

Численное моделирование нестационарных процессов в гидротурбине

1. Состав коллектива исполнителей

Щербаков П.К., Чирков Д.В.

Контактное лицо: Щербаков Павел Константинович, ldoffys@gmail.com.

2. Научное содержание работы

2.1. Постановка задачи

Наличие ротора в проточной части гидротурбины делает все процессы, происходящие в ней заведомо нестационарными. На режимах неполной нагрузки ($Q < Q_{\text{опт}}$) из-за неустойчивости осесимметричного закрученного потока на выходе из рабочего колеса (РК) в конусе отсасывающей трубы (ОТ) возникает вихревой жгут. Он оказывает существенное влияние на конструкцию гидротурбины, прецессируя с течением времени. Для моделирования этого явления используется средства программного комплекса ANSYS.

2.2. Современное состояние проблемы

Было проведено исследование зависимости частоты и амплитуды пульсаций давления от размера сетки, характера сгущения, используемых моделей турбулентности, шага по времени и прочих внутренних параметров алгоритма.

2.3. Подробное описание работы, включая используемые алгоритмы

Используется программный комплекс ANSYS CFX.

Сначала производится стационарный расчет в приближении «замороженного» РК. Затем результаты этого расчета используются в качестве начальных данных для нестационарного расчета, учитывающего положение ротора и статора относительно друг друга в каждый момент времени.

2.4. Полученные результаты

За прошедший период работы на кластере были проведены расчеты для двух ГЭС: Бурейской и Фангут. Было рассмотрено несколько режимов работы, на каждом из которых был получен спектр пульсаций давления (Рисунок 2.1), форма вихревого жгута и его характер прецессии с течением времени.

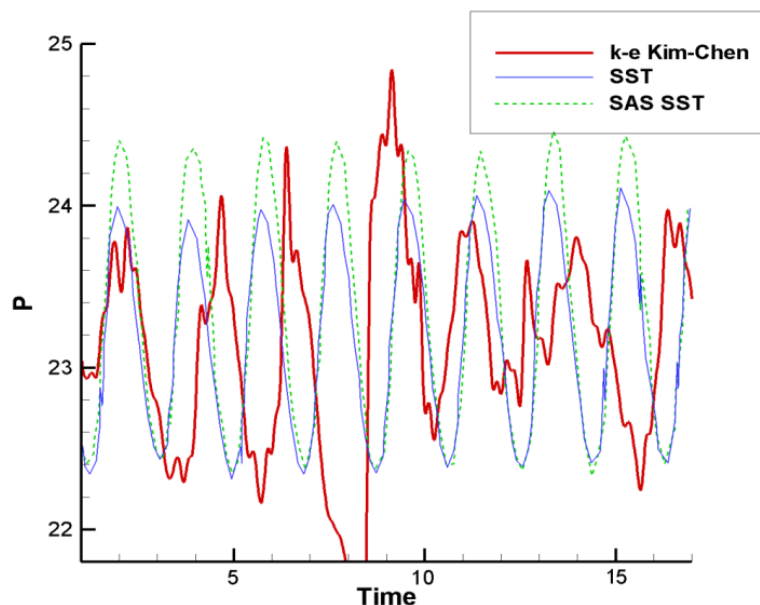


Рисунок 2.1 Зависимость пульсаций давления на стенке конуса ОТ от времени при использовании различных моделей турбулентности

3. Эффект от использования кластера в достижении целей работы

Моделирование вихревого жгута требуется крайне подробной сетки и, как следствие, при расчете необходимо использовать параллельные алгоритмы.

Параллельная реализация численного алгоритма позволяет значительно сократить расчетное время, ускорение при этом имеет следующий характер (Рисунок 3.1).

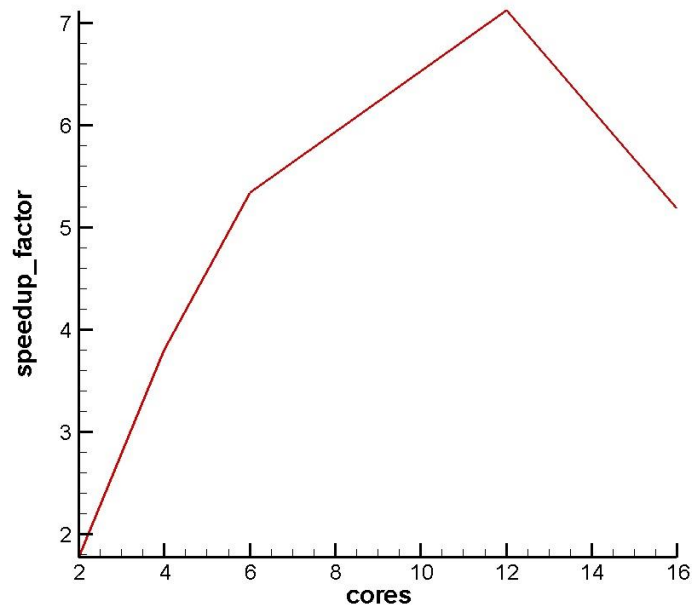


Рисунок 3.1 Зависимость ускорения от числа ядер.