

Stefan NAJDECKI
Arkadiusz NICIŃSKI

Instytut Maszyn Przepływowych
Politechniki Łódzkiej

NOWA KONSTRUKCJA POMPY O SWOBODNYM PRZEPLYWIE

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyznaczone eksperymentalnie rozkłady parametrów lokalnych płynu w komorze pompy o swobodnym przepływie. Zaproponowano nową konstrukcję kanałów przepływowych pompy pozwalającą na uzyskanie wysokiej sprawności pompy oraz nieprzeciążalnej charakterystyki poboru mocy. Cechy te gwarantują maksymalne wykorzystanie mocy zainstalowanego silnika oraz możliwość pracy w całym zakresie zmian wydajności. Przedstawiono eksperymentalne charakterystyki nowej konstrukcji.

1. Wstęp

Pomimo iż pompy o swobodnym przepływie budowane są od ponad 30 lat nie ma w literaturze metody obliczeń uwzględniającej w dostatecznym stopniu rzeczywiste zjawiska przepływowe.

Empiryczne metody Rütshiego [1], Grabowa [2], Rokity [3] nie pozwalają na uogólnienie i są przydatne jedynie dla pomp podobnych geometrycznie i podobnych wielkości. Wyniki obliczeń wg każdej z tych metod różnią się znacznie między sobą i odbiegają od wyników eksperymentalnych. Istnieje więc konieczność badania rzeczywistej struktury w pompie aby umożliwić stworzenie metody opartej o fizykę zjawisk, która pozwalałaby na optymalizację konstrukcji oraz powstawanie konstrukcji o specjalnych wymaganiach.

Badania takie podjęto w IMP PL w związku z opracowywaniem nowej konstrukcji pompy zatapialnej PK-80BS produkcji Zabrzeżskiej Fabryki Maszyn Górniczych. Wymagania stawiane nowej pompie obejmowały zarówno wysoką sprawność, jak również nieprzeciążalną charakterystykę poboru mocy. Charakterystyka taka jest wymagana w przypadku przenośnych pomp zatapialnych z uwagi na dążenie do maksymalnego wykorzystania mocy dyspozycyjnej silnika w całym zakresie pracy pompy.

Budowane dotychczas pompy o swobodnym przepływie mają ze swej natury stale rosnące charakterystyki mocy.

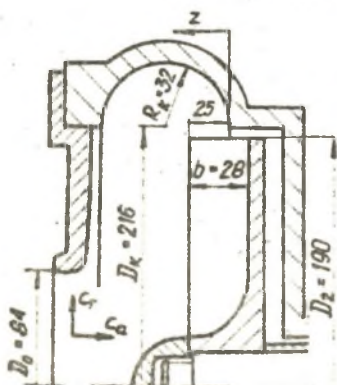
* - nieprzeciążająca silnika charakterystyka poboru mocy przez pompę

2. Badania przepływu w komorze pompy

W ramach prowadzonych w IMP PŁ prac nad pompą PK-80BS wykonano badania parametrów lokalnych płynu w komorze pompy o swobodnym przepływie.

Na rys. 1 przedstawiono geometrię badanej pompy. Wirnik o ośmiu promieniowych łopatkach był częściowo wysunięty w obszar komory pompy. Pomiarzy przeprowadzono na wodzie przy częstości obrotów $n = 1450 \frac{\text{obr}}{\text{min}}$ i trzech wydajnościach stanowiących 32,9; 100 i 116,9% wydajności optymalnej wynoszącej $V_n = 18,33 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$. Zastosowanie pięciotworkowej sondy ciśnieniowej pozwalało na określenie zarówno pól prędkości jak i ciśnień. Sondowanie odbywało się w siedmiu płaszczyznach prostopadłych do osi pompy.

Rysunek 2 pokazuje przykładowo otrzymane dla wydajności optymalnej rozkłady prędkości płynu, natomiast rys. 3 rozkłady ciśnienia statycznego.



