

### 8.1. Zakłócenia procesu nawilgacania mieszanki

Jednym z najważniejszych parametrów procesu spiekania rud jest wilgotność mieszanki spiekalniczej. Ma ona wpływ na jakość spieku i wydajność taśmy spiekalniczej. Od wilgotności mieszanki zależy wynik procesu grudkowania w mieszalniku. Mieszanka źle grudkowana charakteryzuje się małą przewiewnością, co obniża szybkość spiekania i wydajność taśmy spiekalniczej.

Mieszanka nie powinna zawierać zbyt dużo wilgoci także z tego powodu, że to obniża jej zdolność palenia się. Praktycznie procentowa zawartość wody w mieszance nie może się odchylać od optymalnej, ustalonej przez technologa wilgotności, więcej niż o $\pm$ 0,5%.

Najważniejsze zakłócenia procesu nawilgacania mieszanki są następujące:

a) zmiany wilgotności mieszanki rudnej ze składowiska,
b) zmiany ciśnienia wody dopływającej do mieszalnika,
c) zmiany natężenia dopływu do mieszalnika mieszanki suchej,
d) zmiany wilgotności mieszanki spowodowane nierównomiernym dozowaniem spieku zwrotnego,
e) nierównomierne parowanie na transporterach spowodowane zmianami temperatury mieszanki,
f) nierównomierne nawilgacanie mieszanki przez prysznice chłodzące.

Wszystkie wyżej wymienione zakłócenia mogą być znacznie osłabione przez układ automatycznej regulacji wilgotności, bazujący na pomiarze wilgotności mieszanki.

## 8.2. Struktura układu regulacji wilgotności mieszanki spiekalniczej

Struktura ta pokazana jest na rys. 7. Głównym zadaniem układu regulacji wilgotności jest utrzymanie wydajności taśmy spiekalniczej na poziomie maksymalnym. Układ regulacji wilgotności powinien mieć wobec tego strukturę dwuwarstwową. W jego skład wchodzi układ stabilizacji wilgotności i nadrzędny układ regulacji ekstremalnej, który tak zmienia wartość zadaną dla układu stabilizacji wilgotności, aby wydajność taśmy spiekalniczej była maksymalna. Ponieważ wszystkie zakłócenia działają przed mieszalnikiem i są mierzalne, istnieje możliwość zastosowania układu kompensacji zakłóceń. Do układu automatyki wchodzi układ regulacji przepływu wody. Sygnał wartości zadanej $Q_{wo}$ jest nastawiany według następującego algorytmu:

