

№ 2900/73

MERA

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA

APARATURA POMIAROWA

INFORMATYKA



BIULETYN

8(138)
Rok XII 1973

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Redaktor Naczelny: mgr Roman Sprawski
Sekretarz Redakcji: mgr Zofia Bieguszevska-Kochan
Redaktorzy działowi: mgr Bolesław Drożak
mgr inż. Andrzej Wyrzykowski
Jan Grzędzielski
Członkowie: mgr inż. Ryszard Jackowicz
mgr inż. Henryk Chyrek
mgr Czesław Pawlak
mgr inż. Ludomir Krzystalik
inż. Ludomir Kowalski

WARUNKI PRENUMERATY

Cena prenumeraty rocznej - 516,- zł

Instytucje państwowe i społeczne mogą zamawiać prenumeratę wyłącznie za pośrednictwem Oddziałów i Delegatur CKPiW "RUCH". Prenumeraty dla czytelników indywidualnych przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze. Można również dokonać wpłat na konto PKO nr 1-6-100020 CKPiW "RUCH", Warszawa, ul. Wronia 23

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI
I APARATURY POMIAROWEJ „MERA”

BIULETYN „MERA”



AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA
APARATURA POMIAROWA
I N F O R M A T Y K A

WARSZAWA, SIERPIEŃ 1973

Spis treści

- K. Szadurski	- Automatykacja cukrowni Xanthi	3
- A. Kasperkiewicz	- Automatykacja wytwórni kwasu siarkowego w oparciu o system automatyki pneumatycznej PNEFAL.....	11
- J. Lasocki	- Automatykacja cementowni	19
- M. Malenda J. Fórmanek	- Automatykacja bloków Energetycznych przez Zakłady Automatyki Przemysłowej "MERA-ZAP"	27
- T. Murzyn S. Bocheński A. Gołaski A. Lorych A. Lubicz	- Automatykacja procesów klimatyzacyjnych w Polsce....	32
- Z. Pawlak	- Automatykacja sterowania wirówką paliwa	41

Redakcja i Zakład Małej Poligrafii: Dział Wydawnictw Przedsiębiorstwa Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal", ul. Patriotów 77, 04-950 Warszawa. Tel. 12-41-71 /Red./ i 12-41-60 /ZMP/. Zam.227/73, R-104. Nakład 1300 egz.

inż. K. SZADURSKI
"MERA-PNEFAL"
Pracownia Projektowa

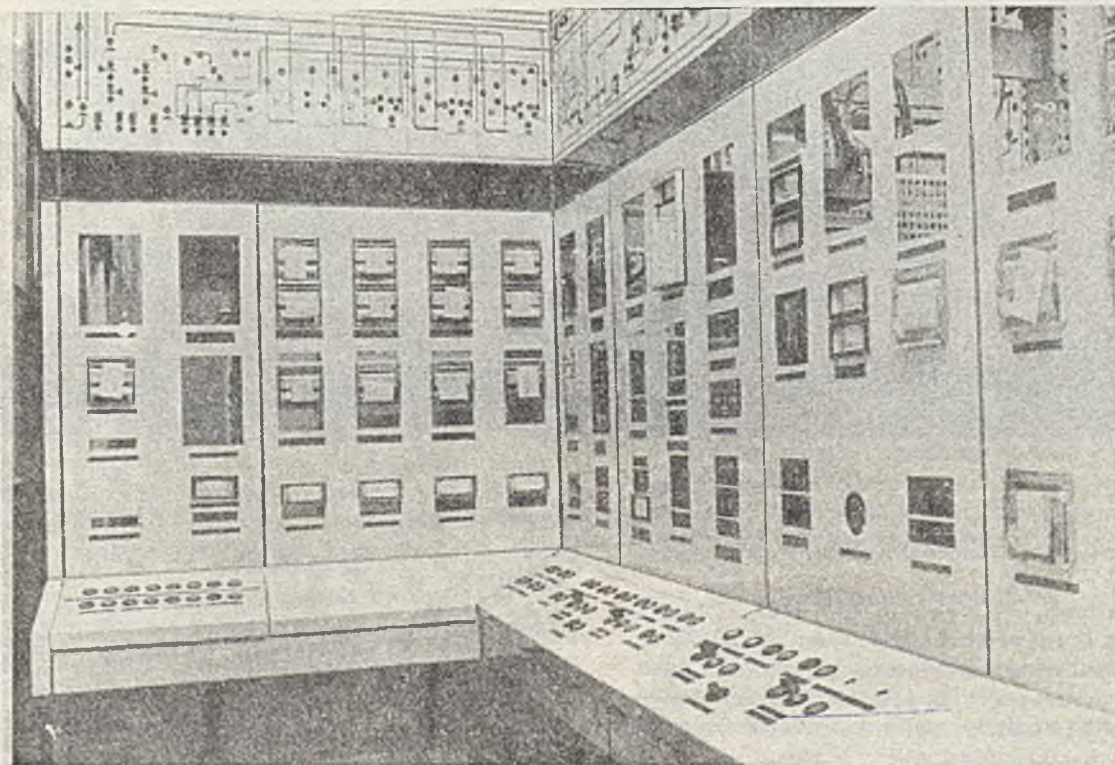
AUTOMATYZACJA CUKROWNI XANTHI

Cukrownia o przerobie 3000 t buraków na dobę z możliwością rozbudowy do 5000 t/dobę została zbudowana jako druga polska cukrownia w Grecji po cukrowni w Serae. Była to czterdziesta cukrownia wyeksportowana przez Centralę Handlu Zagranicznego Polimex-Cekop.

Kontrakt między HELLENIC SUGAR INDUSTRY a CHZ Polimex-Cekop został podpisany w kwietniu 1971 r., a we wrześniu 1972 w cu-

krowni XANTHI został wyprodukowany "pierwszy worek cukru".

Wygranie przetargu na dostawę i budowę cukrowni w Grecji świadczy o dużych możliwościach naszego przemysłu oraz o uznaniu dla wysokiej jakości naszych urządzeń. Należy tu przypomnieć, że decydując się na budowę swego przemysłu cukrowniczego Grecy zakupili już cztery cukrownie: pierwszą u Włochów, drugą w NRF, a dwie ostatnie u Polaków.



Fot. 1. Część szafy sterowniczej

Fot. Zb. Biedrzycki

Zakończone obecnie rozmowy dotyczące budowy następnej cukrowni w Grecji /zawarcie kontraktu uzależnione jest od wyników kampanii cukrowniczej w Xanthi/, świadczy o zaufaniu dla polskiego dostawcy, a jednocześnie nakłada na nas obowiązek dalszego podnoszenia jakości i skracania terminów dostaw dla eksportowanych obiektów.

Generalnym dostawcą oraz wykonawcą projektu było Przedsiębiorstwo Projektowania i Dostaw CHEMADEX w Warszawie, a poddostawcą kompletu aparatury pomiarowo-kontrolnej i automatyki MERA-PNEFAL w Falenicy.

Do obowiązków przedsiębiorstwa "MERA-PNEFAL" należało wykonanie projektu, kompletacja dostaw, produkcja prefabrykatów/szaf, pulpitów, stojaków aparatury i osprzętu/przeprowadzenie montażu na obiekcie i rozruchu aparatury w czasie kampanii cukrowniczej.

Zakres prac charakteryzują następujące dane liczbowe.

Wymieniony koszt nie obejmuje sprzęzarek dostarczonych przez CHEMADEX.

Całość dostaw wraz z uruchomieniem układów automatyki na obiekcie została zrealizowana zgodnie z kontraktem w ciągu 16 miesięcy.

Cukrownię wyposażono w:

- 115 - obwodów automatycznej regulacji,
- 7 - układów programowego sterowania zaworami na kolumnach wymienników jonitowych,
- 5 - układów programowego sterowania baterii filtrów świecowych,
- 14 - układów sterowania wirówek cukrowniczych,
- 140 - obwodów pomiarowych /pośrednich i bezpośrednich/,
- 420 - obwodów sygnalizacji pracy napędów elektrycznych.

Dostarczono na budowę:

- 10 szaf pomiarowo-kontrolnych o łącznej ilości 27 pól,
- 6 pulpitów pomiarowo-kontrolnych o łącznej długości 56 m.



Fot. 2. Fragment szafy sterowniczej cukrowni

Fot. Zb. Biedrzycki

Ciężar dostaw kompletu aparatury i materiałów:

- aparatura	-	46	tys. t
- stacja sprzęzarek	-	27,5	"
- materiały instalacyjne	-	55	"
Razem		129	tys. t.

Koszt dostawy aparatury wraz z projektem:

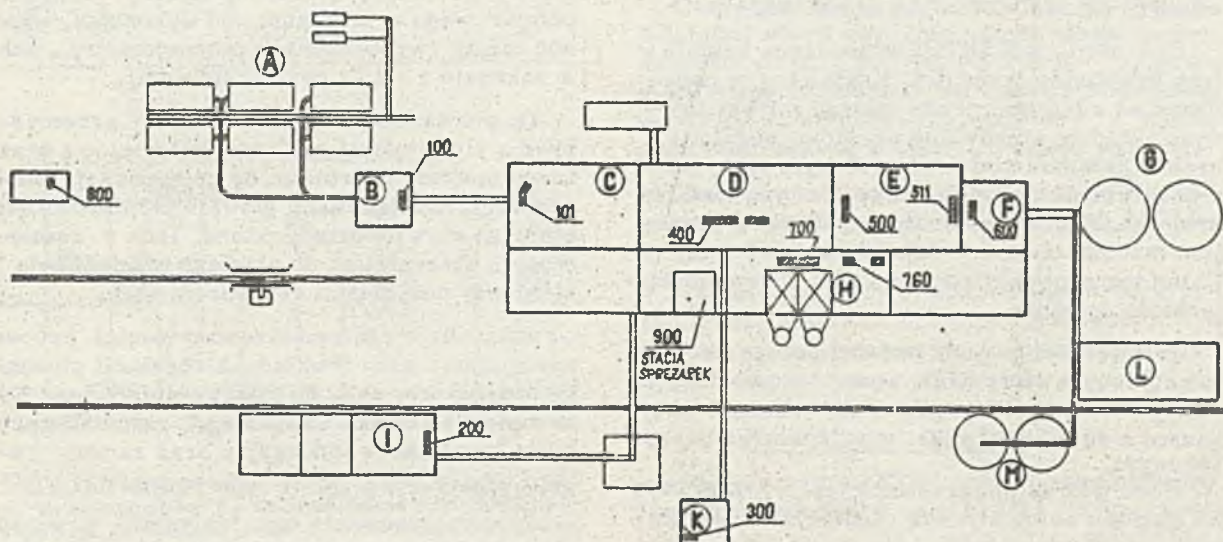
- dla elektrociepłowni	-	6,2	mln zł
- dla technologii	-	30,9	"
- koszt projektu	-	2,6	"
Razem		39,7	mln zł

Zakres automatyzacji

W Cukrowni Xanthi zautomatyzowane zostały wszystkie ważne procesy technologiczne, począwszy od rozładunku i mycia buraków, poprzez stację dyfuzji, oczyszczania i zagęszczania soku, produktownię - do suszarni cukru. Ponadto zautomatyzowany został proces otrzymywania mleka wapiennego i gazu saturacyjnego oraz stacja suszenia wysłoków. W pełni zautomatyzowano także 2 kotły parowe o wydajności 55 t pary/h oraz stację uzdatniania wody i stację redukcyjno-schładzającą.

Lokalizację poszczególnych stacji technologicznych oraz nastawni automatyki pokazuje rys. 1.

Podział dostaw i lokalizacja punktów dyspozycyjnych zostały podporządkowane układowi planu generalnego oraz usytuowaniu tych punktów w pobliżu stacji technologicznych. Dla wszystkich szaf i pulpitu zostały zaprojektowane wydzielone pomieszczenia klimatyzowane lub z wymuszoną wentylacją. Układ taki zapewnia operatywność obsługi oraz stwarza dobre warunki pracy dla personelu i dla aparatury.



Rys. 1. Plan generalny i rozmieszczenie nastawni automatyki w cukrowni Xanthi: A - rozładunek i magazynowanie B - płuczka buraków, C - dyfuzja, D - oczyszczanie i zagęszczanie soku, E - produktownia; F - suszarnia cukru, G - silosy, H - kotłownia i turbinownia, I - suszarnia wysłodków, K - wapniarnia, L - magazyn cukru, M - melasnik; 100 - pulpit spławów, 101 - szafa dyfuzji, 200 - szafa suszarni wysłodków, 300 - szafa wapniarni, 400 - pulpit oczyszczania soku i wyparki, 500 - pulpit produktowni, 511 - pulpit wrotni, 600 - szafa suszarni cukru, 700 - pulpit kotłowni, 760 - szafy turbin, 800 - szafa gospodarki wodnej.

Transport i mycie buraków

Konieczność dostarczenia do produkcji 3000 t, a w przyszłości 5000 t buraków na dobę, wymagała maksymalnej mechanizacji transportu oraz zapewnienia łączności między pracownikami obsługującymi ten odcinek produkcji.

Buraki dostarczane są do cukrowni transportem samochodowym oraz kolejowym. Przyjmowanie, kontrola i rozładunek buraków są w pełni zmechanizowane. Rozładunek samochodów odbywa się bądź na wywrotnicach, przy podawaniu buraków na pola składowe, bądź przy pomocy armatki wodnej, przy podawaniu buraków bezpośrednio do pomp buraczanych. Rozładunek wagonów przeprowadzany jest tylko armatką wodną.

Tempo podawania buraków do produkcji sterowane jest zdalnie w zależności od ilości buraków znajdujących się w zasobniku nad krajalnicami. Zasobnik ten wsparty jest na trzech czujnikach magnetostrykcyjnych. Sy-

gnały te są sumowane, a po wzmocnieniu i przetworzeniu na sygnał pneumatyczny przesyłane do szaty dyfuzji i pulpitu operatora na spławach.

Zastosowano tu także miejscowe wskaźniki cieczowe ustawione na polu składowym. Wskaźniki te, działające na zasadzie U-rury, wykonane są z rury szklanej sługości 2 m i średnicy ϕ 150, wypełnione zabarwioną cieczą, widoczne są z każdego punktu pola składowego. Informują one pracownika operującego armatką wodną o ilości buraków znajdujących się w zasobniku nad krajalnicami. Schemat tego obrotu podaje rys. 2.

Operator pracujący przy pulpicie, otrzymuje informację o aktualnym tempie przerobu oraz o zapasie surowca w zasobniku. Przy pomocy sygnalizacji świetlnej oraz sterując położeniem kraty dozującej na kanale spławiaowym może w sposób ciągły podawać właściwą ilość buraków do cukrowni.

Obsługa płuczki buraczanej jest w pełni automatyzowana. Klapy zrzutu kamienia i piasku wyposażone są w siłowniki pneumatyczne, sterowane z pomostu obsługi płuczki.

Krajalnice i dyfuzja

Pracownik kierujący procesem krojenia buraków i otrzymywania soku ma do dyspozycji aparaturę informującą go o przebiegu tego procesu na odcinku od zasobnika nad krajalnicami do zbiornika soku na stacji oczyszczania oraz zasobnika prasowanych wysłodków.

Aparatura ta umieszczona jest w szafie zlokalizowanej w pobliżu transportera krajanki przy zasypie do dyfuzora. Układ automatyzacji

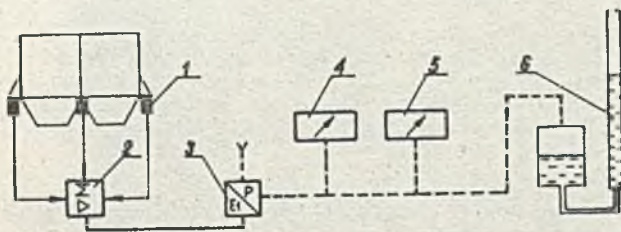
tej stacji został opracowany na podstawie typowego projektu automatyki dyfuzora, rozszerzono o automatykę przygotowania wody świeżej i wtórnej oraz automatykę krajalnic. W układzie automatyki zastosowano przepływomierze indukcyjne do soku i wody wtórnej oraz pH-metr do soku.

Wpływ soku z dyfuzora stabilizowany jest w układzie regulacji przepływu z korektą od poziomu w dyfuzorze. Układ ten zapewnia równomierne doprowadzenie soku do defekacji wstępnej, nie wprowadzając zakłóceń w pracy dyfuzora. Dyfuzor napędzany jest silnikami prądu stałego z tyrystorowym układem sterowania prędkości obrotowej ślimaków.

Cukrownia w XANTHI wyposażona została w trzy krajalnice tarczowe. Krajalnice te napędzane są silnikami prądu stałego z tyrystorowym układem sterowania obrotów, regulowanymi w układzie stałowartościowym od sygnału z przetwornika wagi taśmowej na przenośniku krajanki. Sygnał pneumatyczny przetwarzany jest manometrem z nadajnikiem oporowym. Układ ten zapewnia równomierne podawanie krajanki do dyfuzora.

Przygotowanie wody świeżej polega na automatycznym utrzymaniu stałej temperatury i stałej wartości pH, poprzez zakwaszanie wody gazem z zawartością SO_2 w sulfikatorze barboterowym.

Woda wtórna podgrzewana jest w zagrzewaczu ciepła z automatyczną regulacją temperatury.



Rys. 2. Pomiar napełnienia zasobnika buraków.

1. Czujnik magnetostrykcyjny, 2. Sumator-wzmacniacz,
3. Przetwornik elektro-pneumatyczny, 4. Wskaźnik w szafie dyfuzji, 5. Wskaźnik w pulpicie spławów,
6. Wskaźnik w terenie /U-rurka/.

Całość wyposażona została i zaprojektowana pod kątem możliwości dostawienia drugiego dyfuzora ciągłego z czwartej krajalnicy, w przypadku rozbudowy cukrowni.

Oczyszczanie, filtracja i zagęszczanie soku

Proces oczyszczania i filtracji soku buraczanego jest procesem trudnym do zautomatyzowania ze względu na zmiany fizyko-chemiczne medium oraz na znaczne ilości tego medium przepływającego w jednostce czasu. Problem ten był utrudniony w przypadku cukrowni XANTHI ze względu na to, że docelowa wydajność wynosiła 5000 t na dobę zaś obecna tylko

3000 t na dobę. Większość urządzeń technologicznych oraz rurociągi obliczone były na wydajność docelową.

Dostawca musiał zapewnić taki dobór zakresów mierniczych aparatury pomiarowej oraz wymiarów i charakterystyk zaworów regulacyjnych, aby urządzenia te pracowały poprawnie w obu przypadkach.

Do pomiarów przepływu mediów o silnych własnościach sedymentacyjnych lub krystalicznych, takich jak np.: mleko wapienne, sok nawapniony, sok gęsty czy solanka - zastosowano przepływomierze indukcyjne. Przepływomierze posiadają możliwość zmiany zakresu pomiarowego w zależności od wykonania, w sposób ciągły /wyposażone w potencjometr/ lub w zakresie 1 : 2 /z przełącznikiem/.

Do pomiarów pH użyto pH-metry przemysłowe z elektrodami szklaną i kalomelową oraz termometrem oporowym do kompensacji temperatury. Zastosowano głowice pomiarowe bez ciągłego czyszczenia elektrod, lecz z zewnętrznym zbiornikiem do ciągłego uzupełniania elektrody nasyconym roztworem KCL.

Całkowicie zautomatyzowany został proces nawapniania soku w układach regulacji stosunku przepływów soku do mleka wapiennego. Na rurociągach mleka wapiennego zainstalowano przepływomierze indukcyjne oraz zawory regulacyjne Farris Elliot typu FLEX-TALVE.

Zautomatyzowanie tego fragmentu procesu pozwoliło na uproszczenie instalacji technologicznej. Usunięto stosowane uprzednio dozatory mleka wapiennego, wykonane jako zbiorniki z mieszadłem, instalowane nad defekacją główną /przeważnie pod dachem cukrowni/. Z dozatorów tych mleko grawitacyjnie wpływało do poszczególnych odbiorów poprzez różnego rodzaju skrzynki rozdzielcze. Podstawowymi wadami tego rozwiązania były: otwarta konstrukcja, umożliwiająca rozlewanie się mleka oraz duży ciężar instalacji. Ponadto wszystkie zbiorniki i rozdzielacze stwarzały możliwość osadzania się zanieczyszczeń i zarastania instalacji.

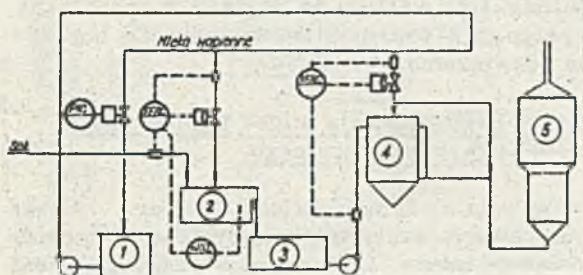
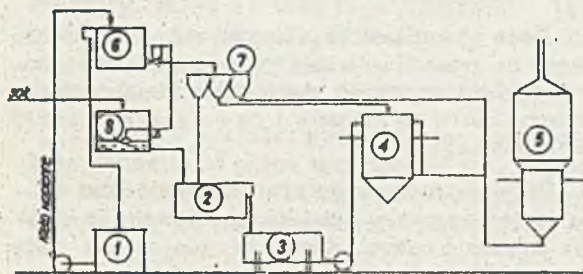
Na rys. 3a i 3b pokazano dla porównania ten sam proces technologiczny w rozwiązaniach bez automatyki i z automatyką.

Rozwiązanie to wypróbowane uprzednio w cukrowniach wyeksportowanych do Iranu i Czechosłowacji zdało w pełni egzamin w czasie pierwszej kampanii w Xanthi.

Przepływ soku przez całą stację oczyszczania i zagęszczania stabilizowany jest w układzie regulacji poziomów w poszczególnych zbiornikach umieszczonych w głównym ciągu technologicznym, jak na rys. 4.

Do pomiarów poziomu we wszystkich zbiornikach użyto pneumatycznych przetworników

membranowych typu A 108 produkcji MERA-PNEFAL, zaś jako elementy wykonawcze za-
instalowane były przepustnice regulacyjne MERA-POLNA. Układ taki zabezpiecza przed
wypompowaniem soku ze zbiorników, zapo-
wietrzeniem się instalacji oraz picieniem
się soków.



Rys. 3. Nawapnianie soku: a/ rozwiązanie konwencjonalne, b/ z automatyką: 1 - zbiornik mleka wapiennego na wapiarni, 2 - defekacja wstępna, 3 - zbiornik buforowy soku, 4 - defekacja główna, 5 - saturacja I, 6 - zbiornik mleka wapiennego w budynku cukrowni, 7 - rozdzielacz skrzynkowy mleka wapiennego, 8 - zbiornik pomiarowy soku surowego

Temperatury soku utrzymywane są automa-
tycznie w zadanych wartościach, przez stało-
wartościowy układ regulacji ilości pary grzej-
nej. Pomiar temperatury realizowano pneu-
matycznymi przetwornikami temperatury typu
A 107 produkcji MERA-PNEFAL.

Do filtrowania soku zainstalowano w cukro-
wni Xanthi filtry zagęszczające, filtry świe-
cowe "STELLAR" oraz wymienniki jonitowe
do odwapniania soku i odbarwiania klarówek.
Filtry świecowe pracujące cyklicznie, stero-
wane były w układzie programowym, przy po-
mocy wielokrzywkowego przełącznika czasu-
wego. Projekt i dostawa wyposażenia sterujące-
go filtry wykonane były przez MERA-ELMAT
we Wrocławiu. Filtry wyposażone były w za-
wory regulacyjne typu SAUNDERS z siłowni-
kami pneumatycznymi, sterowanymi poprzez
zawory elektropneumatyczne.

W programowym sterowaniu kolumn jonit-
ów odbarwiających i odwapniających zastoso-
wano oryginalne rozwiązanie przełącznikowe-
go programatora czasowego, opracowanego
przez Pracownię Projektową MERA-ELMAT.

Programator ten pracuje na zasadzie zlic-
zania impulsów od krzywkowego przełączni-

ka czasowego, zliczanych w układzie dekad-
wym. Przełączniki pomocnicze układu liczą-
cego powodują pojawianie się i zanik napięcia
na kolejnych zaciskach dwu listew wyjścio-
wych urządzenia w odstępie czasu ustawio-
nym na przełączniku czasowym. Podłączony
do odpowiednich zacisków listew element wy-
konawczy będzie pracował w określonym
przedziale czasu. Urządzenie to umożliwia
zrealizowanie dowolnego programu sterowa-
nia zaworami na obiekcie.

Ze względu na solankę używaną w wymien-
nikach do regeneracji jonitu, użyto tu zawory
typu SAUNDERS z membraną teflonową.

Oczyszczony sok podawany jest do wielo-
działowej stacji wyparnej, gdzie ulega zagę-
szczeniu do 60 - 65° Bx. Na stacji wyparnej
regulowane są poziomy we wszystkich działach
wyparki, ilość podawanej pary do I działu
oraz podciśnienie w ostatnim działu wyparki.

Pomiar poziomu zrealizowano nurnikowymi
przetwornikami typu P-PP1 produkcji MERA-
KFAP w Krakowie.

Całość aparatury pomiarowo-kontrolnej za-
budowana została na pulpicie usytuowanym w
wydzielonym klimatyzowanym pomieszczeniu
w centralnym punkcie cukrowni.

Proces krystalizacji cukru

W cukrowni XANTHI zostało po raz pierwszy
zautomatyzowany w pełni proces otrzymywania
kryształów cukru dla wszystkich produktów.

Dla produktów B i C gotowanie cukru prowa-
dzone jest w oparciu o pomiar przewodności cuk-
rzycy oraz poziomu w warniku. Dla produk-
tów A i R gotowanie cukru prowadzone jest w
oparciu o pomiar lepkości i konsystencji, prze-
twornikiem o przełączalnym zakresie pomiaro-
wym. Pomiar temperatury wprowadzony jest
jako korekta do miernika lepkości. W sposób
ciągły mierzony jest poziom w warniku. W każ-
dym warniku zainstalowano zawory na dociągu
gach soku i wody. Aparatura do automatycznej
regulacji gotowania cukru zabudowana jest w
osobnej szafie dla każdego warnika.

Do obserwacji narastania kryształów zabu-
dowano na każdym warniku cukroskop.



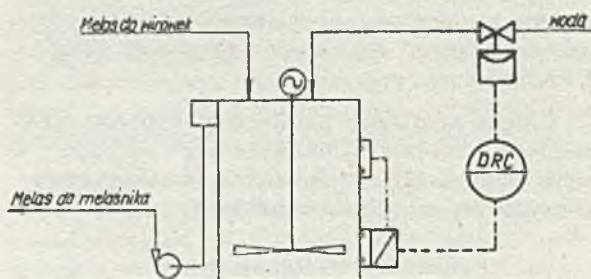
Rys. 4. Stabilizacja przepływu soku

Proces gotowania cukru prowadzony jest
cyklicznie w następujący sposób: 1/ przygo-
towanie warnika do pracy, 2/ zamknięcie zaworu
spustowego roztworu cukru i otwarcie zaworu
próżniowego, 3/ załączenie do pracy układu
automatyki, 4/ przygotowanie zasyпки, będą-

cej koloidalnym roztworem cukru w alkoholu izopropylowym, 5/ po osiągnięciu określonego przesycenia soku wprowadza się zasypkę do wurnika. Po zakończeniu procesu warzenia wyłącza się automatykę oraz spuszcza ugotowaną cukrzycę do mieszańca pod wurnikiem. Po ponownym wygrzaniu wurnika parą jest on gotów do dalszej pracy.

W produktowni regulowane są temperatury wszystkich odcieków. Dla zbiorników pod wirówkami zainstalowano regulatory temperatury bezpośredniego działania.

Regulację temperatury w zbiornikach dociągowych zrealizowano przy pomocy pełnych obwodów regulacyjnych z przetwornikami pneumatycznymi temperatury typu A 107 MERA-PNEFAL. Temperatura tych odcieków jest bardzo ważna dla prawidłowej pracy układów automatycznego gotowania cukrzycy.



Rys. 5. Regulacja gęstości klarówki i melasu

W zbiornikach odcieków pod wirówkami utrzymywany jest stały poziom. Pomiar poziomu zrealizowano pneumatycznym przetwornikiem membranowym. Układ ten zabezpiecza przed odkryciem wężownic grzejnych oraz przed pienieniem się odcieków w przypadku zapowietrzenia instalacji. Zawory regulacyjne zabudowane są na rurociągach tłocznych pomp odciekowych.

Regulację gęstości klarówek i melasu zrealizowano na zasadzie pomiaru masy słupa cieczy o stałej wysokości, w oparciu o przetwornik poziomu z dodatkową membraną połączoną kapilarną. Schemat działania układu pokazuje rys. 5.

Regulację poziomu w mieszańcach rozdzielczych cukrzyc nad wirówkami rozwiązano jako regulację dwustawną z czujnikiem konduktometrycznym poziomu. Zasuwa na doprowadzeniu cukrzycy do mieszańca sterowana jest siłownikiem tłokowym poprzez rozdzielacz elektropneumatyczny. Schemat działania pokazuje rys. 6.

Aparatura pomiarowo-regulacyjna umieszczona została w dwu pulpitych zlokalizowanych jeden przy wurnikach, a drugi przy wirówkach. Podział aparatury został tak wykonany, że obsługujący ma informację o ilości produktu przed i po obsługiwaniu przez siebie odcinku

produkcyjnym. Pulpity ustawione są w wentylowanych kabinach.