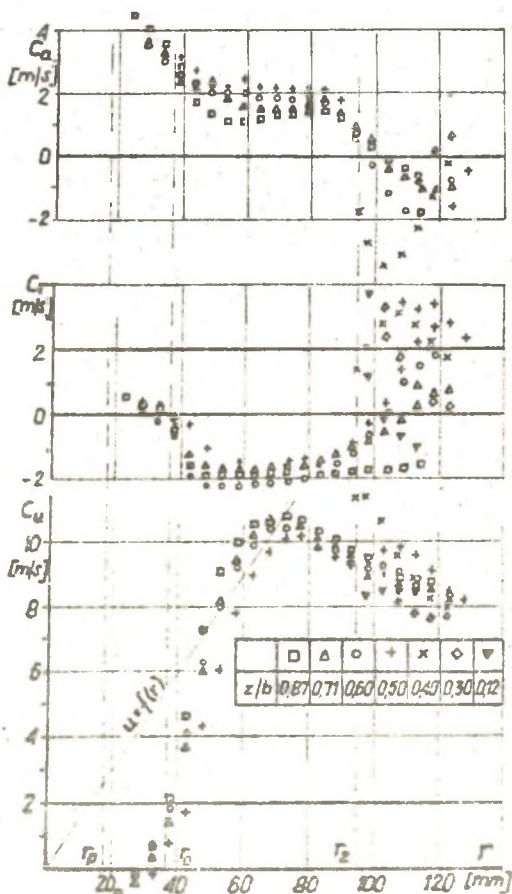
Rys. 1. Geometria badanej pompy

Dodatni zwrot składowej promieniowej i osiowej jest zgodny z przedstawionym na rys. 1.

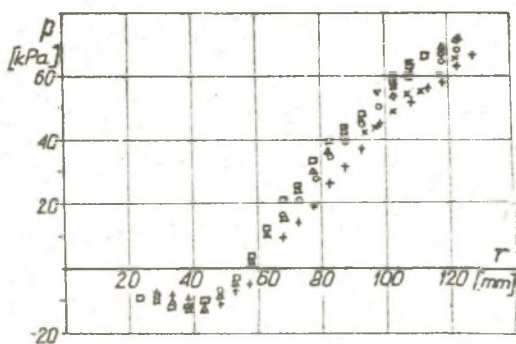
Na rys. 4 przedstawiono jakościowy obraz przepływu czynnika w przekroju merydionalnym dla trzech badanych wydajności.

Z wykresów wynika, że na przepływ w pompie składają się dwa zasadnicze strumienie: strumień przepływający przez pompę i strumień recyklujący. W omawianym przypadku przy wydajności pompy $V/V_n = 100$ strumień wypływający z pompy stanowi

około 32% całości wody dopływającej do wirnika. Przy wydajności



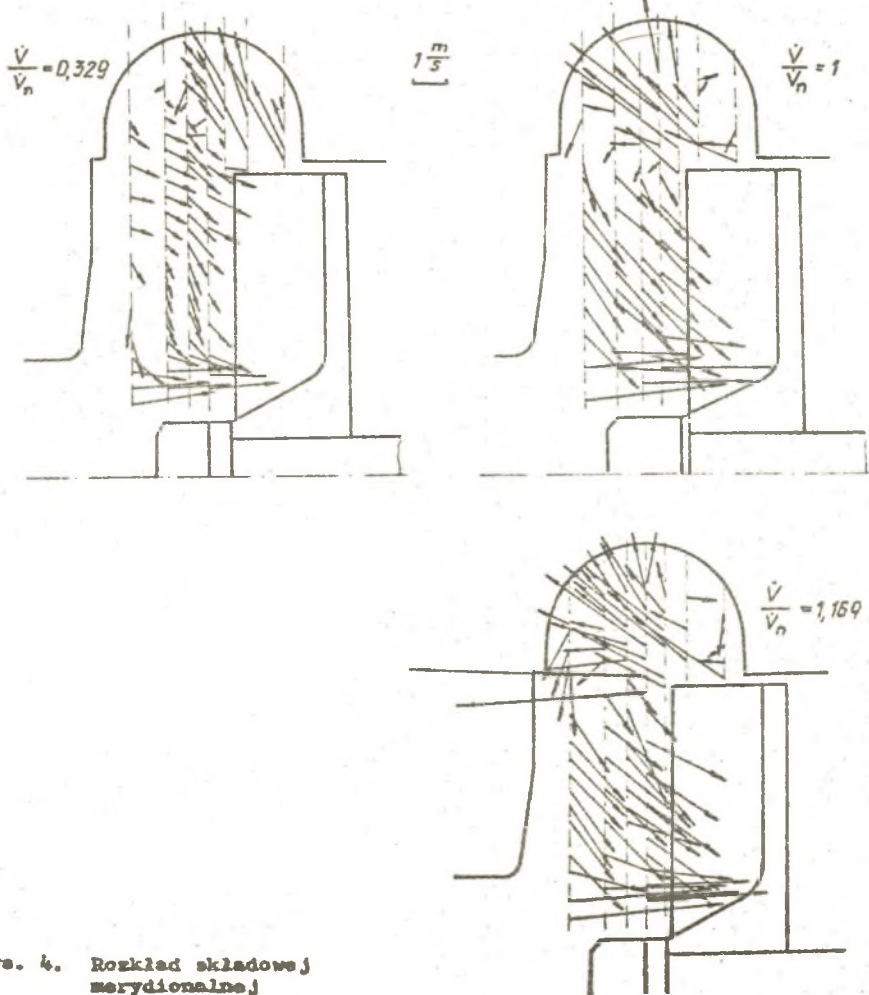
Rys. 2. Rozkład prędkości płynu
 $V/V_n = 1$



