ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1987

Seria: ENERGETYKA z.97 Nr kol. 1011

Piotr OSTROWSKI
Janusz MĘDRYCH

Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Śląskiej w Gliwicach

WYBRANE ROZWIĄZANIA UKŁADU AKiP W URZĄDZENIACH SPALANIA ODPADÓW

Streszczenie. Przedstawiono wyniki opracowania układu automatycznej regulacji, pomiarów i zabezpieczeń w urządzeniu do spalania odpadów produkcyjnych przemysłu chemicznego. Omówiono instalacje AKiP podstawowych podzespołów urządzenia: przygotowania odpadów, pieców, oczyszczania spalin.

1. WSTĘP

W wielu zakładach przemysłowych do chwili obecnej nierozwiązanym problemem jest zagospodarowanie odpadów produkcyjnych. W przemyśle chemicznym jedną z proponowanych metod jest termiczna degradacja odpadowych substancji i materiałów.

W Zakładzie Urządzeń Chemicznych Energetycznego Wykorzystania Odpadów ITC Politechniki Śląskiej opracowano technologię i projekt urządzenia do utylizacji odpadów powstających w Zakładach Przemysłu Odczynników Chemicznych. Wybrano metodę degradacji termicznej, którą realizuje się w piecu szybowym, komorze cyklonowej i piecu fluidalnym uzupełnionej układem oczyszczania spalin opartym na płuczkach fluidalnych, trójczynnikowych.

W Zakładzie Miernictwa i Automatyki Procesów Energetycznych IMiUE Politechniki Śląskiej zaprojekowano układ AKiP ww. urządzenia. Rozwinięty układ pomiarów uzupełniony o elementy automatyki umożliwia regulację oraz kontrolę istotnych parametrów procesu. Z kolei zastosowanie systemu zabezpieczeń zapewnia poprawne działanie instalacji i bezpieczeństwo obsługi. Przewidziano także wizualizację zdecydowanej części wielkości

mierzonych oraz możliwość ręcznego sterowania urządzeń energetycznych w centralnej sterowni. Z uwagi na zagrożenie wybuchem w obrębie urządzenia zastosowano elementy pneumatyczne w większości układów pomiarowych i wykonawczych oraz nieliczne elementy elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym.

2. OPIS URZĄDZENIA DO SPALANIA I UKŁADU AKIP

W instalacji można wyróżnić cztery podstawowe grupy urządzeń spełniających następujące zadania:

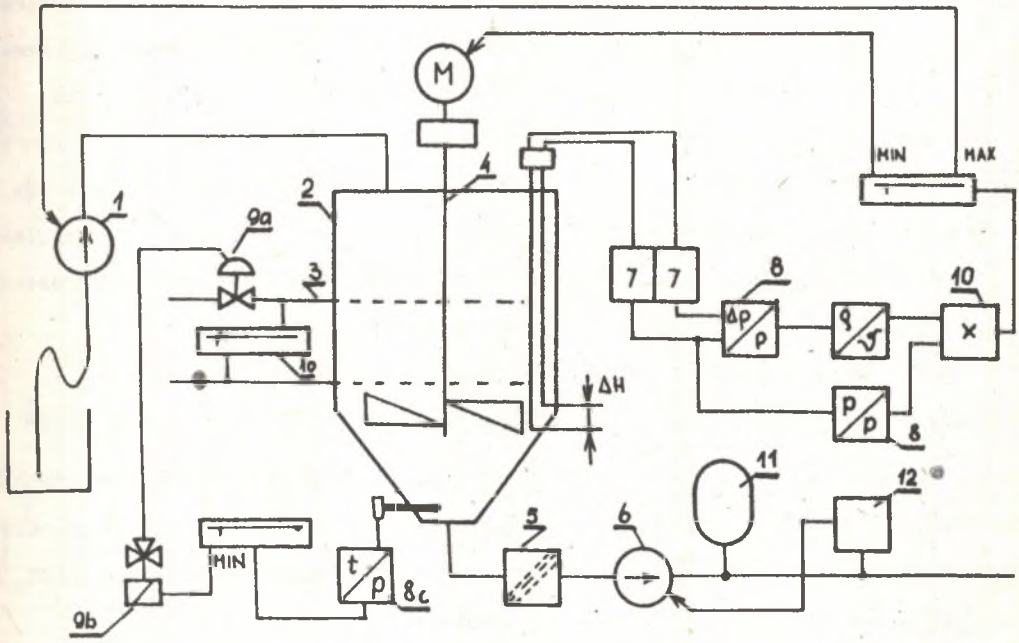
- przygotowanie i dostarczenie odpadów do spalania,
- spalanie odpadów,
- rekuperacja ciepła,
- oczyszczanie spalin.