Suszarnia cukru

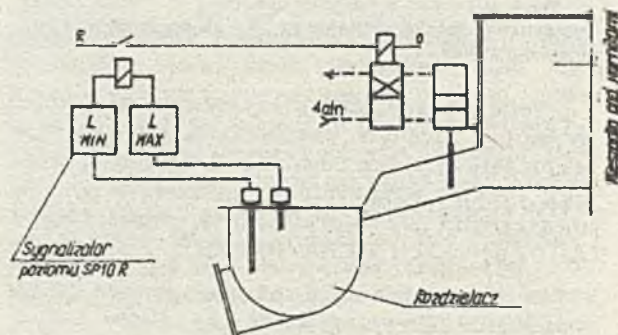
Według typowego projektu została wykonana szafa automatyki dla 2 bębnow suszarni dla cukru rafinerskiego i białego.

Poza obwodami regulacyjnymi i sterowania - jak na rys. 7 - na tablicy umieszczono sprzęt elektryczny do sterowania ciągu transportu cukru do silosów i do magazynu cukru workowanego.

Bardzo trudny do zrealizowania jest pomiar temperatury powietrza w końcowej strefie suszenia cukru. Strefa ta, znajdująca się w obrotowym bębnie suszarki oddalona jest około 3 m od wlotu do bębna. Zastosowano tu termometr oporowy TopG1 o długości 3000 mm. Jednakże ze względu na drgania mechaniczne występują nie sprzyjające warunki dla tego typu rozwiązania.

Przygotowanie mleka wapiennego i gazu saturacyjnego

W celu utrzymania stałej gęstości mleka wapiennego, zautomatyzowany został proces gaszenia wapna. Do lasownicy podawane jest palone wapno przy pomocy podajnika wibracyjnego, włączonego na określony okres czasu przekaźnikiem czasowym. W tym samym momencie otwiera się zawór na wodzie do gasze-



Rys. 6. Regulacja poziomu w mieszańcach rozdzielczych cukrzyc nad wirówkami

nia wapna, o stopniu otwarcia ustalonym ręcznie w zależności od gęstości mleka w zbiorniku za lasownicą. Podawanie kamienia przerywa się od sygnału max w tym zbiorniku.

Po oczyszczeniu mleka na hydrocyklonach rozrzedza się go wodą do wymaganej gęstości, dozując tę wodę zaworem przed pompą która służy też jako mieszańca. Pomiar gęstości zrealizowany jest gęstościomierzem importowanym typu U-rury.

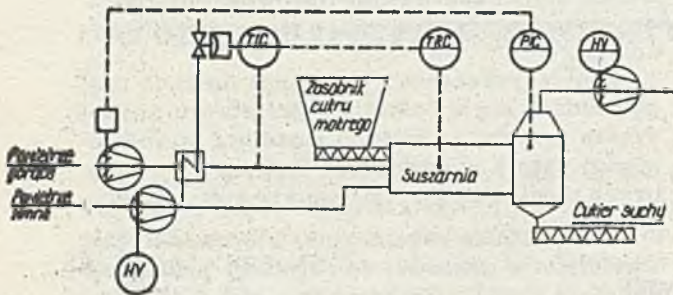
Schemat układu pokazuje rys. 8

Produktem wypalania kamienia wapiennego w piecu jest gaz o zawartości CO₂ w grani-

cach do 30% koncentracji. Gaz ten jest chłodzony w płuczce wodnej, a zawartość CO₂ w gazie mierzona jest w sposób ciągły i rejestrowana.

Cięnienie gazu utrzymuje się automatycznie przez upuszczenie nadmiaru gazu do atmosfery. Stała wartość tego ciśnienia jest bardzo ważna dla prawidłowej pracy obwodów regulacji pH na stacji oczyszczania soku oraz prawidłowej pracy pomp gazowych.

Tablica z aparaturą regulacyjną ustawiona była w nastawni pieca wapiennego tuk, aby jeden człowiek mógł obsługiwać piec wapienny i stację przygotowania mleka wapiennego.



Rys. 7. Typowa automatyka suszarni cukru

Suszarnia wysłódków

W cukrowni Xanthi pracują dwie bębnowe suszarnie wysłódków opalane mazutem.

Prasowane wysłódki podawane są do suszarni taśmowym dozatorem z wagą. Wydajność tego dozatora ustawiana jest przez obsługującego. Na wadze zbudowany jest przetwornik, a sygnał z tego przetwornika jest wykorzystywany dla różnych obwodów regulacyjnych.

Przed suszeniem wysłódki melasowane są w dwuślimakowym mieszadle, w celu podwyższenia ich wartości paszowej. Pracuje tu układ regulacji stosunku melas do wysłódki, z przepływomierzem indukcyjnym na melasie.

Najważniejszym układem dla prawidłowej pracy suszarni jest układ regulacji stosunku wysłódki - mazut z korektą od temperatury gazów na końcu bębna suszarni.

Poza tym regulowana jest temperatura gazów spalinyowych na wlocie do bębna suszarni przez zasysanie powietrza z otoczenia i regulację ciśnienia w palenisku. Dla zapewnienia prawidłowych warunków spalania regulowana jest stosunek mazut/powietrze.

Zawartość wody w suszonych wysłódkach mierzona jest i rejestrowana w sposób ciągły specjalnym wilgotnościomierzem.

Schemat automatyzacji suszarni pokazuje rys. 9.

Stacja sprężarek

Zapotrzebowanie powietrza dla potrzeb automatyki wynosiło 650 Nm³/h, dla potrzeb technologii, tzn. do sterowania wirówek, płuczki buraczanej i transportu błota ponad 500 Nm³/h.

Dla zasilania układów regulacyjnych konieczny był import dwu sprężarek bezolejowych o wydajności 720 Nm³/h i ciśnieniu 7 kG/cm². Sprężarki pracowały w układzie 100% rezerwy.

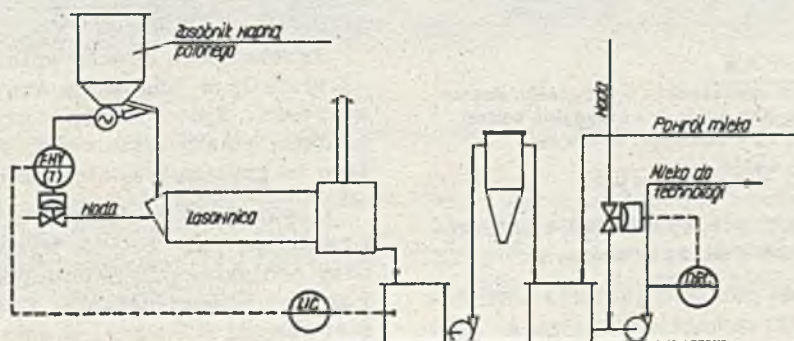
Dla potrzeb technologicznych zainstalowana była sprężarka olejowa typu L-12 o wydajności 720 Nm³/h i ciśnieniu 8 kG/cm² produkcji ZBM im. Szadkowskiego w Krakowie.

Schemat stacji sprężarek przedstawia rys. 10.

Montaż

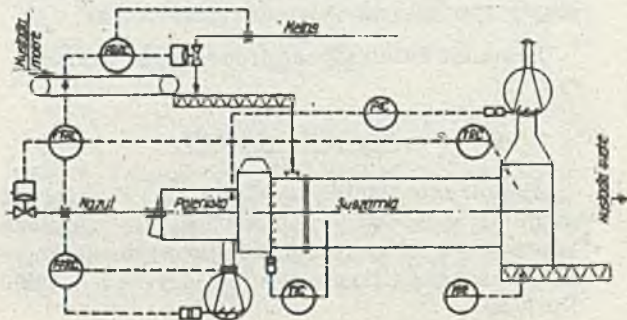
Instalacja zasilania sprężonym powietrzem wykonana została w całości rurą stalową ocynkowaną. Po zredukowaniu ciśnienia do 1,4 kG/cm² instalacja do przetworników wykonana była rurką Cu Ø 6x1. Zespoły filtr-reduktor wraz z zaworem odcinającym zamontowano na prefabrykowanych płytach montażowych.

Instalacja tras impulsowych wykonana została wielożyłowym kablem pneumatycznym produkcji Krakowskiej Fabryki Kabli. Dysponowano kablami 4-, 7- i 12-żyłowymi. Kable te układane były pomiędzy szafami a skrzynkami rozgałęźnymi, od których dalsza instalacja wy-



Rys. 8. Regulacja gęstości mleka wapiennego

konana była rurką Cu \varnothing 6x1. Kable te są bardzo wygodne w montażu i odporne na uszkodzenia mechaniczne. Różnokolorowe rurki ułatwiają montaż i adresowania połączeń. Utrudnieniem jest wykonanie rurek w dość luźnej tolerancji. Wszystkie trasy zbiorcze układane były w prefabrykowanych korytach blaszanych o wymiarach 50 x 50; 100 x 100 i 200 x 200 mm z otwieraną pokrywą.

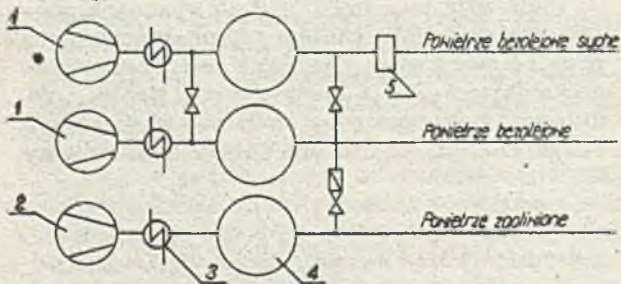


Rys. 9. Automatyzacja suszarni wysłoków

Ten sposób prowadzenia montażu jest szybki i estetyczny, nie wymaga pracochłonności takiej jak przy układaniu kabli na drabinkach, oraz po zamknięciu koryta zabezpiecza ułożone przewody od uszkodzeń mechanicznych.

Całość prac montażowych prowadzona była przez brygadę montażową z MERA-PNEFAL. Prace prowadzone były w bardzo trudnych warunkach, równoległe z końcowymi pracami budowlano-montażowymi i izolacją rurociągów technologicznych. Prace montażowe kontynuowane były w czasie trwania kampanii i są prowadzone obecnie przez grupę monterów z Falenicy.

Stopień zaawansowania montażu umożliwił przeprowadzenie prac rozruchowych i uruchomienie około 70% obwodów pomiarowych i regulacyjnych w najważniejszych węzłach technologicznych. Ze względu na zbyt krótki okres czasu część prac montażowych została wykonana prowizorycznie.



Rys. 10. Schemat stacji sprężarek: 1 - sprężarka bezolejowa, 2 - sprężarka olejowa L-12, 3 - chłodnica wodna, 4 - osuszacz powietrza 5 - zbiorniki V = 6 m³

Uwagi eksploatacyjne

Aparatura stanowiąca wyposażenie automatyki pracowała na ogół niezawodnie.

Wykorzystane do pomiaru poziomu pneumatyczne przetworniki membranowe typu A 108 produkcji MERA-PNEFAL zastąpiły poprzednio stosowane układy pomiaru z sondą pneumatyczną. Podniosło to znacznie niezawodność pomiaru i uprościło montaż. Przetworniki te

zabudowane były na wszystkich mediach z cukrowni i pracowały bez zarzutu.

Pneumatyczne przetworniki temperatury typu A 107, produkcji MERA-PNEFAL proste w montażu i obsłudze, pracowały także bezawaryjnie. Zabudowane były w dyfuzorze, na rurociągach soku przy zagrzewaczach, w skrzyżowaniach dociągowych na soku gęstym oraz w rurach opadowych skraplaczy barometrycznych. Pracowały tu mimo występowania silnych drgań mechanicznych.

Zastosowanie przepływomierzy indukcyjnych do pomiarów przepływu, wprawdzie kosztowne, było rozwiązaniem o wysokim stopniu niezawodności i dokładności pomiarów. Możliwość zmian zakresu pomiarowego jest bardzo wygodna przy wszelkich zmianach w technologii.

Zanieczyszczenia z płynącego medium mogą osadzać się w dolnej części otworu prowadzenia grzybka zaworu co może być powodem niedomykania się zaworu. Uniknięto tego przez montaż zaworu siłownikiem do dołu.

Przepustnice regulacyjne, stosowane powszechnie w cukrowni do regulacji przepływu oparów i soków, wszędzie tam gdzie występują duże przepływy, są wygodne do montażu i eksploatacji. Do regulacji przepływów mleka wapiennego, gazu saturacyjnego i solanki zastosowano zawory typu Saunders.

Do napędu kierownic wentylatorów i kłap dostarczanych łącznie z urządzeniami technologicznymi używane były siłowniki tłokowe z poźycjonerem.

W czasie kampanii zatrudnionych było przy obsłudze automatyki 12 osób pracujących w systemie 2-zmianowym. W warunkach normalnej eksploatacji byłaby to ilość wystarczająca dla prowadzenia prawidłowej obsługi. W pierwszej kampanii, przy nie w pełni zakończonym montażu i rozruchu wszystkich obwodów regulacyjnych oraz usuwaniu normalnie występujących przy takim rozruchu usterek, obsługa ta była zbyt mała. Ekipa polska miała do pomocy 8 pracowników greckich, lecz byli to ludzie pracujący po raz pierwszy zarówno w cukrowni jak i przy obsłudze aparatury regulacyjnej. Byli oni przeszkoleni na 2-miesięcznej praktyce w MERA-PNEFAL oraz brali udział jako pomoc techniczna przy pracach montażowych.

Uruchomione obwody automatycznej regulacji ułatwiły w znacznym stopniu pracę obsługi cukrowni. Zmontowanie i uruchomienie w tak krótkim czasie automatyki, w warunkach montażu za granicą jest niewątpliwym osiągnięciem

Doświadczenia zdobyte przy projektowaniu i realizacji tego obiektu wykorzystane zostały przy projektowaniu automatyki dla cukrowni w Łapach i Krasnymstawie. Cukrownie te będą pierwszymi w Polsce, w pełni zautomatyzowanymi obiektami. Całość prac projektowo-kompletacyjnych prowadzona jest przez Przedsiębiorstwo MERA-PNEFAL w Warszawie-Falenicy.

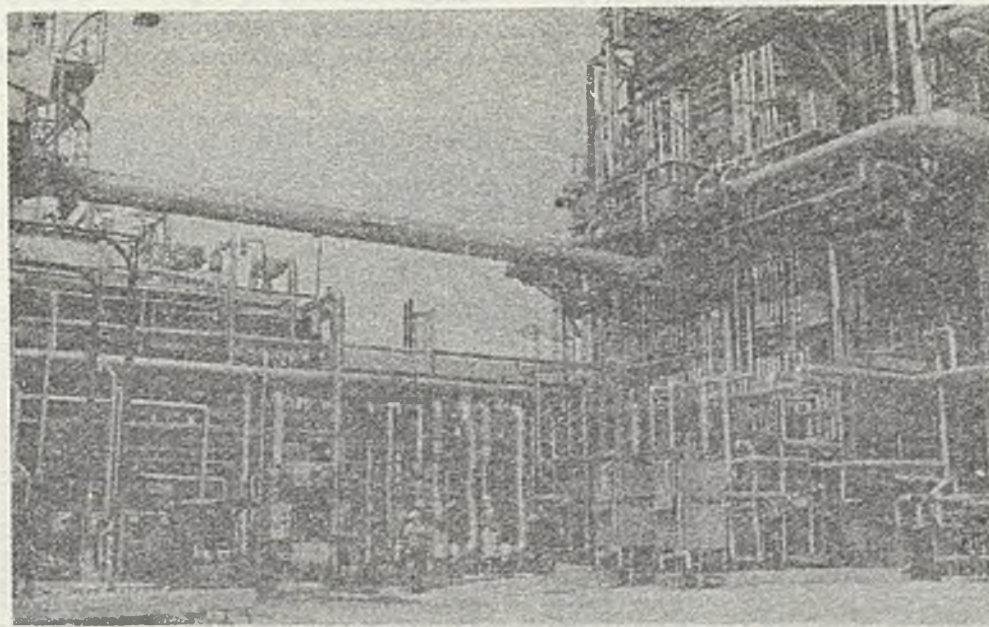
mgr inż. A. KASPERKIEWICZ
"MERA-PNEFAL"
Pracownia Projektowa

AUTOMATYZACJA WYTWORNI KWASU SIARKOWEGO W OPARCIU O SYSTEM AUTOMATYKI PNEUMATYCZNEJ, PNEFAL

W ostatnich latach wytwórnie kwasu siarkowego stały się nową polską specjalnością eksportową i sprzedawane są do krajów RWPG, np. do ZSRR, CSRS, NRD na Węgry, a ostatnio także do NRF /Duisburg/. Wytwórnie te są w pełni projektowane i dostarczane przez krajowe przedsiębiorstwa wraz ze wszystkimi instalacjami pomocniczymi, wśród których najważniejszą,

Ogólna charakterystyka układów automatyki i pomiarów

Wszystkie wytwórnie budowane w kraju czy też eksportowane oparte są na metodzie kontaktowej konwersji SO_2 , pojedynczej lub podwójnej. Surowcem wyjściowym jest siarka albo piryt. Wytwórnie mają różną wydajność i w zależność-



Fot. 1. Instalacja fabryki kwasu siarkowego

Fot. D. Jedliczka

najbardziej powiązaną z technologią, jest instalacja automatyki i pomiarów projektowana i dostarczana przez Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej "MERA-PNEFAL".

ci od wymagań mogą produkować kwas siarkowy o różnym stężeniu np. 92 - 98,5%, oleum 15 - 35%. Gdy surowcem jest siarka wydajność instalacji wynosi 100, 250, 300 a nawet 500

tys. t/rok, a gdy surowcem jest piryt - 1100 t/dobę.

Zakres automatyzacji jest ściśle uzależniony od wyposażenia budowanej instalacji technologicznej. Przy zwiększeniu skali procesu technologicznego problemy techniczne, które musi rozwiązać technolog są znacznie trudniejsze niż dla projektanta układów automatyki i pomiarów /UAP/. Istotne różnice w instalacji technologicznej, a tym samym UAP występują między wytwórnią H_2SO_4 z siarki i z pirytu. Instalacja z siarki jest stosunkowo prosta, składa się z oddziału magazynu siarki, węzła spalania siarki oraz kotła utylizatora, węzła konwersji i absorpcji i ewentualnie magazynu kwasu.

Gdy surowcem wyjściowym jest piryt, trzy ostatnie węzły są podobne, natomiast bardzo rozbudowana jest technologia, a także UAP działów przygotowujących SO_2 , a więc: kruszarnie pirytu, piecownia wraz z kotłem i instalacją energetyczną, oczyszczanie gazu wraz z elektrofiltrami.

Wyższe formy automatyzacji, jak np.: DDC czy sterowanie on-line w układzie zamkniętym, nie są na razie stosowane w wytwórniach H_2SO_4 ; jedynie niektóre zakłady /np. wytwórnie z pirytu eksportowane do ZSRR/ wyposażone są w układy centralnej rejestracji /CRPO/. Stosowane są więc układy automatyki konwencjonalnej, a w przypadku zastosowania CRPD zapewnia się przekazywanie do maszyny cyfrowej niezbędnych informacji.

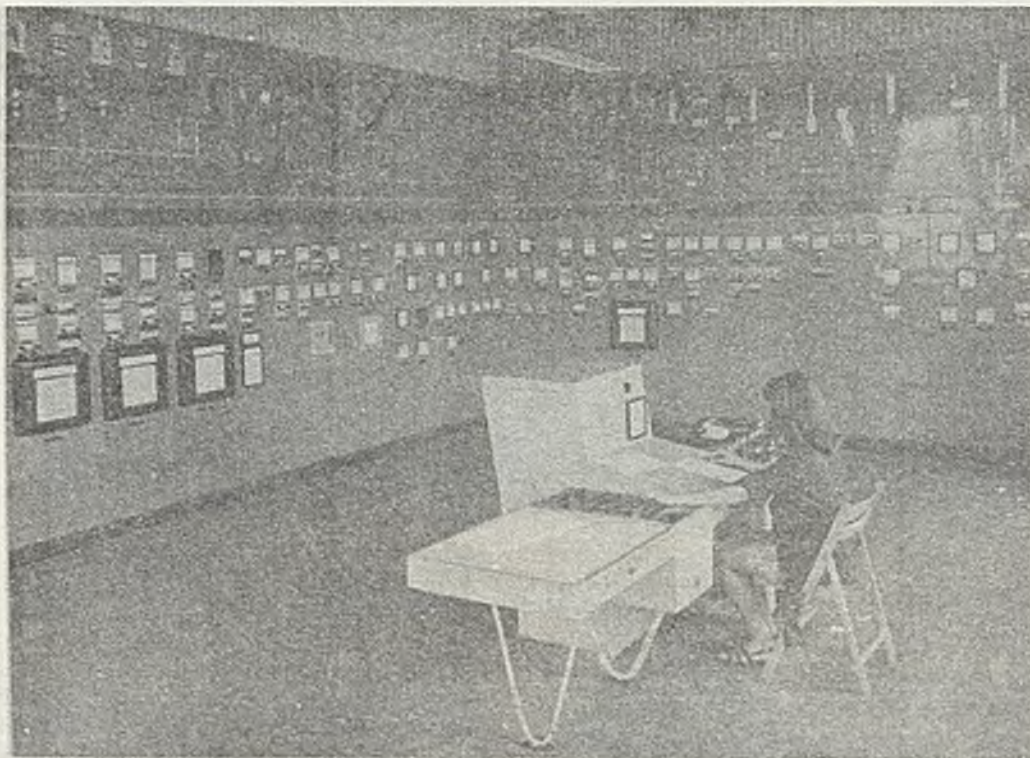
Wszystkie układy regulacji realizowane są z wykorzystaniem części centralnej systemu PNEFAL, co jest możliwe ze względu na zwartą zabudowę instalacji technologicznej; odległości między elementami automatyki i pomiarów nie przekraczają dopuszczalnych dla systemu pneumatycznego, a w niektórych przypadkach stosowane są regulatory przystosowane do pracy na przestrzeni otwartej.

Oprócz części centralnej z systemu PNEFAL stosowane są przetworniki wielkości fizycznych a więc: ciśnienia, różnicy ciśnień, temperatury oraz przyrządy przeliczające, regulatory małych przepływów, sygnalizatory graniczne. Różnorodność układów pomiarów i automatyki wymaga stosowania aparatury elektronicznej, np.: woltomierzy cyfrowych z podwójnym całkowaniem do centralnego pomiaru temperatur, przepływomierzy indukcyjnych, stężeniomierzy H_2SO_4 , pH-metrów, czujników tensometrycznych, czujników izotopowych itd.

W wytwórniach kwasu siarkowego występują media o dużej agresywności, np. H_2SO_4 o stężeniach 20 - 50% lub 92 - 98,5%. Dlatego czujniki mające bezpośredni kontakt z tymi mediami wymagają specjalnych wykonań, stosowania wykładzin czy kwasoodpornych stopowych stali. Dotyczy to również zaworów regulacyjnych.

Wszystkie niezbędne informacje i urządzenia pozwalające dyspozytorowi sterować produkcją skupione są w głównej dyspozytorni.

Podstawowym jej wyposażeniem jest tablica kontrolno-pomiarowa wraz ze schematem



Fot. 2. Szafa sterownicza kwasu siarkowego

Fot. D. Jedliczka

synoptyczną aparaturą pomiarowo-regulacyjną, osprzętem sterowniczym dla układów elektrycznych, urządzeń sygnalizacji stanów alarmowych procesu itd. Duże zakłady /wytwórnice bazujące na pirycie/ posiadają ponadto dyspozytornie wydzielone. Przetworniki umieszczone są w lokalnych budkach przetworników pozwalających na prace elementów automatyki na otwartej przestrzeni.

Poniżej przedstawione zostaną układy PiA niektórych węzłów wytwórni kwasu siarkowego projektowanych i dostarczanych przez "MERA-PNEFAL".

Układy automatyki i pomiarów węzła spalania surowca

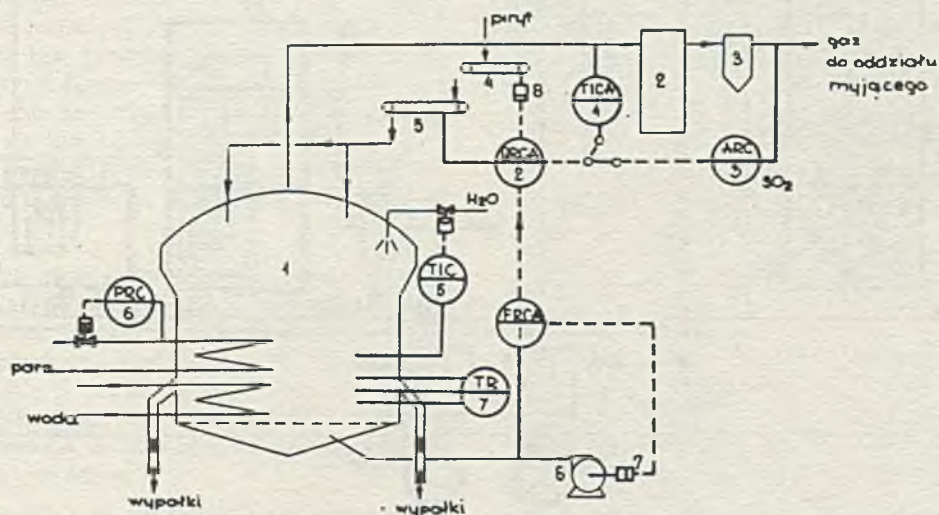
Mieszanka gazowa zawierająca dwutlenek siarki który w dalszym procesie ulega utlenianiu do SO_3 , otrzymywana jest przez spalanie surowców zawierających siarkę. Reakcja spalania jest egzotermiczna, a ciepło reakcji wykorzystuje się w części energetycznej instalacji. Piryt /który jest jednym z surowców zawierających siarkę/ najkorzystniej można spalać w fazie fluidalnej, gdy proces wymiany ciepła zachodzi z dużą szybkością. Proces spalania odbywa się w piecu o specjalnej konstrukcji /licencja firmy Dorr-Oliver/, którego schemat pokazano na rys. 1.

są kanałami spustowymi na przenośniki. Gaz z zawartością SO_2 przechodzi poprzez kocioł - utylizator i cyklony do oddziału oczyszczania gazu.

Wielkościami wyjściowymi dla pomiarów procesu są: natężenie przepływu gazu, jego stężenie /określają wydajność/ oraz sprawność wyrażona procentem spalanej siarki zawartej w pirycie. Najistotniejszymi wielkościami wejściowymi są: natężenie przepływu powietrza, pirytu i jego skład, przepływu pary, jej parametry oraz temperatura w złożu fluidalnym.

Szybkość spalania pirytu zależy zarówno od przebiegu reakcji chemicznych rozkładu pirytu jak również od spalania produktów tego rozkładu, które zależą od temperatury oraz wymiany ciepła /łączenie się z ziarnami pirytu, odprowadzenie ciepła od ziaren do gazu, odprowadzenie SO_2 ze strefy reakcji do fazy gazowej/. Procesy te przebiegają z dużą szybkością przy zachowaniu prawidłowej fluidyzacji. Warunek zapewnienia właściwej fluidyzacji wprowadza ograniczenia wielkości przepływu powietrza i pirytu.

