STRESZCZENIE

W pracy dokonano modelowania matematycznego turbiny 13K215 na dwa sposoby: analityczny i aproksymacyjny. Podejście analityczne polega na podzieleniu obiektu na istotne części i opisanie zjawisk tam zachodzących za pomocą równań zarówno teoretycznych, jak i eksperymentalnych. Podejście aproksymacyjne zakłada minimalną wiedzę o obiekcie, bez rozważania zjawisk zachodzących wewnątrz, i za pomocą metod statystycznych ustalana jest relacja między wejściami a wyjściem obiektu. W obu przypadkach głównym wyjściem była moc elektryczna, której zmienność obrazowano na charakterystykach.

W pierwszej części pracy dokonano analizy badanego obiektu, jakim jest turbina 13K215 w elektrowni Ostrołęka B. Przedstawiono jej schemat cieplny oraz najważniejsze parametry w znamionowym stanie pracy. Opisano strukturę posiadanych danych z DCS, zawierających dla danej chwili czasowej szereg parametrów eksploatacyjnych niezbędnych do stworzenia modelu aproksymacyjnego.

Model analityczny składał się z trzech zasadniczych elementów: obliczeń rozrządu pary, stopnia regulacyjnego oraz grupy stopni nieregulowanych. Wykorzystywano w nich podstawową wiedzę z zakresu maszyn wirnikowych oraz empiryczne formuły opracowane przez producenta turbiny. W modelu tym korzystano w szczególności z obliczeń bilansu masy, równań Flugela-Stodoli, własności pary wodnej i obliczeń iteracyjnych. Model zapisano w formie kodu w języku C++.

Tworzenie modelu aproksymacyjnego przebiegało w dwóch etapach: charakteryzacji obiektu oraz identyfikacji modelu. Pierwszy z nich polegał na zaproponowaniu dwóch postaci równań opisujących moc elektryczną turbiny. Dokonano tego w oparciu o prostą analizę fizyczną oraz schemat cieplny. Identyfikacja miała na celu uzupełnienie współczynników w tych równaniach. Wykorzystano do tego metodę regresji liniowej z użyciem programu Stata.

W dalszej części przedstawiono porównanie modelu analitycznego i dwóch modeli aproksymacyjnych pod względem dokładności. Jeden z modeli aproksymacyjnych, nazwany APR2 i oparty na izentalpowych spadkach entalpii, wskazano jako najdokładniejszy i poprawnie opisujący pracę turbiny. W zakończeniu dokonano porównania modeli pod innymi względami, takimi jak: łatwość budowy, konieczność posiadania pomiarów i ilość zakładanych parametrów lub charakterystyk. Wywnioskowano, że wybór modelu zależy w znacznej mierze od tego, w jakim etapie życia turbiny jest on tworzony.

ABSTRACT

In the research, two types of mathematic modelling of 13K215 steam turbine were made: analytic and approximate. The analytic approach consists in dividing the object into significant parts and describing the phenomenon by both theoretical and experimental formulas. The approximate approach assumes having minimal knowledge about the object, without considering processes occurring inside, and using statistical methods a relation between the inputs and output of the object is made. In both cases, the electrical power was the main output, whose changeability was shown in characteristics.

In the first part, an analysis of the examined object, which is the 13K215 steam turbine in power plant Ostrołęka B, was done. Then a flow diagram and main parameters at nominal state of work were shown. The structure of data from DCS, consisting of a series of exploitation parameters for each point in time necessary to build the approximate model, was described.

The analytic model consists of three main parts: calculations of steam governing, regulating stage and groups of unregulated stages. Basic knowledge about rotating machines and experimental formulas developed by the turbine manufacturer were used. In this model mass balance calculations, Flügel-Stodola equations, properties of steam and iterative calculations were mainly used. The model was written in programing language C++.

The construction of the approximate model was divided into two stages: object characterization and model identification. The first consisted in suggesting two forms of equations describing the electrical power output of the turbine. This was performed based on a simple physical analysis and a flow diagram. The aim of model identification was to find coefficients in these equations. The linear regression method, computed by program Stata, was used to solve this problem.

In the next part a comparison in terms of accuracy of the analytic model and two approximate models was shown. One of the approximate models called APR2 and based on isentropic enthalpy differences was proven to be the most accurate and properly describing the performance of the turbine. In the end a comparison in other terms, such as simplicity of building, necessity of possessing measurements and number of assumed parameters and characteristics was shown. The following conclusion was drawn: choosing an approach in modeling depends mainly on the stage of life of the turbine.