

Численное моделирование пульсационных процессов в проточном тракте ГЭС в режимах максимальной нагрузки

ПАНОВ ЛЕОНИД ВЛАДИМИРОВИЧ

Институт вычислительных технологий СО РАН (Новосибирск), Россия

e-mail: panovleonid62007@yandex.ru

ЧИРКОВ ДЕНИС ВЛАДИМИРОВИЧ

Институт вычислительных технологий СО РАН (Новосибирск), Россия

ЧЕРНЫЙ СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ

Институт вычислительных технологий СО РАН (Новосибирск), Россия

ПЫЛЁВ ИГОРЬ МИХАЙЛОВИЧ

ОАО «Силовые машины», филиал ЛМЗ (Санкт-Петербург), Россия

Аннотация

Известно, что кавитация наиболее интенсивна в режимах неполной и максимальной нагрузки. В режимах максимальной нагрузки в проточном тракте гидротурбины имеют место пульсации давления, расхода, энергии потока, которые распространяются по всему проточному тракту и в водоводе. На сегодняшний день основной подход к моделированию продольных пульсаций основан на решении одномерных уравнений гидроакустики [1]. Существенные недостатки данного одномерного подхода: неточность и неоднозначность в определении параметров, описывающих кавитацию; не учитывается сложная геометрия проточного тракта.

В настоящей работе предложен и протестирован метод для моделирования продольных пульсаций в проточном тракте ГЭС. Подход основан на гибридной 1D-3D модели течения в области водовод-турбина. В области водовода решаются одномерные уравнения гидроакустики без учета трения. В области турбины решаются

трехмерные уравнения турбулентного движения изотермической сжимаемой смеси жидкость-пар. Предполагается, что скорости жидкой и паровой фазы совпадают, а кавитация описывается уравнением переноса жидкой фазы с источником членом, отвечающим за парообразование и конденсацию.

В работе проведено моделирование пульсационных процессов в двух радиально-осевых гидротурбинах. Для обеих гидротурбин в проточном тракте образовались сильные пульсации давления, расхода, полной энергии потока. Полученные результаты качественно и количественно согласуются с экспериментом. Исследовано влияние физических и численных параметров – расхода жидкости, числа кавитации, длины водовода, шага по времени на решение. Отметим, что расчёт течения по модели несжимаемой жидкости, не позволяет получить подобные пульсации.

[1] Nicolet C. Hydroacoustic modelling and numerical simulation of unsteady operation of hydroelectric systems PhD Thesis (EPFL № 3751,

<http://library.epfl.ch/theses/?nr=3751>),
2007