Wzrost temperatury w fazie fluidalnej powoduje zwiększenie szybkości spalania pirytu, jednak zbyt wysoka temperatura powoduje spiekanie się ziaren pirytu i większe straty siarki

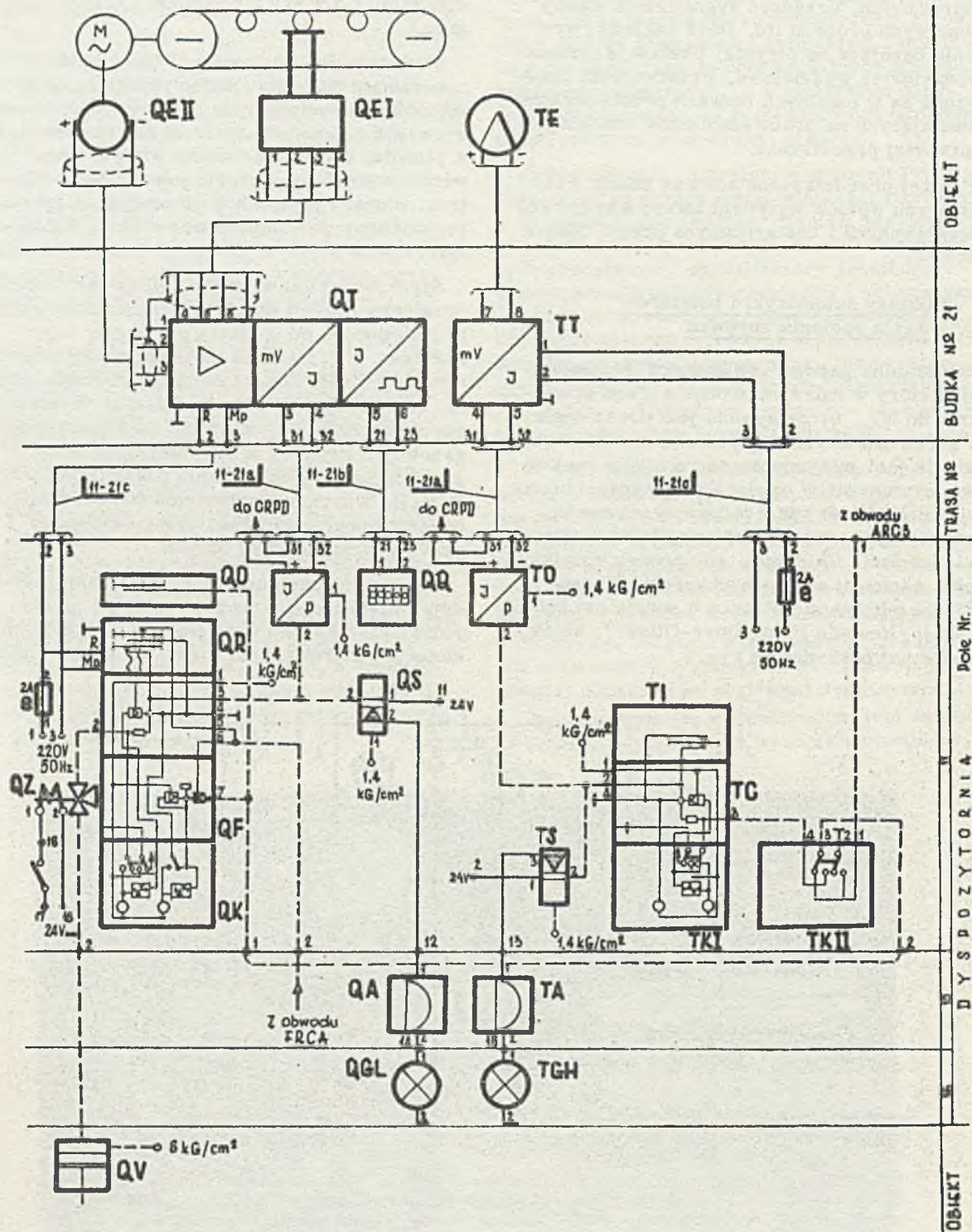


Rys. 1. Uproszczony schemat ideowy P i A piecowni Wytwórni Kwasu Siarkowego z pirytu CK-8 CK-10, CK-18 dla ZSRR: 1-piec fluidalny. 2-kocioł utylizator. 3-cyklon 4, 5-przenośniki pirytu, 6-dmuchała powietrza. 7-siłownik tłokowy, współpracujący z kierownicą wentylatora. 8-siłownik tłokowy współpracujący z przesuwem szczotek silnika prądu zmiennego.

Powietrze tłoczone jest dmuchawą od dołu aparatu przez sito /dla zapewnienia równomierności przepływu/, odpowiednio przygotowany /rozdrobiony/ piryt podawany jest z zasobnika poprzez układ przenośników od góry pieca. Do odbioru nadmiaru ciepła służą węzownice, pary i wody, związane z instalacją energetyczną. Wypałki /pozostałość po spalaniu pirytu/ usuwane

w wypałkach. /Proces zachodzi przy temperaturze $850^{\circ}C$ /.

Jako najważniejsze zakłócenie przyjmuje się zmiany składu pirytu w stosunku do przyjętej wartości średniej, przy czym zakłada się że będą te zakłócenia wolnozmiennie. Zakłócenie w postaci złej fluidyzacji jest niemierzalne,



Rys. 2. Schemat obwodowy układu regulacji stosunku piryt-powietrze: Obwody QRCA i TICA 4. QEI, QEII; QT, QQ - waga rolkowa tensometr, tachometr, wzmacniacz, licznik impulsów TE termoelement Ttnu 1 /MERA-KFAH/ TT przetwornik APU 700 /ZPUEEIA Milanówek/; QO, TO przetwornik EP-P3 /MERA-KFAP/ QV siłownik tłokowy, ZPA CSRS, do przesuwu szcottek; QR rejestrator PZ2a /MERA-LUMEL/; QGL; TGH lampka sygnał. APARATURA SYSTEMU PNEFAL: QC, TC regulatory A101-A2; A101-A3; przyrząd mnożący A302-A4 QK, TK stacyjka operacyjna A604-A4 i A601-A2; TK II przełącznik A 501-A1 QS TS sygnalizator graniczny B 272-A1; QA, TA elementy urządzenia sygnalizacji awarii Use -21 QZ zawór elektromagnetyczny R 371-A5.

wykrywane tylko w sposób pośredni. Można stwierdzić, że istnieje, jeśli występuje nierównomierny rozkład temperatur w złożu i znaczny spadek stężenia SO_2 . Może ono wynikać z niewłaściwego stosunku natężeń przepływu powietrza i pirytu, złej granulacji pirytu, czy konstrukcji aparatu.

Rys. 1 przedstawia uproszczony schemat ideowy PiA /pomiarów i automatyki/ oddziału piecowni, stosowany przez "MERA-PNEFAL" w wytwórniach kwasu siarkowego z pirytu, eksportowanych przez Polskę do ZSRR, a rys. 2 rozwinięty schemat układu regulacji stosunku piryt - powietrze. Zastosowane obwody regulacji /przede wszystkim układ kaskadowy/ zapewniają stabilizację wymaganej temperatury fazy fluidalnej i jednocześnie prawidłową fluidyzację.

Przepływ powietrza stabilizowany jest poprzez obwód FRCA1, a regulację stosunku piryt-powietrze zapewnia kaskada złożona z obwodu QRCA2 i ARC3, którego regulator jest regulatorem głównym. Proces można przewidzieć zarówno w funkcji stężenia SO_2 jak i temperatury gazów na wylocie z pieca, gdyż jest ona ściśle zależna od stężenia. przewidziano więc możliwość odłączenia obwodu ARC3. a włączenia w kaskadę obwodu TICA4.

Wiarygodność tego pomiaru jest jednak problematyczna. Termopara winna być zlokalizowana jak najbliżej wylotu gazów z pieca, jednak może tam jeszcze występować dopalanie unoszonych ziaren pirytu. Dlatego też przyjmuje się, że obwód TICA 4 będzie pracował w okresie niezbędnej konserwacji układu pomiarowego analizatora /przede wszystkim urządzeń do pobierania próbki gazu/.

Na wylocie pary przewidziano układ regulacji ciśnienia PRC6 zapewniający odbiór odpowiedniej ilości ciepła. Obwód TIC5 jest obwodem pomocniczym, stabilizującym temperaturę w warstwie fluidalnej poprzez dopływ wody lub słabego kwasu. Działa on jednak w ograniczonym zakresie w stosunku do poprzednio wymienionych obwodów.

W przypadku, gdy surowcem wyjściowym jest siarka, piec oraz instalacje pomocnicze są znacznie prostsze niż opisane wyżej. Uprzednio filtrowana siarka doprowadzana jest w fazie ciekłej, pompą o nastawialnym wydatku, poprzez palnik do pieca cylindrycznego. Do pieca doprowadza się też powietrze osuszone w wieży suszącej i podgrzane w jej dnym z wymienników aparatu kontaktowego. Spalenie siarki następuje w fazie gazowej, a dla zapewnienia całkowitego spalania powietrze musi być doprowadzone z odpowiednim nadmiarem. Gazy z zawartością 9,5% SO_2 i o temperaturze $1000 \div 1100^\circ\text{C}$ po przejściu przez kocioł-utylizator, gdzie są schładzane, kierowane do aparatu kontaktowego.

Dla zapewnienia poprawnej pracy pieca należy zapewnić odpowiedni stosunek natężeń przepływów siarki i powietrza i kontrolować stężenie SO_2 . Ze względu na to, że w procesie praktycznie nie występują zakłócenia /ustalony przepływ siarki, stały przepływ powietrza/ podstawowe wyposażenie PiA obejmuje: pomiar przepływu siarki, powietrza, zdalne sterowanie przepływu powietrza, pomiary temperatur w piecu i na wylocie pieca oraz rejestracja stężenia SO_2 . Ilość siarki dodawanej do pieca nastawiana jest ręcznie na pompie o stałym wydatku, natomiast przepływ powietrza nastawiany jest na podstawie wskazań analizatora.

Układy automatyki i pomiarów węzła kontaktowego /AK/

Konwersja SO_2 do SO_3 przebiega w temperaturze powyżej 400°C w aparacie kontaktowym na czterech /albo pięciu/ półkach w sposób adiabatyczny w obecności katalizatora, którym jest masa wanadowa. Odbiór ciepła zapewniają wymienniki międzypółkowe, znajdujące się na ogół na zewnątrz aparatu kontaktowego. Coraz częściej w wytwórniach budowanych przez Polskę stosowany jest dwustopniowy proces utleniania, przez co uzyskuje się większy stopień konwersji /99,5%/ i tym samym mniejsze zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego.

Gaz zawierający SO_2 po wyjściu z pieca i schłodzeniu w kotle-utylizatorze wchodzi na I półkę AK /gdy surowcem jest siarka/. Pierwszy stopień konwersji /~90%/ przebiega na półkach I, II i III, a drugi stopień /95% w stosunku do wprowadzonego SO_2 / na IV półce. Kolejność procesu jest następująca: I stopień konwersji - I stopień absorpcji, II stopień konwersji - II stopień absorpcji /rys. 3/. Przy jednostopniowej konwersji gaz do oddziału absorpcji wprowadzany jest po przejściu przez wszystkie półki.

Wielkością wyjściową węzła kontaktowego jest natężenie przepływu SO_3 /czyli wydajność/ i końcowy stopień przemiany. Wielkości wejściowe takie jak: początkowe stężenie SO_2 w gazie, ciśnienie, natężenie przepływu gazu czy stopień absorpcji WAI /w przypadku procesu dwustopniowego/ są uzależnione nie tylko od pracy AK, ale i innych działów wytwórni np. pracy dmuchaw powietrza warunków spalania siarki, pracy wież absorpcyjnych.

Zakładając więc, że są one ustalone, praca węzła kontaktowego powinna zapewnić wymagany /możliwie największy/ stopień przemiany. W tym celu należy stabilizować początkowe temperatury przemiany na każdej półce /określone przez technologów/, które zapewnią osiągnięcie założonego końcowego stopnia przemiany. Utrzymanie właściwych temperatur zapewni jednoznaczny przebieg procesu zgodnie z założeniami. Najważniejszymi zakłóceniami procesu będzie zmiana aktywności katalizato-

ra, odchylenia od założonych wartości wielkości wejściowych stabilizowanych układami regulacji.

Katalizator w aparacie kontaktowym pracuje kilka lat bez wymiany czy regeneracji. W miarę upływu czasu zmienia się aktywność katalizatora, co powoduje zmianę krzywej optymalnych temperatur, a tym samym konieczność korekcji założonych początkowych temperatur przemiany. Jest to jednak zakłócenie wolnozmiennie, co pozwala na okresowe wyliczenie nowego reżimu pracy. Zmiana aktywności katalizatora przebiega najbardziej intensywnie na pierwszej półce. Jest on najbardziej narażony na zanieczyszczenia /zapylenia/ i zatrucia.

Drugie z wymienionych zakłóceń narzuca wymagania na stosowane układy stabilizacji przede wszystkim temperatur i stężenia SO_2 w gazie. Regulację temperatury gazów wchodzących na półki AK; I i IV oraz zdalne ustawienie temperatury wlotu na półki II i III zapewniają układy TRC 21, 22, HIV 26, 25. W obwodach TRC 22, HIV 26, 25 przepustnice zlokalizowane są na "by-passach" wymienników i dlatego zapewniają dobrą jakość regulacji /nastawienia/ temperatury uwzględniane jest przy projektowaniu wymienników przez odpowiedni dobór powierzchni wymiany ciepła.

Termoelementy obwodu TR 23, umieszczone są w masie kontaktowej na różnych poziomach i odległościach od środka aparatu. Temperatura górnej powierzchni masy jest istotna dla rozpoczęcia procesu, pozostałe dla stwierdzenia czy nie przekracza się dopuszczalnej dla masy temperatury, powyżej której nastąpi nieodwracalny spadek aktywności katalizatora. Ponadto mierzone są temperatury wlotów i wylotów gazów z AK oraz wymienników /nie pokazano na rysunku/. Te pierwsze niezbędne są do oceny wydajności półek, gdyż przyrost temperatury gazów proporcjonalny jest do przyrostu stopnia przemiany.

Przedstawiony na rys. 3 schemat węzła kontaktowego dotyczy wytwórni, w której surowcem jest siarka. Schemat dla wytwórni w której surowiec stanowi piryt jest podobny. Róż-

nica istnieje w obiegach gazu w wymiennikach, gdyż gaz wychodzący z oddziału myjącego jest "zimny" i przed wprowadzeniem na I półkę AK musi być podgrzany. Poza tym ze względu na uzyskiwane wyższe stężenia SO_2 w gazie przy spalaniu pirytu, niż założone dla pracy AK, wprowadzany jest dodatkowy obwód regulacji stężenia /rozcieńczanie gazu/.

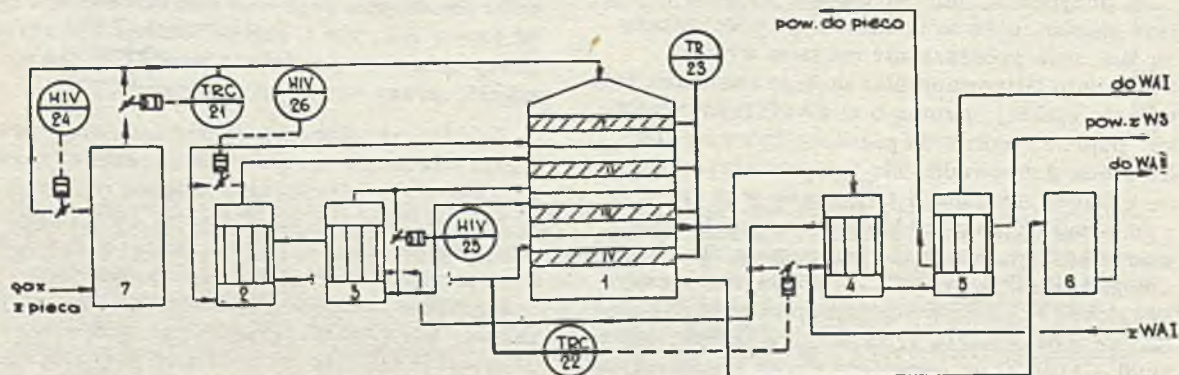
Układy automatyki i pomiarów wieżowni susząco-absorpcyjnej /WA/

W zależności od potrzeb odbiorców wytwórnia kwasu siarkowego dostarcza kwas o odpowiednim stężeniu np. 94-96%, 98,5%, 92%, czy też oleum 25%; 15%.

Rys. 4 przedstawia węzeł susząco-absorpcyjny produkujący kwas 96,4% albo 98,5% natomiast węzeł produkujący H_2SO_4 o stężeniu 92-96% albo 98,5% oraz oleum 15% pokazano na rys. 5 /surowcem jest siarka/.

Gaz z zawartością SO_3 po III półce AK schłodzony w wymienniku ciepła wchodzi do dolnej części wieży absorpcyjnej I /WAI/ wypełnionej pierścieniami Raschiga. Kwas siarkowy o stężeniu 98,5% tłoczony jest na górę wieży, skąd ścieka po wypełnieniu wieży w przeciwnym kierunku z gazami. W wieży zachodzi proces przenikania masy, SO_3 przechodzi z fazy gazowej do fazy ciekłej. Na skutek reakcji między H_2SO_4 i SO_3 następuje wzrost stężenia kwasu. Wzrasta też temperatura kwasu wywołana ciepłem reakcji, ciepłem oddawanym przez gaz, ciepłem skraplania gazowego SO_3 . Gazy po WAI po podgrzaniu w wymienniku wchodzi na IV półkę AK, skąd po schłodzeniu w podgrzewaczu wody podawane są do WAI gdzie zachodzi ponownie proces absorpcji. W przypadku produkcji oleum następuje rozdział gazu między WAI i WO, następnie gaz po przejściu przez WO wchodzi ponownie do WAI.

Wielkościami wyjściowymi procesu absorpcji w wieży kwasu i oleum są: stopień absorpcji i wydajność, przy czym zmniejszanie stopnia absorpcji nie zawsze powoduje obniżanie się wydajności.

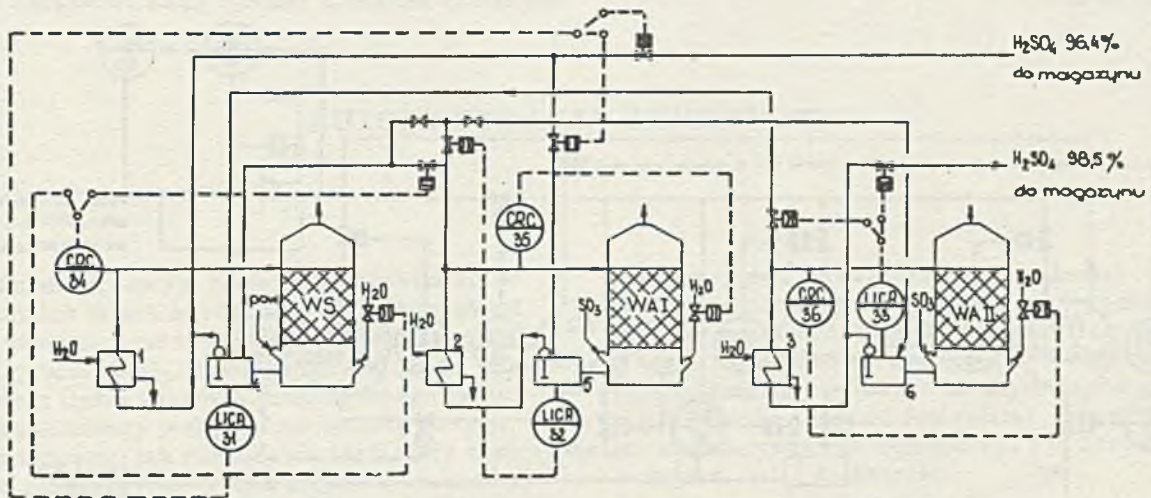


Rys. 3. Uproszczony schemat P i A węzła kontaktowego wytwórni H_2SO_4 z siarki /Seelingstadt - NRD/: 1-aparat kontaktowy; 2, 3, 4, 5-wymiennik ciepła; 6-podgrzewacz wody i 7-kocioł utylizator.

Wielkościami wejściowymi są: natężenie przepływu gazu, zawartość SO_3 w gazach, temperatura gazu, przepływ kwasu /oleum/ zraszającego, temperatura kwasu /oleum/. Trzy pierwsze wielkości wejściowe określone są poprzez pracę węzła kontaktowego i w zasadzie są nieregulowane /poza rozdziałem gazu jeśli produkuje się oleum, gdzie można wybrać pewną optymalną wartość/. Zarówno stopień absorpcji jak i wydajność wieży wzrasta przy zwiększeniu natężenia przepływu kwasu /oleum/ zraszającego wieżę. Wartość natężenia przepływu jest jednak ograniczona wydatkiem pompy.

przez technologów ze względu na założoną wydajność, stopień absorpcji a także straty /zarówno niezaabsorbowane SO_3 jak i krople kwasu czy pary H_2SO_4 / i mając do dyspozycji środki automatyki konwencjonalnej - poprawny przebieg procesu można zapewnić regulując stężenie kwasu /oleum/ zraszającego wieżę.

Regulacji temperatury kwasu w obiegu raczej nie stosuje się, gdyż zmiana temperatury wody jest zakłóceniem wolnozmiennym, a wymaganie stałości temperatury nie jest krytyczne. Wahań natężenia przepływu kwasu /oleum/ w obie-



Rys. 4. Uproszczony schemat P i A węzła susząco-absorpcyjnego wytwórni H_2SO_4 z siarki /Duisburg - NRF/: 1,2,3 - chłodnice spiralne; 4,5,6 - zbiorniki cyrkulacyjne.

Istotny wpływ na wielkości wyjściowe ma stężenie kwasu /oleum/ zraszającego wieżę, od niego zależy proces absorpcji. W wieży dla produkcji kwasu, proces prowadzony jest przy stężeniu nieco większym niż 98,3% /przy tym stężeniu najmniejsza prężność SO_3 nad kwasem/. W wieży dla produkcji oleum najlepsze warunki absorpcji istnieją przy jak najmniejszym stężeniu zraszającego oleum, przyjęta wartość stężenia będzie jednak zależać od tego, jakie oleum ma być produkowane. Wzrost temperatury kwasu /oleum/ wpływa na szybkie zmniejszenie się stopnia absorpcji i wydajności dopiero przy przekroczeniu wartości $\sim 80^\circ\text{C}$ dla kwasu i $\sim 60^\circ\text{C}$ dla oleum.

Najważniejszymi zakłóceniami procesu absorpcji są:

- zmiany wilgotności powietrza, które poprzez wieżę suszącą przenoszą się do WA zmieniając stężenie w obiegu wieży;
- zmiany w stosunku do ustalonej poprawnej pracy wieży produkcji oleum powodujące zmianę wielkości wejściowej WAI;
- zmiany temperatury wody chłodzącej;
- wahania w odbiorze kwasu /oleum/ do magazynu.

Zakładając, że parametry określające wielkości wejściowe zostały optymalnie dobrane

gu cyrkulującym nie są duże, gdyż procentowy udział odbioru produktu czy przerzutów w stosunku do ilości cyrkulującej jest niewielki, a wpływ pracy W0 na WAI nie da się wyeliminować środkami automatyki konwencjonalnej.

Wieża susząca jest wieżą pomocniczą, związaną jednak z wieżami absorpcyjnymi wspólnymi obiegami /przerzutami/ kwasu. Powietrze tłoczone dmuchawami do pieca, w którym spala się siarka, przechodzi przez WS, gdzie woda zawarta w powietrzu absorbowana jest przez kwas zraszający wieżę. Proces zachodzący w WS jest podobny do procesu w WA.

Powietrze wychodzące z WS ze względu na pracę AK nie powinno zawierać więcej wilgoci niż 0,08-0,1 g/Nm³. Zmiany wilgotności osuszonego powietrza zależą przede wszystkim od parametrów powietrza atmosferycznego. W obiegu kwasu wieży suszącej stężenie regulowane jest dla zapewnienia odpowiedniego współczynnika absorpcji /stężenie $\sim 94-96\%$ / zapewnia niską prężność par H_2O nad kwasem/.

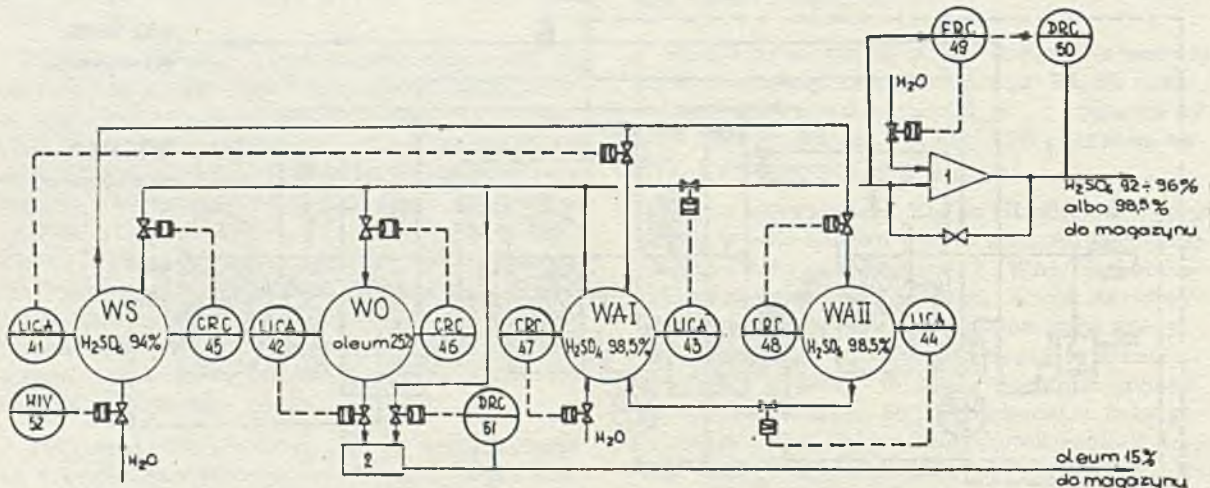
Na rys. 4 przedstawiono uproszczony schemat ideowy wieżowni susząco-absorpcyjnej wytwórni H_2SO_4 z siarki produkującej kwas o stężeniu 96,4 albo 98,5 /układ stosowany w

FKS DUISBURG-NRF/. W obiegu każdej z wież stabilizowane są stężenia kwasu i poziom w zbiorniku cyrkulacyjnym. W obiegu WS utrzymywane jest stężenie 96,4%, a w obiegach WAI i WAI 98,5%.

W przypadku produkcji kwasu o stężeniu 96,4%, we wszystkich wieżach stałe stężenia utrzymywane są poprzez dopływ wody do obiegu. Poziom w zbiornikach cyrkulacyjnych WAI i WAI regulowany jest poprzez przerzut kwasu do WS. Tak więc cały wyprodukowany w WAI i WAI kwas znajduje się w obiegu WS, skąd sterowany układem regulacji poziomu w zbiorniku cyrkulacyjnym LICA31 jest wysyłany do magazynu.

Ponieważ rozcieńczenie kwasu /wodą/ odbywa się w rozcieńczalniku przepływowym zastoso-
wano układ kaskadowej regulacji stosunku /obwody FRC49, DRC50/. Rozcieńczanie oleum następuje w zbiorniku - mieszalniku kwasem o stężeniu 98,5% z obiegu WAI. Do obiegów wież w tym przypadku woda doprowadzana jest w zasadzie do WAI /obwód CRC47/. Obwód HIV52 jest pomocniczym obwodem poprawiającym warunki pracy zaworu CRC45.

Jak można zauważyć, nawet z dwu powyższych schematów układy przerzutów kwasu i dodawania wody mogą być różne. Nawet dla tej samej instalacji istnieje kilka rozwiązań ze



Rys. 5. Uproszczony schemat węzła susząco-absorpcyjnego wytwórni H_2SO_4 z siarki /Dukla Ostrawa - CSRS/
1-rozcieńczalnik kwasu. 2-rozcieńczalnik oleum.

Przy produkcji kwasu o stężeniu 98,5%, obwody LICA31, CRC34, LICA33 współpracują z innymi zaworami /na rys. oznaczono to przełącznikami/, przez co zmienia się układ przerzutów kwasu. Obwody regulacji stężenia CRC35 i CRC36 pozostają jak uprzednio, natomiast stężenie kwasu w obiegu WS /obw. CRC34, regulowane jest dopływem kwasu z WAI. Poziomy w zbiornikach cyrkulacyjnych WS i WAI regulowane są przerzutem kwasu do zbiornika cyrkulacyjnego WAI /obw. LICA31 i LICA32/. Odbiór kwasu 98,5% do magazynu następuje z WAI poprzez instalacje z układem regulacji poziomu LICA33. Poza wymienionymi obwodami instalacji PiA obejmuje takie pomiary /nie pokazane na rysunku/ jak: temperatura kwasu, wody, pH-wody po chłodnicach, pomiary bilansowe.

Rys. 5 przedstawia schematycznie oddział susząco-absorpcyjny produkujący kwas 92-96% albo 98,5% oraz oleum 15% /WKS DUKLA HRU-SOV-CSRS/. W obiegu WS utrzymywane jest stężenie 94-96% w WAI i WAI 98,5%, w WO 25% oleum. Odbiór kwasu następuje z WAI, przy czym w zależności od wymagań może on być rozcieńczony do wymaganej wartości stężenia lub też przesyłany do magazynu z pomięciem rozcieńczalnika.

względu na to, że do układu wieżowni przy założonych stężeniach produktu trzeba doprowadzić określoną ilość wody niezależnie od tego, z której wieży będzie ona dostarczana. Wybór najlepszego wariantu musi uwzględniać wymagania PiA /np. możliwie mało sprzężeń między obwodami, najmniejszą ilość zaworów /jak i wymagania technologiczne określone wielkością chłodnic, mocą pobieraną przez pompy na przerzuty kwasu, dodatkowymi rurociągami itp.

Węzeł susząco-absorpcyjny dla wytwórni produkującej kwas z pirytu jest podobny jak dla wytwórni, w której surowcem jest siarka. Stosowane tu układy regulacji uwzględniają jednak pewne inne warunki procesu np. nie ma tu praktycznie zakłóceń od wilgotności powietrza atmosferycznego.

L i t e r a t u r a

1. Projekty techniczno-robotnicze PiA wytwórni H_2SO_4 z siarki opracowane przez Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej w latach 1964-72. Projekty techniczno-robotnicze PiA wytwórni H_2SO_4 z pirytu CK-8, 10, 18.
2. A. G. Amelin: Tjehnologija siernoj kistyoty. Izd "Chimija", 1971
3. A. Golba: Opis matematyczny i automatyzacja węzła susząco-absorpcyjnego w instalacji H_2SO_4 /maszynopis/ 1965.

mgr inż, JERZY LASOCKI
Wrocławskie Przedsiębiorstwo Pomiarów
i Automatyki Elektrycznej "MERA-ELMAT"

AUTOMATYZACJA CEMENTOWNI

Polski przemysł cementowy rozwija się w ostatnich latach bardzo intensywnie, z uwagi na znaczny wzrost zapotrzebowania na materiały budowlane. Rozwój ten, mający na celu wzrost ilości i jakości produkowanego cementu realizowany jest poprzez budowę nowych cementowni, jak również modernizację zakładów istniejących. W obu przypadkach automatyzacja staje się czynnikiem warunkującym intensyfikację procesu produkcyjnego. Korzyści płynące z automatyzacji sprowadzają się do:

- zwiększenia produkcji,
- podniesienia jakości produktu,
- zmniejszenia jednostkowego zużycia energii,
- wydłużenia cykli międzyremontowych,
- poprawienia warunków pracy obsługi,
- zmniejszenia bezpośredniego personelu obsługi.

