

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «FLOW VISION» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНОГО ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ НАСОСОВ

Алымов А.Г.,
Дормидонтов Д.В.
ФГУП «ОКБМ им. И.И. Африкантова»

Как показал опыт работ, проводимых в ОКБМ, программный комплекс Flow Vision способен решать ряд задач связанных с расчетом проточных частей насосов (ПЧН).

Для оценки представительности результатов рассмотрим, в качестве примера, определение напорной характеристики центробежного насоса. Расчетная область рассматриваемого насоса создана в САПР Unigraphics (рисунок 1) и состоит из подводящего канала, рабочего колеса и отводящего канала.

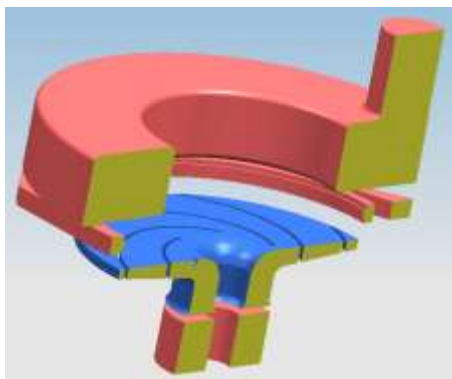


Рис.1. 3-D модель расчетной области центробежного насоса.

В ходе численного моделирования была определена напорная характеристика насоса в диапазоне подач от 16 до 32 м³/ч. На рисунке 2 сплошной линией представлена экспериментальная характеристика, а точками показаны результаты моделирования во FlowVision.

Кроме этого были проведены расчеты данного насоса с подрезанным колесом, при этом диаметр колеса был уменьшен на 20%. Результаты определения напорной характеристики подрезанного колеса и сравнение с теоретическим расчетом представлены на рисунке 3. Теоретический расчет выполнен согласно рекомендациям, приведенным в [1]. В качестве пересчитываемой характеристики принята, характеристика, полученная при моделировании. На рисунке сплошной линией показан теоретический расчет напорной характеристики при подрезке, точками результаты моделирования во FlowVision, при подачах равных 20 и 24 м³/ч.

И наконец, был проведен расчет, направленный на рассмотрение выполнения условий подобия. Рассмотрено моделирование ПЧН по частоте вращения ротора. Напорная характеристика ПЧН, при частоте 1474 об/мин, была пересчитана на частоту 737 об/мин (сплошные линии на рисунке 4). Пересчет осуществлялся согласно рекомендациям, приведенным в [1]. На рисунке 4 точками показан результат численного моделирования при подачах 10 и 14 м³/ч.

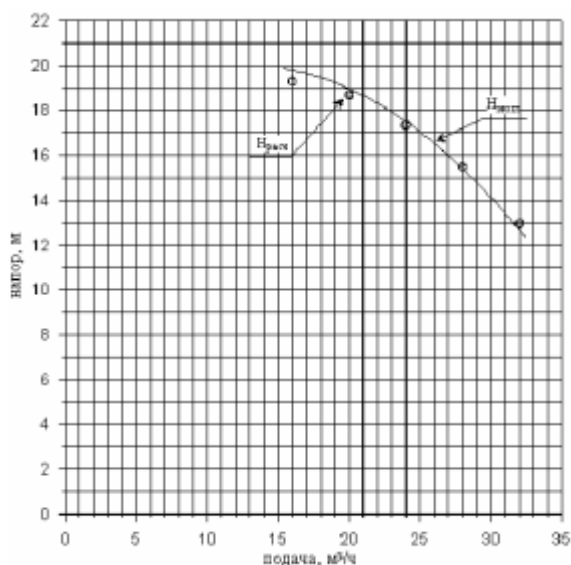


Рис.2. Сравнение экспериментальной напорной характеристики с результатами численного моделирования.