Powyższe elementy urządzenia przedstawiono na kolejnych rysunkach w tekście.

Układ przygotowania i dostarczania odpadów ciekłych do spalania przedstawiono na rys. 1. Odpady ciekłe podawane są pompą załadowczą 1 do zamkniętego zbiornika odpadów 2 wyposażonego w układ ogrzewania wodą gorącą 3 oraz mieszadło 4. Ujednorodnione odpady przez zespół filtrów 5 podawane są pompą dozującą 6 do palników w piecu fluidalnym. W instalacji przewidziano następujące układy automatycznej regulacji kontroli i pomiarów:

- Pomiar i sygnalizacja poziomu w zbiorniku odpadów. Z uwagi na silnie korozyjne środowisko oraz znaczną zmianę gęstości odpadów ciekłych zastosowano układ pomiaru ciśnienia hydrostatycznego, z korekcją gęstości, na drodze pneumatycznej przy użyciu regulatora małych przepływów 7.

  Sygnał różnicy ciśnień wynikający ze stałego zróżnicowania długości rurek impulsowych pozwala na określenie gęstości odpadów ciekłych w zbiorniku /zastosowano pneumatyczny przetwornik różnicy ciśnień 8a/.



Rys.1.Układ AKiP podzespołu przygotowania i dostarczania odpadów
1-pompa,2-zbiornik,3-element grzejny,4-mieszadło,5-filtr,
6-pompa dozująca,7-regulator przepływu,8-przetwornik pomiarowy,
9-zawór,10-przyrząd mnożący,11-akumulator hydrauliczny,
12-łącznik ciśnieniowy

Fig. 1. Automatic control system of waste preparation and supplying unit 1 - pump, 2 - tank, 3 - heating element, 4 - agitator, 5 - filtr, 6 - metering pump, 7 - flow controller, 8 - convertor, 9 - valve, 10 - multiplying device, 11 - hydraulic accumulator, 12 - pressure switch

Wyznaczenie rzeczywistej wysokości napełnienia umożliwia przetwornik średnich ciśnień 8b, z którego sygnał wyjściowy korygowany jest /mnożony/ przez sygnał proporcjonalny do objętości właściwej płynu.