W ciągu technologicznym produkcji cementu można wyróżnić trzy podstawowe węzły technologiczne, będące przedmiotem automatyzacji. Są to: dział przygotowania surowca /w szczególności młyny surowca/, piec obrotowy z chłodnikiem klinkieru oraz młyny cementu. Poza tym przedmiot automatyzacji stanowi również dział przygotowania paliwa dla pieców obrotowych.

Większość polskich cementowni bazuje na tzw. technologii mokrej, polegającej na przygotowaniu surowca do produkcji klinkieru w formie szlamu oraz na pyle węglowym jako paliwie.

Proces technologiczny produkcji cementu, charakteryzujący się zastosowaniem mediów o konsystencji szlamu oraz mediów o dużym zapyleniu i wysokiej temperaturze, jak również rozwiązania konstrukcyjne agregatów

produkcyjnych, stwarzają duże trudności dla wdrażania automatyki. Dochodzi do tego skomplikowany przebieg procesu technologicznego, o wielu sprzężeniach skrośnych. Wszystkie te elementy były powodem stosunkowo późnego, w porównaniu z innymi gałęziami przemysłu, automatyzowania cementowni i to zarówno w Polsce, jak i na świecie.

WPPiAE "MERA-ELMAT" specjalizuje się w automatyzacji przemysłu cementowego i jest w tej działalności kontynuatorem prac prowadzonych poprzednio przez WZE "MERA-ELWRO" i WPA "ELAM".

W latach 1968 - 72 opracowano i zrealizowano dostawy układów automatyki między innymi dla następujących obiektów:

- Cementownia "Chełm II" - III nitka wypału klinkieru,
- Cementownia "Chełm II" - IV nitka wypału klinkieru,
- Cementownia "Kujawy",
- Cementownia "Rudniki" - jedna nitka prze-miału surowca.

W fazie realizacji znajdują się obecnie dal-sze obiekty, jak np.:

- Cementownia "Rudniki" - jedna nitka wypału klinkieru,
- Cementownia "Rudniki" - jedna nitka prze-miału cementu,
- Cementownia "Falluja" /Irak/,
- Cementownia "Odra" - modernizacja działu przygotowania surowca,
- Cementownia "Odra" - modernizacja młynow-ni węgla.

Niżej opisane zostaną problemy związane z automatyzacją dwóch węzłów technologicznych cementowni: młynowni surowca i pieca obrotowego z chłodnikiem klinkieru oraz sposób ich

rozwiązania w zrealizowanych układach pomiarowo-regulacyjnych cementowni "Kujawy" i "Chełm II".

2. Młynownia surowca

Problemy automatyzacji i młynowni surowca podano na przykładzie młyna surowca o wydajności 70 t/h pracującego w obiegu otwartym i przystosowanego do produkcji szlamu surowcowego.

Surowcami wyjściowymi do produkcji szlamu są w tym przypadku tzw. kamień wysoki, odpady oraz łupki. Surowiec podawany jest do młyna w sposób ciągły, za pośrednictwem automatycznych dozowników wagowych, wyposażonych w wewnętrzne regulatory stałowości, przy czym poszczególne składniki surowcowe dozowane są równoległe osobnymi dozownikami. Surowiec ulega w młynie rozdrobnieniu na mokro, z udziałem dozowanej do młyna wody. Szybkość rozdrabniania jest funkcją łatwości rozdrabniania materiału, która ulega zmianom w czasie, w wyniku wielu czynników zewnętrznych. Wynika stąd potrzeba korygowania ilości surowca poddawanego przemiałowi, w zależności od jego łatwości rozdrabniania, celem optymalnego wykorzystania młyna. Surowiec trudno mielący się będzie powodował spiętrzanie się materiału w młynie, natomiast surowiec dający się łatwo zmieścić zbyt próżnianie młyna.

Optymalny byłby stan, w którym ilość gotowego szlamu wypływającego z młyna w jednostce czasu odpowiadałaby ilości dozowanych w jednostce czasu do młyna składników surowcowych, przy stałym poziomie napełniania młyna. Uzyskuje się wówczas maksymalną produkcję przy równoczesnym zachowaniu właściwego przemiału surowca. Wynikiem tego byłoby również obniżenie wskaźnika zużycia energii elektrycznej na jednostkę produkcji, ponieważ jest ono praktycznie niezależne od stopnia napełnienia młyna materiałem.

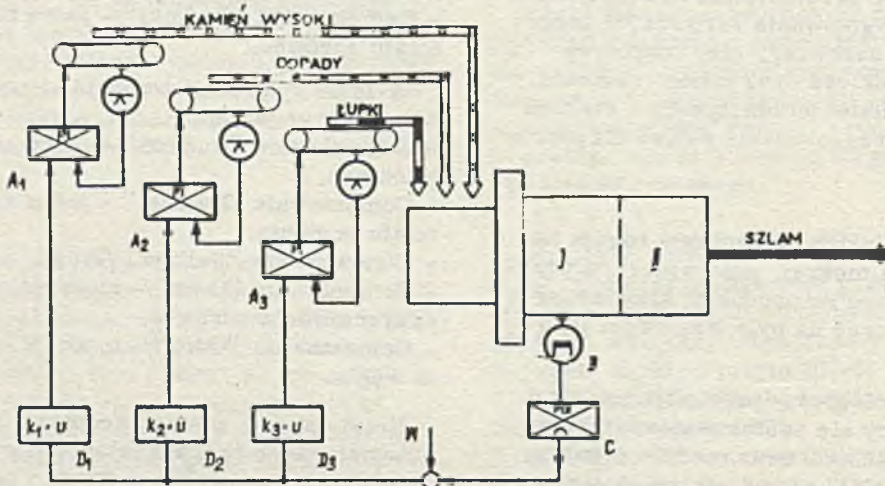
Woda wchodząca w skład szlamu surowcowego ma umożliwić transport hydrauliczny rozdrobnionego surowca poprzez zbiorniki wyrównawcze do pieców obrotowych. Jej ilość w szlamie z jednej strony wpływa na płynność /a więc na warunki transportowe/, z drugiej jednak strony wpływa na zużycie paliwa w procesie wypału klinkieru. Optymalna ilość wody wynika z minimalnej, dopuszczalnej ze względów transportowych, płynności szlamu.

Jakość szlamu charakteryzuje oprócz cech fizycznych /rozdrobnienie i płynność również jego skład chemiczny, a konkretniej, udział podstawowych tlenków: wapnia, magnezu, krzemu, glinu i żelaza.

Surowiec pierwotny rzadko posiada wymagany skład chemiczny, stąd wynika konieczność dozowania kilku surowców w określonych stosunkach wagowych, których kompozycja spełnia wymagania technologiczne. Ponieważ skład chemiczny surowców pierwotnych jest zmienny zachodzi konieczność korekcji ich stosunku wagowego w trakcie produkcji. Problemem pozostaje tu jednak sprawa szybkiej analizy chemicznej surowców pierwotnych i szlamu.

Z powyższej charakterystyki procesu technologicznego przemiału surowca wynikają wymagania dla układów pomiarowo-regulacyjnych młyna, a mianowicie:

- utrzymanie stałego napełniania młyna surowcem;
- utrzymanie stałej lepkości szlamu na wylocie z młyna;
- utrzymanie określonego technologią stosunku wagowego surowców pierwotnych podawanych do młyna;
- zapewnienie możliwości kontroli podstawowych parametrów technologicznych, ich rejestracji oraz sygnalizacji przekroczeń stanów granicznych;
- zapewnienie zdalnego scentralizowanego kierowania procesem.



Rys. 1. Regulacja natężenia przepływu

W zrealizowanych dla cementowni "Kujawy", układach pomiarowo-regulacyjnych, problemy powyższe zostały rozwiązane za pomocą dwóch złożonych, kaskadowych obwodów regulacji. Zadaniem pierwszego z nich jest utrzymanie stałego napełnienia młyna oraz zapewnienie wymaganego technologicznie stosunku wagowego surowców pierwotnych. Uproszczony schemat blokowy tego obwodu przedstawia rys. 1.

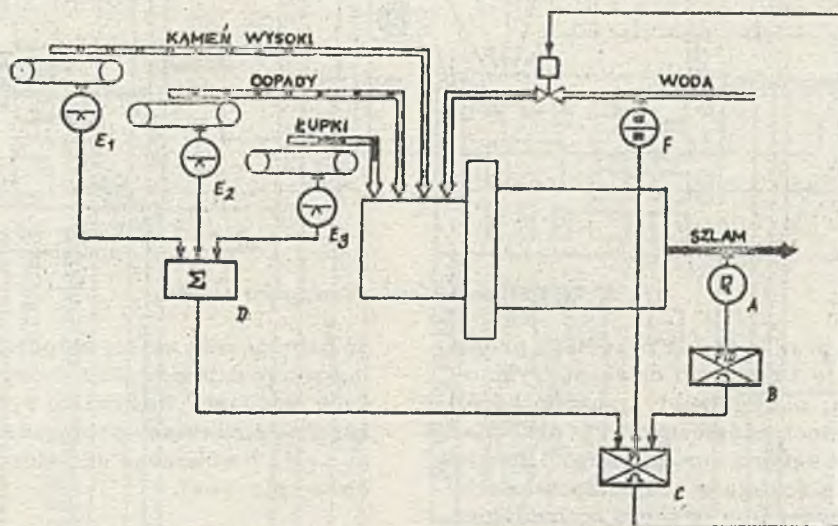
Podstawowy problem w realizacji tego obwodu stanowił pomiar napełnienia młyna. Ponieważ brak jest możliwości bezpośredniego pomiaru tego parametru, wykorzystano tu zależność natężenia i częstotliwości szumów I komory młyna, od jego napełnienia. Przyrządem, który umożliwia pomiar częstotliwości szumów młyna /drgań płaszcza/ jest "ucho elektryczne", opracowane i produkowane przez JPWMB w Opolu. Przyrząd ten składa się z elektromagnetycznego czujnika drgań i przetwornika częstotliwości na standardowy sygnał prądowy $0 - 5 \text{ m A}$. W odróżnieniu od czujników natężenia szumów /falofonów/, "ucho" nie reaguje na szumy sąsiednich agregatów.

łowej, jak i z centralnego laboratorium, w którym przewiduje się zainstalowanie analizatora rentgeno-fluorescencyjnego do przeprowadzania szybkich analiz składu chemicznego surowców pierwotnych i szlamu.

Drugi obwód automatycznej regulacji spełnia rolę stabilizatora lepkości szlamu, przy czym z uwagi na znaczne opóźnienia transportowe został rozwiązany jako obwód regulacji kaskadowej. Uproszczony schemat blokowy tego obwodu przedstawia rys. 2.

Regulator lepkości szlamu B spełnia funkcję regulatora nadrzędnego. Jego sygnał wyjściowy koryguje wartość zadaną stosunku woda/surowiec, regulatora wykonawczego C. W ten sposób uzyskuje się natychmiastowe wymuszenie zmian ilości wody w ślad za zmianami ilości surowca, natomiast obciążony dużym opóźnieniem transportowym parametr lepkości szlamu, oddziałuje tylko korygująco na ilość dozowanej wody do młyna.

Do pomiaru lepkości szlamu zastosowano elektromechaniczny lepkościomierz rotacyjny



Rys. 2. Regulacja lepkości

Regulator napełnienia młyna C pracujący jako regulator nadrzędny w obwodzie, służy do wytworzenia sygnału korygującego wartość zadaną sumarycznego natężenia przepływu surowca do młyna. Skorygowany sygnał wartości zadanej natężenia przepływu podawany jest na 3 człony mnożące $D_1 \dots D_3$, spełniające rolę zadajników udziału procentowego poszczególnych surowców pierwotnych. Ich sygnały wyjściowe stanowią wartość zadaną regulatorów stałowartościowych dozowników wagowych $A_1 \dots A_3$. Takie rozwiązanie obwodu realizuje zarówno warunek stałości napełnienia młyna, jak i stałości udziałów wagowych poszczególnych składników surowcowych.

W cementowni "Kujawy" zastosowano człony mnożące, pozwalające na zmianę nastaw udziałów procentowych zarówno z nastawni oddzia-

opracowany i produkowany przez JPWMB w Opolu o znormalizowanym sygnale wyjściowym $0 - 5 \text{ m A}$.

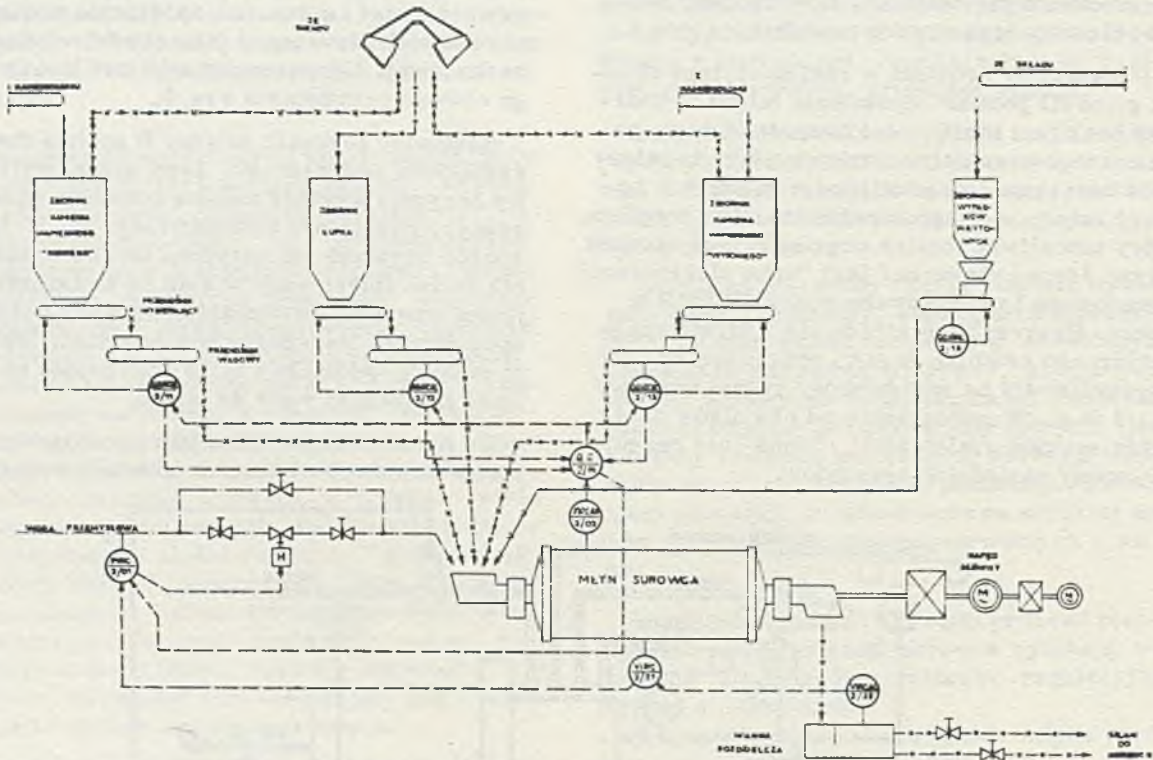
Zrealizowany układ pomiarowo-regulacyjny młyna wyposażony został w zdalne wskazania i rejestrację wszystkich podstawowych parametrów technologicznych, w liczniki ilości poddawanych przemiałowi surowców pierwotnych i wody oraz układ sygnalizacji przekroczeń wartości granicznych parametrów technologicznych.

Zestawienie wszystkich punktów pomiarowo-regulacyjnych tego węzła technologicznego przedstawiono na rys. 3.

Wszystkie obwody pomiarowo-regulacyjne rozwiązane zostały w oparciu o aparaturę

systemu URS serii 1W, o znormalizowanym sygnale prądu stałego $0 + 5 \text{ mA}$. Współpracujące z układem dozowniki wagowe produkcji NRD, miały również sygnał wyjściowy prądu stałego, co ułatwiło znacznie sprzężenie ich z polskim systemem aparaturowym.

pod ruszt zimnego powietrza. Przesuwanie klinkieru wzdłuż chłodnika zapewniają dwa podobne, ruchome ruszty, o regulowanej szybkości. Ciepło potrzebne do wypału klinkieru otrzymywane jest ze spalania pyłu węglowego w palniku pyłowym. Dozowanie pyłu węglowego



Rys. 3. Schemat technologiczny młynowni surowca

Sterowanie oraz kontrola przebiegu produkcji odbywają się z nastawni działu przygotowania surowca, obejmującej: transport surowca, pięć nitek technologicznych przemiału oraz transport szlamu surowcowego. Sterownia wyposażona została w szafopulpity ze schematami synoptycznymi procesu technologicznego, w których zlokalizowano całą wtórną aparaturę pomiarowo-regulacyjną oraz elementy sterowania i sygnalizacji. Widok szafopulpitu pomiarowo-sterowniczego jednej nitki przemiału surowca przedstawiono na rys. 4.

3. Piec obrotowy z chłodnikiem klinkieru

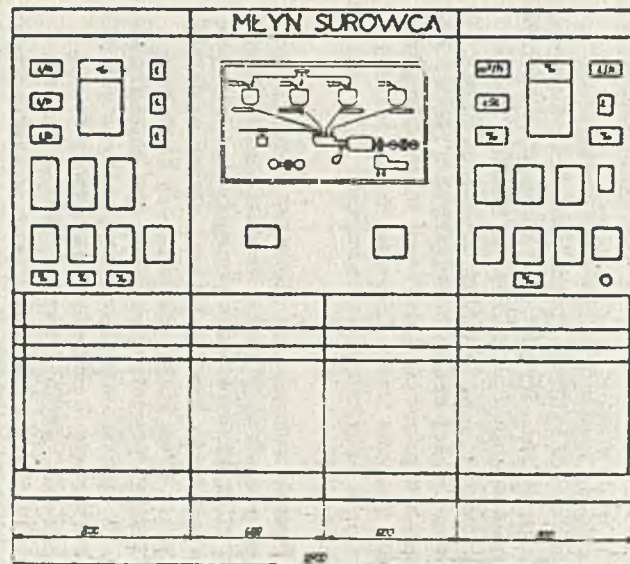
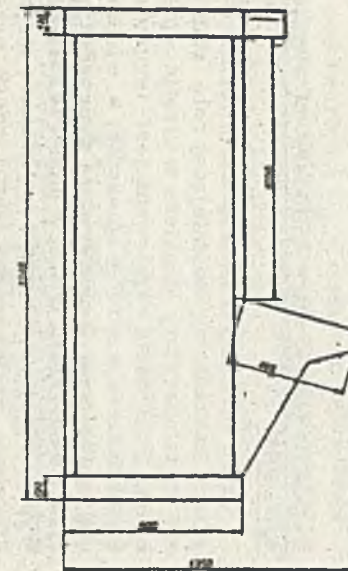
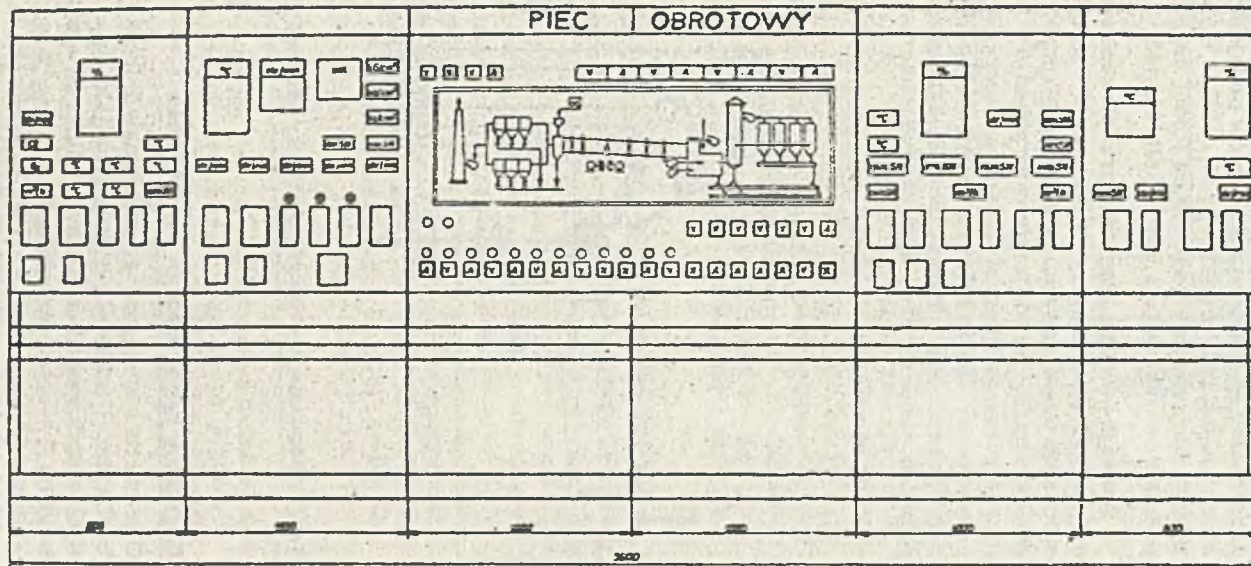
Problemy związane z automatyzacją procesu wypalania klinkieru omówione zostaną na przykładzie pieca obrotowego o wydajności 1200 t/dobę , przystosowanego do wypalania klinkieru metodą mokrą z pyłem węglowym jako paliwem.

Szlam surowcowy dozowany jest do "zimnego" końca pieca za pomocą czerpakowego podawacza szlamu, o regulowanych obrotach. Przesuwając się w dół pieca podlega on kolejno procesowi suszenia, kalcynacji oraz spiekania i jako klinkier opuszcza część obrotową pieca, przedostając się do chłodnika rusztowego. W chłodniku klinkier poddawany jest procesowi schładzania za pomocą włączanego

do palnika odbywa się za pomocą trzech równoległych podajników ślimakowych, o regulowanych obrotach. Nośnikiem pyłu jest tzw. powietrze pierwotne, pobierane z obiegu młynowni węgla i włączane do palnika za pomocą dmuchawy piecowej.

W procesie spalania bierze udział zarówno powietrze pierwotne, jak i odciągane z przestrzeni nadrusztowej chłodnika, gorące powietrze wtórne. Ponieważ ilość powietrza potrzebna do schładzania klinkieru przewyższa zapotrzebowanie powietrza przez piec obrotowy, część powietrza z przestrzeni nadrusztowej chłodnika wydalana jest do atmosfery, poprzez kominek chłodnika.

Gazy spalinowe powstałe w procesie spalania, będące nośnikiem energii cieplnej, przepływają przez piec w kierunku przeciwnym do ruchu materiału, oddając mu swoje ciepło. Przepływ spalin przez piec wymuszony jest dwustronnie ssącym wentylatorem wyciągowym, a ilość spalin regulowana jest przepustnicami żaluzjowymi, w dwóch równoległych przewodach ssących. Ilość powietrza wtórnego zasysanego przez piec warunkowana jest ciągiem wentylatora wyciągowego.



Rys. 4. Elewacja szafopulpitów pomiarów sterowniczych

Spaliny uchodzące z pieca obrotowego unoszą z sobą bardzo duże ilości pyłów. Część z nich osiada w komorze kurzowej, pozostała zaś część wytrącana jest w wysoko sprawnym elektrofiltrze.

Czynnikiem decydującym o prawidłowym przebiegu wypalania jest właściwy rozkład temperatury materiału wzdłuż osi pieca. Ponieważ pomiar rozkładu temperatur jest praktycznie niemożliwy z uwagi na: konieczność dokonywania pomiarów w części obrotowej pieca, wysokie temperatury i niszczące działanie przemieszczającego się materiału na czujniki - za miarę prawidłowości przebiegu wypalania przyjęto temperaturę w końcowym odcinku strefy spiekania. Temperaturę w strefie kalcynacji oraz temperaturę spalin w komorze kurzowej traktuje się przy tym jako wielkości pomocnicze. Rozkład temperatur w piecu zależy w decydującej mierze od kształtu pochodni płomienia w palniku. Wpływają na niego między innymi takie parametry, jak: temperatura i ilość powietrza pierwotnego, temperatura powietrza wtórnego oraz ciśnienie w głowicy pieca. Dwa pierwsze z nich stabilizowane są w młynowni węgla, skąd pobierane jest powietrze pierwotne.

Proces spalania odbywa się praktycznie bez możliwości kontroli ilości powietrza biorącego w nim udział. Wynika stąd konieczność prowadzenia spalania na podstawie analizy spalin, oddziałuje na nadmiar powietrza przez zmianę ilości spalin odciąganych z pieca. Ponieważ w procesie kalcynacji materiału powstają znaczne ilości CO_2 , za miarę jakości spalania przyjmuje się zawartość O_2 w gazach odlotowych.

Proces schładzania klinkieru wymaga zimnego powietrza w ilości uwarunkowanej ilości klinkieru oraz jego początkową i końcową temperaturą. Przy założeniu stałej wydajności pieca oraz stałej temperatury klinkieru, ilość tego powietrza powinna być stabilizowana. W takich warunkach temperatura powietrza wtórnego będzie funkcją intensywności oddawania ciepła przez warstwę klinkieru. Zależy ona od granulacji oraz grubości warstwy klinkieru na ruszcie chłodnika, a więc od jej oporu aerodynamicznego. Przy zmiennej granulacji klinkieru można uzyskać stabilizację oporu aerodynamicznego poprzez zmianę szybkości posuwania rusztu.

Zmienność ciśnienia w głowicy pieca wpływa na kształt pochodni płomienia. Wynika stąd konieczność stabilizacji tego parametru. Ciśnienie to powinno być bliskie zeru, ponieważ nadciśnienie powoduje przedostawanie się pyłu przez nieszczelności głowicy pieca na zewnątrz, a podciśnienie - zasycanie zimnego powietrza z otoczenia, wpływającego na schładzanie klinkieru w strefie spiekania.

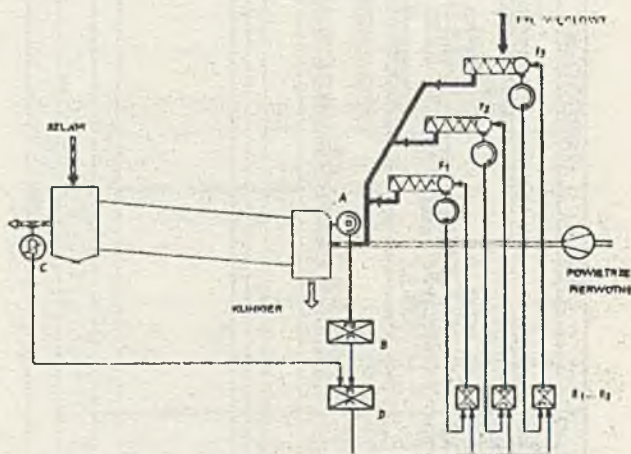
Wynikające z powyższej charakterystyki wymagania dotyczące prowadzenia procesu tech-

nologicznego zostały w cementowni Chełm II zrealizowane za pomocą kilku złożonych obwodów automatycznej regulacji, które zostaną omówione w skrócie.

Regulacja temperatury klinkieru w strefie spiekania

Układ automatyki rozwiązano w formie regulacji kaskadowej, spełniającej rolę stabilizatora temperatury klinkieru w strefie spiekania. Wielkością regulowaną jest temperatura klinkieru w strefie spiekania, a wielkością pomocniczą, o charakterze wyprzedzającym, temperatura spalin w komorze kurzowej. Wypracowany przez powyższą kaskadę sygnał sterujący, przetwarzany jest w trzech przetwornikach wykonawczych $E_1 \dots E_3$ na proporcjonalny sygnał zmiany obrotów podajników ślimakowych pyłu węglowego $F_1 \dots F_3$. Wprowadzone sprzężenia zwrotne od ilości obrotów podajników zapewniają ich współbieżność.

Z uwagi na duże zapylenie przestrzeni wizyjnej pomiar temperatury klinkieru w strefie spiekania zrealizowano za pomocą pirometru dwubarwnego. Wybór temperatury spalin w komorze kurzowej jako wielkości pomocniczej, podyktowany został łatwością realizacji pomiaru. Uproszczony schemat blokowy tego obwodu przedstawiono na rys. 5.

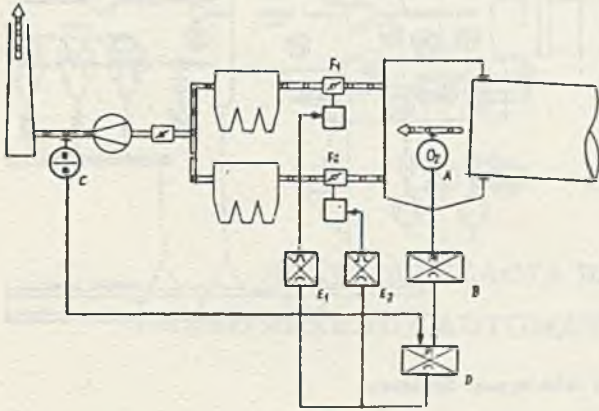


Rys. 5. Regulacja temperatury klinkieru /strefa spiekania/

Regulacja zawartości O_2 w spalinach

Obwód ten rozwiązano w układzie kaskadowym. Wielkością regulowaną jest ilość spalin odciąganych z pieca, a wielkością nastawiającą - stopień otwarcia dwóch współbieżnie prowadzonych żaluzji F_1 i F_2 w przewodach ssących wentylatora wyciągowego. Wartość zadana regulatora przepływu D korygowana jest sygnałem wyjściowym regulatora nadrzędnego zawartości O_2 w spalinach B .

