

mgr inż. Bohdan Grunwald  
mgr inż. Janusz Lewandowski  
doc. dr hab. inż. Andrzej Miller

Instytut Techniki Ciepłej  
Politechniki Warszawskiej

mgr inż. Jerzy Borkowski  
mgr inż. Kazimierz Kwasiborski

Zakłady Azotowe Włocławek

## SYSTEM PROGRAMÓW DLA CELÓW STEROWANIA INSTALACJĄ TURBOSPREŻAREK PROCESOWYCH

Omówiono rolę i zadania instalacji turbosprężarek procesowych, jako elementu przemysłowego układu technologicznego, sterowanego kompleksowo z użyciem emc. Przedstawiono opracowany w Instytucie Techniki Ciepłej PW system programów dla celów sterowania taką instalacją turbosprężarek. System ten oparty jest na modelach matematycznych oraz algorytmach ich weryfikacji i adaptacji podanych w pracach [1] - [7]. Przedstawiono przykładowe wyniki, uzyskane przy wdrożeniu systemu w linii technologicznej amoniaku oraz inne możliwości jego wykorzystania.

### 1. WPROWADZENIE

W ostatnich latach obserwuje się na świecie gwałtowny rozwój automatyzacji kompleksowej całych procesów technologicznych, związany z wprowadzeniem do sterowania elektronicznych maszyn cyfrowych (emc). Tendencje te występują najwyraźniej w przemyśle chemicznym, energetyce i hutnictwie. Maszyny cyfrowe pracują tu zwykle w czasie rzeczywistym (on - li-

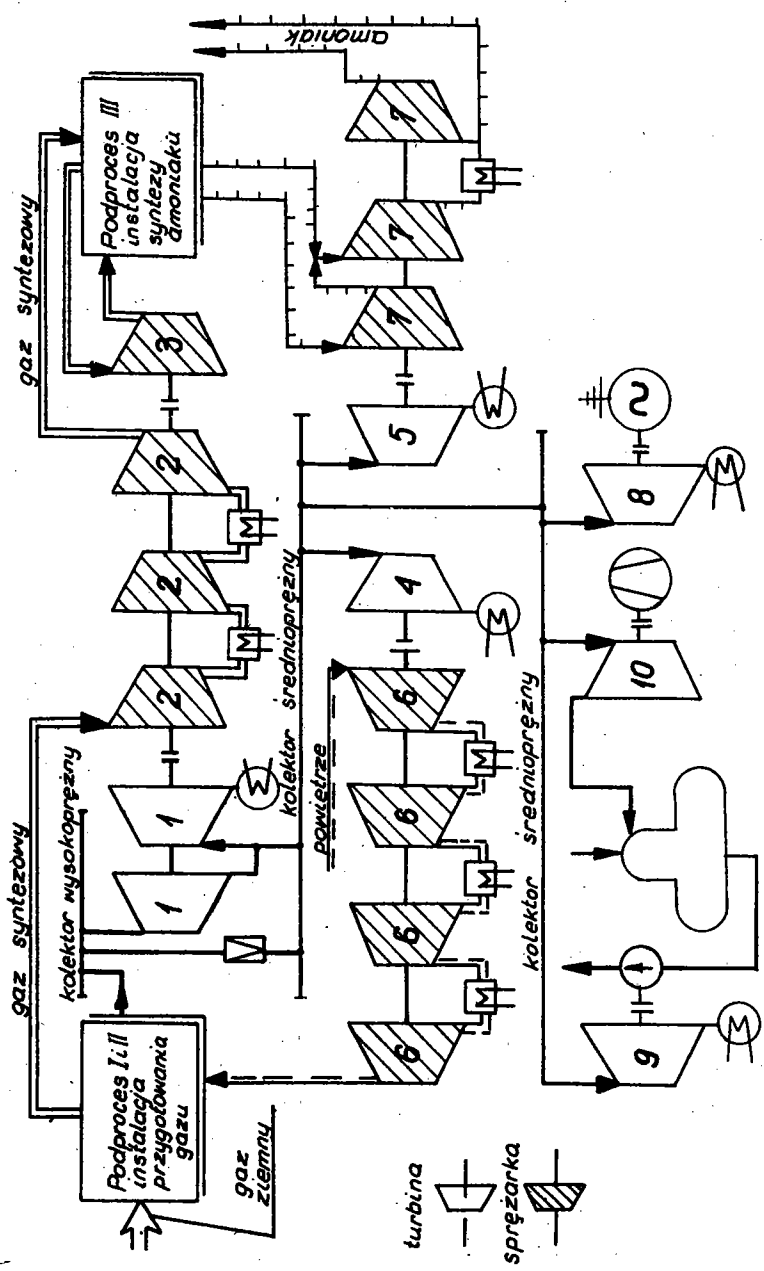
ne), zbierając przez rozbudowane systemy wejściowe dużą ilość danych o aktualnym przebiegu procesu. Dane te są wykorzystywane w układzie rejestracji danych (CRD) oraz w systemie sterowania cyfrowego. Elektroniczna maszyna cyfrowa przetwarza tu zebrane informacje według zadanego algorytmu odpowiadającego sterowaniu optymalizującemu [1], [2], [6].