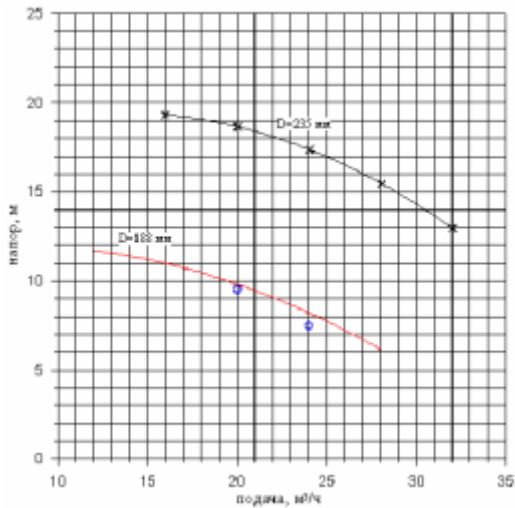


Рис.3. Сравнение теоретической напорной характеристики с результатами численного моделирования, при подрезке рабочего колеса.

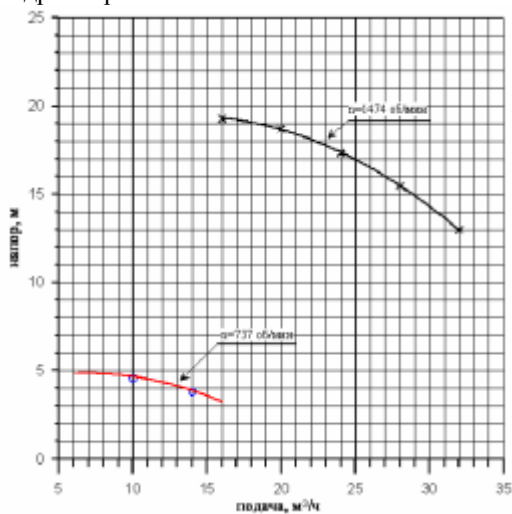


Рис.4. Сравнение теоретической напорной характеристики с результатами численного моделирования, при рассмотрении законов подобия.

Сопоставляя полученные результаты моделирования с экспериментальными данными и теоретическими расчетами, можно увидеть достаточное их согласование (отклонение составляет не более 5%).

Далее рассмотрим программный комплекс FV как инструмент, который позволяет детально проанализировать картину течения и проработать конструкцию элементов ПЧН. В качестве примера приведен осевой насос, расчетная область которого показана на рисунке 5. Расчетная область состоит из подводящего кольцевого канала, лопастной системы (лопатки рабочего колеса и направляющего аппарата) и напорного трубопровода.

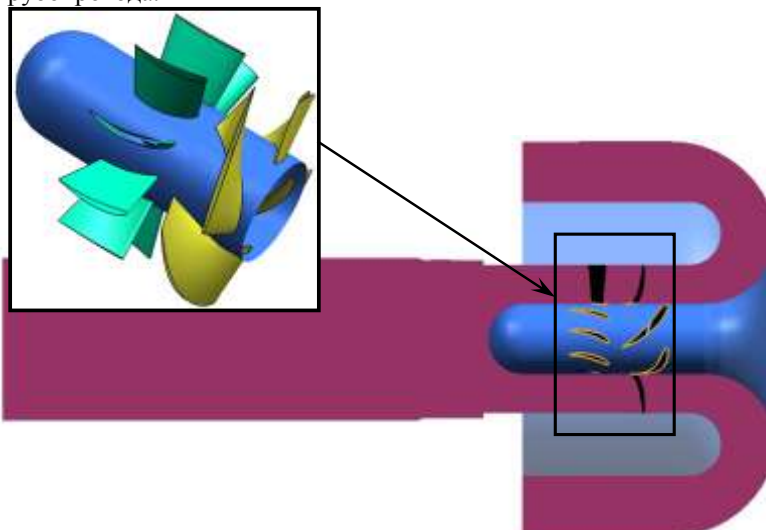


Рис.5. Расчетная область осевого насоса.