Stabilizacja ilości spalin odciąganych z pieca wpływa w sposób zasadniczy na stabilizację procesów cieplnych zachodzących w piecu obrotowym, zaś dodatkowa korekcja wartości zadanej od zawartości O_2 w spalinach, utrzymuje wymagany nadmiar powietrza w procesie spalania. Uproszczony schemat blokowy tego obwodu przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6 Regulacja zawartości O_2 w spalinach

Regulacja ciśnienia w głowicy pieca

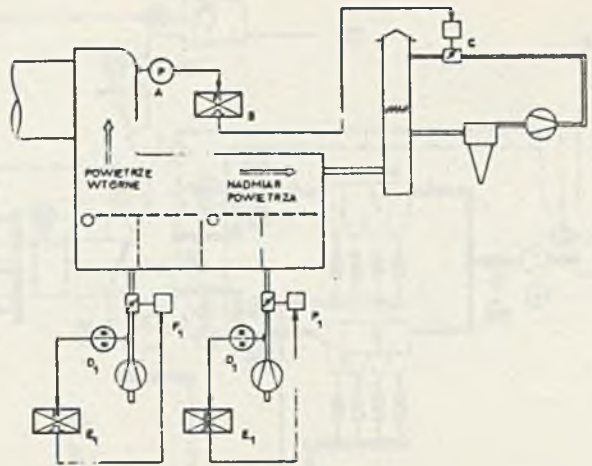
Zadaniem tego obwodu jest utrzymanie nieznacznego podciśnienia w głowicy pieca, a pośrednio - tłumienie zakłóceń wynikających z niezrównoważenia bilansu ilościowego powietrza między piecem a chłodnikiem rusztowym, przez oddziaływanie na upust nadmiaru powietrza z przestrzeni nadrusztowej chłodnika do atmosfery. Obwód zrealizowany został jako jednoparametrowy obwód regulacji stałwartościowej.

Regulacja ilości powietrza schładzającego

Regulację powietrza schładzającego zrealizowano za pomocą dwóch obwodów regulacji stałwartościowej. Sumaryczna ilość powietrza schładzającego wynika z ilości schładzanego klinkieru i jego temperatury. Pomiar ilości powietrza zrealizowano za pomocą dysz wlotowych na króćcach ssących wentylatorów. Uproszczony schemat blokowy obwodów regulacji ciśnienia w głowicy i ilości powietrza schładzającego przedstawiono na rys. 7.

Regulacja temperatury powietrza wtórnego

Obwód ten rozwiązany został w układzie kaskadowym. Wielkością regulowaną jest opór aerodynamiczny warstwy klinkieru w części gorącej chłodnika, mierzony za pomocą ciśnienia pod rusztem, w obrębie I komory, a wielkością nastawiającą posuw I rusztu chłodnika. Wartość zadana regulatora ciśnienia korygowana jest sygnałem wyjściowym regulatora nadrzędnego temperatury powietrza wtórnego B. Celem wyeliminowania wpływu promieniowania klinkieru na pomiar temperatury powietrza wtórnego, zastosowano do jego reali-

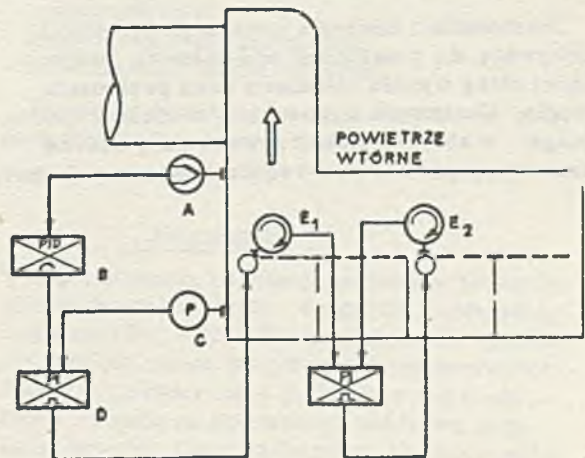


Rys. 7. Regulacja ciśnienia w głowicy i ilości powietrza chłodzącego

zacji termoparę umieszczoną w przewodzie odsysającym powietrze wtórne, do celów pomiarowych, z gardzieli wlotowej chłodnika.

Regulacja nadążna II rusztu chłodnika

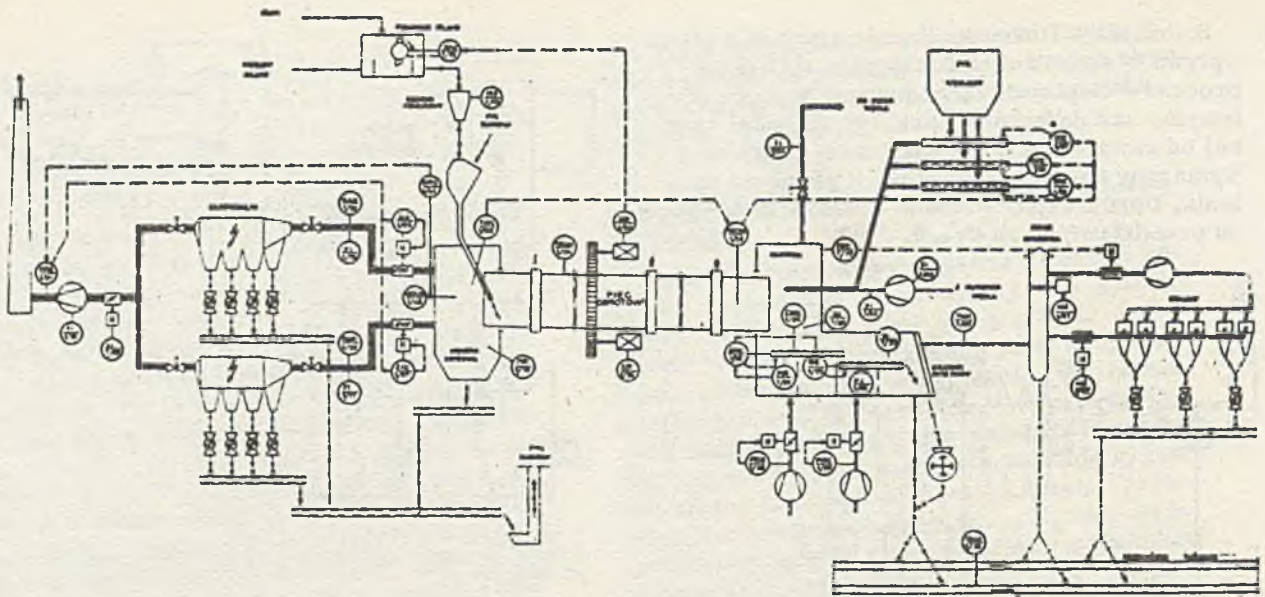
Obwód rozwiązano w układzie nadążnym. Wielkością wiodącą jest tu posuw I rusztu, a nadążną posuw II rusztu chłodnika. Rozwiązanie układu pozwala na dowolne ustawienie stosunku obu posuwów. Uzyskano dzięki temu możliwość zróżnicowania intensywności chłodzenia klinkieru w zimnej i gorącej części chłodnika. Uproszczony schemat blokowy obu obwodów przedstawiono na rys. 8.



Rys. 8. Regulacja temperatury powietrza wtórnego oraz regulacja nadążna rusztu II

Piec obrotowy cementowni "Chełm II" wyposażony został w niezbędne do kontroli przebiegu procesu technologicznego oraz stanu agregatów, zdalne pomiary parametrów technologicznych.

Podstawowe parametry, decydujące o przebiegu procesu wypału klinkieru są rejestrowa-



Rys. 9. Schemat technologiczny nitki wypału klinkieru

ne. Układ sygnalizacji kontroluje niebezpieczne stany parametrów i wypracowuje impulsy dla blokad.

Zestawienie punktów pomiarowo-regulacyjnych pieca obrotowego przedstawiono na rys. 9.

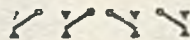
Obwody pomiarowe rozwiązane zostały przy wykorzystaniu polskiej aparatury pomiarowej, z wyjątkiem pirometrów i analizatorów spalin. Obwody regulacyjne zrealizowano wykorzystując aparaturę systemu URS serii 1w.

Sterowanie i kontrola przebiegu produkcji odbywają się z nastawni oddziałowej obejmującej nitkę wypału klinkieru oraz przemiału węgla. Nastawnia wyposażona została w szafopulpit, w którym zlokalizowano całą wtórną aparaturę pomiarowo-regulacyjną oraz elemen-

ty sterowania i sygnalizacji. Widok szafopulpitu dla nitki wypału klinkieru przedstawiono na rys. 4.

4. Perspektywiczna działalność w zakresie automatyzacji cementowni

Perspektywny program automatyzacji zakładów przemysłu cementowego przewiduje wdrożenie komputerowych systemów sterowania do kierowania procesem technologicznym, w szczególności procesem zestawienia surowca na podstawie szybkiej analizy chemicznej, z zastosowaniem analizatorów rentgeno-fluorescencyjnych. Prace badawczo-wdrożeniowe w tym zakresie prowadzone są przez IPWMB w Opolu przy współdziałaniu przedsiębiorstwa "MERA-ELMAT".



inż. JAN FORMANEK
mgr inż. MIECZYŚLAW MALENDĄ
"MERA-ZAP" - Ostrów Wlkp.

AUTOMATYZACJA BLOKOW ENERGETYCZNYCH PRZEZ ZAKŁADY AUTOMATYKI PRZEMYSŁOWEJ "MERA-ZAP"

Rozwój Zakładów Automatyki Przemysłowej MERA-ZAP w Ostrowie Wlkp. wiąże się nie-
rozzerwalnie z rozwojem polskiej energetyki.
Pierwszym obiektem zautomatyzowanym komp-
leksowo była Elektrownia Adamów obejmująca
5 bloków po 125 MW.

Automatyzację przeprowadzono w oparciu o
system USB-60 opracowany przez Zakłady
"MERA-ZAP" i produkowany w początkowej
fazie jako wersja elektrohydrauliczna i w dru-
gim etapie w wersji również czysto elektro-
nicznej, z częścią wykonawczą wykorzystującą
silniki dwufazowe typu Ferrarisa.

System USB-60 zastosowano do automatyzacji
kolejnych elektrowni krajowych Łagisza II,
Siersza II/ i zagranicznych /el. Tuzla - Jugos-
ławia/.

Kompleksowa automatyzacja elektrowni pro-
wadzona przez MERA-ZAP obejmuje usługi w
zakresie:

- wykonania dokumentacji projektowo-kosztorysowej na układy automatyki, pomiarów, sygnalizacji i sterowań,
- dostaw kompletacyjnych obejmujących pełne wyposażenie w pulpity sterownicze, szafy i tablice oraz armaturę i osprzęt,
- montażu układów automatyki i urządzeń kontrolno-sterujących,
- nadzoru nad montażem szaf i nadzoru autorskiego,
- rozruchu dostarczonej aparatury,
- szkolenia pracowników eksploatacji.

Tabela 1 zawiera zestawienie zautomatyzowanych i automatyzowanych obecnie przez MERA-ZAP bloków energetycznych.

MERA-ZAP automatyzuje bloki energetyczne w zakresie:

- konwencjonalnej regulacji automatycznej,
- pomiarów technologicznych,
- sterowań
 - konwencjonalnych
 - wybiórczych
 - sekwencyjnych
 - programowych,
- sygnalizacji technologicznej
- zabezpieczeń cieplnych bloku

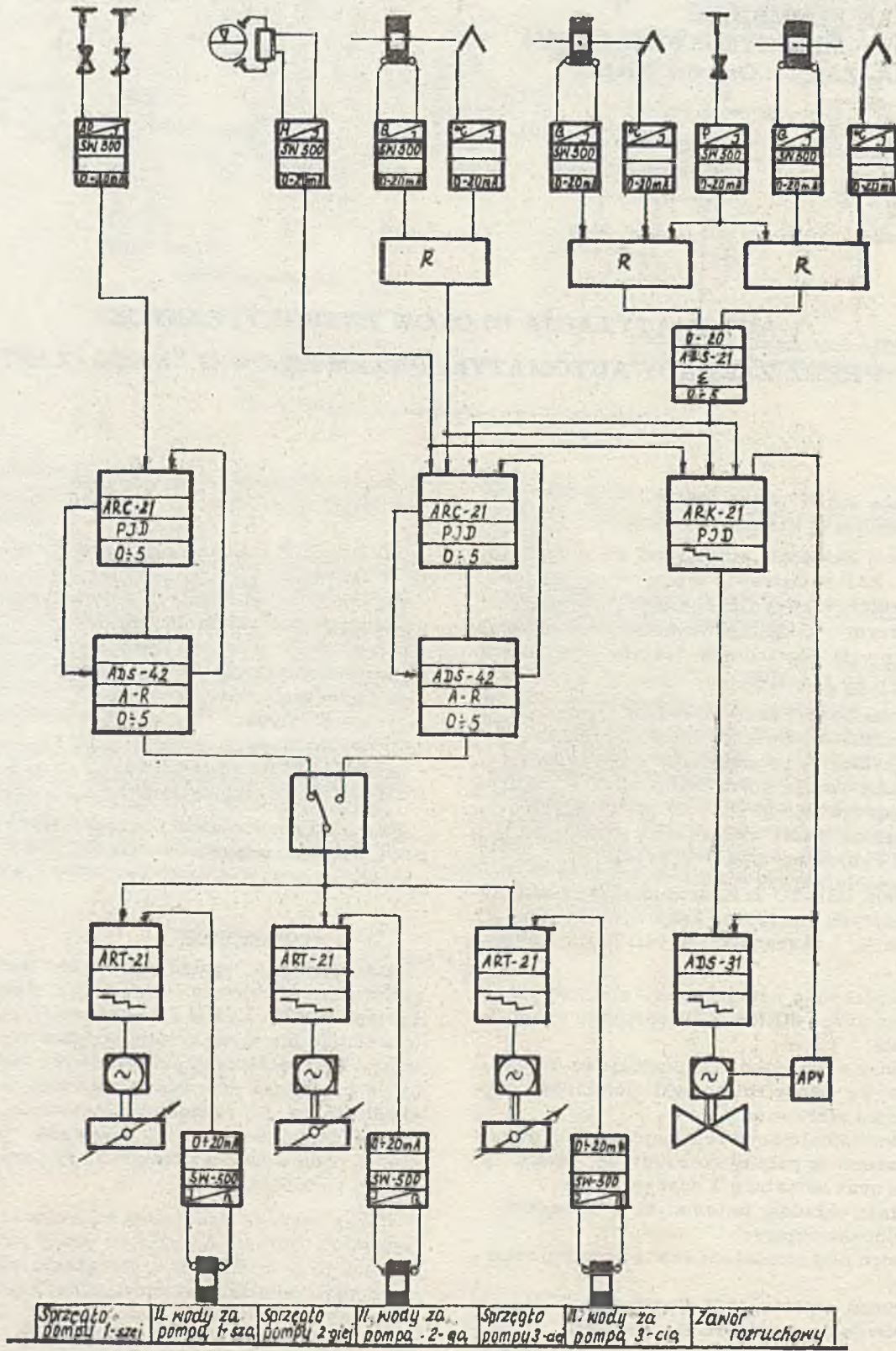
Przegląd rozwiązań w poszczególnych grupach jest następujący:

1. Automatyka

Automatyczną regulację procesów technologicznych realizuje się w oparciu o elementy systemu URS - KSA II i częściowo III generacji. Objęte nią są wszystkie podstawowe parametry w urządzeniach podstawowych bloku, które rzutują na poprawną i właściwą jego eksploatację. Do zasadniczych obwodów należą: wodny układ zasilania, podawanie paliwa, ciągu, podmuchu oraz temperatury pary pierwotnej i wtórnej.

Coraz większe wymagania stawiane przez inwestora głównie w zakresie pracy automatyki już przy minimalnym obciążeniu bloku powodują, że układy automatycznej regulacji stają się coraz bardziej rozbudowane, a stawiane im wymagania są coraz większe. Jako przykład można podać automatyczną regulację zrealizowaną na wodnym układzie zasilania kotła /rys. 1/.

<i>ΔP na zaworze rozruchowym.</i>	<i>Poziom w walczaku</i>	<i>Ilość wody z kmpen. od temp.</i>	<i>Ilość pary str. L z kmpen. od temp.</i>	<i>Kmpen. od.cin.</i>	<i>Ilość pary str. P z kmpen. od temp.</i>
-----------------------------------	--------------------------	-------------------------------------	--	-----------------------	--



Rys. 1. U. A. R. Zasilania bloku

T a b e l a 1

Zestawienie zautomatyzowanych przez MERA-ZAP
 obiektów energetycznych dużych mocy
 /bez uwzględnienia elektrociepłowni/

Lp.	Nazwa elektrowni	Ilość bloków	Okres realizacji wraz z dokumentacją
1	2	3	4
1.	El. Adamów	5 bloków 125 MW	1962 - 1968
2.	El. Siersza II	4 bloki 125 MW	1965 - 1969
3.	El. Łagisza II	5 bloków 125 MW	1966 - 1969
4.	El. Turów II	3 bloki 200 MW	1968 - 1971
5.	El. Pątnów	2 bloki 200 MW	1967 - 1969 bez dokumentacji projektowej dostawy w zakresie nastawni
6.	El. Tuzla IV Jugosławia	1 blok 200 MW	1969 - 1970
7.	El. Ostrołęka	3 bloki 200 MW	1969 - 1972
8.	El. Rybnik	4 bloki 200 MW	1971 - 1973 bez dokumentacji projektowej
9.	El. Dolna Odra	8 bloków 200 MW	1973-1975 bez dokumentacji projektowej
10.	El. Kozienice	8 bloków 200 MW	1970 - 1974
11.	El. Tuzla IV	1 blok 200 MW	1970 - 1973

2. Pomiary

Oprócz dotychczas stosowanych klasycznych rozwiązań układów pomiarowych, wprowadza się korekcje ciśnienia i temperatury w pomiarach przepływu i poziomach wody, w celu zapewnienia dokładnych pomiarów przy różnych parametrach pracy bloku. Szybkozmiennie parametry zapisuje się na rejestratorach liniowych ze zmienną szybkością taśmy, przełączanych automatycznie na większą szybkość zapisu w wybranych stanach awaryjnych bloku. Szeroko stosuje się również pomiary tendencji ważnych ruchowo parametrów technologicznych, z wykorzystaniem ich sygnałów do zabezpieczeń cieplnych bloku. Jako typowe wyposażenie bloku dostarcza się telewizję do obserwacji poziomu wody w walczaku, co jest istotne przy rozruchu i stanach awaryjnych bloku. Na życzenie dostarcza się rejestrator wejść dwustanowych, którego

zadaniem jest rejestracja kolejności przekroczonych parametrów w stanach awaryjnych oraz zdarzeń podzespołów zabezpieczających.

3. Sterowanie

Sterowanie konwencjonalne

Zgodnie z wymaganiami dostawcy turbozespołu MERA-ZAP wykonuje sterowanie zdalne obwodów zabezpieczających turbiny jak np.: zabezpieczenie podgrzewaczy W.P., ogranicznika mocy turbiny, stacje zrzutowe pary itp. oraz niektóre zawieradła na kotle.

Sterowanie wybiórcze

Sterowaniem tym objęte są wszystkie zawieradła dwustanowe na bloku. Sterowanie to realizuje się poprzez układy przekaźników, tablicę synoptyczną i stacją sterowniczą.

Sterowanie sekwencyjne

Sterowaniem tym, w dotychczas wyposażonych blokach są objęte takie układy technologiczne, jak: grupa miynowa, pompy wody zasilającej i wentylatory ciągu. Sterowanie to realizowane jest w układzie automatyki przekaźnikowej.

Sterowanie programowe zdmuchiawczy sadzy

Układ urządzeń do programowego sterowania zdmuchiawczy sadzy oparto na elementach półprzewodnikowych pracujących w układzie szyfrator-deszyfrator, z możliwością przejścia na indywidualne sterowanie ręczne. Cykl pracy zdmuchiawczy sadzy jest zobrazowany na tablicy synoptycznej.

4. Sygnalizacja technologiczna

Obecnie w energetyce stosuje się układy sygnalizacyjne niezbędnych parametrów technologicznych, których ilość dla bloku waha się w granicach 500 szt. Sygnalizację tą oparto o typowe zestawy przekaźnikowe Elektrobudowy - Katowice oraz o część informacyjną produkcji MERA-ZAP.

5. Zabezpieczenie cieplne bloku

Zabezpieczenie cieplne bloku jest jednym z podstawowych węzłów gwarantujących bezpieczną pracę bloku i z tego względu nadal jest unowocześniane i udoskonalane. Rozwiązanie aktualnie stosowane przez MERA-ZAP zostanie opisane szerzej.

Głównym zadaniem zabezpieczeń cieplnych jest niedopuszczenie do powstania takiej sytuacji w układach technologicznych bloku, która mogłaby spowodować uszkodzenie w urządzeniach podstawowych lub pomocniczych bloku. Działają więc one na odpowiednie ograniczenie mocy bloku, a w ostateczności - na wyłączenie go z pracy. W skład zabezpieczeń cieplnych bloku wchodzi również zabezpieczenia elektryczne, które wspólnie dzięki odpowiednim powiązaniom, nie dopuszczają do powstania sytuacji krytycznych.

Pracę bloku z udziałem zabezpieczeń cieplnych, można podzielić na niżej podane stany:

a/ zmniejszenie obciążenia bloku do określonego poziomu. Stan ten następuje w wypadku zadziałania zabezpieczeń elektrycznych od utraty wzbudzenia oraz przy pracy asynchronicznej generatora. Pojawienie się impulsów sygnalizujących powyższe stany powoduje zmniejszenie obrotów turbiny przez parowy ogranicznik mocy, do określonej z góry wartości. Jednocześnie następuje otwarcie stacji rozruchowo-zrzutowych kierujących parę z części WP /wysokoprężnej/ do części SP /średnioprężnej/ kotła. W celu ograniczenia produkcji pary przez kocioł, o 50% zostaje zmniejszona ilość podawanego paliwa.

b/ Odcięcie bloku od systemu energetycznego z pozostawieniem go na biegu luzem. Stan ten

jest powodowany:

- zadziałaniem zabezpieczeń elektrycznych, do których należą impulsy z odpowiednich poziomów nastaw zabezpieczeń: podimpedancyjnego bloku, ziemno-zwarcioowego po stronie górnego napięcia bloku, asymetrii obciążenia generatora, zerowo-prądowego oraz otwarcie wyłącznika bloku;
- zanikiem przepływu destylatu do chłodzenia generatora;
- pozostaniem w pracy tylko jednej pompy wody zasilającej.

Zadziałanie któregokolwiek z w/w zabezpieczeń powoduje: odłączenie generatora od systemu - otwarcie wyłącznika mocy oraz ograniczenie w podawaniu ilości paliwa z jednoczesnym otwarciem stacji rozruchowo-zrzutowych.

c/ Wyłączenie części elektrycznej bloku z pozostawieniem turbozespołu na biegu luzem. Stan ten jest powodowany:

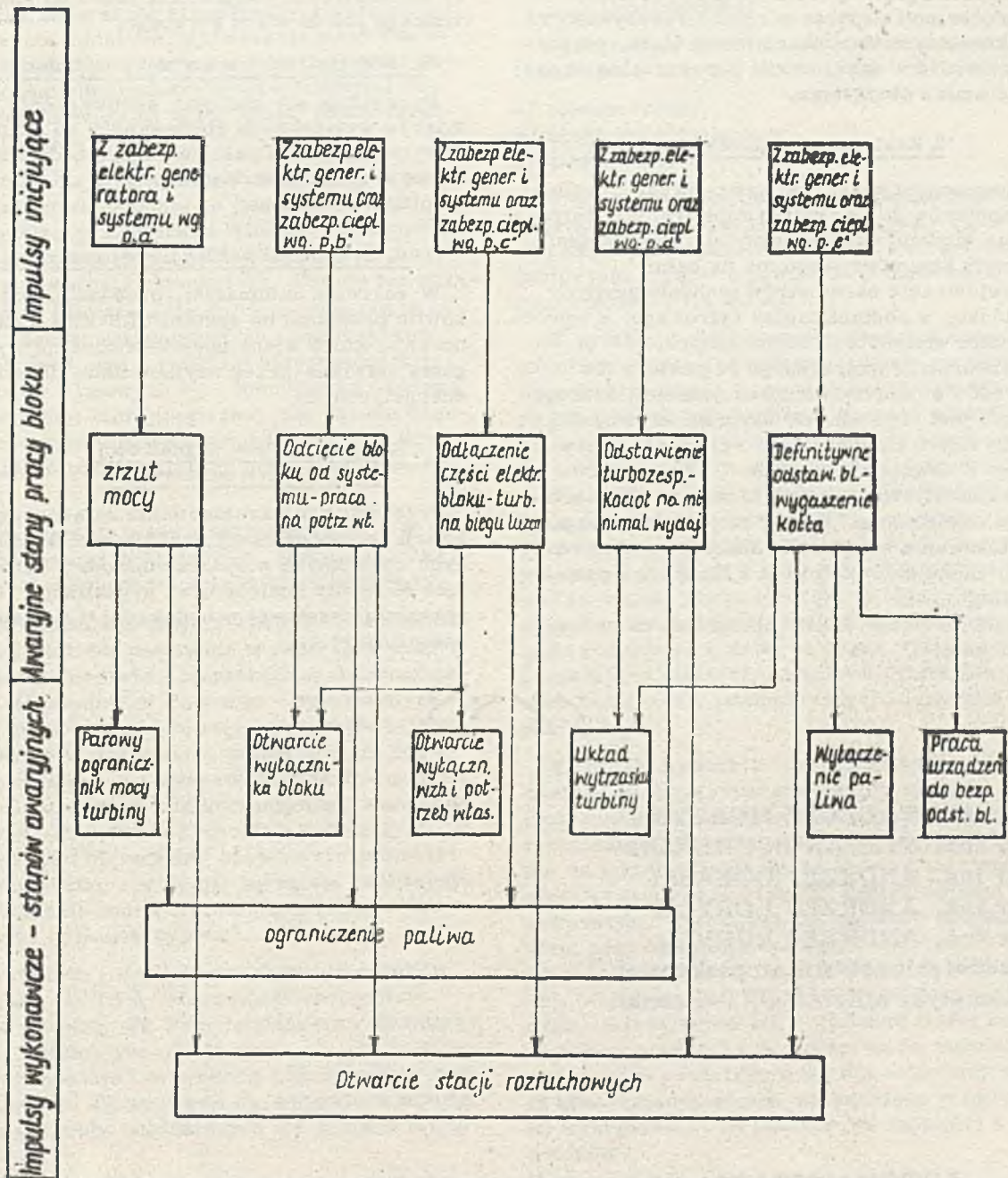
- zadziałaniem zabezpieczeń elektrycznych, do których należą impulsy z odpowiednich poziomów nastaw zabezpieczeń: nadprądowo-zwrotne potrzeb własnych, przeciążenie wirnika generatora, nadnapięciowego bloku, gązowo-przepływowego: transformatora blokowego, transformatora potrzeb własnych, od utraty wzbudzenia generatora, ziemno-zwarcioowe po stronie górnego napięcia bloku, ziemno-zwarcioowe wirnika generatora;
- zanikiem przepływu destylatu do chłodzenia generatora.

Zadziałanie któregokolwiek z w/w impulsów zabezpieczeń powoduje: ograniczenie podawania paliwa do kotła i otwarcie stacji rozruchowo-zrzutowych oraz odłączenie generatora od systemu, otwarcie wyłącznika wzbudzenia i wyłączników na sekcje potrzeb własnych.

d/ Odstawienie turbozespołu z pozostawieniem kotła na minimalnej wydajności. Stan ten jest powodowany:

- zadziałaniem zabezpieczeń elektrycznych do których należą: zabezpieczenia odległościowe - dwukierunkowe i różnicowe bloku, różnicowe transformatora potrzeb własnych i różnicowe generatora, ziemno-zwarcioowe stojana generatora i zabezpieczenie podimpedancyjne;
- zadziałanie zabezpieczeń technologicznych, do których wchodzi: nadmierny wzrost lub spadek temperatury pary świeżej lub wtórnej przed turbiną, spadek próżni w kondensatorze, spadek ciśnienia oleju smarującego, nadmierne przesuw osiowy turbiny w stronę WP lub w stronę SP;
- od przycisku wytrząsku turbozespołu.

Pojawienie się któregokolwiek z wyżej opisanych impulsów powoduje: ograniczenie ilości podawania paliwa i otwarcie stacji rozruchowo-zrzutowych oraz załączenie cewki elektromagnesu wybicia turbiny, co powoduje zamknięcie zaworów szybkozamykających na turbinie.



Rys. 2. Zabezpieczenia ciepłe bloku

e/ Całkowite odstawienie bloku - wygaszenie kotła. Stan ten jest powodowany:

- zachwianiem poziomu wody w walczaku powyżej wartości dopuszczalnych;
- zanikiem płomienia w komórce paleniskowej;
- obniżeniem poziomu wody w odgazowywaczu poniżej dopuszczalnej granicy;
- nieotwarciu stacji po zrzucie obciążenia.