W instalacjach technologicznych, w szczególności w przemyśle chemicznym, często występują ciepłe maszyny wirnikowe - turbiny i sprężarki - pracujące odrębnie, bądź w zespołach jako turbosprężarki. Rola tych maszyn nabiera szczególnego znaczenia w nowoczesnych układach z turbinami parowymi napędzającymi sprężarki procesowe, w których to układach nie przewidziano odrębnych konwencjonalnych elektrociepłowni, a para zasilająca turbiny wytwarzana jest w specjalnych wytwornicach, będących integralną częścią instalacji chemicznej i wykorzystujących ciepło procesowe.

Takie rozwiązanie jest zgodne ze współczesnymi tendencjami rozwoju energochłonnych technologii przemysłowych w kierunku budowy instalacji o wzajemnie przenikającym się układzie technologicznym i energetycznym, tak w zakresie wytwarzania nośników energii, jak i ich użytkowania [1], [2].

Ilość wytworzonej pary, a tym samym graniczne warunki pracy (maksymalne moce i wydajność) turbin i sprężarek są w omawianym przypadku określone przez wydajność procesu. W związku z tym, wobec istniejących silnych powiązań i oddziaływań, właściwości turbosprężarek mają istotny wpływ na działanie i możliwości sterowania całym procesem technologicznym [1], [2]. Bilanse parowe określają w takim układzie możliwe warunki pracy maszyn wirnikowych i tym samym możliwe ustalone warunki pracy instalacji technologicznej, ze względu na mogące wystąpić niedobory pary w układzie. Ograniczać mogą one również możliwości doprowadzenia instalacji do warunków pracy uważanych za optymalne, wg algorytmu sterowania. Ograniczenie to może wynikać z bilansów mocy turbin (dysponowanej ilości pary) i sprężarek w stanach przejściowych pomiędzy wyjściowymi warunkami pracy, a stanem docelowym, optymalnym.

Przykładem tego typu zamkniętej pod względem energetycznym instalacji jest przedstawiona na rys. 1 linia produkcji amonia.



Rys. 1. Przykładowy układ z instalacją turbosprężarek procesowych

ku. Podgrzewanie wody zasilającej i generacja pary o wysokich parametrach odbywa się w złożonym układzie cieplnym wykorzystującym reakcje egzotermiczne podprocesów I, II i III. Para ta rozpręża się w turbinie upustowo-kondensacyjnej (1), napędzającej sprężarkę gazu syntezowego (2) oraz sprężarkę recyrkulacyjną (3). Z regulowanego upustu tej turbiny pobierana jest para o średnich parametrach do zasilania pozostałych głównych turbin kondensacyjnych (4), (5), (8) napędzających sprężarki powietrza (6), amoniaku (7) i generator elektryczny oraz pomocniczych turbin kondensacyjnej (9) i przeciwprężnej (10) napędzających pompę zasilającą i wentylator spalin.

Podstawą do określenia algorytmu sterowania optymalnego instalacją i opracowania oprogramowania użytkowego systemu cyfrowego jest właściwy model matematyczny procesu, którego elementem jest w rozpatrywanych przypadkach model instalacji turbosprężarek procesowych. Omawiany system programów Turbosprężarki stanowi przykład rozwiązania tego zagadnienia dla zespołu turbosprężarek. Zespół ten rozpatrywany jest ogólnie, niezależnie od rodzaju instalacji technologicznej.

Uwzględniono następujące typy cieplnych maszyn wirnikowych, najczęściej spotykane w rozpatrywanych instalacjach technologicznych:

- turbiny parowe kondensacyjne lub przeciwprężne bez upustów oraz z regulowanym, bądź nieregulowanym upustem pary;
- sprężarki wirnikowe, wielostopniowe promieniowe lub osiowe, regulowane przez zmianę prędkości obrotowej, z chłodzeniem międzystopniowym, które mogą posiadać upusty i dodatkowe ssania;
- turbosprężarki, tj. zespoły wymienionych wyżej typów turbin i sprężarek.

