

STRESZCZENIE

Celem rozprawy było opracowanie oraz weryfikacja możliwości stosowania modelu matematycznego wymiarowania regulatorów wirowych, które są jednym z typów urządzeń do dławienia przepływu. Stosowane są zarówno w systemach kanalizacyjnych deszczowych jak i sanitarnych. Względem innych urządzeń ograniczających przepływ, takich jak kryzy, zasuw czy pompownie, wyróżniają się tym, iż oprócz lokalnych oporów przepływu wykorzystują dodatkowo stratę energii związanej z ruchem wirowym. Mimo ich powszechnego stosowania, dla urządzeń tych brakuje metodyki wymiarowania opartej o zamkniętą teorię, będącą jednocześnie prostą matematycznie i odpowiednio dokładną fizycznie. Dostępne są jedynie proste metody empiryczne lub metody zaawansowane, wymagające stosowania metod numerycznych (CFD).

Opracowany model dla wirowych cylindrycznych regulatorów przepływu oparty jest o opis pola prędkości oraz ciśnienia. Określa on zależności pomiędzy parametrami geometrycznymi a hydraulicznymi tych urządzeń. Na jego podstawie opracowano niezależne opisy matematyczne dla regulatorów wirowych otwartych cylindrycznych oraz regulatorów wirowych zamkniętych cylindrycznych, umożliwiające w przystępny sposób ich wymiarowanie w oparciu o zależności hydrodynamiki i hydromechaniki.

W celu weryfikacji empirycznej wyników otrzymanych z opracowanego modelu teoretycznego, przeprowadzona została na stanowiskach laboratoryjnych seria badań regulatorów wirowych o różnych parametrach geometrycznych, podczas których mierzone były wydatek urządzenia w zależności od wysokości nadciśnienia wewnętrznego (regulatory zamknięte) lub wysokości spiętrzenia cieczy w cylindrze (regulatory otwarte). Wyniki przeprowadzonych pomiarów umożliwiły określenie przedziałów stosowalności opracowanego modelu matematycznego dla regulatorów otwartych oraz zamkniętych, w których otrzymywane wyniki są akceptowalne technicznie.

Dodatkowo opracowane zostały procedury wymiarowania regulatorów wirowych otwartych i zamkniętych, umożliwiające określenie parametrów geometrycznych urządzenia dla zadanego wydatku przy określonej wysokości piętrzenia cieczy, jak również działanie odwrotne, czyli określenie hydraulicznych parametrów pracy regulatorów o znanych wymiarach.

SUMMARY

The purpose of the thesis was to develop and verify the possibility of using the mathematical model of the dimensioning of vortex flow controllers, which are type of throttling devices. They are used both in drain and sewage systems. Compared to other flow limiting devices such as orifices, sluices or pumping stations, they are distinguished by the fact that except local flow losses they also use the energy loss associated with vortex motion. Despite of the common use of these devices, we lack methodology based on fully elaborated theory, which is both mathematically simple and physically accurate. Only simple empirical or advanced numerical methods (CFD) are available.

The developed model for vortex cylindrical flow regulators is based on the description of the velocity and pressure fields. It determines the relation between geometric and hydraulic parameters of these devices. Based on this model, two independent mathematical descriptions have been developed, one for open cylindrical flow regulators and another for closed cylindrical flow regulators, which allow easy dimensioning based on the relation between hydraulics and hydromechanics.

For the empirical verification of the results obtained from the developed theoretical model, a series of tests of vortex flow controllers of different geometrical parameters were carried out at laboratory stands, where the flow of the device was measured according to the level of the internal overpressure (closed regulators) or to the height of the liquid column in the cylinder (opened regulators). The results of the measurements made it possible to determine the application range of the developed mathematical model for open and closed regulators, in which the results obtained are technically acceptable.

In addition, procedures for dimensioning open and closed vortex flow controllers have been developed, which allow to determine the geometrical parameters of the device for a given flow rate at a particular height of the liquid elevation as well as the inverse operation, that determine the hydraulic operating parameters of regulators of known dimensions.