Pojawienie się któregośkolwiek z w/w impulsów powoduje: definitywne odstawienie bloku, czyli wyłączenie z pracy turbozespołu oraz wygaszenie kotła, z pozostawieniem w pracy wszystkich urządzeń do bezpiecznego odstawie-

nia bloku.

Nowe rozwiązania przewidywane do wprowadzenia na blokach energetycznych

1. Urządzenie dla zapewnienia bezpiecznej pracy bloku

W celu zapewnienia szybkiego i jednocześnie bezpiecznego rozruchu bloku lub zmian obciążenia do wygaszenia kotła włącznie, przewiduje się zastosowanie urządzenia do bezpiecznej pracy kotła i turbiny. Zadaniem tego

urządzenia jest określić różnicę pomiędzy naprężeniami dopuszczalnymi i rzeczywistymi w określonych warunkach pracy bloku, co pozwoli ustalić w danej chwili dopuszczalną szybkość zmian obciążenia.

2. Zastosowanie minikomputerów

Rozpoczęto pracę nad zastosowaniem minikomputerów do centralnej rejestracji i sterowania blokami energetycznymi. Zastosowanie sprzętu komputerowego ma na celu:

- a/ rejestrację parametrów technologicznych na bloku, w postaci zapisu cyfrowego, z wyróżnieniem wielkości przekroczonych;
- b/ stworzenie nadrzędnego regulatora dla obwodów automatyki konwencjonalnej, którego celem jest prowadzenie bloku na najbardziej korzystnych ekonomicznie warunkach pracy bloku w dowolnych stanach;
- c/ automatyczny rozruch bloku, ze stanu zimnego i ze stanu gorącego, co jednak wymaga dostosowania wszystkich urządzeń podstawowych bloku do współpracy z maszyną matematyczną;
- d/ automatyczne zrzuty obciążenia na określoną moc;

e/ automatyczne odstawienie bloku do stanu zimnego lub do stanu gorącego.

3. Scentralizowane pomiary wybiórcze

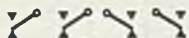
Przewiduje się szerokie wprowadzenie pomiarów wybiórczych zbudowanych ze standardowych modułów i pakietów które będą umieszczone w specjalnie dostosowanych do tego celu pulpitych i szafach.

4. System KSA-URS nowej generacji

W zakresie automatyki, przewiduje się całkowite przejście na system URS-KSA - III generacji, która winna spełnić wszystkie wymagania stawiane przez użytkowników obiektów energetycznych.

5. Nowy system sygnalizacji przekroczeń parametrów

Przewiduje się zastosowanie układów sygnalizacji technologicznej i zakłóceń elektrycznych wykonanych w oparciu o moduły zawierające elementy scalone oraz sygnalizacji optycznej kasetowej zabudowanej w nastawni operatora bloku.



mgr inż. TADEUSZ MURZYN
mgr inż. STEFAN BOCHEŃSKI
mgr inż. ANDRZEJ GOŁASKI
mgr inż. ANDRZEJ LORYCH
mgr inż. ANDRZEJ LUBICZ
Przedsiębiorstwo Kompleksowej
Automatyki MERAMONT-Poznań

AUTOMATYZACJA PROCESÓW KLIMATYZACYJNYCH W POLSCE

W s t ę p

Przez klimatyzację rozumie się doprowadzenie do wyznaczonego pomieszczenia odpowiednio oczyszczonego powietrza, o parametrach i w ilości zapewniającej utrzymanie w tym pomieszczeniu żądanych warunków klimatycznych.

Do zasadniczych parametrów powietrza zalicza się temperaturę i wilgotność.

Odpowiednią do potrzeb obróbkę powietrza przeprowadza się w urządzeniach klimatyzacyjnych, którymi mogą być - w zależności od wielkości klimatyzowanego pomieszczenia i

jego przeznaczenia - komory klimatyzacyjne lub różnego rodzaju klimatyzatory.

Utrzymywanie parametrów w pomieszczeniach klimatyzowanych - w wymaganych wąskich tolerancjach - możliwe jest przy pomocy wspomnianych urządzeń klimatyzacyjnych w zasadzie tylko przy równoczesnym zastosowaniu automatycznej regulacji. Wieloletnie doświadczenia potwierdzają, że bez automatyzacji nie ma dobrej klimatyzacji.

Rozróżnia się klimatyzację komfortu oraz technologiczną.

Obecnie w Polsce coraz częściej zachodzi potrzeba stosowania klimatyzacji komfortu w teatrach, hotelach, pomieszczeniach biurowych, studiach radiowych i telewizyjnych, pomieszczeniach produkcyjnych z trudnymi dotychczas warunkami pracy ludzi, pomieszczeniach handlowych itd.

Klimatyzacja technologiczna wpływa często w zasadniczym stopniu na jakość produktu, jak na przykład w Zakładach Włókien Sztucznych. Klimatyzacja technologiczna decydować może także o trwałości przedmiotu, dlatego też poza daną jest klimatyzacja np. pomieszczeń nastawni bloków energetycznych, pomieszczeń muzealnych, sal z cennymi księgozbiórami, archiwów filmowych itp. Specyficzną odmianą klimatyzacji technologicznej jest bardzo często stosowana klimatyzacja pomieszczeń w ośrodkach obliczeniowych oraz sal operacyjnych.

Klimatyzacja wraz z automatyką jest w chwili obecnej dość drogi, jednakże coraz częściej niezbędnym składnikiem inwestycji.

Rozwiązanie problemu wprowadzania klimatyzacji ułatwiło powstanie w roku 1966 przy Przedsiębiorstwie Kompleksowej Automatykacji "Meramont" w Poznaniu - specjalistycznego zespołu projektowego, przekształconego następnie w Pracownię, zajmującą się projektowaniem - we wszystkich fazach - automatyki dla urządzeń klimatyzacyjnych wszelkiego typu. Pracownia Projektów Automatyki przy PKA "Meramont" opracowuje projekty automatycznej regulacji, łącznie z niezbędnymi układami pomiarowo-kontrolnymi, sterującymi i sygnalizacyjnymi.

Wygodnym i korzystnym dla użytkowników jest fakt, że PPA "Meramont" opracowuje swoje projekty dla Przedsiębiorstwa Kompleksowej Automatykacji "Meramont", które kompletuje, montuje i uruchamia układy pomiarowo-regulacyjne klimatyzacji /z wyjątkiem automatyki agregatów chłodniczych dla potrzeb klimatyzacji/.

Z ważniejszych opracowanych już przez PPA "Meramont" lub obecnie opracowywanych projektów automatycznej regulacji klimatyzacji należy wymienić: Teatr Ziemi Opolskiej, hotel "POLONEZ" w Poznaniu, pomieszczenia biurowe WRN w Kielcach, Centrum Radiowo-Telewizyjne w Warszawie, Studia radiowe w Kielcach i Białymstoku, "Polo" w Kaliszu, "Luxpol" w Starogardzie Szczecińskim, Centrum Handlowe w Poznaniu, ZWS "Stilon" w Gorzowie, ZWS "Elana" w Toruniu, "Polfa" w Poznaniu, Fabryka Osłonek Białkowych w Makowie, nastawnie energetyczne elektrowni w Sierszy i kopalni "Zofiówka", Muzeum Narodowe w Krakowie, Zamek Królewski w Warszawie, Książnicę Toruńską, archiwum CWF w Warszawie, sale operacyjne szpitali, m.in. w Katowicach-Ochojcu i w Tarnowskich Górach.

Przegląd systemów automatyki klimatyzacyjnej

W Polsce są aktualnie stosowane w automatyce klimatyzacyjnej następujące trzy systemy:

- a/ pneumatyczny,
- b/ elektropneumatyczny
- c/ elektroniczny.

W systemie pneumatycznym elementy przetwornikowe, regulacyjne oraz organy wykonawcze działają w oparciu o czynnik energetyczny, jakim jest sprężone powietrze o znormalizowanym ciśnieniu $1,4 \text{ kg cm}^{-2}$.

W systemie elektropneumatycznym część przetwornikowa /czujnikowa/ działa na zasadzie elektrycznej. Centralna część układów regulacyjnych tego systemu zawiera elementy przetwarzające elektryczny sygnał pomiarowy na znormalizowany sygnał pneumatyczny $0,2 \text{ kg/cm}^2$. Elementy przetwarzające bywają najczęściej wydzielonymi konstrukcyjnie przetwornikami wartości rezystancji na sygnał prądowy /np. $0 \sim 5 \text{ mA}$ / oraz wartości prądowej na sygnał pneumatyczny. Z tego ostatniego sygnał przechodzi najczęściej do pneumatycznego regulatora i dalej na organ wykonawczy, posiadający elementy napędowe działające również na zasadzie pneumatycznej /ustawniki i siłowniki/.

Z powodu wysokich wymagań stawianych powietrzu zasilającemu stosowanie systemu pneumatycznego lub elektropneumatycznego jest technicznie i ekonomicznie uzasadnione głównie na takich obiektach, na których istnieje już sieć sprężonego powietrza, odpowiedniego dla automatyki. Natomiast dla obiektów bez takiej sieci projektowanie systemów opartych w całości lub częściowo na zasadzie pneumatycznej, wskazane jest dla układów klimatyzacyjnych, składających się z większej ilości komór. W takich przypadkach wykonywanie instalacji sprężonego powietrza tylko dla celów automatyki klimatyzacyjnej jest uzasadnione w przypadku występowania na obiekcie co najmniej 4 - 5 komór.

Za stosowaniem w Polsce systemów pneumatycznych lub elektropneumatycznych przemawia m.in. produkowanie w kraju w dość dużym asortymencie elementów wykonawczych jak np. zawory, siłowniki, ustawniki.

Jednym z hamulców powszechniejszego jeszcze stosowania systemów pneumatycznych lub elektropneumatycznych są trudności w nabyciu krajowych sprężarek bezolejowych, o wydajnościach odpowiadających dla mniejszych obiektów. Produkcję antyimportową tych bardzo potrzebnych sprężarek podjął "POMET" Poznań.

System elektropneumatyczny, zastosowany w dużych przestrzennie obiektach, wykazuje przewagę nad pneumatycznym m.in. z powodu

prostszej metody uśredniania sygnałów pomiarowych dla potrzeb regulacji. Jednakże, system mieszany, realizowany na elementach krajowych, jest bardziej skomplikowany od czysto pneumatycznego i dlatego też na ogół droższy.

System elektronicznej regulacji bywa stosowany przeważnie w mniejszych układach klimatyzacyjnych, na obiektach nie mających sieci sprężonego powietrza dla celów automatyki. Podkreślić należy, że system ten nie wymaga specjalistycznych urządzeń zasilanych energią pomocniczą. Jedynie przy użyciu systemu elektronicznego możliwe są praktycznie do zrealizowania wysokie wymagania dokładności regulacji parametrów.

Dla bardziej skomplikowanych układów klimatyzacyjnych system elektroniczny bywa najczęściej realizowany z elementów uzupełnionych z importu.

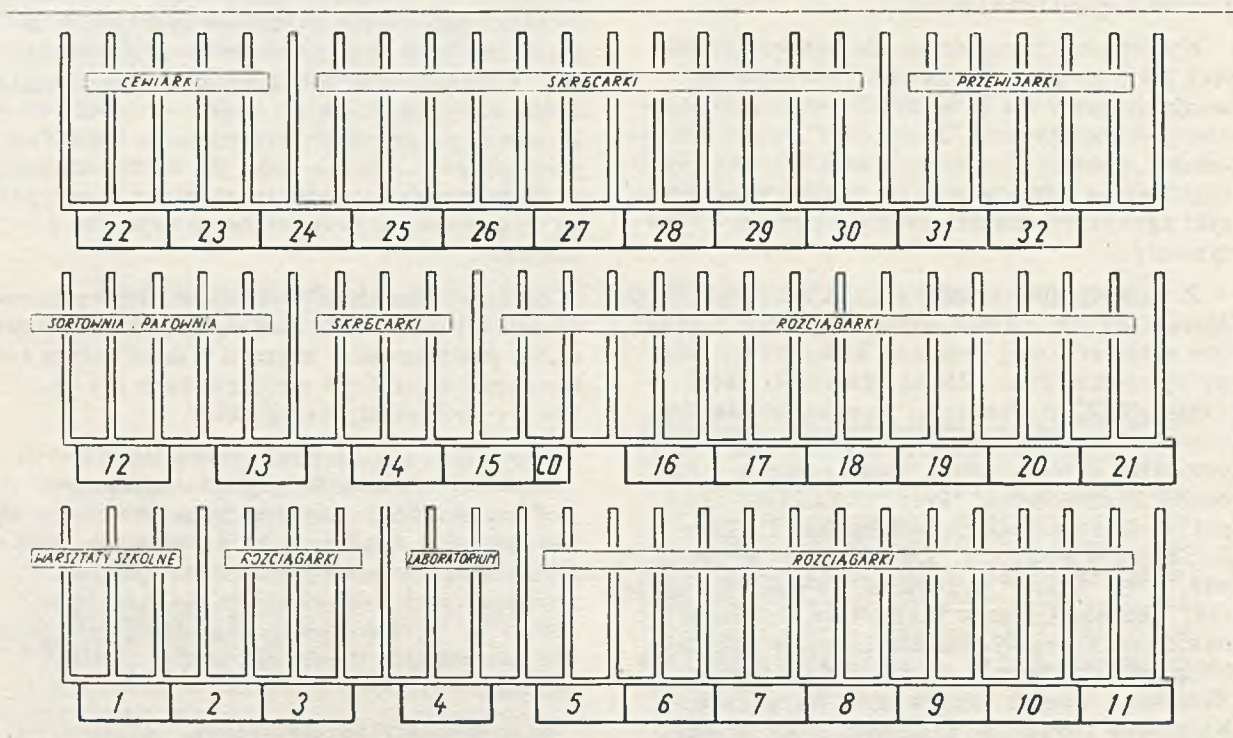
O stosowanych w poszczególnych systemach elementach układów regulacyjnych dla instalacji klimatyzacyjnych napisano w dalszej części artykułu.

Automatyzacja klimatyzacji technologicznej

Aktualny stan i tendencje rozwojowe w zakresie automatyzacji klimatyzacji dla celów technologicznych przedstawiono na przykładzie systemu przeznaczonego dla Zakładów Włókien Sztucznych ZWS STILON - w Gorzowie Wlkp. Proces technologiczny w tym Zakładzie wymaga ściśle określonych parametrów powietrza, od utrzymania których zależy jakość produkowanych wyrobów.

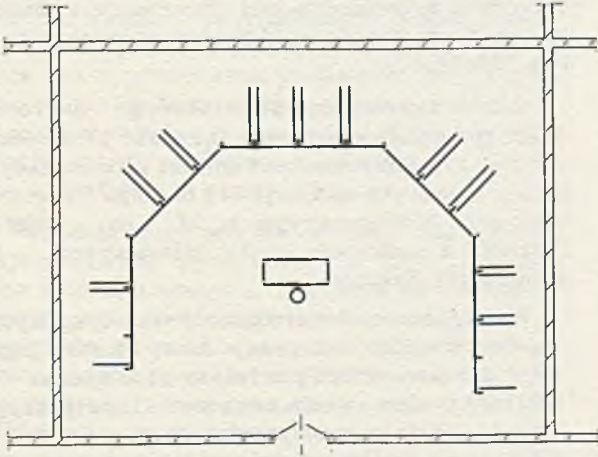
W 1971 roku Przedsiębiorstwo Kompleksowej Automatyzacji "Meramont" przystąpiło do realizacji zadań, związanych z IV etapem rozbudowy ZWS STILON. Biurami współpracującymi w zakresie całości klimatyzacji /instalacje, energetyka, konstrukcje budowlane/ były Biura Projektów: "Instalprojekt" /Warszawa/, "Biprowis" /Łódź/, "Prochem" /Warszawa/. W porozumieniu z tymi Biurami oraz użytkownikiem z ZWS "STILON" uzgodniono dla nowo realizowanych obiektów scentralizowany system kontroli przebiegu procesów klimatyzacyjnych. Przy opracowywaniu wspomnianego systemu wykorzystano doświadczenia z realizacji i eksploatacji obiektów z poprzedniego etapu rozbudowy Zakładów.

Centralny System Kontroli /CSK/ polega na wprowadzeniu nadzoru nad przebiegiem procesów klimatyzacyjnych z Centralnej Dyspozytorni, w której zebrano wszystkie niezbędne informacje dotyczące pracy komór klimatyzacyjnych oraz parametrów powietrza w klimatyzowanych pomieszczeniach. Lokalizację Centralnej Dyspozytorni dla wybranego obiektu pokazano na rys. 1. Całość aparatury związanej z Centralną Dyspozytornią rozmieszczono na elewacjach i płytach montażowych tablic, których układ przedstawia rys. 2. Nad tablicą akp umieszczona jest synoptyka, na której graficznie ujęte są wszystkie komory klimatyzacyjne /wraz ze sygnalizacją/ oraz sieć głównych kanałów nawiewnych z naniesionymi lokalizacjami punktów, z których dokonywana jest rejestracja parametrów powietrza w strefie pracy maszyn do obróbki włókna. Każda komora przedstawiona na sy-



Rys. 1. Szkic rozmieszczenia 32 komór klimatyzacyjnych i kanałów nawiewnych oraz lokalizacja Centralnej Dyspozytorni /CD/ w Bloku Jedwabiu ZWS Stilon

noptyce ma przyporządkowaną poniżej na polu tablicy aparaturę współpracującą z daną komorą klimatyzacyjną. Układ synoptyki dla wybranej komory wraz ze związanym z nią fragmentem tablicy akp pokazano na rys. 3.



Rys. 2. Rozmieszczenie pół tablicy kontrolno-pomiarowej w Centralnej Dyspozytorni /CD/

Do pomiaru parametrów /wilgotność i temperatura/ w pomieszczeniach klimatyzowanych użyto wielopunktowych rejestratorów firmy FEUTRON /NRD/, współpracujących z czujnikami pomieszczeniowymi temperatury /termometr suchy/ i temperatury punktu rosy /czujnik oparty na zasadzie chlorolitowej/. Ponad-

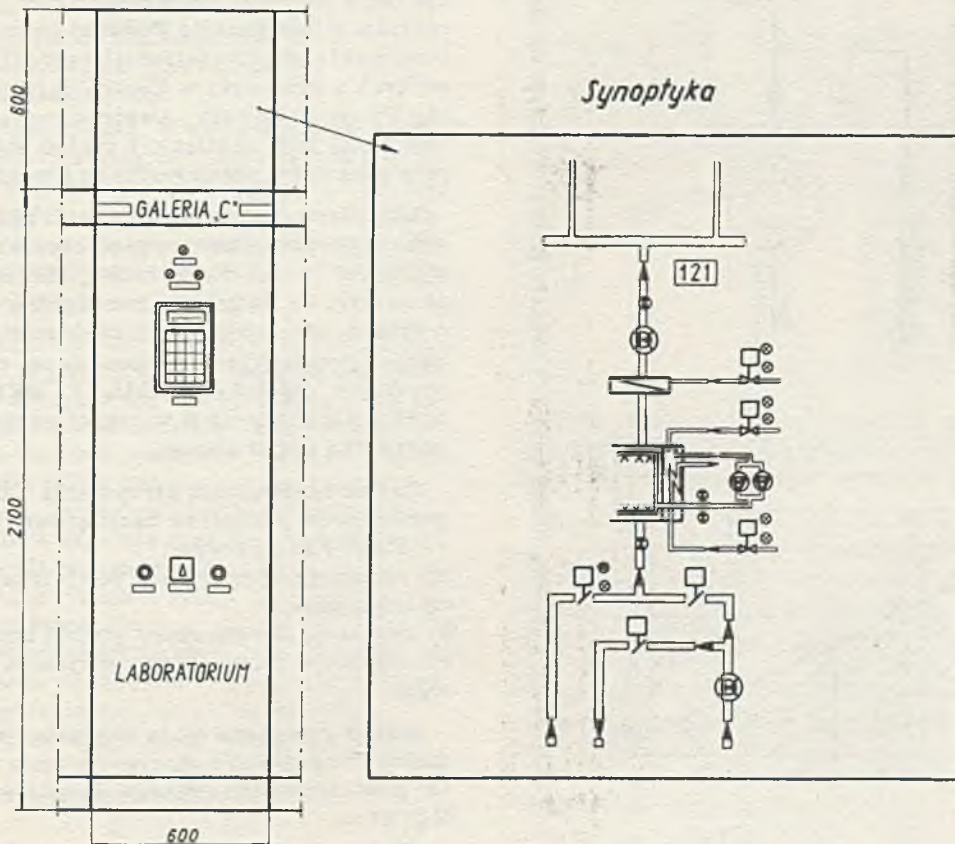
to zastosowano rejestratory wielomiejscowe produkcji "MERA-KFAP" do pomiaru temperatury powietrza nawiewanego do hali, celem szczegółowej kontroli przebiegu obróbki powietrza w każdej komorze klimatyzacyjnej.

Lampki sygnalizacyjne znajdujące się na synoptyce obrazują pracę komór klimatyzacyjnych zarówno pod względem prawidłowego przebiegu pracy, jak i stanów awaryjnych.

Zastosowano następujące sygnalizacje:

a/ stanu pracy: praca silników wentylatorów nawiewnych, wywiewnych i pomp zasilających wodę komory zraszania, ciśnienie nominalne sprężonego powietrza dla potrzeb automatyki klimatyzacji, załączenie do pracy szaf regulacyjno-pomiarowych usytuowanych przy poszczególnych komorach klimatyzacyjnych oraz załączenie do pracy odpowiednich pól tablicy akp;

b/ stanu awarii: światło migowe - w przypadku zaistnienia nieprawidłowości w działaniu układów klimatyzacyjnych, co może spowodować spadek ciśnienia sprężonego powietrza w obwodach automatyki poniżej nominalnego, spadek temperatury powietrza za komorą mieszania poniżej minimum, zanik przepływu powietrza za wentylatorami nawiewnymi, minimalne i maksymalne ciśnienie wody doprowadzonej do dysz komory zraszania;



Rys. 3. Fragment tablicy kontrolno-pomiarowej z synoptyką.

c/ pomocnicze: stany krańcowe położenia organów wykonawczych /zawory regulacyjne i przepustnice powietrzne komory mieszania/.

Pośrodku Centralnej Dyspozytorni umieszczono pulpit - stanowisko pracy dyspozytora, z którego prowadzona jest obserwacja i kontrola przebiegu procesów klimatyzacyjnych w całym obiekcie.

Celem zapewnienia prawidłowego nadzoru dyspozytor ma dwustronną łączność przewodową z wszystkimi maszynowniami klimatyzacyjnymi, w których znajduje się obsługa ruchowa komór klimatyzacyjnych. Ma on także łączność z nadzorem służb klimatyzacji i automatyki Zakładu.

W momencie stwierdzenia przez dyspozytora nieprawidłowości pracy danej komory /np. odchyłka parametru powietrza poza obszar tolerancji albo awaria urządzeń klimatyzacyjnych/ ; obsługa maszynowni zostaje przez niego powiadomiona o potrzebie przestawienia punktów pracy regulatorów lub o konieczności usunięcia awarii, bądź o wyłączeniu danej komory z ruchu i zastąpienia jej komorą rezerwową. Do każdej komory klimatyzacyjnej przyporządkowana jest szafa regulacyjno-pomiarowa /wykonana przez PKA "Meramont"/, zlokalizowana przy danej komorze we wnęce obok elektrycznej szafy sterowniczej /wykonanej przez PRE "Elektromontaż"/. Z szafy regulacyjno-pomiarowej prowadzi się regulację oraz kontrolę charakterystycznych parametrów klimatyzacji. Ponadto umieszczono tutaj powieloną sygnalizację optyczną i akustyczną z synoptyki w Centralnej Dyspozytorni. Przeznaczeniem elektrycznej szafy sterowniczej jest zasilanie i zdalne sterowanie pracą silników pomp wodnych i wentylatorów.

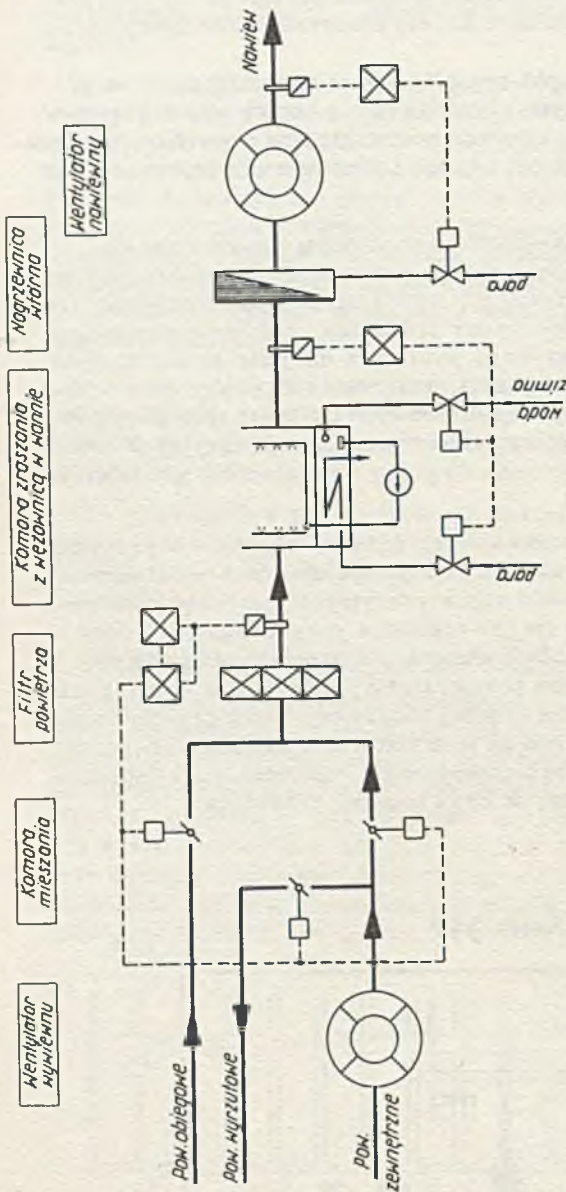
Układ automatycznej regulacji klimatyzacji wraz z przebiegiem procesu obróbki włókna na wykresie "i - x" dla wybranej komory pokazano na rys. 4. Regulację rozwiązano w oparciu o system pneumatyczny z zastosowaniem w części regulacyjnej i wykonawczej elementów produkcji "MERA-PNEFAL" i "MERA-POLNA" oraz z uzupełnieniem w części przetwornikowej aparaturą importowaną.

Celem zapewnienia utrzymania założonych parametrów powietrza zastosowano następujące obwody regulacyjne:

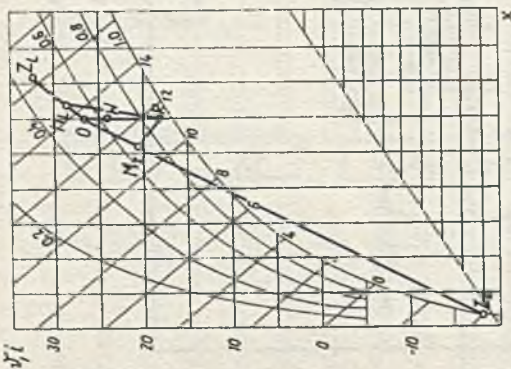
- a/ regulację temperatury powietrza za komorą mieszania,
- b/ regulację temperatury punktu komory,
- c/ regulację temperatury powietrza nawiewanego.

Układy powyższe mają charakter regulacji stałowartościowej i utrzymują stałe parametry powietrza nawiewanego do hali w ciągu całego roku.

Komory klimatyzacyjne posiadają ponadto obwody pomiarowe zdalne i miejscowe oraz



Rys. 4. Schemat ideowy komory klimatyzacyjnej wraz z naniesionym układem regulacji oraz wykres i-x obrazujący procesy w komorze



układy sterowania i sygnalizacji - wszystkie z zastosowaniem elementów produkcji krajowej.

Celem ostatecznego skorygowania parametrów powietrza w strefach pracy maszyn do obróbki włókna - zainstalowano na hali obwody automatycznej regulacji ilościowej, sterujące pracą przepustnic powietrza nawiewanego /regulacja temperatury poprzez zmienny stopień otwarcia przepustnic/. Elementy automatyki z tych obwodów umieszczono na obiekcie w szafkach regulacyjnych.

Przedstawiony powyżej system CSK stanowi najwłaściwszą formę dozoru w dużych obiektach klimatyzowanych. Zapewnia on między innymi możliwość szybkiej interwencji w przypadku powstania awarii w układach klimatyzacyjnych, pozwala na właściwy nadzór nad precyzyjną i drogą aparaturą, koncentruje wyniki pomiarów w jednym miejscu oraz umożliwia powiązania z przewidywanym w przyszłości systemem EPD. Zastosowanie w ramach systemu CSK szaf przykomorowych zabezpiecza aparaturę regulacyjną przed uszkodzeniem i niewłaściwą eksploatacją, natomiast ich lokalizacja w sąsiedztwie elektrycznych szaf sterowniczych w znacznym stopniu usprawnia obsługę. Wprowadzenie w opisanym rozwiązaniu zwiększonej ilości sygnalizacji poszerza zakres informacji i umożliwia dokładną lokalizację ewentualnej niesprawności.

Zasadnicze problemy związane z realizacją automatyki klimatyzacyjnej w Polsce

Jak już wspomniano, w automatycznej regulacji urządzeń klimatyzacyjnych stosowane są obecnie trzy systemy regulacyjne. W obrębie każdego z tych systemów - w celu dokładnego ich scharakteryzowania - wyróżnić należy elementy przetwornikowe, regulacyjne oraz organy wykonawcze.

