## Лабораторная работа № 6

**РАБОТА ВОДЯНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА**

**Цель работы**:

1. моделирование течения вязкой несжимаемой жидкости в корпусе центробежного насоса;
2. нахождение полного напора центробежного насоса и границ применимости теоретического расчета по уравнению Эйлера.

Теоретическая часть

В центробежных насосах перемещение жидкости осуществляется под действием центробежных сил (рис. 31, *а*). При вращении рабочего колеса *1* жидкость начинает вращаться вместе с колесом и приобретает при этом значительную кинетическую энергию. Затем под действием центробежной силы жидкость перемещается из центральной части насоса вдоль лопаток к корпусу *2*, выполненному в виде спирального отвода, где происходит преобразование кинетической энергии потока в потенциальную. Затем жидкость поступает в нагнетательную линию *3*. Дальнейшее заполнение насоса осуществляется из всасывающей линии *4* за счет вакуума, который образуется во входной части насоса.

 

*а б*

Рис. 31

Действительный напор, создаваемый насосом, можно определить по формуле

,

где υ1, υ2 − средняя абсолютная скорость потока на входе и на выходе из рабочее колесо, м/с; *p*1, *p*2 – давление потока на входе и на выходе из рабочего колеса, Па; ρ − плотность жидкости, м3/с.

Действительный напор всегда меньше теоретического из-за конечного числа лопаток и потерь на преодоление гидравлических сопротивлений при движении жидкости в насосе.

Основное уравнение центробежного насоса (уравнение Эйлера), определяющее связь между теоретическим напором и кинематическими показателями потока жидкости протекающей через рабочее колесо, имеет вид

,

где υ  абсолютная скорость движения частиц жидкости между лопатками, которую можно определить как векторную сумму ее составляющих (рис. 31, *б*) ; *u* – окружная скорость, или скорость переносного движения, т. е. скорость, с которой жидкость вращается вместе с рабочим колесом (направлена по касательной к окружности в сторону вращения ); *w* – относительная скорость, т. е. скорость движения частиц жидкости относительно лопаток рабочего колеса (направлена по касательной к лопатке рабочего колеса от центра к окружности); α – угол между направлениями абсолютной и переменной скоростей.

Данное уравнение При осевом подводе жидкости к рабочему колесу . Тогда теоретический напор рабочего колеса

,

, ,

где *Q*  подача насоса, м3/c; *S*вых  площадь сечения на выходе из рабочего колеса, м2; *D*  диаметр рабочего колеса, м; *n*  частота вращения рабочего колеса, с1.

Тогда к.п.д. насоса равен

.

**Постановка задачи***.*

Наружный диаметр рабочего колеса *d* = 0,4 м, частота вращения *n* = 1500 об/мин. Плотность воды ρв = 1000 кг/м3, динамическая вязкость  кг/(м⋅с). Подача воды *Q* = 0,03 + 0,001 *N* м3/с.

**Моделирование**

В этом примере моделируется турбулентное вязкое движение несжимаемой жидкости между лопатками вращающегося ротора.

Геометрия  Rotor\_whole.wrl (рис. 32, *а*). Размеры расчетной области 0,1×0,1×0,2 м.

 

*а б*

Рис. 32

1. В окне Выбор модели: **Модель**  **Несжимаемая жидкость**, уравнения  Скорость и Турбулентность.
2. Начальные значения: Пульсация = 0,01; Масштаб турбулентности, м = 0,01;
3. Вещество0: Плотность = 1000 кг/м3; Молекулярная Вязкость = 0,001 кг/(м⋅с).
4. Задайте параметры в окне свойств **Движение** (рис. 32, *б*).
5. Граница 1: тип  Вход/Выход; **Скорость**, Тип граничного условия  Нормальная скорость, Скорость = *Q*/ *S* м/с; **ТурбЭнергия**, Тип граничного условия  Пульсация, Пульсация = 0,01; **ТурбДиссипация**, Тип граничного условия  Масштаб турбулентности, Масштаб = 0,01 м (1/10 диаметра канала).

Граница 2: тип  Стенка; **Скорость**, Тип граничного условия  Вращающаяся стенка, логарифмический закон, Шероховатость = 0; **ТурбЭнергия**, Тип граничного условия  Значение в ячейке рядом со стенкой; **ТурбДиссипация**, Тип граничного условия  Значение в ячейке рядом со стенкой.

Граница 3: тип  Свободный Выход; **Скорость**, Тип граничного условия  Нулевое давление/Выход; **ТурбЭнергия**, Тип граничного условия  Нулевой поток; **ТурбДиссипация**, Тип граничного условия  Нулевой поток.

1. Задайте начальную расчетную сетку 30×30×16.
2. Задайте на закладке **Шаги**: поставьте метку в поле **Фикс.шаг**, **Фикс.шаг** = 0,0001 с.
3. Выполните предварительный и окончательный расчет задачи.

### Представление и анализ результатов

1. Создайте слои: характеристики для Давления, вектора для Отн. скорости.

3. Определите к.п.д. насоса