

О. С. Вахрушева

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКА В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ВЫСОКОНАПОРНОЙ ГИДРОТУРБИНЫ

Представлены результаты расчетного исследования пространственного турбулентного потока жидкости в проточной части высоконапорных гидротурбин. Приведены результаты расчета пространственной структуры потока и потерь энергии в подводящей части радиально-осевой гидротурбины

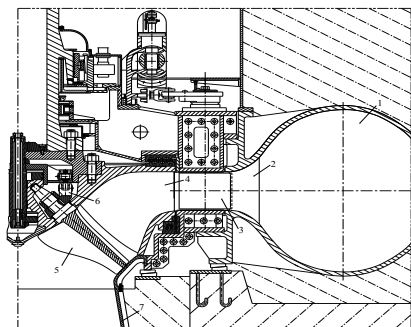
**Ключевые слова:** математическая модель, радиально-осевая гидротурбина, потери энергии

## 1. Вступление

Одной из важнейших проблем современной гидроэнергетики, связанной с повышением экономичности гидроэлектрических станций, является создание новых типов гидросилового оборудования высокой и сверхвысокой быстроходности с хорошими энергетическими и кавитационными качествами, увеличение диапазона применимости быстроходных агрегатов на более высоких напорах, увеличение предельной мощности агрегатов.

## 2. Основная часть

На рис. 1 представлена конструктивная схема высоконапорной радиально-осевой гидротурбины со сдвоенной лопастной системой. При работе гидротурбины на режимах отличных от оптимального возрастают потери энергии, среди которых циркуляционные потери являются одними из существенных. Поворотные лопасти рабочего колеса второго ряда способствуют уменьшению этих потерь и стабилизируют поток в нем. В качестве механизма поворота выходных элементов используется, механизм поворота, применяемый на диагональных рабочих колесах.

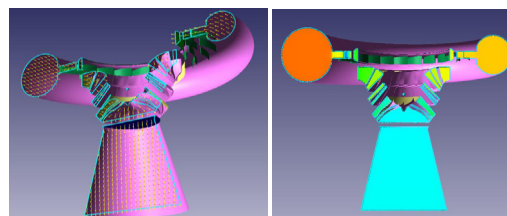


**Рис. 1.** Высоконапорная радиально-осевая гидротурбина  
1 – спиральная камера; 2 - статор; 3 - направляющий аппарат; 4 – жестко закрепленные лопасти рабочего колеса; 5 - поворотные лопасти диагонального типа; 6 - механизм поворота лопастей диагонального типа

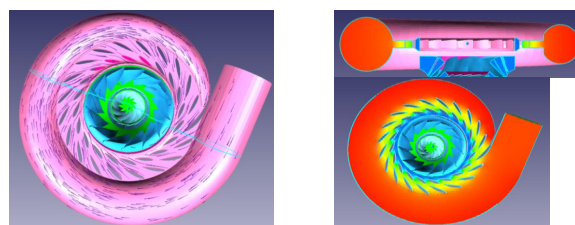
Таким образом, применение двухрядной лопастной системы с поворотными лопастями второго ряда существенно улучшает эксплуатационные характеристики такой гидротурбины по расходам и напорам. Технический результат достигается тем, что турбина оснащена рабочим колесом с двухрядной лопастной системой с поворотными лопастями второго ряда, и содержит дополнительный направляющий аппарат с поворотными или неподвижными лопатками, расположенный между двумя лопастными системами рабочего колеса [1, 2].

## 3. Результаты исследования

Расчетные исследования выполнены для пяти открытий н.а. первого лопастного ряда и одного открытия н.а. второго лопастного ряда рабочего колеса [3]. В результате расчетных исследований данной проточной части получены поля скоростей, изолинии статического и полного давлений (рис. 2, 3). Для каждого из элементов подводящей части первого лопастного ряда рассчитаны потери энергии и коэффициенты сопротивлений [5].

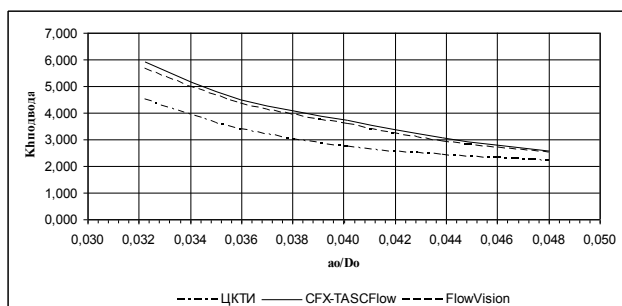


**Рис. 2.** Распределение скоростей и давлений в меридиональной плоскости РОД400



**Рис. 3.** Поле скоростей и давлений в подводе РОД400 гидротурбины

Потери энергии в подводящих элементах проточной части первого лопастного ряда РОД гидротурбины были определены с помощью комплексов программ ЦКТИ, FlowVision и CFX-TASCflow [4]. Потери энергии в решетках н.а. и статора, полученные при помощи двухмерного метода расчета течения жидкости находились как сумма потерь энергии различных категорий потерь (профильных, ударных, кромочных и концевых)[6, 7].