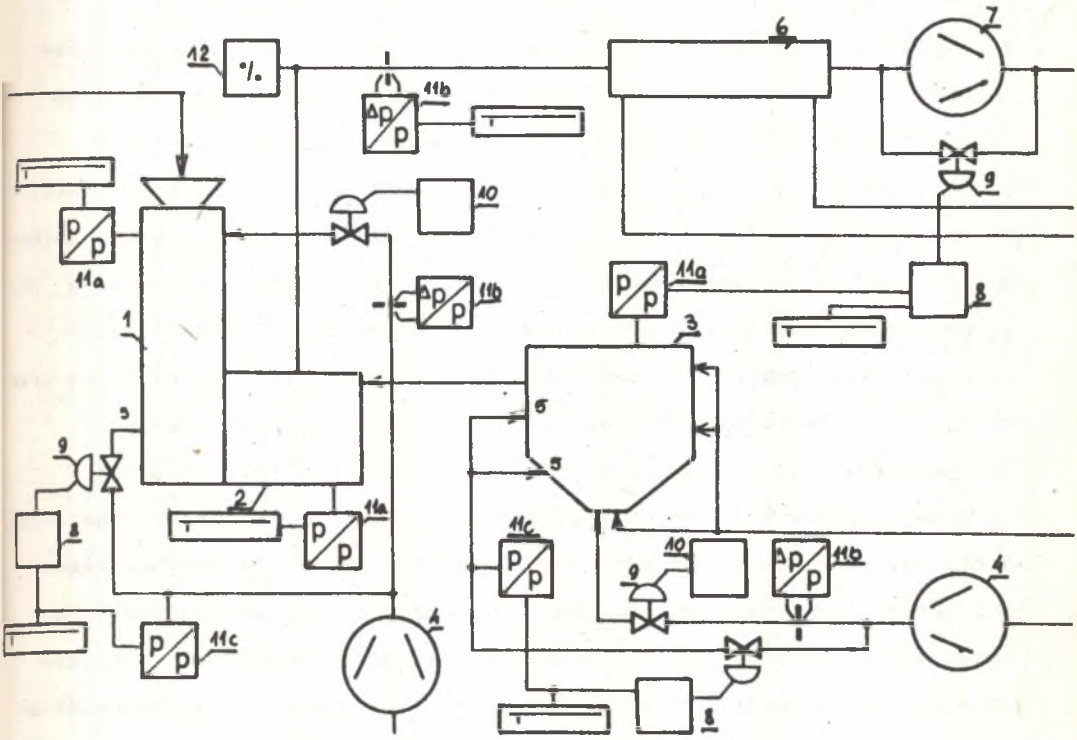
- Układ sterowania pompę załadowczą i mieszadłem wykorzystuje sygnał minimalnego i maksymalnego, rzeczywistego napełnienia zbiornika zapewniające działanie mieszadła całkowicie zanurzonego w cieczy i nieprzekroczenie dopuszczalnej wysokości napełnienia.

- Układ pomiaru temperatury odpadów i wody grzejnej zrealizowano opierając się na pneumatycznym przetworniku temperatury 8c. Spadek temperatury odpadów poniżej dopuszczalnej temperatury powoduje włączenie zespołu ogrzewania odpadów.
- Układ dostarczania pogonów, wyposażony w pompę miernikową 6, posiada element zmniejszający amplitudę pulsacji ciśnienia w postaci akumulatora hydraulicznego 11 oraz element zabezpieczający 12 przed wzrostem ciśnienia w układzie /np. na skutek zatkania palników/.

Układ spalania odpadów i rekuperacji ciepła przedstawiono na rys. 2. Odpady ciekłe spalane są w piecu fluidalnym 3, natomiast odpady stałe poddawane są pirolizie w piecu szybowym 1. Dopalanie następuje w komorze cyklonowej 2, a spaliny przez układ rekuperacji 6 przepływają do płuczek. Wentylatory podmuchu 4 i wentylator wyciągowy 7 zapewniają odpowiedni strumień powietrza oraz rozkład ciśnień w urządzeniu.

W powyższym podzespole zastosowano następujące układy AKiP:

- Pomiar i regulacja podciśnienia w piecu fluidalnym.
  Układ pomiarowy zapewnia ciągły pomiar podciśnienia i umożliwia sygnalizację jego zaniku /zastosowano pneumatyczny przetwornik różnicy ciśnień i wskaźnik z regulacją/.
  Sygnał ten jest też wielkością mierzoną w układzie regulacji podciśnienia , w którym sygnałem regulującym jest zmiana strumienia spalin odciągowych z komory cyklonowej. Organem wykonawczym jest zawór regulacyjny 9 zabudowany na obejściu wentylatora wyciągowego 7.
  W piecu szybowym i komorze cyklonowej realizowany jest pomiar podciśnienia przy użyciu przetwornika różnicy ciśnień 11a za wskaźnikiem.
- Pomiar i regulacja strumieni powietrza. Układ stabilizacji ciśnień przed palnikami w piecu szybowym i piecu fluidalnym zrealizowano w zamkniętym układzie regulacji złożonym z przetwornika średnich ciśnień 11c, regulatora 8 oraz zaworu 9. Układ ten w połączeniu z regulacją podciśnienia w piecach zapewniają stabilizację strumienia



Rys.2.Układ AKiP podzespołu spalania odpadów i rekuperacji
1-piec szybowy,2-komora cyklonowa,3-piec fluidalny,4-wentylator podmuchu,5-palnik,6-rekuperatory,7-wentylator wyciągowy, 8-regulator,9-zawór,10-stacyjka sterownicza,11-przetwornik pomiarowy,12-analizatory spalin

Fig. 2. Automatic control system of waste incineration unit and heat exchange unit.
1 - shaft furnace, 2 - cyclone chamber, 3-fluid-bed furnace, 4 - blast fan, 5 - burner, 6 - heat exchangers, 7 - exhaust fan, 8 - regulator, 9 - valve, 10 - control switch, 11 - converter, 12 - exhaust - gas analyser.