Firmy zachodnio-europejskie, takie jak np. Honeywell, Sauter, Dräger, Landis-Gyr, Siemens - produkują w bardzo szerokim asortymencie wymienione elementy układów regulacyjnych dla różnych systemów, przeznaczone wyłącznie dla celów automatycznej regulacji klimatyzacji. Za pomocą ich aparatury zrealizować można wszystkie funkcje, niezbędne w automatyce klimatyzacyjnej:

- kompensację "zima - lato", niezbędną przy klimatyzacji komfortu,
- ograniczanie minimum otwarcia przepustnic,
- przełączanie przepustnic "lato - zima" w celu zaoszczędzenia czynnika chłodniczego,
- ograniczanie temperatury powietrza nawiewanego,
- zdalne przestawianie wartości zadanej.

Dotychczas w kraju nie produkuje się pełnego systemu przeznaczonego wyłącznie do auto-

matycznej regulacji klimatyzacji - w przypadkach, gdy technologia produkcji nie narzuca zbyt ostrych reżimów parametrów, stosuje się obecnie rozwiązania układów regulacyjnych oparte częściowo o aparaturę krajową - z uzupełniającym importem z NRD i CSRS.

Brak w kraju pełnego i odpowiedniego dla klimatyzacji systemu regulacyjnego jest najważniejszym - i zarazem najtrudniejszym - problemem automatyzacji klimatyzacji w Polsce.

Obecnie w tej dziedzinie możliwości krajowe oraz zastosowane do tej pory w układach pomiarowych i regulacyjnych elementy produkcji NRD i CSRS podane zostały w tabelach 1 i 2.

Tabela 1

Elementy układów pomiarowych

	Produkcja krajowa	Produkcja NRD i CSRS
temperatura	Czujniki typu Top i Ton produkcji MERA-KFAP mierniki typu LMT-1, LMT-2 produkcji MERA-LUMEL rejestratory typu NSK produkcji MERA-KFAP /preferowany zakres 0...+35°C/	nie stosujemy
wilgotność	brak produkowanych na skalę przemysłową czujników o odpowiednich parametrach i budowie dla celów klimatyzacji obiektów lądowych	czujniki chlorolitolowe mierniki i rejestratory typu ZEPAX i ZEPAKORD do wilgotności względnej i bezwzględnej prod. KOVO-CSRS j. w. lecz tylko do wilgotności bezwzględnej prod. FEUTRON - NRD

Przy opracowywaniu powyższych tabel uwzględnione zostały informacje uzyskane podczas XLII MTP - 1973 r w Poznaniu.

Stosowane w układach pneumatycznych regulatory produkcji "MERA - PNEFAL" są regulatorami jednowejściowymi ogólnego przeznaczenia o zakresie proporcjonalności 10 - 300%, podczas gdy typowe regulatory pneumatyczne przeznaczone do automatyki klimatyzacyjnej mają nastawialny zakres proporcjonalności począwszy od 2% i posiadają dodatkowe wejścia, umożliwiające realizację funkcji wymienionych wyżej. Należy tu jednak podkreślić, że zastosowanie systemu pneumatycznego z wykorzystaniem termostatów produkcji KOVO - jako przetworników pomiarowych - ze względu na ich możliwości techniczne jest możliwe tylko

Tabela 2

	Produkcja krajowa			Produkcja NRD i CSRS		
	Przetworniki lub czujniki	Regulatory	Organy wykonawcze	Przetworniki lub czujniki	Regulatory	Organy wykonawcze
System pneumatyczny	brak odpowiednich przetworników temperatury i wilgotności oraz termostatów i humidostatów	regulatory pneumatyczne produkcji MERA-PNEFAL	siłownik pneumatyczny i zawory regulacyjne prod. "MERA-POLNA", ustawniki pozycyjne, prod. "MERA-KFAP"	przetworniki i termostaty produkcji KOVO /CSRS/	nie stosujemy	ustawniki pozycyjne "URSAMAT" prod. NRD
System elektro-pneumatyczny	Czujniki typu Top i Ton prod. "MERA-KFAP" do współpracy z: a/ przetwornikami pom. temperatury APR 131 prod. "MERA-KFAP" lub APR 11 produkcji "MERA-ELMAT" b/ regulatorami wilgotności względnej i temperatury K33 produkcji "MERA-PIAP"	przetworniki elektro-pneumatyczne EP-P3, prod. "MERA-KFAP" + regul. pneumat. produkcji MERA-PNEFAL przetworniki elektro-pneumatyczne EP-P3 prod. "MERA-KFAP"	j. w.	nie stosujemy		
system elektroniczny	a/ czujniki typu Top i Ton produkcji "MERA-KFAP" b/ czujniki wilgotności typu WH-01 produkcji "MERA-PIAP"	regulatory elektroniczne typu RL produkcji "MERA-LUMEL" regulatory typu Ww-3s, Ww-3sm produkcji "MERA-PIAP"	ewentualna możliwość wykorzystania siłowników krokowych produkcja "MERA-ZAP"	System elektroniczny produkcji VEB Wetron - Weida /NRD/ do regulacji temperatury i wilgotności bezwzględnej System elektroniczny produkcji FEUTRON NRD do regulacji temperatury i wilgotności bezwzględnej		Siłowniki elektryczne typu KLIMACT, produkcji CSRS

przy regulacji stałowartościowej i przy niezbyt ostrych reżimach utrzymania parametrów.

W przypadkach, gdy właściwości dynamiczne obiektu oraz tolerancja parametrów regulowanych nie wymagają stosowania regulatorów o charakterystyce PI - stosuje się termostaty pneumatyczne produkcji KOVO, współpracujące ze stacyjkami operacyjnymi i siłownikami pneumatycznymi produkcji krajowej.

Kolejny problem związany z realizacją automatyki klimatyzacyjnej wynika z trudności otrzymania niektórych elementów składowych układów regulacyjnych - produkowanych także i w kraju - jednakże w zbyt małych ilościach. Do elementów takich należy zaliczyć: przystawki uśredniające /dla 2 lub 3 sygnałów/, przystawki odwracające sygnały lub ustawniki pozycyjne odwrotnego działania, ustawniki pozycyjne dla zakresu ciśnienia $0,6 \pm 1 \text{ kg/cm}^2$ dla skoków zaworów powyżej $3/8''$, siłowniki pneumatyczne o większych skokach z przeznaczeniem do napędu przepustnic, zawory trójdrożne.

Zmieniając w omawianych wyżej układach stronę przetwornikową i wprowadzając w miejsce termostatu pneumatycznego, współpracującego z regulatorem pneumatycznym, krajowy przetwornik pomiarowy temperatury z sygnałem wyjściowym $0, \dots, 5 \text{ mA}$ - a dalej stosując przetwornik elektropneumatyczny, zamieniający ten sygnał prądowy na proporcjonalny sygnał pneumatyczny $0, 2 - 1 \text{ kg/cm}^2$ - otrzymuje się system elektropneumatyczny.

Układy regulacyjne są w takim przypadku znacznie rozbudowane. Układy tego typu zostały już zaprojektowane w PKA "MERAMONT" i obecnie znajdują się w fazie realizacji.

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów "MERA - PiAP" zaprezentował na XLII MTP nowy regulator zblokowany wilgotności względnej i temperatury powietrza, typ K-33, przeznaczony głównie do klimatyzacji komfortu - oraz regulator wilgotności względnej typu Ww-3s i Ww-3sm.

Obecnie zaistniała więc możliwość projektowania prostych elektronicznych układów regulacyjnych temperatury i wilgotności w oparciu o krajowe elementy.

PPA "Meramont" ze swej strony prowadził badania i próby idące w kierunku zastosowania regulatora typu RL do celów automatyki klimatyzacyjnej. Organami wykonawczymi były w tym przypadku siłowniki elektryczne typu KLIMACT produkcji CSRS. Prototypowe układy zostały wprowadzone do projektów dla takich obiektów jak: szpitale w Katowicach-Ochojcu i Puszczykowie pow. Poznań, gmach WRN w Kielcach. Obiekty te znajdują się już na etapie realizacji. Również w tym przypadku istnieje możliwość prowadzenia wyłącznie regulacji stałowartościowej bez jakichkolwiek dodatko-

wych funkcji. Podkreślić tu należy fakt, że projektanci PPA "Meramont" opracowali niezbędne układy pomocnicze jak np. urządzenia do równoległej pracy dwóch lub trzech siłowników oraz impulsator z nastawialnymi czasami działania i przerwy

Pewne kłopoty przy realizacji automatyki wynikają również z braku w kraju czujników pomieszczeniowych temperatury typ Top i Ton w stetycznej obudowie.

Podkreśla się jednocześnie fakt, że ewentualne stosowanie kompletnych systemów elektronicznych z NRD napotyka na trudności wynikające z długich terminów dostaw.

Stwierdza się także, że stosowanie w automatyce klimatyzacyjnej układów regulacji importowanej z KK w związku z rozwojem elementów automatyki w kraju zostało ostatnio w znaczny sposób ograniczone asortymentowo. Jedynie w szczególnych przypadkach, gdy proces technologiczny jest oparty na technologii pochodzącej z importu lub krajowej i wymaga utrzymania ścisłych parametrów powietrza - na wyraźne życzenie inwestorów stosowane są układy regulacji z importu. Poza tym, gdy dostawa urządzeń klimatyzacyjnych pochodzi z importu z KK z reguły dostawca typuje producenta automatyki z tej samej strefy.

Obecnie na obiektach klimatyzowanych w kraju występują różnorodne systemy regulacji z różnych firm kapitalistycznych. Inwestorzy posiadają układy regulacyjne firm Honeywell, Billman, Sauter, Dräger, Garazzi, Powers itd. Ten stan rzeczy nie jest korzystny z punktu widzenia eksploatacji dla użytkowników tych instalacji klimatyzacyjnych, ze względu na brak części zamiennych i fachowego serwisu w kraju ze strony producentów aparatury.

Podjęcie w kraju produkcji elementów automatyki klimatyzacyjnej - w oparciu o zakup licencji od firmy posiadającej duże doświadczenie w tej dziedzinie - pozwoliłoby na całkowite wyeliminowanie importu z KK.

Uwagi na temat obecnego stanu technicznego urządzeń instalacji klimatyzacyjnych w kraju

Doświadczenia zdobyte w trakcie montażu i rozruchu automatyki klimatyzacyjnej na wielu obiektach przemysłowych i komunalnych kraju oraz doświadczenia wynikające ze współpracy z biurami projektującymi instalacje klimatyzacyjne - pozwalają na podanie kilku uwag natury technicznej na temat obecnego stanu klimatyzacji w kraju - podano je poniżej z punktu widzenia projektanta i wykonawcy instalacji automatyki.

Prawidłowo pracująca instalacja klimatyzacyjna lub wentylacyjna - to sprawne, nowoczesne, o ustalonych parametrach technicznych elementy składowe tej instalacji /tzw. urządzenia klimatyzacyjne/.

Celowe jest podanie krótkiej charakterystyki tych urządzeń.

Podstawowymi urządzeniami każdej instalacji są wentylatory. Obecnie brak jest katalogu produkowanych w Polsce wentylatorów z ich rzeczywistymi parametrami technicznymi. Duży rozrzut parametrów poszczególnych wentylatorów tego samego typu, ich głośność i zawodność mają decydujący wpływ na pracę instalacji.

Produkowane obecnie komory klimatyzacyjne są produktem przestarzałym, zajmującym zbyt dużo miejsca w maszynowni klimatyzacyjnej oraz wymagającym bardzo częstej konserwacji w trakcie eksploatacji.

Przepustnice, nagrzewnice, chłodnice i filtry są produkowane systemem "chałupniczym", co jest m. in. powodem braku konkretnych danych na temat ich parametrów technicznych. Montowane na obiektach przepustnice nie nadają się w większości do poprawnej eksploatacji. Poza tym brak jest typowych elementów o odpowiednich charakterystykach technicznych, takich jak: anemostaty, tłumiki akustyczne, materiały izolacyjne do kanałów klimatyzacyjnych, estetyczne kratki nawiewne lub wyciągowe itd.

Opisany stan urządzeń wpływa na projektowane i wykonywane instalacje klimatyzacyjne i wentylacyjne. Jest sprawą trudną i wymagającą bardzo dużego doświadczenia praktycznego projektować instalacje klimatyzacyjne opierając się na wymienionych elementach produkowanych obecnie przez nasz przemysł. Dopiero na obiektach klimatyzacyjnych okazuje się, że: faktyczne ilości powietrza są zbyt małe, wydajności nagrzewnic i chłodnic niewystarczające, sprawności komór zraszania są niższe od założonych, straty ciepła na kanałach za duże, złe rozpiły powietrza w pomieszczeniach klimatyzowanych, instalacje klimatyzacyjne pracują zbyt głośno. Poza tym samo wykonawstwo, obsługa i konserwacja tych instalacji pozostawia dużo do życzenia.

Na obiektach występuje ciągły brak dostatecznej ilości wykwalifikowanych monterów w tych instalacji, a w Zakładach brak odpowiednich fachowców do konserwacji i obsługi.

Problemy związane z urządzeniami klimatyzacyjnymi, ich wykonawstwem i obsługą inste-

lacji mają decydujący wpływ na obecny etap rozwoju klimatyzacji w kraju.

Prawidłowa praca automatyki klimatyzacyjnej, mająca na celu utrzymanie określonych parametrów powietrza, zdeterminowana jest przez instalację klimatyzacyjną. Trudno bowiem mówić o prawidłowej pracy automatyki, gdy wadliwie pracuje instalacja technologiczna. Dla użytkownika istotny jest tylko efekt końcowy - posiadanie pomieszczenia odpowiednio sklimatyzowanego. W związku z tym należy stwierdzić, że - obok rozwoju typowych systemów regulacji dla klimatyzacji - niezbędnym jest przede wszystkim rozwój nowoczesnego przemysłu urządzeń klimatyzacyjnych w kraju. W tym przypadku istotną rolę odgrywać musi Zjednoczenie "KLIMAWENT".

Uwagi końcowe

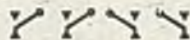
W świetle omówionych wyżej problemów autorzy artykułu stwierdzamy, że dla umożliwienia realizacji pełnych systemów automatyki klimatyzacyjnej w kraju - celowy jest zakup licencji na produkcję potrzebnych elementów. Dzięki temu możliwe byłoby stosowanie w Polsce dwóch kompletnych systemów dla potrzeb automatyki klimatyzacyjnej, a mianowicie pneumatycznego i elektronicznego.

Podkreślić należy również dotychczasowy wkład Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów "MERA - PIAP" w Warszawie przy opracowywaniu elektronicznych elementów części przetwornikowo-regulacyjnych układów.

Zdaniem autorów, bardzo istotną sprawą dla poprawy obecnego stanu elementów automatyki klimatyzacyjnej w Polsce byłoby również:
a/ uruchomienie w "MERA - POLNA" produkcji także zaworów trójdrożnych w pełnym dla klimatyzacji asortymencie;
b/ podjęcie w "MERA - KFAP" na skalę przemysłową produkcji czujników wilgotności dla potrzeb lądowych instalacji klimatyzacyjnych.

Dla realizacji systemów pneumatycznych i elektro-pneumatycznych automatyki konieczne jest produkowanie w kraju sprzężarek bezolejowych w odpowiedniej ilości i wielkościach.

Należy też podkreślić, że wskazane byłoby podjęcie starań, mających na celu zakup licencji również na zasadnicze elementy instalacji klimatyzacyjnych.



mgr inż. ZBIGNIEW PAWLAK
Przemysłowy Instytut Automatyki
i Pomiarów "MERA-PIAP"
Oddział w Łodzi

AUTOMATYKA STEROWANIA WIROWKA PALIWA

Artykuł ukazuje zasadę działania i układy automatyki sterowania samooczyszczającymi się wirówkami paliwa, stosowanymi: na statkach, w hutach, na stacjach benzynowych, w przemyśle chemicznym.

Największym odbiorcą wirówek jest przemysł stoczniowy, gdyż na statkach należą one do niezbędnych urządzeń. Konieczność stosowania wirówki na statku podyktowana jest tym, że paliwo /olej napędowy/ pobrane w porcie składa się z różnych frakcji, bywa zanieczyszczone wodą lub składnikami stałymi. Ponadto wirówka może służyć do oczyszczania olejów stosowanych do smarowania.

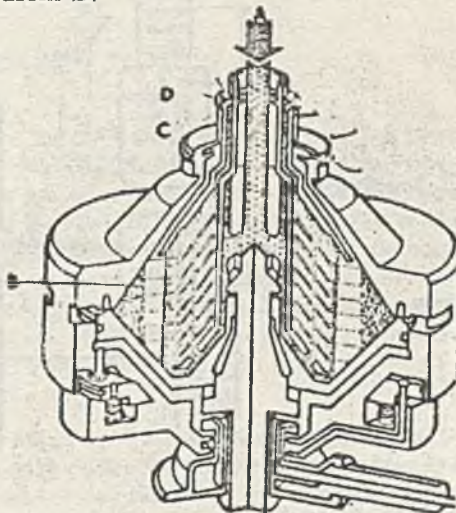
Na polskich statkach stosuje się dwa typy wirówek Mapx-207, Mapx-309, produkowane przez WSK-Kraków na licencji Alfa Laval.

Opis obiektu

Wirówka paliwa jest skomplikowanym obiektem sterowania. Jej działanie zamyka się w czterech cyklach: rozruch, praca, samooczyszczanie i wyłączenie. Może ona pracować jako puryfikatory bądź jako klaryfikatory, w zależności od wyposażenia bębna.

W przypadku puryfikatora /rys. 1a/ olej zanieczyszczony wodą i ciałami stałymi jest doprowadzony przewodem A do bębna, gdzie pod wpływem siły odśrodkowej następuje całkowite oczyszczenie oleju z wody oraz z zanieczyszczeń stałych, osadzających się w części zewnętrznej bębna /przestrzeń B/ w tzw. komorach mułowych. Oddzielona woda wypływa otworami C, natomiast czysty olej wypływa kanałem D i pompowany jest do zbiorników rozchodowych, skąd następnie pobierany jest przez silniki statku.

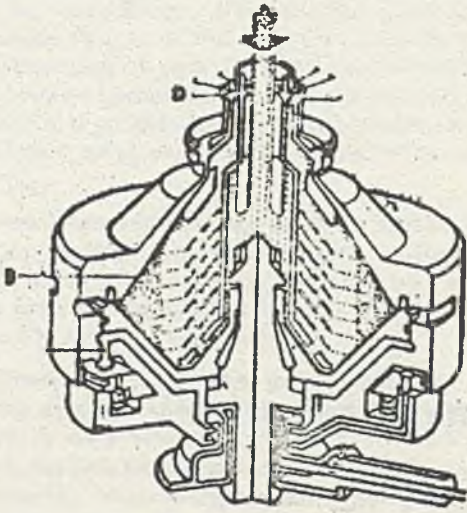
Proces klaryfikacji stosuje się do olejów zanieczyszczonych częściami stałymi. Zanieczyszczony olej tłoczony jest do bębna klaryfikatora przewodem A /rys. 1b/. Oddzielony pod wpływem siły odśrodkowej muł osadza się w przestrzeni B, a oczyszczony olej wypływa kanałem D.



Rys. 1a Wirówka z bębniem puryfikatora

Gdy komory są pełne /obsługujący stwierdza wzrost stopnia zanieczyszczenia oleju wypływającego z wirówki/ następuje zamknięcie zaworu doprowadzającego paliwo, odzysk paliwa z bębna i samooczyszczanie. Samooczyszczanie polega na otwarciu bębna, wyrzuceniu mułu i wody ze środka, zamknięciu bębna i wytworzeniu uszczelnienia cieczowego /bez zatrzymywania wirówki/. Sterowanie otwarciem i zamknięciem bębna odbywa się hydraulicznie poprzez odpowiednie doprowadzenie wody sterującej i uzupełniającej.

. Dotychczasowa obsługa polega na manewrowaniu ręcznymi zaworami, co wymaga wysoko kwalifikowanej obsługi i odbywa się w ciężkich warunkach pracy



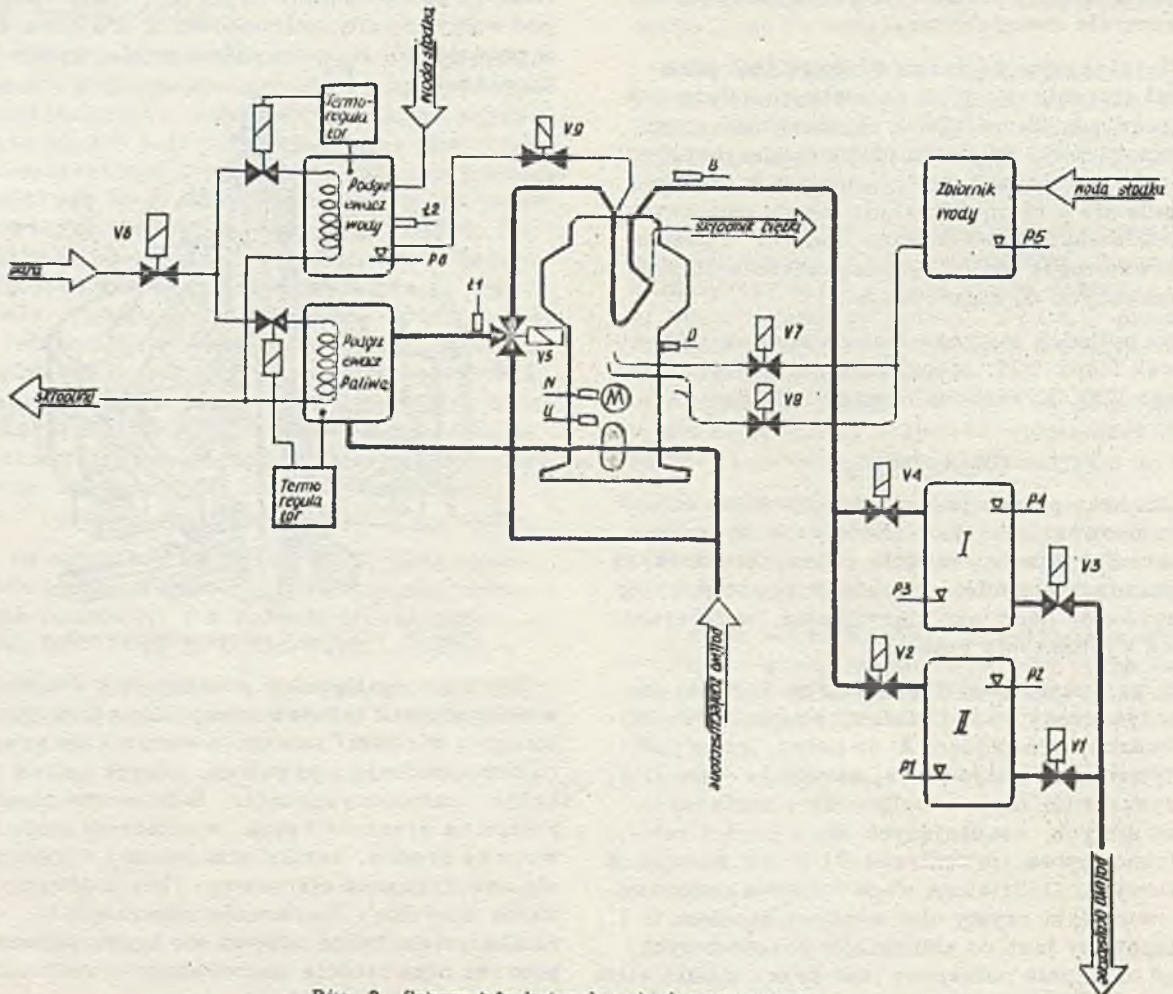
Rys. 1b Wirówka z bębnum klarifikatora

Stocznie krajów zachodnich wyposażają często swoje statki w urządzenia do automatycznego sterowania wirówką paliwa. Starsze opracowania opierają się na układach przekąźnikowych. Elementem odmierzającym czas poszczególnych sekwencji jest zazwyczaj układ krzywek napędzany silnikiem synchronicznym. Najnowsze opracowania oparte są na elementach logicznych scalonych i dyskretnych krzemowych. Jedną z firm produkujących układy automatyki sterowania wirówką jest firma Alfa Laval.

Na polskich statkach od kilku lat stosuje się układy przekąźnikowe, automatyzujące niektóre czynności. W Oddziale Łódzkim "MERA-PIAP" zaprojektowano kompleksowy układ automatyki sterowania oparty wyłącznie o najnowsze elementy scalone i dyskretnie polskiej produkcji.

Działanie układu

Na rys. 2 przedstawiono schemat funkcjonalny obiektu sterowania uwzględniając elementy wejściowe, którymi są czujniki i elementy wyjściowe - cewki zaworów elektromagnetycznych. Obiekt sterowania składa się z podgrzewacza paliwa i wody słodkiej, zbiornika wody



Rys. 2 Schemat funkcjonalny obiektu sterowania

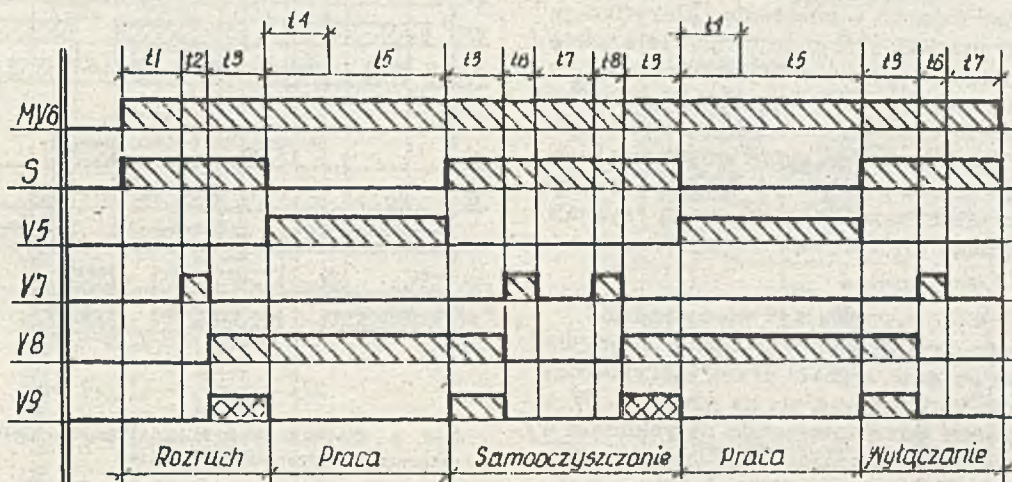
sterującej, dwóch zbiorników rozchodowych i wirówki. Zawory oznaczono literą V, a czujniki: poziomu - literą P, temperatury - t , ciśnienia - B, drgań wirówki - D, obrotów silnika - N i czujnik zaniku napięcia U na silniku.

Diagram pracy układu automatycznego sterowania przedstawiono na rys. 3.

Poniższy opis dotyczy pracy wirówki jako puryfikatora. Wirówkę można uruchamiać przy cisłkiem I z3 "Załączenie wirówki", w przypadku, gdy spełnione zostaną następujące warunki: jest napięcie zasilające, poziom wody

cyklu pracy. Czas pracy t_2 nastawia się potencjometrem od 60 do 320 minut, w zależności od zawartości zanieczyszczeń paliwa znajdującego się w zbiornikach osadowych statku.

Dla bardziej zanieczyszczonego paliwa nastawia się krótszy czas /komory mułowe bębna wypełniają się szybciej/, a dla bardziej czystego czas dłuższy. Po pewnym czasie, mniejszym od $t_1 = 30$ s, paliwo pojawia się w otworze C i wytwarza ciśnienie sygnalizowane czujnikiem B. Po czasie t_5 , gdy komory mułowe bębna wirówki są pełne, następuje przełączenie strumienia



Rys. 3 Diagram pracy układu automatycznego sterowania wirówką paliwa

słodkiej jest minimalny, zbiorniki rozchodowe nie są pełne. Następuje wtedy załączenie napięcia na silnik wirówki M i otwarcie zaworu V6 pary grzewczej dopływającej do podgrzewaczy /diagram pracy rys. 3/.

Rozpoczyna się cykl rozruchu, który trwa 5 - 9 minut /w zależności od typu wirówki/. W czasie tym bęben wirówki nabiera właściwych obrotów. Olej pompowany przez pompę zębatą osadzoną na wirówce, podgrzewany jest do właściwej, nastawionej temperatury w podgrzewaczu paliwa. Podgrzewana jest również woda.

Lampka S sygnalizuje przygotowanie się do pracy, lampka M pracę silnika.

Po 5-9 minutach, gdy parametry paliwa i wody są właściwe, następuje otwarcie zaworu wody sterującej V7 /czas t_2 na 10 sekund, następnie zamyka się V7 i otwiera V8 /zawór wody uzupełniającej/. Równocześnie otwiera się zawór wody uszczelniającej V9 i wirówka zostaje napełniona wodą /nadmiar wody wypływa otworem C /rys. 1/. Po czasie t_3 równym 30 sekund zamyka się V9, zawór trójdrożny V5 kieruje strumień paliwa z obwodu recyrkulacyjnego do bębna wirówki. Lampka S gaśnie i wirówka przygotowana jest do następnego

paliwa na obwód recyrkulacyjny /V5 przechodzi w pozycję wyjściową/, zostaje otwarty rozwór V9, woda uszczelniająca - teraz nazywana płuczającą - napełnia wirówkę i wypycha z niej pozostałe tam paliwo /odzysk paliwa/ jednocześnie zapala się lampka S i rozpoczyna się cykl samooczyszczania. Po czasie t_4 zamyka się V9 i V8, a zostaje otwarty V7, co powoduje otwarcie bębna wirówki. Następnie po czasie $t_5 = 10$ s V7 zamyka się.