Omawiany system Turbosprężarki stanowi cyfrową realizację modeli matematycznych oraz algorytmów ich weryfikacji i adaptacji (tj. wyznaczania współczynników modeli na podstawie danych pomiarowych), które zostały opisane we wcześniejszych pracach [1] ÷ [7].

## 2. ZAWARTOŚĆ SYSTEMU

System Turbosprężarki podporządkowany jest bezpośrednio nadrzędnemu programowi Master (rys.2, 4), który stanowi cyfrową realizację algorytmu optymalizującego warunki pracy całej instalacji technologicznej, której elementem są omawiane turbosprężarki.

W skład omawianego systemu wchodzi trzy programy podstawowe:

- Modeltur,
- Wertur,
- Adtur,

wydzielony obszar pamięci zewnętrznej emc - Banktur oraz dwa programy pomocnicze:

- Kontrol,
- Monitor.

Struktura systemu przedstawiona jest na rys.2 i 4. Poszczególne elementy systemu będą dalej omówione.

### 2.1. PROGRAM MODELTUR

Program Modeltur służy do wyznaczania osiągnięć turbosprężarek w zmiennych (ale ustalonych) warunkach pracy, przy różnych zestawach wielkości wejściowych i wyjściowych.

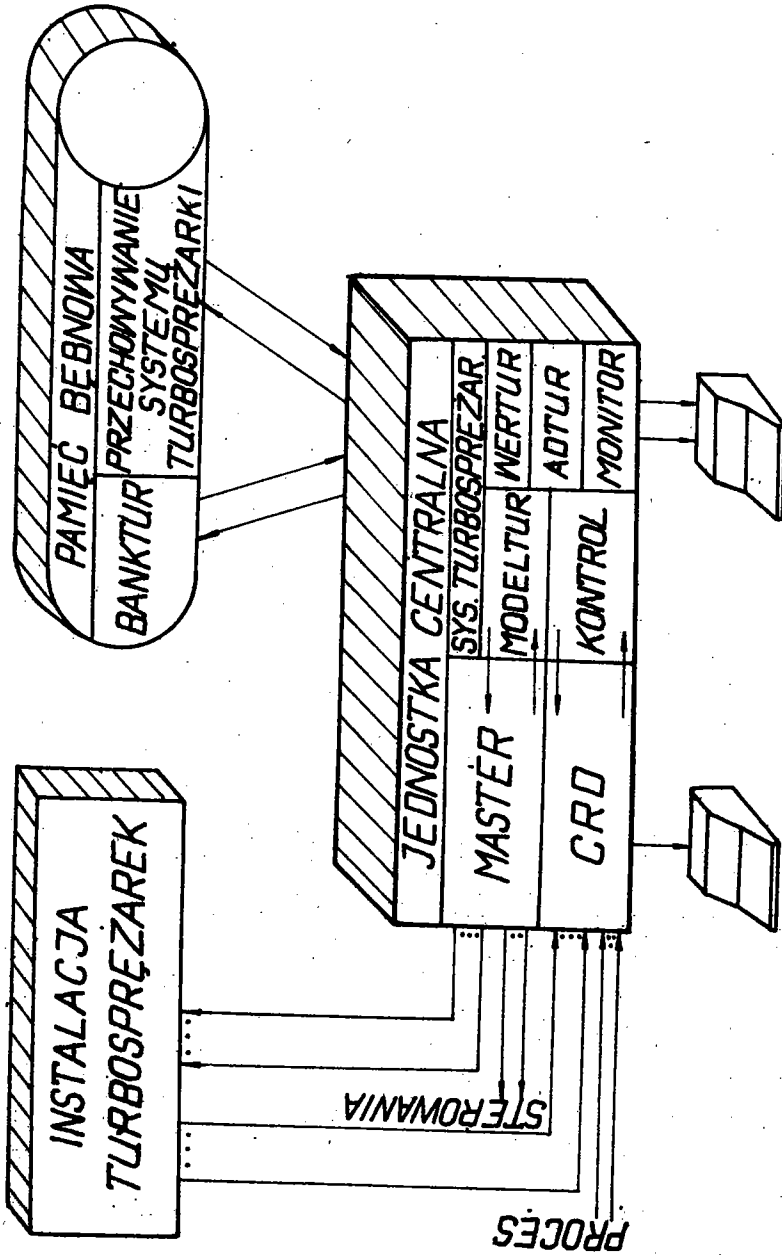
Wielkościami wyjściowymi są:

A - w przypadku turbin:

- natężenie przepływu pary albo moc turbiny;
- ciśnienie pary upustowej (w przypadku turbiny z upustem nieregulowanym);
- temperatura pary upustowej i odlotowej (tylko w przypadku turbiny przeciwprężnej);

B - w przypadku sprężarek:

- moc sprężarki;
- jedna z trzech wielkości: ciśnienie ssania, tłoczenia lub prędkość obrotowa;



Rys.2. Schemat sterowania instalacją turbosprażarek

- temperatura czynnika na tłoczeniu sprężarki;
- parametry czynnika w upuście z sprężarki.