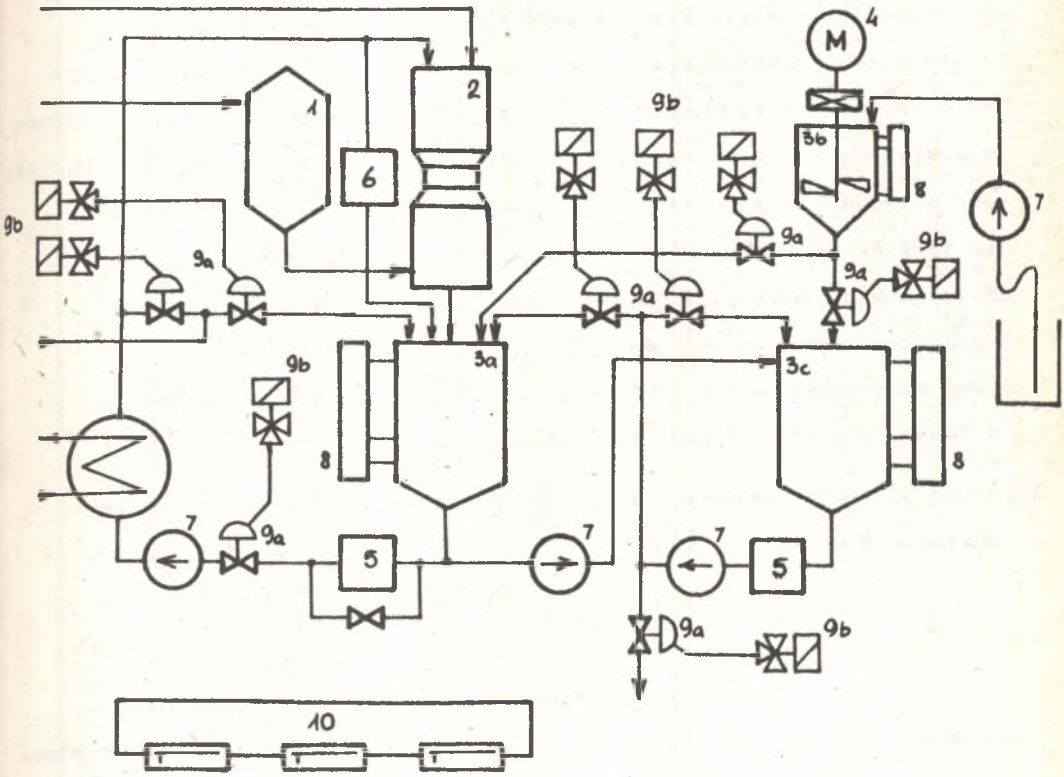
powietrza do palników. Strumienie powietrza dostarczanego do pieców oraz strumień spalin mierzone są w klasycznym układzie zwężkowym /przetwornik różnicy ciśnień 11b za wskaźnikiem/ i można je korygować przy użyciu pneumatycznej stacyjki sterowniczej 10 i zaworu regulacyjnego 9.