В результате численного моделирования получена картина течения в ПЧН, а именно вызывает интерес распределение скорости за лопастной системой. На рисунке 6 приведена заливка модуля скорости в плоском сечении, откуда ясно виден срыв потока на выходной кромке лопаток направляющего аппарата. С целью увеличения эффективности элементов ПЧН, было детально рассмотрено течение в лопастной системе. В результате выявлено несогласование углов натекания потока и углов установки лопаток, и даны рекомендации по изменению геометрии лопаток.

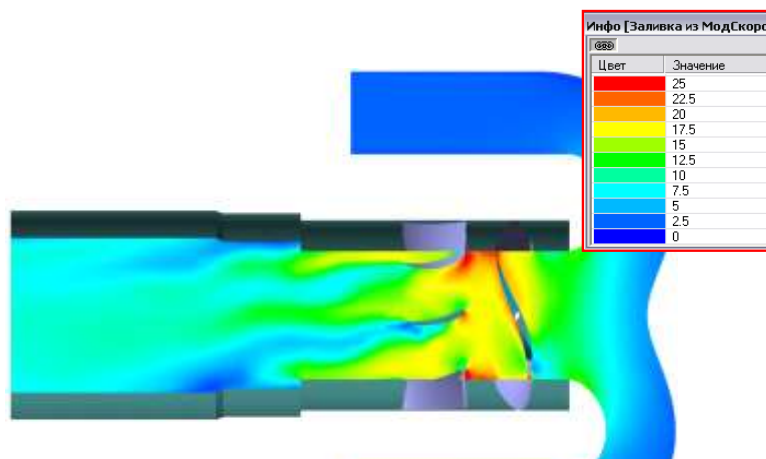


Рис.6. Расчетная область осевого насоса.

Кроме отработки элементов с целью повышения экономичности, Flow Vision позволяет получить распределение статического давления по поверхности лопатки и тем самым спрогнозировать места вероятностного возникновения кавитации, что подтверждается экспериментально. На рисунке 7 представлено сравнение области эрозионного износа в центробежном колесе, и области давления ниже давления насыщения, полученные при численном моделировании во FlowVision. Распределение провала давления, полученного при моделировании, во времени нестационарное и является пульсирующим, периодически возникая и пропадая.

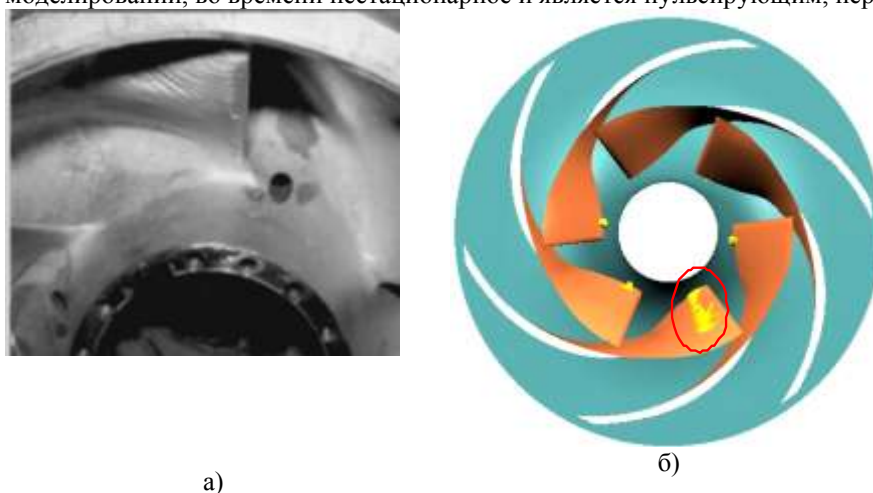


Рис.7. Рассмотрение явления кавитации в насосах. Места эрозионного износа в центробежном колесе (а), вид со стороны всасывания. Зоны давления, ниже давления насыщения (б), результат полученный во FlowVision.

Таким образом, программный комплекс FlowVision может быть использован при проектировании и оптимизации геометрии ПЧН, с целью уменьшения объема работ, затрат средств и времени, связанных с созданием, испытанием и доводкой натурной конструкции ПЧН.

Литература

1. Степанов А.И. Центробежные и осевые насосы. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1960.