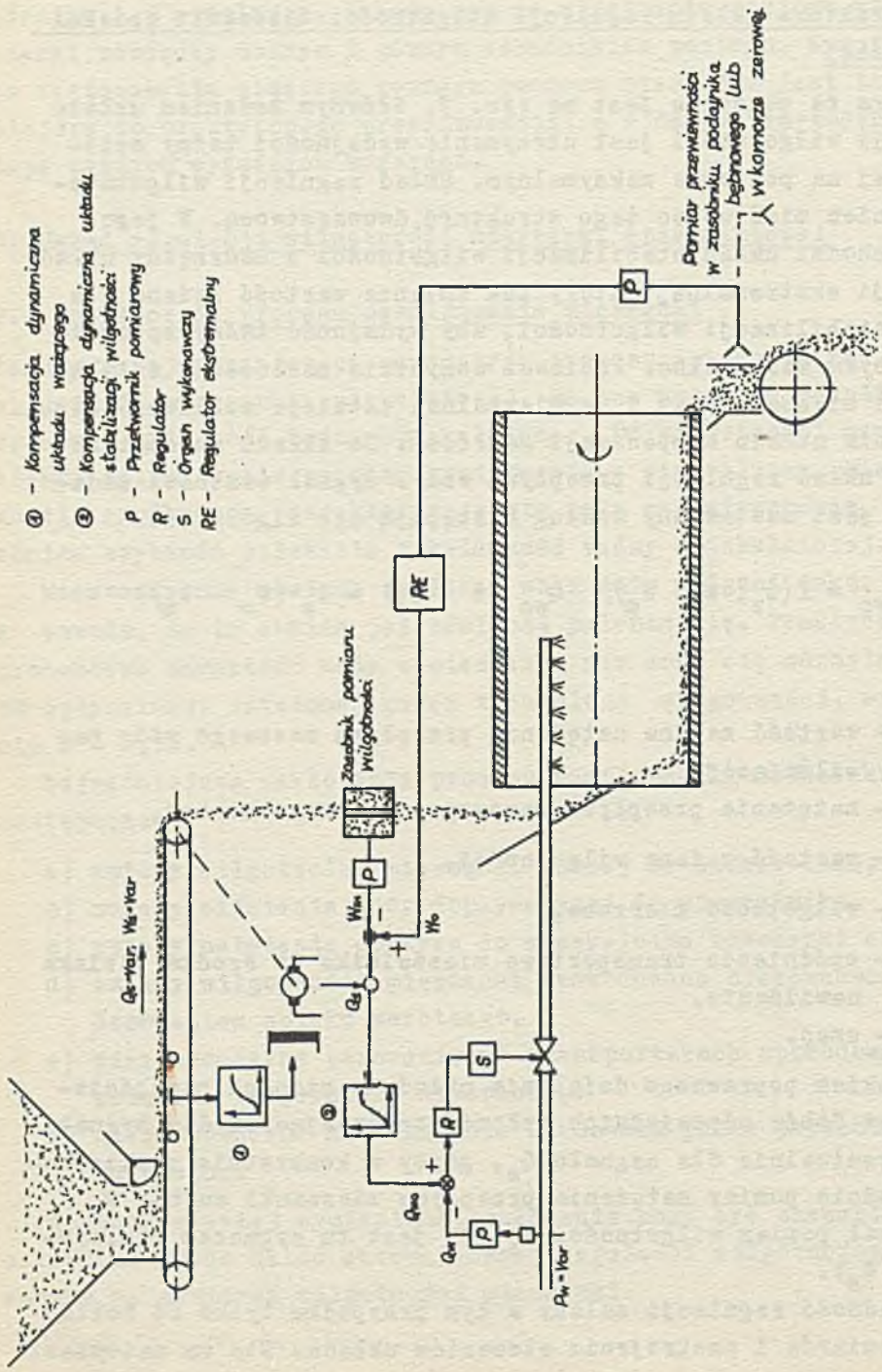
$$Q_{wo} = f(Q_s, W_o, W_m); \quad Q_{wo}(t + T_1) = Q_s (W_o - W_m)$$

gdzie:

- $Q_{wo}$ – wartość zadana natężenia przepływu masowego wody nawilżającej,
- $Q_s$ – natężenie przepływu masowego mieszanki suchej,
- $W_o$ – wartość zadana wilgotności,
- $W_m$ – wilgotność mierzona,
- $T_1$ – opóźnienie transportowe mieszalnika do środka odcinka nawilżania,
- $t$ – czas.

Warunkiem poprawnego działania układu w stanach przejściowych jest dobór odpowiednich członów opóźniających dla sygnału $Q_{wo}$ i ewentualnie dla sygnału $Q_s$, gdyby w konkretnie realizowanym układzie pomiar natężenia przepływu mieszanki suchej $Q_s$ wyprzedzał pomiar wilgotności $W_s$ ($W_m$ jest tu sygnałem pomiarowym dla $W_s$).

Dokładność regulacji zależy w tym przypadku tylko od dokładności pomiarów i nastrojenia elementów układu. Nie ma natomiast