Wielkościami wejściowymi są:

A - w przypadku turbin:

- moc turbiny albo natężenie przepływu pary;
- parametry pary dolotowej;
- natężenie przepływu pary upustowej (dla turbin z upustami);
- ciśnienie pary upustowej (dla turbiny z upustem regulowanym);
- ciśnienie pary odlotowej;
- prędkość obrotowa.

B - w przypadku sprężarek:

- natężenie przepływu zasysanego czynnika;
- natężenie przepływu czynnika pobieranego z upustu (o ile występuje);
- temperatury czynnika za chłodnicami międzystopniowymi;
- ciśnienie ssania, tłoczenia lub prędkość obrotowa zależnie od wyboru wielkości wyjściowych.

W przypadku wspólnej pracy turbiny i sprężarki w zespole turbosprężarki liczba wielkości wejściowych i wyjściowych jest zmniejszona o dwa, wobec powiązań mechanicznych obu maszyn [1].

Innego rodzaju danymi do programu Modeltur są współczynniki modeli wyznaczane przez programy Wertur i Adtur na podstawie danych pomiarowych. Współczynniki te program Modeltur pobiera automatycznie z omówionego dalej obszaru Banktur.

Oprócz wyznaczania wielkości wyjściowych omawiany program kontroluje też spełnienie ograniczeń, określających dopuszczalne warunki pracy modelowanych maszyn [1]. W przypadku przekroczenia ograniczeń użytkownik jest odpowiednio informowany. Możliwa jest też sygnalizacja o zbliżaniu się do ograniczeń oraz określenie aktualnych zapasów.

## 2.2. PROGRAM WERTUR

Zadaniem programu Wertur jest wyznaczenie na podstawie danych pomiarowych wartości współczynników, tzw. podstawowych

charakterystyk maszyn [1], [4], [7]. Charakterystyki te są głównymi elementami modeli matematycznych (program Modeltur).

Pełny zestaw weryfikowanych charakterystyk obejmuje:

- charakterystykę mocy (turbiny, sprężarki lub turbosprężarki);
- charakterystyki sprężu sprężarki;
- charakterystyki temperatury tłoczenia sprężarki;
- charakterystykę ciśnienia upustu turbiny;
- charakterystykę temperatury upustu turbiny.

Program wyznacza współczynniki wszystkich lub tylko wybranych przez użytkownika zewnętrznego, charakterystyk maszyn, odpowiadających poszczególnym wielkościom wyjściowym modeli.

Wielkością wejściową do programu jest odpowiedni zestaw danych pomiarowych z całego obszaru pracy maszyny [1]. Jest to pełen zbiór danych pomiarowych dla danej maszyny zgromadzonych w zbiorze "C" w obszarze Banktur (o czym dalej). Dane te program pobiera automatycznie, bez ingerencji użytkownika.

Wielkością wyjściową są współczynniki charakterystyk oraz informacje pozwalające ocenić jakość dopasowania charakterystyki otrzymanej w wyniku weryfikacji do bezpośrednio mierzonych osiągnięć modelowanych maszyn.

Wielkości wyjściowe są przedstawione użytkownikowi do akceptacji, po czym współczynniki charakterystyk umieszczone są w odpowiednim zbiorze obszaru Banktur.

### 2.3. PROGRAM ADTUR.

Zadaniem programu Adtur jest uaktualnianie w trakcie eksploatacji maszyn i modeli, dla uwzględnienia wpływu czynników wolno zmiennych w czasie współczynników modeli, zgodnie z założeniami podanymi w pracach [1], [4], [7]. W związku z tym program uwzględnia małe zmiany osiągnięć maszyn, nie naruszając charakterystyk podstawowych (określonych przez program Wertur), wyznaczając dodatkowe, specjalne parametry adaptacyjne. Parametry te związane są z odpowiednim przekształceniem układu współrzędnych, w których określone są podstawowe charakterystyki [1].



