

Численное моделирование гидродинамики и оптимизационное проектирование горизонтальных ПЛ турбин

ЛЮТОВ АЛЕКСЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ

Институт вычислительных технологий СО РАН (Новосибирск), Россия

e-mail: lyutov.alexey@gmail.com

Аннотация

Тенденции роста требований к техническим характеристикам гидротурбин обуславливают актуальность обобщения и дальнейшего развития методов решения прямых и обратных задач гидродинамики турбин. Существует множество работ по методикам расчета течения в радиально-осевых (РО) и вертикальных поворотно-лопастных (ПЛ) турбинах. Однако при этом мало работ посвящены моделированию течения в горизонтальных ПЛ турбинах, предназначенных для работы на низких напорах (3-15м).

В связи с большей быстроходностью, горизонтальные ПЛ турбины оказываются более требовательными к вычислительному алгоритму, постановке задачи, учету потерь в отсасывающей трубе и на выходе из неё. В настоящей работе, методика решения прямых и обратных 3D задач гидродинамики ПЛ и РО турбин [1], использована для расчета течения в ряде горизонтальных ПЛ турбин. Решения осреднённых по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса несжимаемой жидкости осуществляется с помощью метода искусственной сжимаемости. Дискретизация уравнений ведётся с помощью неявного метода конечных объёмов. Рассмотрены проблемы прогнозирования КПД, расхода, кавитационных свойств. Проведено сравнение численных расчётов в различных постановках с экспериментальными данными.

Представлены постановки для решения задачи оптимизационного проектирования формы лопасти рабочего колеса. Целью задачи проектирования является обеспечение высокого КПД в широком диапазоне расходов при выполнении кавитационных ограничений. Оптимизация производится с помощью перебора множества вариантов геометрий лопасти РК, для каждой из которых необходимо провести расчет и анализ 3D поля течения. Вариация лопасти осуществляется при помощи 24 параметров, отвечающих за изменение срединной поверхности и RZ проекции лопасти. Приводятся результаты решения задачи двухрежимной оптимизации формы РК при помощи многообъектного генетического алгоритма.

Показана необходимость учёта потерь энергии на выходе из ОТ. Продемонстрированы преимущества оптимизации с учетом зависимости КПД от расхода на режиме максимальной мощности.

Список литературы

- [1] С. Г. Чёрный, Д. В. Чирков, В. Н. Лапин, В. А. Скороспелов, С. В. Шаров: Численное моделирование течений в турбомашинах. — Новосибирск: Наука, 2006. — 202 с.