Rys. 3. Rozkład ciśnienia statycznego
 $V/V_n = 1$

$V/V_n \sim 33\%$ na strumień wypływający przypada zaledwie 18% strumienia dopływającego do wirnika. Jest to główna przyczyna niskiej sprawności pomp tego typu.

Centrum wiru recykulującego przypada przy $z/b \sim 0,5$ na wysokości średnicy zewnętrznej. W rezultacie dopływ do wirnika odbywa się na całej powierzchni czołowej, a wypływ jedynie na średnicy zewnętrznej. Wraz ze wzrostem wydajności centrum wiru nieznacznie



Rys. 4. Rozkład składowej merydionalnej

przesuwa się w kierunku osi pompy.

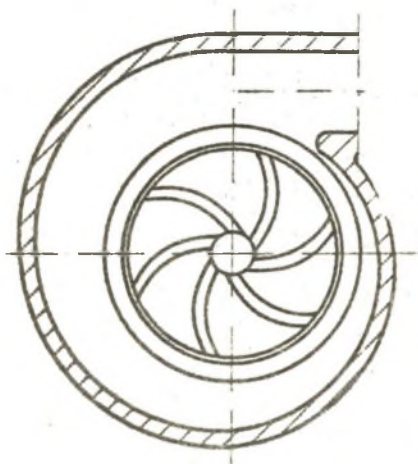
W pewnym obszarze strumień recykulujący osiąga prędkość obwodową c_u większą niż prędkość wirnika u na tym samym promieniu, a więc na pewnym odcinku wirnik napędzany jest przez czynnik.

Na wlocie do komory bezłopatkowej strumień przepływający jest spychany przez strumień recykulujący w kierunku osi pompy. Jednocześnie następuje przewężenie przekroju przez wystającą piastę wirnika, co powoduje silne przyspieszenie czynnika przed wejściem na łopatki. W okolicy piasty można zaobserwować pewne zawirowanie w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów wirnika. Jest ono na tyle znaczne, że nie można tego przypisać błędowi pomiaru.

Z uwagi na ukośny kierunek wypływu z wirnika tworzy się nad nim wir, którego wielkość zależy od stopnia wysunięcia wirnika.

3. Nowa konstrukcja pompy PK-80BS

Szczegółowa analiza obrazu przepływu w komorze pompy doprowadziła do powstania nowej konstrukcji przedstawionej schematycznie na rys. 5.