Po wyznaczeniu parametrów adaptacyjnych korygowane są współczynniki modelu, wykorzystywane w programie Modeltur. Użytkownik ma możliwość decydowania przy pomocy jakich operacji (tj. jakich współczynników adaptacyjnych) należy poprawiać współczynniki modelu. Program Aadtur dotyczy tylko głównych charakterystyk maszyn, tzn. charakterystyki mocy i sprzężu.

Wielkościami wejściowymi do programu są:

- współczynniki podstawowych charakterystyk maszyny;
- dane pomiarowe z wybranego przez użytkownika obszaru pracy maszyny.

Wielkości te są pobierane automatycznie ze zbiorów "a" oraz "c" obszaru Banktur.

Wielkościami wyjściowymi są zmienione współczynniki charakterystyk oraz informacje pozwalające ocenić jakość adaptacji. Po uzyskaniu akceptacji użytkownika współczynniki charakterystyk są przesyłane do obszaru Banktur.

## 2.4. OBSZAR BANKTUR

Obszar Banktur stanowi wydzieloną część pamięci pomocniczej emc, w której w sposób stały przechowywane są informacje o maszynach. Obszar ten podzielony jest na podobszary, odpowiadające poszczególnym maszynom, w każdym z których przechowywane są informacje podzielone na cztery zbiory zawierające:

- a) współczynniki podstawowych charakterystyk maszyny;
- b) aktualne współczynniki charakterystyk maszyny;
- c) zestaw danych pomiarowych używanych do weryfikacji lub adaptacji;
- d) zestaw danych pomiarowych napływający w sposób ciągły od układu centralnej rejestracji danych (CRD).

Dostęp do obszaru Banktur posiadają wszystkie programy wchodzące w skład systemu Turbosprężarki.

## 2.5. PROGRAM KONTROL

Program Kontrol jest programem pomocniczym, którego zadaniem jest kontrola pracy systemu i przekazywanie odpowiednich informacji użytkownikowi. Realizuje on następujące zadania szczegółowe:

- przejmuje od układu CRD dane pomiarowe;
- przeprowadza wstępną analizę tych danych, odrzucając dane obciążone błędami grubymi;
- porównuje zmierzone i obliczone przy pomocy modelu osiągi maszyn (korzystając z programu Modeltur);
- umieszcza dane pomiarowe razem z wyliczonymi osiąganiami w zbiorze "d" obszaru Banktur;
- rejestruje ilość danych pomiarowych, w których różnica między osiąganiami zmierzonymi a obliczonymi jest większa od założonej; jeżeli względna ich ilość jest większa od dopuszczalnej to informuje o tym użytkownika, co stanowi tu sygnał do przeprowadzenia weryfikacji lub adaptacji;
- informuje użytkownika o wypełnieniu zbioru "d", co jest jednocześnie wezwaniem do zaakceptowania tego zbioru;
- przenosi ze zbioru "d" do zbioru "c" obszaru Banktur zestaw danych pomiarowych zaakceptowanych przez użytkownika.

Program Kontrol pracuje cyklicznie a sygnałem do rozpoczęcia jego realizacji jest pojawienie się w układzie CRD emc danych pomiarowych dotyczących którejś z turbosprężarek, pracujących w instalacji.

## 2.6. PROGRAM MONITOR

Zadaniem programu Monitor jest umożliwienie użytkownikowi dostępu do dowolnego z przedstawionych wcześniej programów bądź zbioru Banktur, niezależnie od działania innych elementów systemu. Program ten pracuje w trybie konwersacyjnym, prowadząc użytkownika.