- Zabezpieczenie przed zanikiem płomienia, pomiar i regulacja temperatur. W urządzeniu zastosowano dwa typy palników. Palniki katalogowe /produkcji ZBUK Katowice/ posiadające własne układy zabezpieczeń i sygnalizacji. Palniki wg konstrukcji ZUCHEWO wyposażono w strażniki płomienia produkcji krajowej z czujnikami ultrafioletowymi i zapalarkami. Palnik w piecu szybowym oraz jeden w piecu fluidalnym włączone są do układu dwupołożeniowej regulacji temperatury. Pomiar i rejestrację temperatur w układzie spalania i rekuperacji realizuje się przy użyciu termoelementów NiCrNiAl oraz Feko i autokompensatorów.
- Analiza spalin. Prawidłowe prowadzenie procesu spalania, z uwagi na zmienny skład odpadów, wymaga określenia stosunku nadmiaru powietrza, który wyznacza się na drodze pomiaru składu spalin. Ponieważ zakłada się spalanie zupełne, ograniczono się do pomiaru udziałów dwutlenku węgla i tlenu w spalinach. Z uwagi na możliwość powstawania toksycznych produktów reakcji chemicznych /m.innymi cyjanowodoru/ przewidziano układ pomiarowy HCN w spalinach.

Układ oczyszczania spalin przedstawiono na rys. 3. Spaliny odpływające z układu rekuperacji ciepła oczyszczone są w absorberze fluidalnym 2. Proces neutralizacji prowadzony jest w zbiorniku neutralizacji 3c. Po zobojętnieniu roztworu przetłaczany jest do kanalizacji.

Układ oczyszczania spalin wyposażono w układ AKiP umożliwiający prawie całkowite wyeliminowanie obsługi, pozostawiający jednak możliwość ingerencji ręcznej w przebieg procesu oczyszczenia i neutralizacji

- Pomiary poziomów w zbiorniku neutralizatora, neutralizacji oraz płuczki realizuje przy użyciu sond konduktometrycznych współpracujących z elektronicznymi sygnalizatorami 8. Określane są przekroczenia następujących poziomów: minimalnego, minimum technologicznego i maksymalnego.



Rys. 3. Układ AKiP podzespołu oczyszczania spalin
1-schładzacz, 2-absorber, 3-zbiornik, 4-mieszadło, 5-pH-metr, 6-solomierz, 7-pompa, 8-miernik poziomu, 9-zawór, 10-układ sterujący

Fig. 3. Automatic control system of flue-gas scrubbing unit
1-cooler, 2-absorber, 3-tank, 4-agitator, 5-pH-meter, 6-salinometer, 7-pump, 8-level meter, 9-valve, 10-control system

- Pomiary kwasowości w zbiornikach płuczki i neutralizacji dokonywane są pH-metrem przemysłowym 5 i głowicą przepływową. Zasolenie w zbiorniku płuczki mierzone jest solomierzem przemysłowym 6. Przyrządy wyposażone są w mierniki z sygnalizatorami przekroczeń, a sygnały pomiarowe są rejestrowane dodatkowo. Do oceny zdolności absorbcyjnej wody obiegowej w płuczce wykorzystywany jest sygnał przekroczenia maksymalnego zasolenie lub dopuszczalnej kwasowości. Zrzut absorbenta do ścieku po procesie neutralizacji może nastąpić po jego całkowitym zobojętnieniu i zależy od decyzji obsługi.
- Elementami wykonawczymi, które zastosowano w procesie sterowania, są zawory 9 z siłownikami pneumatycznymi.

Algorytm działania układu sterującego procesem oczyszczania spalin przedstawiono w tablicy 1.

3. WNIOSKI

Wybrane układy automatycznej regulacji pomiarów i zabezpieczeń przedstawione powyżej są fragmentem realizowanego układu AKiP w urządzeniu do spalania odpadów przemysłu chemicznego. Rozwiązanie, z uwagi na zagrożenie wybuchowe, zakłada realizację większości obwodów opartych na elementy pneumatyczne. Zastosowanie elementów pneumatycznych jest także zgodne z doświadczeniami wynikającymi z realizacji układów AKiP w instalacjach do spalania odpadów przemysłu farmaceutycznego i elektronicznego.

Układy kontrolno-zapalające palników wyposażone w strażniki płomienia z czujnikami UV i zapalarkami wraz z pomiarem pośrednim stosunku nadmiaru powietrza zapewniają bezpieczne i prawidłowe prowadzenie procesu spalania. Układ sterowania procesu oczyszczania spalin jest całkowicie samoczynny, pozostawia jednakże możliwość ręcznego sterowania wg innego algorytmu /np. prowadzenie procesu neutralizacji bezpośrednio w zbiorniku płuczki/. Bogate wyposażenie obiektu w aparaturę pomiarową rejestrująco-wskazującą umożliwia prowadzenie badań naukowych nad dynamiką układu.