W ciągu $t_6 = 20$ s z otwartego bębna pod wpływem siły odśrodkowej wylatują zanieczyszczenia, które osadziły się w komorach mułowych, następnie wylatuje woda spłukując wszelkie pozostałości, i znowu na okres $t_7 = 10$ s otwiera się V7 powodując zamknięcie bębna. Potem V7 zamyka się, a V8 otwiera podtrzymując zamknięcie bębna; otwiera się również V9 wytwarzając uszczelnienie cieczowe. Po czasie t_8 wirówka gotowa jest do pracy. Wirówkę można wyłączyć w czasie cyklu pracy przyciskiem I z3 "Wyłączenie normalne". Następuje wtedy przełączenie paliwa na obwód recyrkulacyjny zaworem V5, otwarcie V9 i napełnienie bębna wodą płuczającą. Zapala się żarówka S.

Po czasie t_9 zamyka się V8 i V9, a otwiera V7 i bęben wirówki; przez czas t_{10} następuje

wyrzucenie zawartości bębna. Po upływie tego czasu silnik wirówki wyłącza się, lampka M gaśnie, zamyka się zawór V6, lampka S gaśnie. Jest to tzw. cykl wyłączania z przepłukaniem.

Jest jeszcze inny sposób wyłączania wirówki, tzw. wyłączenie awaryjne. Możliwe jest ono podczas dowolnego cyklu pracy. Następuje wtedy wyłączenie silnika M, zamknięcie zaworów V6, V7, V8, a zawór V5 przełącza paliwa na obwód recyrkulacyjny.

Opracowany układ automatyki może współpracować także z wirówką pracującą jako klaryfikator. Należy wtedy przełącznik "klaryfikacja - puryfikacja" ustawić w położeniu "klaryfikacja". Cykl pracy procesu klaryfikacji niewiele odbiega od puryfikacji, pomija się jedynie czas t_3 /na rys. 3 zakresowane pola/, który potrzebny jest do wytworzenia uszczelnienia cieczowego w bębnie. Wyłączenie awaryjne stosowane jest wtedy, gdy dalsza praca wirówki grozi trwałym, poważnym uszkodzeniem mechanizmu /sygnalizuje to zapalenie się żarówki A "wyłączenie awaryjne"/.

Awaryjnie można wyłączyć wirówkę bądź przyciskiem sterującym "wyłączenie awaryjne" bądź przez podanie sygnału przez którykolwiek z czujników znajdujących się w wirówce. W takim przypadku układ automatyki natychmiast wyłącza silnik wirówki, zamyka zawory V2, V4, V6, V7, V8, V9, a zawór V5 przełącza na obwód recyrkulacyjny. Po usunięciu uszkodzenia, skwitowaniu przyciskiem R sygnalizacji i naciśnięciu przycisku "załączenie", wirówka pracuje wg cyklu jak na rys. 3.

Wyłączenie normalne przebiega jak na rys. 3 i może być zainicjowane bądź przez naciśnięcie przycisku "wyłączenie normalne, bądź przez którykolwiek z czujników umieszczonych na wirówce, na rurociągach lub na zbiornikach. Wyłączać awaryjnie mogą następujące czujniki:

- D - drgań
- U - zaniku napięcia na silniku
- P₅ - brak wody uszczelniającej
- P₆ - brak wody sterującej.

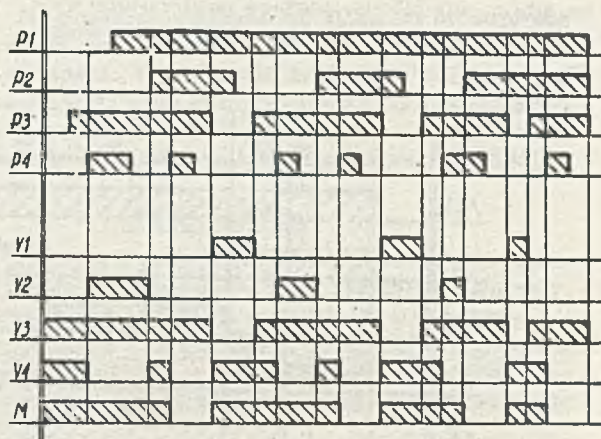
W sposób normalny z częściowym cyklem samooczyszczania wyłączają czujniki N, B, Ł1, Ł2, P2 i P4. P2 i P4 wyłączają wtedy, gdy będą obydwa pobudzone. Oznacza to, że zbiorniki rozchodowe są napełnione. P1 i P3 służą jedynie do włączania wirówki.

Rys. 4 przedstawia diagram sterowania zbiornikami rozchodowymi. Przyjęto oznaczenia jak na rys. 2.

Ponieważ sterowanie odbywa się dwoma zbiornikami, zbiornik I przyjęto jako uprzywilejowany. Jest on pierwszy napełniany i z niego najczęściej pobierane jest paliwo. Wirówka uruchomiona jest wtedy, gdy poziom paliwa osiągnie w nim dolny poziom. W pierwszej chwili, gdy obydwa zbiorniki są puste, otwar-

ty jest zawór V4, którym paliwo dopływa i V3 poprzez który paliwo pobierane jest przez silniki statku.

Po pewnym czasie pracy wirówki osiągnięty zostaje dolny poziom paliwa w zbiorniku I, a następnie górny /czujniki P3 i P4/. Zamyka się wtedy V3, a otwiera V2 i paliwo pompowane jest do zbiornika II. Po pewnym czasie czujnik P1 wskazuje, że został osiągnięty dol-



Rys. 4 Diagram pracy automatycznego sterowania zbiornikami rozchodowymi paliwa

ny poziom, a następnie P2, że osiągnięty został górny poziom paliwa w zbiorniku II.

Ponieważ w międzyczasie paliwo było pobierane ze zbiornika I, poziom obniżył się i strumień paliwa zostaje przełączony na zbiornik I przez otwarcie się V4 i zamknięcie V2. W momencie, gdy obydwa zbiorniki są pełne, zamyka się V4 i wirówka zostaje zatrzymana do chwili, gdy zostanie opróżniony zbiornik I. Następuje wtedy przełączenie odbioru na zbiornik II /otwiera się V1, zamyka V3/, ponowne uruchomienie wirówki i otwarcie zaworu V4. Program automatyki założono tak, aby wirówka była uruchamiana jak najmniejszą ilość razy, ale żeby nigdy nie zabrakło paliwa w zbiornikach rozchodowych.

Budowa układu

Układ automatycznego sterowania wirówką paliwa /schemat blokowy przedstawiony na rys. 5/ współpracuje z elementami wejściowymi, którymi są czujniki normalnie zwarte i elementami wyjściowymi, które stanowią zawory z napędem elektromagnetycznym.

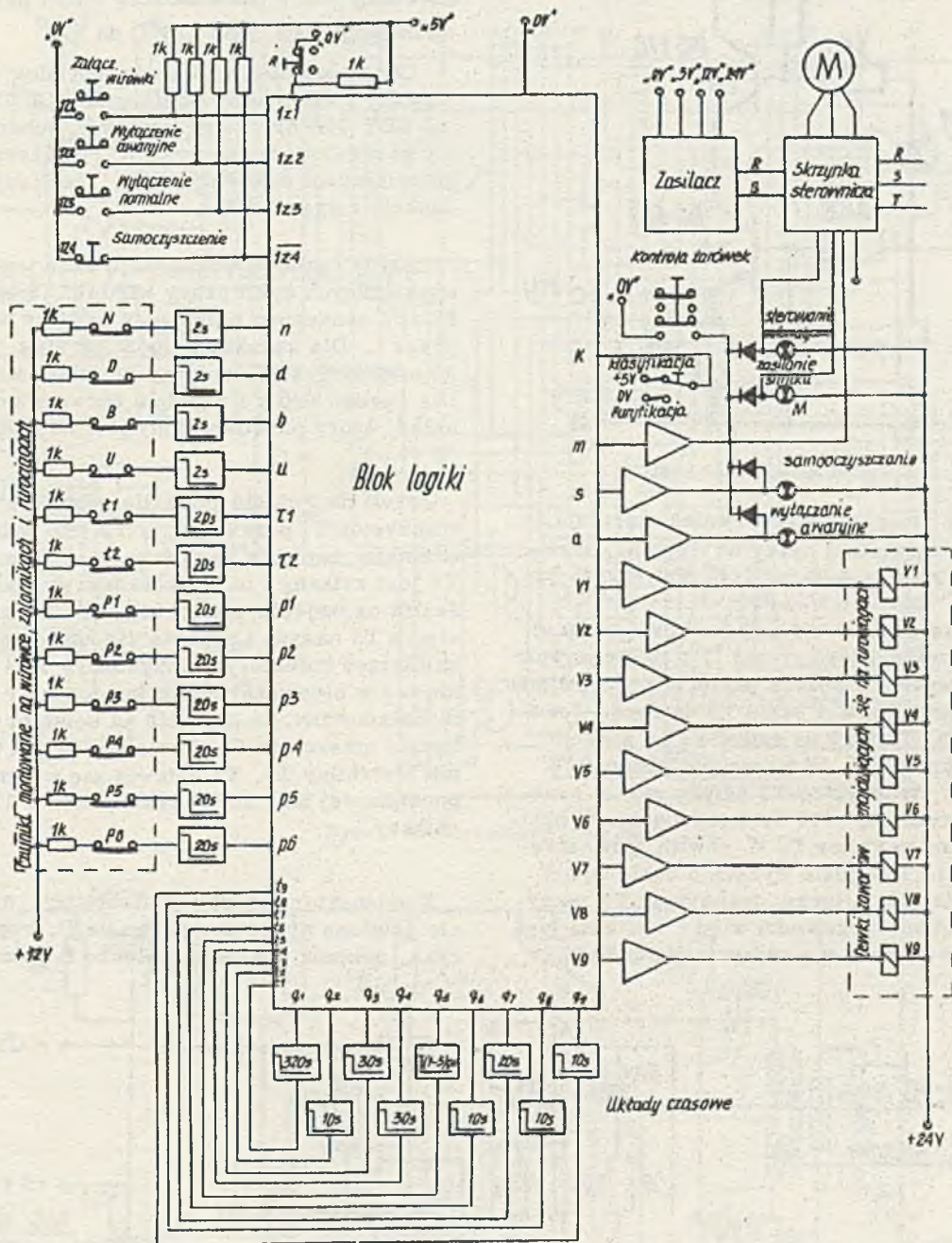
Układ składa się z następujących części:

- bloku wejściowego,
- bloku logiki,
- układów czasowych,
- układów wyjściowych,
- zasilacza,
- skrzynki sterowniczej.

Na blok wejściowy składają się przyciski i przełączniki inicjujące oraz układy opóźniające. Zadaniem przykładów opóźniających jest wyeliminowanie przypadkowych zakłóceń wynikłych z przechyłów statku, odskoków styków czujników, zakłóceń elektrycznych itp.

wego, tzn. na wyjściu pojawia się "1" logiczna i ewentualnie ponownie odmierza czas.

Rys. 6a przedstawia układ samokontroli kabla, umożliwiający sprawdzenie stanu przewodów łączących układ sterowania z czujnikiem. W szereg z czujnikiem włączony jest rezystor



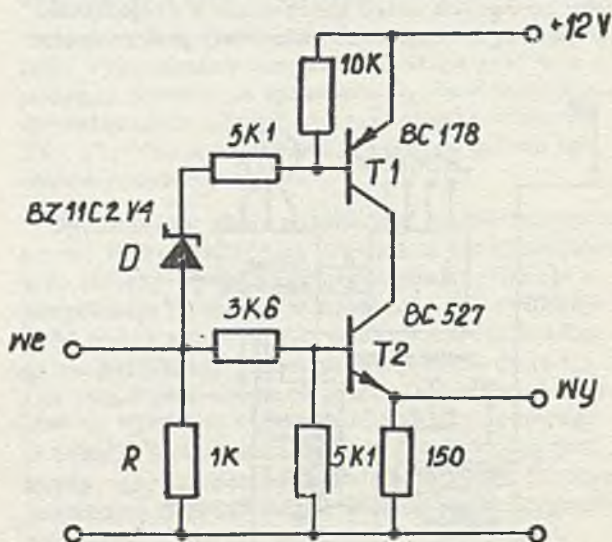
Rys. 5 Schemat blokowy układu sterowania wirówką paliwa

Schemat ideowy układu wejściowego przedstawiony jest na rys. 6b. Układ odmierza czas od momentu odłączenia wejścia /rozwarcia styków czujnika/ lub od momentu podania "0" logicznego. Po nastawionym czasie rezystorem P na wyjściu układu pojawia się "0". W przypadku ponownego, nawet chwilowego zwarcia styków czujnika, układ wraca do stanu wyjścio-

lk. W czasie normalnej pracy /czujnik zwarty/ na wejście układu podawane jest napięcie około 6 V.

W przypadku uszkodzenia, np. zwarcia się przewodów, do układu samokontroli podawane jest bezpośrednio /nie przez rezystor 1k/ napięcie +12 V, na wyjściu pojawia się "0", gdyż

T1 zatyka się. W przypadku urwania się przewodu, na wejście podawany jest sygnał "0" przez rezystor, R, zatyka się T2, na wyjściu pojawia się znowu "0". Układ odczuwa to jak



Rys. 6a Układ samokontroli kabla

rozwarcie czujnika, tzn. również alarmuje. W czasie normalnej pracy na wejściu podawane jest około 6V, a na wyjściu jest sygnał logiczny "1" tzn. 2, 4 + 5/V.

Działanie układu z rys. 6b jest następujące: jeżeli na wejściu jest sygnał "1", to tranzystor T1 jest nasycony i zwiiera napięcie występujące na kondensatorze C i bazie T3 do zera. Tranzystory T3, T4 i T5 są zatkane i na wyjściu jest też sygnał "1". W momencie podania "0" na wejścia, tranzystor T1 zatyka się, w punkcie A pojawia się +12 V. Kondensator C ładuje się przez rezystor P. W chwili, gdy napięcie na bazie T3 będzie wyższe o około 0,5 V od napięcia na emiterze, tranzystor T3 zaczyna przewodzić, przewodzi więc i T4, a na jego kolektorze pojawia się napięcie około 12 V,

które nasyca tranzystor T5 i na wyjściu pojawia się "0".

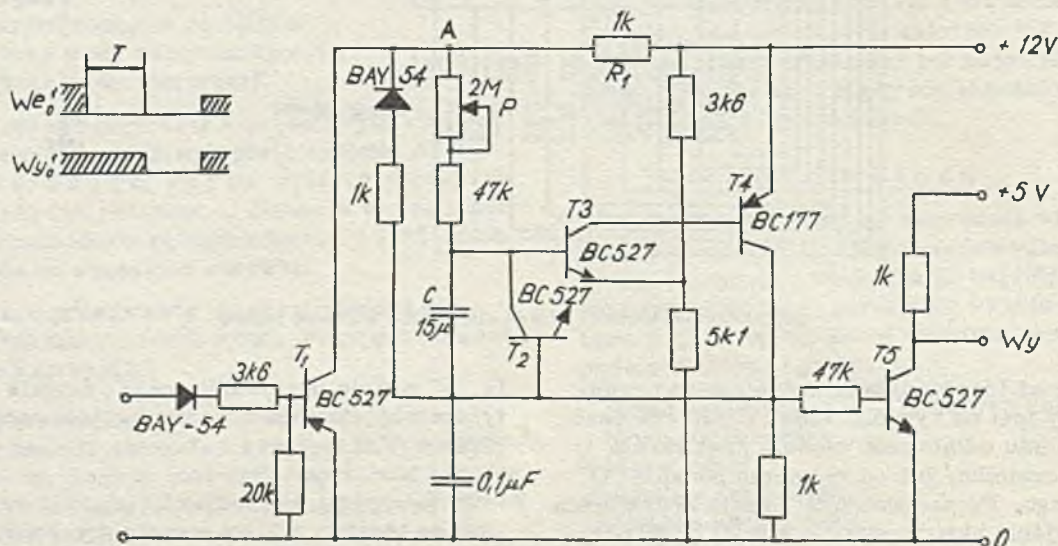
Po ponownym podaniu na wejście "1" kondensator C rozładowuje się przez diodę i rezystor 1K, a układ wraca do stanu wyjściowego. Opóźnienie wynika ze stałej czasowej RC. Czas odmierza się z dokładnością $\pm 10\%$ przy zmianach temperatury od -10°C do $+70^{\circ}$

Centralną częścią układu jest blok logiki, złożony z elementów scalonych "NAND" z serii UCY 74A produkcji krajowej. Schemat ideowy przedstawiono na rys. 7. Powyższy układ jest układem sekwencyjnym, realizującym funkcje z rys. 3 i 4.

Układy czasowe odmierzają czas trwania poszczególnych cykli pracy wirówki. Sygnały wejściowe oznaczono przez q, a sygnały wyjściowe przez t. Dla uzyskania opóźnień 10 s, 20 s, i 30 s wykorzystano opisany już układ z rys. 6b. Dla czasów 320 s i 5 godzin opracowano inny układ, który przedstawiony jest na rys. 8.

Jeżeli na wejściu podaje się sygnał "1", to tranzystor T1 przewodzi, a T2 jest zatkany, odcinając napięcie zasilania 12 V. Tranzystor T6 jest zatkany i na wyjściu jest sygnał "1". Jeżeli na wejściu pojawi się "0" - T1 zatyka się, a T2 nasyca i pojawia się napięcie +12 V, zasilające kolektory tranzystorów T3 i T4. Ponieważ w pierwszej chwili kondensator C1 jest nienaładowany, to napięcie na kolektorze T4 będzie niższe niż T3. Powoduje to, że przerzutnik bistabilny T3, T4 ustawia się w chwili początkowej tak, że T4 przewodzi, a T3 jest zatkany.

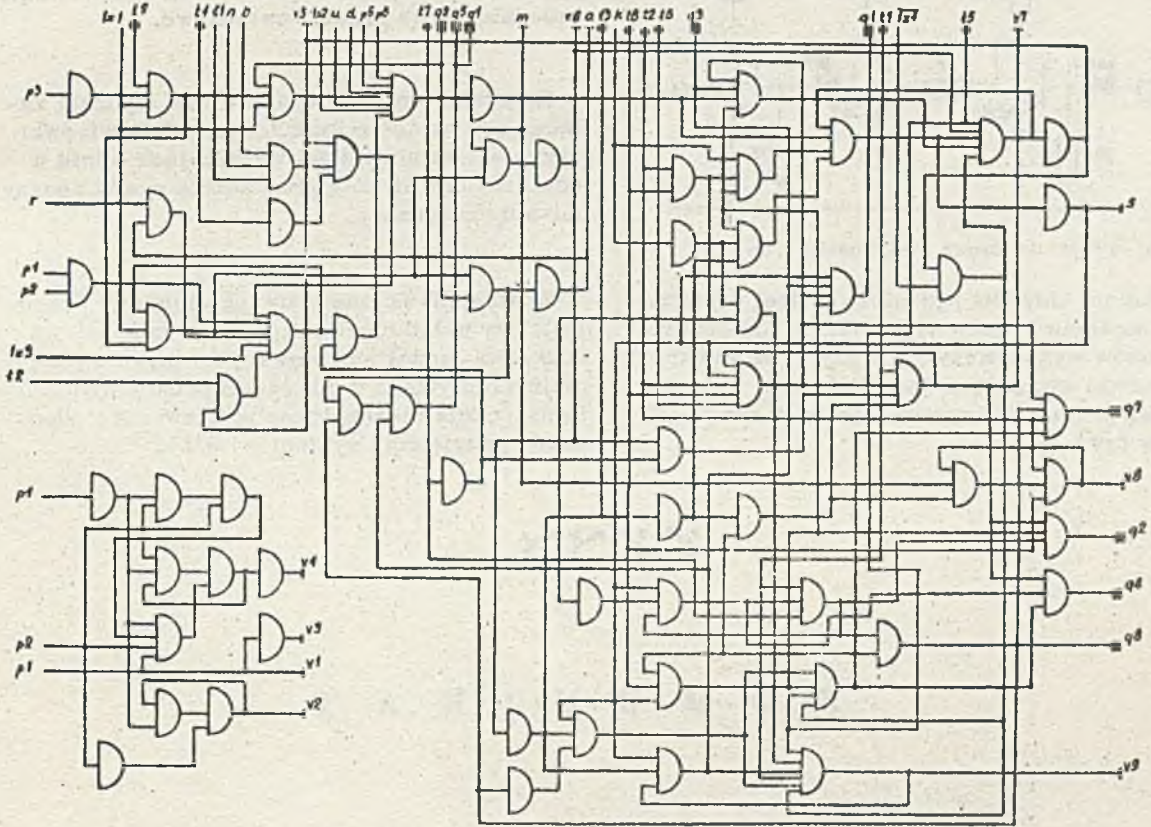
Kondensator C jest nienaładowany, a napięcie ustalone przez potencjometr P, regulujący czas, odkłada się na rezystorze R polaryzując



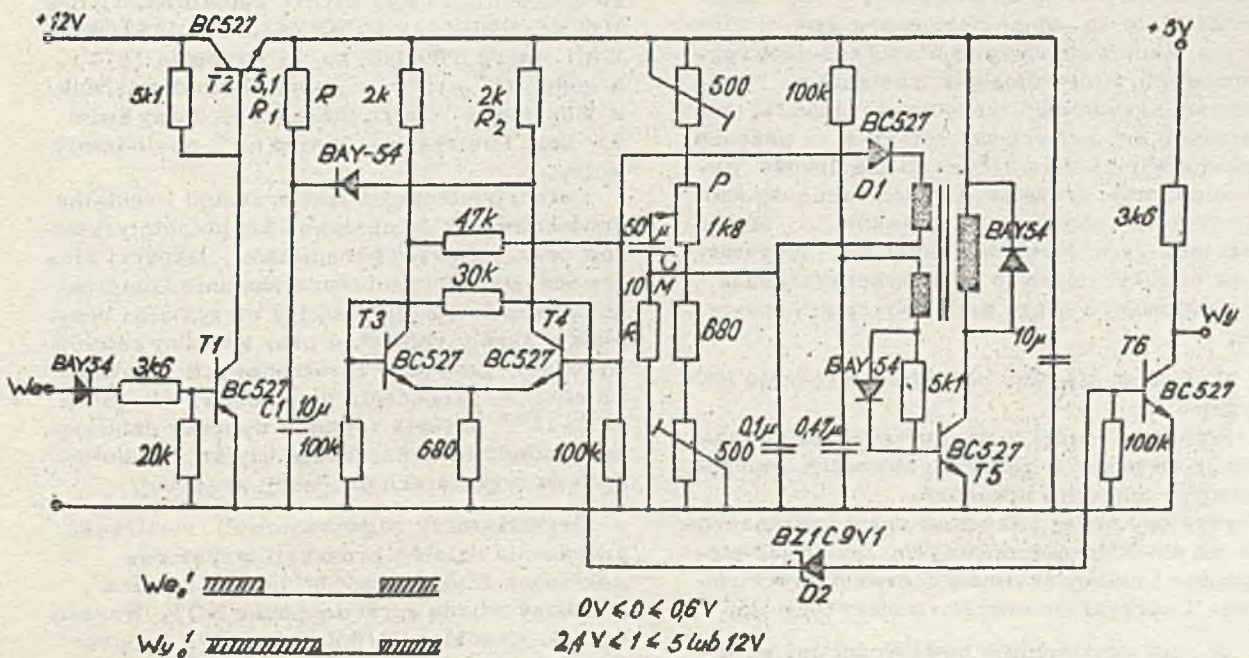
Rys. 6b Schemat ideowy układu czasowego na czasy 1/30/s.

zaporowo diodę D1. Dioda Zenera D2 nie przewodzi. Tranzystor T5 pracuje wtedy jako generator samodławny, generując impulsy na katodzie zatkanej diody D1. W chwili gdy napięcie na rezystorze R spadnie poniżej napięcia bazy T4, dioda D1 zaczyna przewodzić. Ujemne impulsy z generatora zostają podane na bazę T4.

Następuje zmiana stanu przerzutnika T3, T4. Napięcie na kolektorze T4 wzrasta ponad 9, 1 V, dioda D2 zaczyna przewodzić, tranzystor T6 nasycy się i na wyjściu pojawia się sygnał "0". Po ponownym podaniu na wejście "1" zostaje zwarte napięcie zasilające układ i na wyjściu pojawia się też "1".

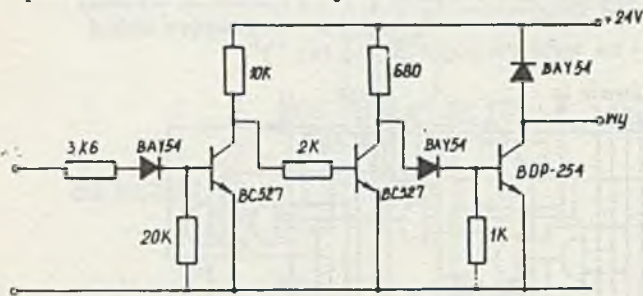


Rys. 7 Schemat ideowy bloku logiki



Rys. 8 Schemat ideowy układu czasowego na czasy /1;16/min.

Czas 5 godzin uzyskano z generatora zbudowanego z dwóch układów z rys. 8, którego częstotliwość podzielono przez 32 pięcioma przerzutnikami bistabilnymi.



Rys. 9 Schemat ideowy wzmacniacza 1,5A

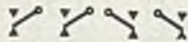
Zadaniem układów wyjściowych jest dopasowanie napięcia i mocy wyjść układu logicznego do członów wykonawczych, którymi są zawory lub żarówki sygnalizacyjne. Układami wyjściowymi są proste, klasyczne wzmacniacze prądu stałego /rys. 9/.

Obciążenie dołącza się między wyjście i zacisk +24 V. Wzmacniacz można obciążyć prądem do 1,5 A.

Zasilacz zasilany jest napięciem 380 V i daje na wyjściu stabilizowane napięcie 5 V i 12 V i niestabilizowane 24 V. Posiada wewnątrz zabezpieczenie przeciwzwarciowe.

Skrzynka sterownicza zawiera stycznik załączający napięcie 3x380 V na silnik wirówki, przyciski załączające i wyłączające silnik w dowolnej chwili oraz przełącznik pracy ręcznej lub automatycznej.

Ze względu na zastosowane elementy przedstawiony układ może pracować w każdych warunkach. Został zmontowany na łatwo wymiennalnych płytkach z obwodami drukowanymi. Konstrukcja mechaniczna jest zwarta i odpowiada przyjętemu systemowi SMA.



K O M U N I K A T

Tyrystory są największym osiągnięciem współczesnej techniki światowej w tej dziedzinie - nie są znane dotychczas inne elementy o korzystniejszych właściwościach i parametrach, które mogłyby zastąpić w najbliższej przyszłości tyrystory krzemowe. Jak dotąd nie ma żadnych informacji o pracach rozwojowych wskazujących na możliwość wyeliminowania tyrystorów z dziedzin gospodarki w których obecnie są stosowane. Można przyjąć, że w warunkach polskich, tyrystory obok diod krzemowych będą wykorzystywane przynajmniej w ciągu najbliższych kilkunastu lat.

Wytwarza się dwa podstawowe rodzaje tyrystorów:

- tyrystory dużej mocy przeznaczone w zasadzie do pracy w głównych obwodach energetycznych maszyn i urządzeń,
- tyrystory małej i średniej mocy przeznaczone dla obwodów pomocniczych, takich jak sterowanie i układy automatyki oraz dla elektronizacji sprzętu domowego, motoryzacji itp.

W celu zapoznania z możliwościami wprowadzania nowej techniki w oparciu o półprzewodniki krajowe Sekcja Automatyki i Pomiarów OW/SEP oraz Zakłady Elektronowe

"Unitra-Lamina" /producent/ organizują posiedzenie nt. "TYRYSTORY PRODUKCJI KRAJOWEJ RODZAJE I PRZYKŁADY ZASTOSOWAN, które odbędzie się 11 września 1973 r. w godz. 11³⁰ - 15³⁰ w Polskiej Akademii Nauk w Warszawie Pałac Staszica ul. Nowy Świat 72, Sala Lustrzana. Wstęp na posiedzenie wolny.

Celem posiedzenia jest przegląd i reklama produkowanych od niedawna krajowych tyrystorów oraz ocena ich parametrów, jakości i niezawodności. Przygotowana zostanie kompleksowa informacja, uczestnicy otrzymają bezpłatnie skróty referatów oraz aktualny katalog wyrobów Zakładów Elektronowych "Unitra-Lamina" - producenta tyrystorów. W godz. 13⁰⁰-14⁰⁰ otwarta zostanie wystawa działających układów powszechnego użytku, zbudowanych na tyrystorach produkcji krajowej.

Organizatorzy zagwarantowali możliwość zwiedzenia działów produkcji tyrystorów w Zakładach Elektronowych "Unitra-Lamina". Autobusy odjadą przed gmachem NOT, Warszawa, ul. Czackiego 3/5 o godz. 8³⁰, przed Pałacem Staszica wrócą o godz. 11⁰⁰.

Dodatkowe informacje - Warszawa telefon 27-32-46.

Z. Kacprzyk

Cena 43.- zł

Pren. roczna 516.- zł