load Monitor

Monitor LOADED

w

Który program

Modeltur

Która maszyna

T4,S6

Jaki wariant

D,pt

Podaj dane ps,Ts,G,n,po,To,pk

1,293,10000,7000,36,365,0.1

Dane dobre, wyniki na drukarce

Który program

end

END

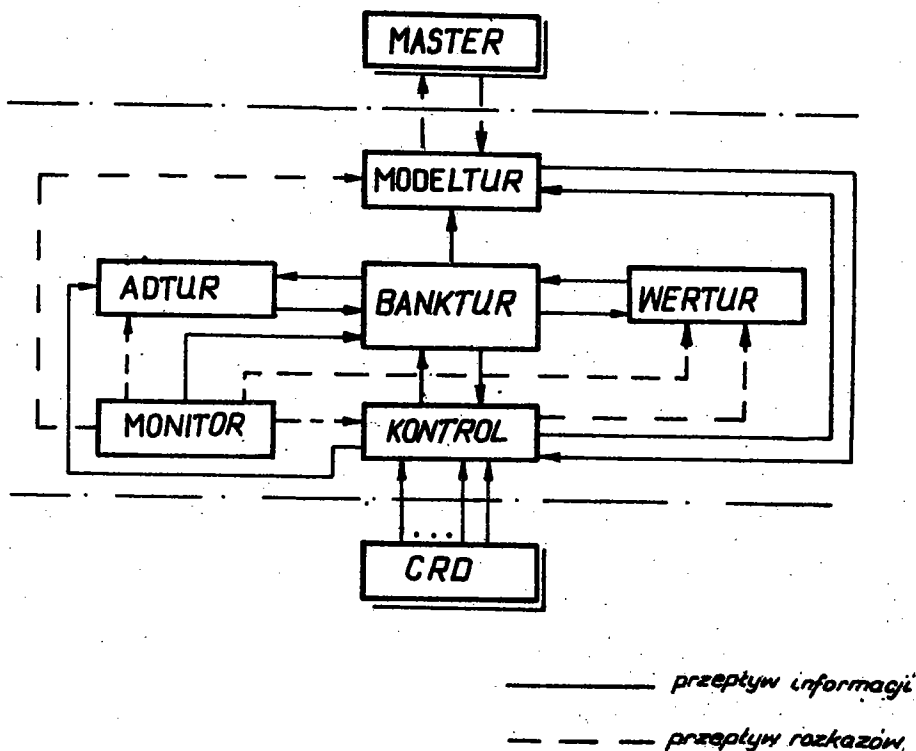
Rys.3. Przykład współpracy użytkownika z programem Monitor

Przykład posługiwania się nim przedstawiono na rys.3 w postaci wydruku z monitora emc Odra 1204. Na wydruku tym podkreślono zlecenia wypisywane przez użytkownika. Oznaczają one kolejno:

- sprowadzenie programu z pamięci pomocniczej emc;
- rozpoczęcie realizacji programu
- potrzebny jest dostęp do programu Modeltur;
- dotyczy sprężarki (6) napędzanej turbiną (4);
- liczony ma być wariant, gdzie głównymi wielkościami wyjściowymi są ciśnienie tłoczenia sprężarki pt i natężenie przepływu pary w turbinie D;
- wartości wielkości wejściowych;
- zakończenie realizacji programu.

### 3. STRUKTURA I DZIAŁANIE SYSTEMU

Schemat systemu Turbosprężarki z zaznaczonymi powiązania-  
mi elementów przedstawiono na rys.4. Rolę nadrzędną nad syste-  
mem sprawuje program Master, wyznaczający optymalne sterowa-



Rys.4. Struktura systemu Turbosprężarki

nia linią technologiczną, który bezpośrednio korzysta z programu Modeltur. Przy takim wariancie pracy systemu program Modeltur otrzymuje wielkości wejściowe od programu Master, do którego przekazuje także wielkości wyjściowe (wyliczone osiągi maszyn). Wartości współczynników charakterystyk pobierane są automatycznie ze zbioru "b" obszaru Banktur.

W analogiczny sposób wykorzystywany jest program Modeltur w trakcie porównywania zmierzonych i wyliczonych osiągnięć maszyn (jedno z zadań programu Kontrol).

Z programu Modeltur może także korzystać użytkownik zewnętrzny za pośrednictwem programu Monitor. Przykład takiego wykorzystania przedstawiono na rys.3.

Po otrzymaniu od programu Kontrol informacji o niedopuszczalnych różnicach między osiąganymi maszyn zmierzonymi i obliczonymi uruchomiony jest program Wertur lub Adtur, celem obliczenia nowych współczynników charakterystyk modeli.

Programy te pobierają ze zbioru i obszaru Banktur dane pomiarowe, a program Adtur dodatkowo wykorzystuje umieszczone w zbiorze "a" współczynniki podstawowych charakterystyk. Po wyliczeniu nowych współczynników programy przedstawiają je do akceptacji użytkownikowi, a po jej uzyskaniu przesyłają je do zbioru "b", w przypadku programu Adtur i do zbiorów "a" oraz "b" w przypadku programu Wertur.

Program Kontrol, pracując w sposób ciągły umieszcza napływające z układu CRD dane pomiarowe w zbiorze "d" obszaru Banktur. Po zaakceptowaniu przez użytkownika przenosi je ze zbioru "d" do "c". Inne warianty wykorzystania programu Kontrol wskazano wyżej przy omawianiu działania programu Modeltur oraz programów Wertur i Adtur.