**Рис. 4.** Сравнение расчетных значений коэффициентов сопротивлений подвода первой лопастной системы гидротурбины

На рис. 4 представлены графики изменений коэффициентов сопротивлений подводящей части первого лопастного ряда от относительного открытия н.а.  $a_{отн} = a_0/D_0$  рассчитанных при помощи двумерных и трехмерных методов расчета.

Выполненные расчетные исследования течения жидкости и определение коэффициентов сопротивлений в элементах проточной части высоконапорной гидротурбины с помощью комплекса программы FlowVision позволили получить информацию о структуре потока и уточнить коэффициенты сопротивлений элементов проточной части данной гидротурбины, а также наметить пути совершенствования ее проточной части.

**Литература**

1. Потетенко, О.В. Высоконапорная радиально-осевая гидротурбина [Текст] / О.В. Потетенко, С.М. Ковальов, В.Е. Дранковський // Декларацийний патент на корисну модель UA14284. – Оpubл 15.05.2006, Бюл. №5.
2. Потетенко, О.В. Высоконапорная радиально-осевая гидротурбина [Текст] / О.В. Потетенко, С.М. Ковальов // Патент на винахід UA85237. – Оpubл. 12.01.2009, Бюл. №1.
3. Сухоребрый П.Н. Характеристики пространственного турбулентного потока и потери энергии в элементах проточной части гидротурбины РО500 [Текст] / П.Н. Сухоребрый, В.В. Барлит, В.Э. Дранковский, В.С. Рао, Л.К. Харвани // Пробл. машиностроения. 2004. – Т. 7. – № 3. – С.13-20.
4. Кочевский, А.Н. Расчет внутренних течений в каналах с помощью программного продукта FlowVision [Текст] / А.Н. Кочевский // Вестник Сумского университета. – Сумы, 2004. – № 2(61). – С. 25–36.
5. Скороспелов, В.А. Численное моделирование течения во всей проточной части гидротурбины [Текст] / В.А. Скороспелов, П.А. Турук, С.Г. Черный // Тр. междунар. конф. RDAMM-2001.– 2001. – Т. 6, ч. 2. – С. 570–584.

6. Аксенов А.А. Программный комплекс FlowVision для решения задач аэродинамики и тепломассопереноса методами численного моделирования [Текст] : сб. докладов / А.А. Аксенов, А.В. Гудзовский // Третий съезд Ассоциации инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике (АВОК), 22-25 сент. 1993, Москва. – С. 114-119
7. Барашков, С. FlowVision – Современный инженерный инструмент в исследовании газодинамических характеристик компрессоров (часть 1) [Текст] / Барашков С., Шмелев В.В.// САПР и графика.– Москва, 2004, №12. – С. 44–48.

**ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ПОТОКУ В ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ВИСОКОНАПІРНОЇ ГІДРОТУРБИНИ**

**О. С. Вахрушева**

Представлені результати розрахункового дослідження просторового турбулентного потоку рідини в проточній частині високонапірних гідротурбін. Наведено результати розрахунку просторової структури потоку та втрат енергії в підвідній частині радіально-осьової гідротурбіни

**Ключові слова:** математична модель, радіально-осьова гідротурбіна, втрати енергії

*Ольга Сергіївна Вахрушева, молодший науковий співробітник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» кафедра «Гідравлічні машини», e-mail: seasparrow09@rambler.ru*

**DETERMINING THE STRUCTURE OF THE FLOW IN A FLOW OF HIGH PRESSURE TURBINE**

**O. Vahrusheva**

The results of the current study the spatial turbulent fluid flow in a flow of high-pressure turbines. The results of calculation of the spatial structure of flow and energy losses in the supply of the radial-axial turbines

**Keywords:** mathematical model, the radial-axial turbine, the energy loss

*Olga Vahrusheva, Junior Researcher, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of «Hydraulic Machines», e-mail: seasparrow09@rambler.ru*