

Opis rozprawy

Imię i nazwisko autora rozprawy	Mgr inż. Waldemar Wodziak
Imię i nazwisko promotora rozprawy	Dr hab. inż. Marian Branny, prof. AGH
Wydział	Górnictwa i Geoinżynierii
Katedra	Górnictwa Podziemnego
Data obrony	2015
Tytuł rozprawy	Eksperymentalne i numeryczne badania przepływu powietrza w laboratoryjnym modelu wyrobiska ślepego z wentylacją tłoczącą
Język rozprawy	polski
Streszczenie rozprawy w jęz. polskim	<p>Celem rozprawy jest walidacja wybranych modeli turbulencji RANS (<i>Reynolds Averaged Navier Stokes</i>) przy przepływie powietrza przez laboratoryjny model wyrobiska ślepego z wentylacją tłoczącą oraz zbadanie, czy przepływ w strefie przodkowej ma zdolność samomodelowania. W warunkach rzeczywistych przepływy charakteryzują się liczbą Reynoldsa rzędu 10^5.</p> <p>W ramach pracy wykonano badania eksperymentalne oraz analizy numeryczne przepływu powietrza przez laboratoryjny model, odzwierciedlający strefę przodkową wyrobiska ślepego. Stanowisko pomiarowe jest geometrycznie przeskalowanym (1:10) i uproszczonym modelem obiektu rzeczywistego. Do pomiaru parametrów przepływu zastosowano metodę cyfrowej anemometrii obrazowej PIV (<i>Particle Image Velocimetry</i>). Zgromadzona tą drogą baza danych, zawierająca wyniki pomiarów składowych wektora prędkości, kinetycznej energii turbulencji, składowych naprężeń Reynoldsa oraz objętościowego natężenia przepływu posłużyła do walidacji wybranych modeli turbulencji RANS. Pomiary wykonano dla ustalonego i izotermicznego przepływu powietrza. Symulacje numeryczne przepływu, dla warunków identycznych jak w eksperymencie, wykonano przy użyciu pięciu modeli turbulencji: standardowego modelu k-ϵ, jego modyfikacji RNG k-ϵ i Realizable k-ϵ, modelu Spalarta-Allmarasa, modelu SST k-ω oraz modelu RSM (<i>Reynolds Stress Model</i>).</p> <p>Analizowano przepływ powietrza przy dwóch geometrycznych konfiguracjach stanowiska pomiarowego, różniących się odległościami (0.75m oraz 2m) wlotu strugi powietrza do układu (koniec lutniociągu) od ślepej ściany kanału (calizny przodka). Wykonano badania eksperymentalne przy trzech różnych strumieniach objętości strugi nawiewnej o liczbach Reynoldsa wynoszących 78 000, 108 000 i 180 000.</p> <p>W modelu laboratoryjnym wyrobiska ślepego, przy długości strefy przodkowej 0.75m wyznaczone numerycznie pola prędkości i kinetycznej energii turbulencji są jakościowo zgodne z wynikami pomiarów. Oszacowano błąd prognozy składowych wektora prędkości, kinetycznej energii turbulencji oraz naprężeń Reynoldsa. W modelu przy dwumetrowej długości strefy przodkowej, jakościowo zgodne z pomiarami jest jedynie pole prędkości wyznaczone przy użyciu modelu RSM. Pole prędkości obliczone przy użyciu pozostałych modeli turbulencji jest jakościowo zgodne ze zmierzonym jedynie w strefie</p>

	<p>kanału ślepego o długości (liczonej od wlotu strugi nawiewnej) nie większej od około 1.2m (model SST k-ω) do około 1.6m (model Standard k-ϵ).</p> <p>Wykazano, że przepływ powietrza przez laboratoryjny model kanału ślepego o przyjętej geometrii ma cechy przepływu samomodelującego. Wraz ze wzrostem liczby Reynoldsa w przepływie turbulentnym zwiększa się również stopień zgodności rozkładów względnej prędkości i unormowanych wielkości charakteryzujących turbulencję.</p>
<p>Tytuł i streszczenie rozprawy w jęz. angielskim</p>	<p>Experimental and numerical air flow studies in laboratory model of blind channel aired by forced ventilation system</p> <p>The aims of the dissertation are: validation of selected RANS turbulent models in air flow through laboratory model of a blind channel, aired by a forced ventilation system and investigation if air flow has self-modeling ability. In real conditions flows are characterized by Reynolds number about 10^5.</p> <p>In this work experimental and numerical investigations of fluid flow through laboratory model were made. Model reflects excavation system in heading zone aired by forced ventilation. Experimental setup is geometrically scaled (1:10) and simplified model of real object. Particle Image Velocimetry (PIV) method was used to measure velocity components. Database, containing measures of velocity vector components, turbulent kinetic energy, Reynolds stresses components and volumetric flow rate, was used to validate selected RANS models. The measurements were performed for the steady and isothermal flow. Numerical simulations were made at the same conditions as measurements for five turbulent models: Standard k-ϵ, its modifications: RNG k-ϵ and Realizable k-ϵ, Spalart-Allmaras model, SST k-ω model and Reynolds Stress Model (RSM). Two geometrical configuration (0.75m and 2m from velocity inlet to blind channel wall) of experimental setup were considered. Experimental investigations were made for three different supply air velocities ($Re_1=78000$ $Re_2=108000$ and $Re_3=180000$).</p> <p>In configuration with 0.75m heading zone calculated velocity fields and turbulent kinetic energy are qualitatively similar to experimental results. Forecast error of velocity vector component, turbulent kinetic energy and Reynolds stresses was estimated. In configuration with 2m heading zone measured velocity field is qualitatively compatible with velocity field obtained only with using RSM model. Velocity field calculated by other turbulence models is qualitatively compatible only in blind channel zone (from stream inlet) from 1.2m (model SST k-ω) to 1.6m (model Standard k-ϵ).</p> <p>It is proven that air flow through laboratory model of blind channel has self-modeling property. With increasing Reynolds number in turbulent flow, compatibility rate of distributions of relative velocity and normalized turbulent quantities also increases</p>

Waldemar Wadzinski