

Streszczenie

Niniejsza praca dotyczy zagadnienia regulacji wentylatora promieniowego. Potrzeba regulacji tego typu urządzeń, wynika ze zmiany punktu pracy, co wiąże się przeważnie z obniżeniem jego sprawności eksploatacyjnej. W dobie rosnących cen energii oraz wymagań środowiskowych dotyczących redukcji emisji, konieczne jest zapewnienie wentylatorów o wysokiej efektywności w szerokim zakresie eksploatacji.

Pierwsza część pracy została poświęcona opisowi dotychczas opracowanych metod regulacji wentylatorów promieniowych. W efekcie rozeznania literaturowego okazało się, że metoda polegająca na zmianie średnicy wirnika, zaadaptowana z pomp odśrodkowych, wymaga albo wymiany wirnika w całości, albo jego elementów. Co więcej, przegląd metod analitycznego przeliczania charakterystyki w tego typu przypadkach prowadzi do niejednoznaczności co do tego, które wzory i w jakich wypadkach powinny być wykorzystywane do takich obliczeń.

Przeprowadzone rozeznanie pozwoliło określić cele niniejszej rozprawy, tj.:

- 1) Opracowanie nowej metody regulacji.
- 2) Opracowanie modelu matematycznego dotyczącego nowej metody regulacji.
- 3) Walidacja ww. modelu na podstawie badań doświadczalnych i numerycznych oraz danych dostępnych w literaturze przedmiotu.

W celu realizacji ww. celów zaproponowano nową metodę regulacji, która została opatentowana (patent nr 234339 z lutego 2020 roku). Metoda ta polega na tym, że wirnik wentylatora składa się z dwuczęściowej łopatki. Przednia jej część jest stała i łączy tarczę nośną z pokrywą wirnika, zaś końcówka łopatki może się poruszać względem części stałej. W efekcie jest możliwe uzyskanie zmiany długości łopatki, a co za tym idzie średnicy wirnika. Regulacja może odbywać się za pomocą mechanizmu, który umożliwi dokonanie regulacji podczas ruchu wentylatora, jak i poprzez przestawienie łopatki podczas postoju.

Dalsza część pracy została poświęcona opracowaniu modelowi matematycznego w postaci wzorów umożliwiających przeliczenie charakterystyki spiętrzenia wentylatora z nową metodą regulacji, tj. wzorów (31) i (43). Wzory te zostały wstępnie zweryfikowane w celu oceny istotności poszczególnych członów, zwłaszcza równania do obliczenia spiętrzenia. Następnie przeprowadzono badania numeryczne i doświadczalne dwóch

wentylatorów. Wentylatora TES14-200, w którym aby zrealizować zmianę średnicy wirnika, wymieniano wirnik. Drugi wentylator został zaprojektowany jako prototyp w ramach projektu międzynarodowego CORNET EffiFan i był wyposażony w układ regulacji umożliwiający przestawianie ruchomej końcówki łopatki podczas ruchu. Wentylator ten bezpośrednio odpowiadał opisowi w ww. patencie.

Wyniki badań na obu wentylatorach pozwoliły uzyskać szereg danych do analizy zaproponowanego modelu matematycznego oraz porównania uzyskanych wyników z otrzymanymi w wyniku zastosowania zależności znanych z literatury. W efekcie przeprowadzonej walidacji okazało się, że nowy zestaw wzorów pozwala w dużym zakresie poprawić dokładność przeliczenia charakterystyki wentylatora po zmianie średnicy wirnika. Dotyczy to przede wszystkim zakresu charakterystyki, w którym sprawność wynosi minimum 60%. W tym wypadku poprawa dokładności wynosi nawet niemal 3% w przypadku wentylatora TES14, zaś w przypadku wentylatora z projektu EffiFan, niemal 1% w porównaniu z wynikami uzyskanymi za pomocą wzorów znanych z literatury.

Przeprowadzone badania pozwoliły także określić zakres regulacji, który w odniesieniu do spiętrzenia wynosi do ok. 40% przy zmianie średnicy w zakresie 20%, zaś przy zmianie jej do 40%, zakres regulacji wynosi już 60,4% i jest zależny od geometrii wirnika.

Abstract

Thesis title: *Evaluation of the impact of selected geometrical parameters of a centrifugal fan with a new regulation method on its characteristics*

Presented thesis is focused on the regulation of centrifugal fan. In recent years demands regarding more efficient and more ecological friendly solution are sought. It is result not only of the political decisions but also economic reasons due to growing energy costs. This was the main reason for the realization of the presented work.

In the first paragraphs wide literature survey of the regulations method of centrifugal fans has been conducted. As a result, blank spaces and misleading information in case of regulation of centrifugal fan by diameter change were underlined. Thanks to this, three goals of the work have been defined:

- 1) Development of the new regulation method.
- 2) Development of the mathematical model as a set of formulas to calculate pressure curve in case of fan with new regulation method.
- 3) Examination of these formulas with use of numerical and experimental investigations.

The work has been carried out in accordance with the following plan. Firstly, the new regulation methods has been developed. It was described and registered in Polish Patent Office, and finally in February 2020, patent no. 234339 has been published. The new regulation method is an extension of regulation by change of the diameter. In the new solution the impeller of the centrifugal fan is equipped with the blade divided into two parts, one fixed and the second movable. Thanks to the movement of the movable blade, the blade length and as a result impeller diameter can be changed. Such solution can be realized with use the of adjusting mechanism as well as during standstill of the fan. In such cases it is important to have an analytical description than can be used to calculate fan performance curves when impeller diameter is changed. Because of that, mathematical model as a set of analytical formulas to recalculate fan pressure curve has been developed.

In order to validate proposed mathematical model, numerical and experimental tests (according to DIN 24 163 and ISO 5801) have been carried out. It was performed with use of two fans. The first was TES14-200 where change of the blade length and diameter is realized

by impeller replacement. The second fan was a prototype fan built within CORNET EffiFan project and it was the fan with movable blade and adjusting mechanism to change blade length.

The results of conducted investigations and further data analysis proved that the new proposed equations, no. (31) to calculate flow rate and (43) to calculate fan pressure rise, give more accurate results compared to results of measurement done with standardized airways. It is better visible in range of the fan pressure curve within area of the minimal efficiency of at least 60%. Within this range, in case of fan TES14-200, accuracy is even 3% and for the fan from EffiFan project it is about 1%. In most cases obtained results are even few percentage more precise than in cases when currently known formulas are used. This was proved by data gathered during conducted investigations, but also with the use of the data available in the literature.

What is more, received results showed that diameter change of about 20% gives regulation range regarding pressure between 26% and 36%. When diameter is changed within range 40%, regulation range is about 60%. It depends on the impeller shape and dimensions.