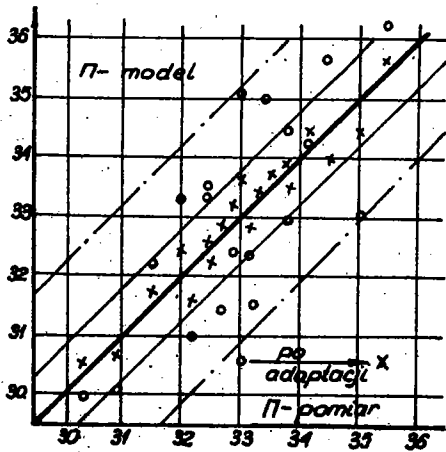
Program Monitor umożliwia kontrolę systemu, ewentualne interwencje oraz wykorzystanie systemu do celów innych niż sterowanie. Posiada on dostęp do wszystkich elementów systemu.

#### 4. PRZYKŁADOWE WYNIKI WYKORZYSTANIA SYSTEMU

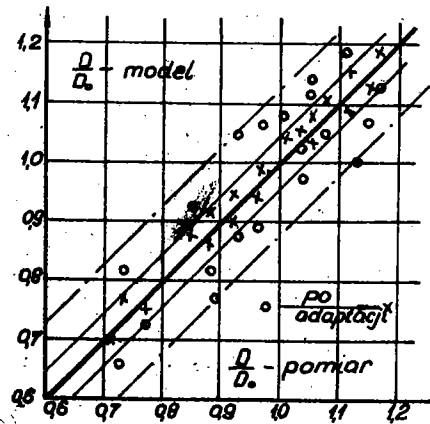
Przedstawiony system programów zastosowano w przypadku instalacji zawierającej 6 dużych turbosprężarek procesowych, związanych z liniami produkcji amoniaku o schemacie podobnym do przedstawionego na rys.1. Turbosprężarki te są maszynami różnych typów, pochodzące z różnych wytwórni, odmienne pod względem konstrukcyjnym, przeznaczone do rozmaitych czynników roboczych, o parametrach zmieniających się w bardzo szerokich granicach, różniące się zasadami regulacji, zabezpieczeń itp.

We wszystkich badanych przypadkach, po zastosowaniu weryfikacji i adaptacji, otrzymywano współczynniki modeli pozwalające

jące na wyliczenie osiągnięć turbo-sprężarek w interesującym zakresie zmian warunków pracy z właściwą dokładnością. Przebieżne różnice osiągnięć, wyliczonych w modelach (program Modeltur) oraz mierzonych, wynosiły kilka procent. Dokładności stosowanych przyrządów pomiarowych były takie same.



Rys.5. Porównanie wartości sprężu: zmierzonych i wyliczonych w modelu sprężarki z 3 chłodnicami międzystopniowymi



Rys.6. Porównanie wyników pomiarów i obliczeń zużycia pary przez turbinę (charakterystyka mocy turbosprężarki)

Porównanie zmierzonych i wyliczonych przy pomocy systemu dwu podstawowych wielkości wyjściowych: ciśnienia tłoczenia sprężarki (sprężarka powietrza z 3 chłodnicami międzystopniowymi) i natężenia przepływu pary w turbinie (turbina kondensacyjna z regulowanym upustem pary sprzężona z dwiema sprężarkami) przedstawiono na rys.5 i 6. Dla zilustrowania procesu adaptacji modelu pokazano wyniki obliczeń w modelu po trzech miesiącach od chwili weryfikacji (kółka) oraz wyniki takich samych obliczeń w modelu po bieżącej adaptacji (krzyżyki). Adaptacja modelu pozwoliła na zmniejszenie maksymalnych błędów z ok. 7% do 3,5%.

## 5. ZASTOSOWANIE SYSTEMU

Przedstawiony system programów jest z założenia, elementem układu optymalnego sterowania kompleksową instalacją technologiczną, co określa jego podstawowe zastosowania. Program optymalizujący działanie całego układu technologicznego wyznacza w takim przypadku również i optymalne sterowania instalacją turbosprężarek (rys.2). Kryterium optymalizacji stanowi techniczno-ekonomiczny wskaźnik jakości, określony dla całego układu technologicznego, np. w postaci wydajności, kosztu własnego lub zysku z prowadzenia procesu. Z wprowadzenia sterowania kompleksowego związane są znane korzyści [1], [6].

Przedstawiony system programów, jest z założenia w znacznym stopniu uniwersalny, co umożliwia wykorzystanie go w układzie sterowania optymalnego w przypadku praktycznie każdej instalacji technologicznej, zawierającej turbiny i sprężarki procesowe.