Tablica 1

Akcja		Stan instalacji	Uwagi
Działanie pompy obiegowej zbiornika płuczki	automatyczne	poziom min	niemożliwa zmiana akcji na obiekcie
	ręczne	bez ograniczeń	
Uzupełnienie wody	automatyczne ręczne	poziom max, brak przetłaczania	- poziom min.uzupełnianie przez zraszacz - można przerwać ręcznie
Działanie pompy obiegowej zbiornika neutralizacji	automatyczne	poziom min	niemożliwa zmiana akcji na obiekcie
	ręczne	bez ograniczeń	
Działanie mieszadła	automatyczne	poziom min	
	ręczne	bez ograniczeń	
Działanie pompy załadowczej	ręczne	poziom max	zmiana akcji na obiekcie
Przetłaczanie z zbiornika płuczki do zbiornika neutralizacji	automatyczne	przekroczenie pH lub zasolenia przy pełnym zbiorniku; poziom zbiornika płuczki min.techn.; poziom zbiornika neutralizacji max.	
	ręczne	bez ograniczeń	przetłaczanie możliwe przy poziomie zbiornika płuczka min.technol.
Przetłaczanie ze zbiornika neutralizacji do zbiornika płuczki	ręczne	poziom zbiornika płuczki max, poziom zbiornika neutralizacji min	
Dozowanie neutralizatora do zbiornika płuczki	ręczne	poziom zbiornika płuczki max	- blokada przetłaczania automatycz.ze zbiornika płuszki do zbiornika neutralizacji
Dozowanie neutralizatora do zbiornika neutralizacji	automatyczne	pH obojętne	
	ręczne	bez ograniczeń	
Przetłaczanie do ścieków	ręczne	roztwor obojętny	wymagane działanie pompy cyrkulacyjnej zbiornika neutralizacji

LITERATURA

1. Wandrasz J., Zieliński J.: Procesy fluidalne utylizacji odpadów cz. I i II. Wydawnictwo PAN, Wrocław 1983, 1984.
2. Praca zbiorowa: Poradnik inżyniera automatyka. WNT, Warszawa 1976.
3. Rakowski J.: Automatyzacja cieplnych urządzeń siłowni, WNT., Warszawa 1976.
4. III Ogólnopolski Sympozjon Termodynamika Warstwy Fluidalnej. Materiały Konferencyjne, Częstochowa 1985.
5. Sprawozdanie z pracy NB-85/RME-3/82. Materiały nie publikowane Gliwice 1985.

Wpłynęło do Redakcji: grudzień 1986 r.

Recenzent

Doc.dr hab.inż. Leon Troniewski

SOME DESIGNS OF CONTROL SYSTEMS IN WASTE INCINERATION PLANIS

S u m m a r y

Processing of preparation and thermal utilization of wastes as well as flue gas scrubbing requires an application of non-typical automatic control systems and safety devices.

The paper presents some solutions of automatic control systems in a chemical-wastes incineration plant. The system consists of circuits operating in four main plant units: waste preparation unit, incineration unit, heat-exchange unit and flue-gas scrubbing unit. The system in its measurment-actuating assembly consists mainly of air-operated elements and several explosion-proof electrical devices.

ВЫБРАННЫЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ АК Р В УСТАНОВКАХ СЖИГАНИЯ ОТХОДОВ

Резюме

В статье представлены решения выбранных систем автоматической регулировки и измерения установок для сжигания отходов химической промышленности. Система состоит из цепей, связанных с четырьмя основными подузлами установки : подготовка отходов, узел сжигания, узел рекуперации и очистка отработанных газов. Ведение технологических процессов, подготовка отходов к их термической утилизации, а также очистка отработанных газов требуют примонения нетипичных измерительных систем, автоматической регулировки и предохранения. Что касается решения измерительно-исполнительной части системы, то она опирается, в основном, на пенуматические элементы и немногие электрические элементы в противовзрывном исполнении.