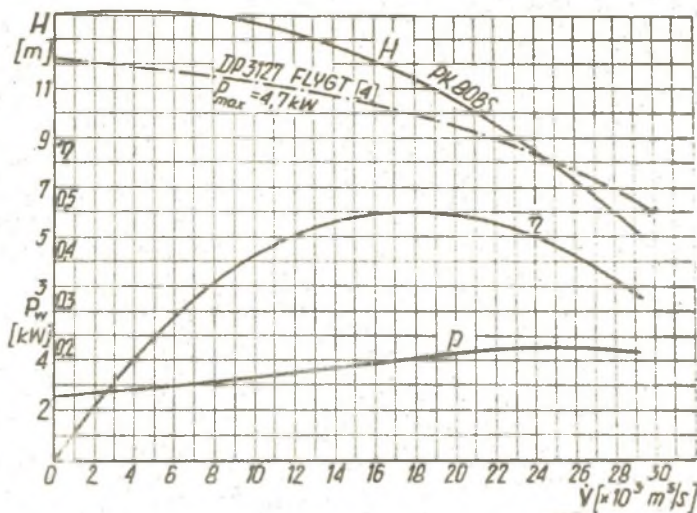
Uznawane dotychczas za najsprawniejsze łopatki promieniowe zastąpiono nowymi o specjalnie dobranym kształcie. Powszechnie stosowany dotychczas kanał zbiorczy o stałym przekroju zastąpiono obszernym kanałem spiralnym.

W efekcie powstała konstrukcja uzyskująca wysoką sprawność, a jednocześnie umożliwiającą maksymalne wykorzystanie mocy zainstalowanego silnika.

Parametry przepływowe (rys. 6) nowej pompy PK-80BS zdecydowanie przewyższają osiągnięcia pompy podobnej wielkości, znanej na polskim rynku firmy FLIGT. Moc dyspozycyjna silnika pompy DP 3127 wynosi 4,7 kW, natomiast pompy PK-80BS 4,5 kW.

Rys. 5. Nowa konstrukcja pompy PK-80BS

Pompa DP 3127 posiadająca stale rosnącą charakterystykę poboru mocy osiąga moc dopuszczalną przy wydajności $V = 30 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}$. W tym miejscu następuje zadziałanie wyłącznika i przerwanie pracy pompy. Wady tej nie posiada proponowana wersja PK-80BS z uwagi na nieprzeciążalną charakterystykę poboru mocy, która umożliwia jej pracę w całym zakresie zmian wydajności.



Rys. 6. Charakterystyki nowej pompy PK-80BS oraz pompy DP 3127 firmy FLYGT [4]

Literatura

- [1] Rättschi K.: Die Arbeitsweise von Freistrompumpen. Schweizerische Bauzeitung, 86, 1966, Heft 32, s. 575 + 582.
- [2] Grabow G.: Pumpen zur Förderung von Flüssigkeiten nach dem Peripheral-, Wemco- und Turo-Prinzip. Pumpen und Verdichter-Information, 1965, Heft 2, s. 19 + 26.
- [3] Rokita J.: Dobór geometrycznych cecń konstrukcyjnych pomp o swobodnym przepływie w szerokim zakresie wyróżników szybkoobrotowości. Gliwice, Politechnika Śląska, Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych. 1961.
- [4] Pompy zanurzone z silnikami pogrązalnymi oraz mieszadła/wirownice produkcji Firmy Flygt. Katalog.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Maciej ZARZYCKI

Wpłynęło do Redakcji 1987.04.21

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ НАСОСА СВОБОДНОГО ТЕЧЕНИЯ

Резюме

В статье представляются экспериментально определенные поля скоростей (рис. 2) и давлений (рис. 3) в насосной камере насоса свободного течения. Геометрию исследуемого насоса показано на рис. 1.

Эти данные дали возможность разработать новую геометрию крестовины (рис. 5) обеспечивающую высокую производительность насоса и неперегружаемую характеристику расхода мощностей. Эти признаки обеспечивают максимальное использование мощности смонтированного двигателя и возможность работы в полном пределе изменений производительности.

Представлены экспериментальные характеристики новой конструкции сравняя их с характеристиками насоса традиционной конструкции фирмы FLYGT (рис. 6).

THE NEW CONSTRUCTION OF A VORTEX PUMP

Summary

The paper presents the experimentally determined velocity field (fig. 2) and pressures field (fig. 3) in the chamber of a vortex pump. The geometry of the tested pump is shown in fig. 1.

These data allowed to work out the new geometry of an impeller (fig. 5) permitting to obtain high efficiency of the pump and non-overloading power consumption characteristic. Those qualities guarantee maximal utilization of the power of the installed motor as well as the possibility of work in the full range of flow rate changes.

Experimental characteristics of the new construction presented in comparison with the characteristics of a traditionally constructed pump by the firm FLYGT (fig. 6).