W przypadku kiedy nie przewiduje się sterowania kompleksowego a zakład posiada emc, system można wykorzystać do poszukiwania racjonalnego sposobu gospodarki parą. Sformułowanie odpowiedniego kryterium oceny tej gospodarki oraz określenie ograniczeń od strony procesu technologicznego pozwoliłoby prowadzić optymalizację w ramach instalacji turbosprężarek. Efekty takiej optymalizacji mogą być znaczne, gdyż jak to zostało wcześniej podkreślone w nowoczesnych energochłonnych procesach technologicznych, gospodarka parą ma istotny wpływ na wydajność procesu.

Inne możliwości zastosowania systemu Turbosprężarki związane są z jego wykorzystaniem tylko w ramach układu CRD, np. przy ocenie jakości i spójności danych pomiarowych (dotyczących turbosprężarek), wyznaczaniu osiągnięć i sprawności maszyn dla celów kontroli, ewidencji i statystyki.

System można wykorzystać ponadto jako element układów bieżącej oceny stanu technicznego maszyn, diagnostyki, a więc i planowania remontów. Wynika to bezpośrednio z możliwości stałego porównywania aktualnych osiągnięć maszyn z przewidywanymi, tj. przy niezmiennym stanie technicznym, co można wykorzy-

stać przy ocenie stopnia zużycia maszyn oraz w szeregu przypadkach przy lokalizacji ewentualnych niesprawności.

Wydaje się również, że koncepcja zawartości i struktury systemu, szczególnie w odniesieniu do metodyki budowy modeli matematycznych oraz wyznaczania i uaktualniania ich parametrów, może znaleźć zastosowanie przy opracowywaniu podobnych systemów w przypadku innych, niż ciepłne maszyny wirnikowe, maszyn i urządzeń.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Miller A.: "Modelowanie pracy turbin parowych i sprężarek wirnikowych dla celów sterowania procesami technologicznymi". Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej - Mechanika nr 37/1976.
- [2] Miller A.: "Identification of the Compressor - Steam Turbine Set as the Element of Complex Controlled Technological System". Proceedings of the VIII th International Conference on Industrial Energetics - Gdańsk 1975 paper 52/17.
- [3] Miller A.: "Mathematical Modelling of Compressor-Driving Turbine Unit for Control of Complex Technological System". Proceedings of the V th Conference on Fluid Machinery, Budapest 1975, Akademiai Kiado.
- [4] Miller A.: "Identification of Turbocompressors as the Element of Complex Controlled Technological System". Proceeding of the IV th IFAC Symposium on Identification and System Parameter Estimation, Tbilisi 1976 (w druku).
- [5] Jędrzejowski Z., Miller A.: "Koncepcja uniwersalnych modeli matematycznych zespołu sprężarka - turbina napędzająca, pracującego ze zmienną prędkością obrotową". Biuletyn Informacyjny ITC PW Nr 40/1973.
- [6] Jędrzejowski Z., Lewandowski J., Miller A.: "Modelowanie matematyczne ciepłych maszyn wirnikowych dla celów sterowania optymalnego kompleksowymi instalacjami chemicznymi za pomocą EMC". Inżynieria i Aparatura Chemiczna nr 5/1974.
- [7] Miller A.; Lewandowski J., Grunwald B.: "Model matematyczny zespołu sprężarka - turbina napędzająca". Pomiar Automatyka Kontrola nr 2/1975.



# СИСТЕМА ПРОГРАММ ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ

## К р а т к о е   с о д е р ж а н и е

Описывается роль и задачи турбокомпрессорных установок как составных элементов промышленной технологической системы, комплексного управляемой при помощи электронно-вычислительной машины. Описывается разработанная в Теплотехническом Институте Варшавского Политехнического Института система программ, предназначенная для управления системой турбокомпрессоров. Система основана на математических моделях и на алгоритмах их проверки и адаптации, описанных в работах [1]-[7]. Приводятся результаты, полученные при практическом внедрении системы при осуществлении технологической линии производства аммиака, а также указываются другие возможности применения разработанной системы программ.

## COMPUTER CODES FOR CONTROL OF PROCESS TURBOCOMPRESSOR SYSTEMS

### S u m m a r y

The role of process turbocompressors as elements of an industrial technological system controlled by digital computers is discussed. The program system elaborated at the Institute of Heat Engineering of Warsaw Technical University is presented. This system is based on published earlier [1] + [7] mathematical models and its verification and adaptation algorithms. Exemplary results of the application to an ammonia plant are given as well as other ways of application are discussed.