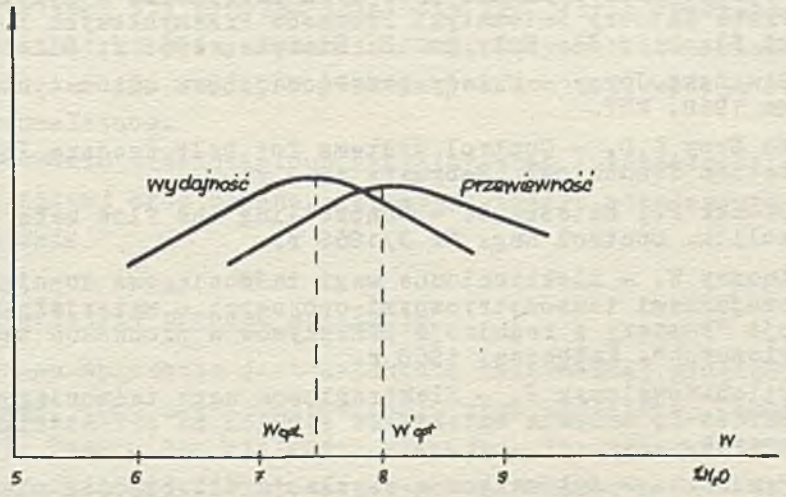

Rys. 7. Struktura układu regulacji wilgotności mieszanki spiekalniczej

błędów dynamicznych. Układ zregulowuje wszelkie zakłócenia szybko (praktycznie szybkość regulacji jest ograniczona szybkością pomiaru) i bez przeregulowań. Z przyczyn podanych wyżej układ kompensacji zakłóceń bardzo dobrze stabilizuje wilgotność mieszanki spiekalniczej. Układ kompensacji zakłóceń działa poprawnie pod warunkiem, że wilgotność mieszanki nie podlega w mieszalniku żadnym wpływom poza nawilgacaniem z dysz rozpylających wodę. Warunek ten jest najczęściej spełniony.

## 9. Regulacja ekstremalna wydajności taśmy spiekalniczej

Zasadniczym celem układu regulacji wilgotności jest utrzymanie wilgotności mieszanki na wartości optymalnej, dla której wydajność taśmy spiekalniczej jest maksymalna.

O wydajności procesu spiekania decyduje głównie przewiewność mieszanki. Zależność przewiewności mieszanki od jej wilgotności jest funkcją posiadającą maksimum, podobnie jak zależność wydajności procesu od wilgotności, rys. 8. Ponieważ wydaj-




Rys. 8. Zależność wydajności procesu spiekania i przewiewności mieszanki spiekalniczej od jej wilgotności

ność taśmy spiekalniczej zależy od wilgotności nie tylko przez jej wpływ na przewiewność, krzywe przedstawione na rys. 8 mają maksimum dla różnych wartości wilgotności mieszanki.

Optymalna wilgotność zależna jest od gatunku spiekanej rudy i innych czynników, które mogą się zmieniać w czasie. Dlatego celowe jest zastosowanie pracującego impulsowo układu regulacji ekstremalnej, którego zadaniem byłoby ciągłe szukanie optymalnej wilgotności poprzez zmiany wartości zadanej układu stabilizacji wilgotności.

Mimo iż $W'_{opt} \neq W_{opt}$, to jako sygnał wejściowy do regulatora ekstremalnego należy wprowadzić przewiewność mieszanki, a nie wydajność taśmy spiekalniczej. Pomiar przewiewności daje informację o wpływie wilgotności znacznie szybciej, bo jeszcze przed rozpoczęciem spiekania, podczas gdy bezpośredni pomiar wydajności dla danej nastawy wilgotności należałoby przeprowadzić jako pomiar czasu przejścia mieszanki przez taśmę spiekalniczą.

LITERATURA

[1] "Opracowanie dynamiki przepływu materiałów w spiekalniku". Praca Katedry Automatyki Procesów Przemysłowych Politechniki Śląskiej dla Huty im. B. Bieruta. 1968 r. Gliwice.

[2] Siwiński Jerzy - Układy przełączające w automatyce. Warszawa 1968. WNT.

[3] Mc Evoy L.D. - Control systems for belt feeders Instrumentation Technology, February 1968 r.

[4] Grader P., Bateson S. - Controlling the flow rate of dry solids. Control Eng. Nr 3/1968 r.

[5] Łączny W. - Elektroniczne wagi taśmociągowe dozujące z czujnikami tensometryczynymi-oporowymi - materiały konferencji "Pomiary i regulacja przepływów w procesach technologicznych". Katowice, 1968 r.

[6] Pilch-Kowalczyk J. - Elektroniczna waga taśmociągowa EWT661 do ważenia materiałów sypkich na przenośnikach taśmowych.

[7] Pankow I. - Automatyczna regulacja wilgotności mieszanki spiekalniczej. III Międzynarodowa Konferencja Automatyzacji Procesów Produkcyjnych w Hutnictwie Żelaza Krajów RWPG i SFRJ. Katowice 1968 r.

[8] Łapiński M., Kostyrko K., Włodarski W. - Nowoczesne metody pomiaru i regulacji wilgotności. WNT Warszawa 1968 r.