

УДК 62-973

Моделирование конструкции и расчет параметров рабочих процессов турбодетандера с помощью современных средств анализа и моделирования

03, март 2012

Селиверстов А.В., Яновский А.С.

*Студенты,
кафедра «Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения»*

*Научный руководитель: Паркин А.Н.,
кафедра «Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения»*

МГТУ им. Н.Э. Баумана
Yanov-sky@mail.ru

Развитие криогенной и холодильной техники, а также кондиционирования связано с созданием и совершенствованием установок, осуществляющих тот или иной холодильный цикл. Так, в данное время спрос промышленности на сжиженные газы и другие продукты криогенного производства огромен, что обуславливает необходимость создания высокопроизводительных расширительных машин. В силу своих конструктивных особенностей поршневые машины неспособны обеспечить необходимых объёмов производства, поэтому значительная часть выпускаемых расширительных машин приходится на турбодетандеры.

Расширение сферы применения турбодетандеров ведет к необходимости проведения исследований возможности дальнейшего увеличения эффективности детандерных ступеней различных типов в широком диапазоне геометрических и режимных параметров. А так как рабочее колесо является основной частью любой турбомашин, оптимизации его геометрии следует уделять особое внимание.

В данной работе на первом этапе по исходным данным был проведен классический тепловой расчет в вычислительной среде Mathcad, результаты которого стали отправной точкой для дальнейшего исследования машины и выбора оптимальной геометрии. Для определения параметров газа на ключевых стадиях цикла использовалась среда Hysys.

Следующим этапом стало профилирование лопаток рабочего колеса турбодетандера. При этом наряду с традиционными методами, разработанными на кафедре «Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения», для автоматизации процесса построения профиля нами был использован модуль BladeGen среды Ansys.

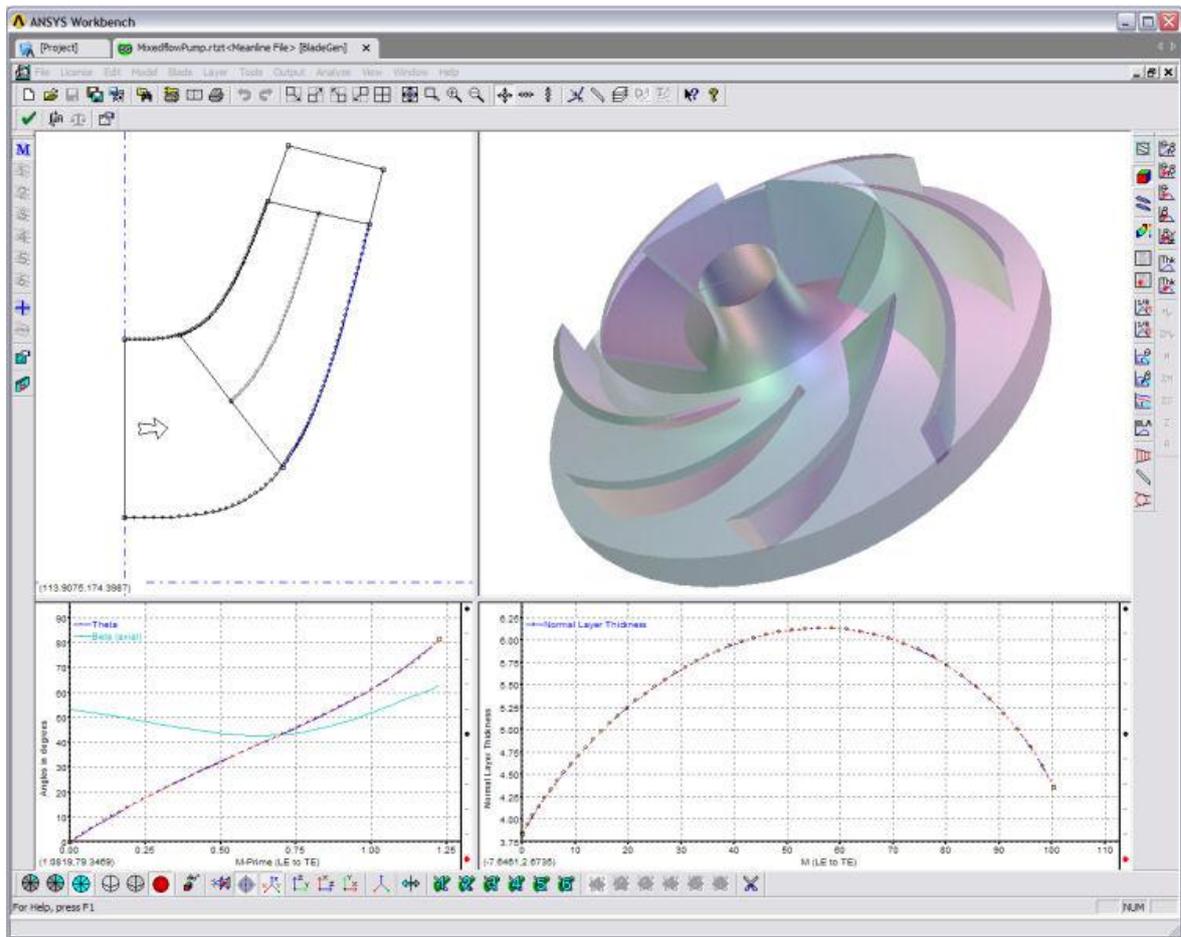


Рис. 1. Рабочее окно проекта BladeGen

Далее с помощью 3D моделирования в среде Autodesk Inventor был разработан турбодетандер среднего давления с рабочим колесом осерадиального диагонального типа, в качестве рабочего тела которого использовался азот. Для получения геометрии рабочего колеса были использованы ранее спроектированные в среде Ansys лопатки.

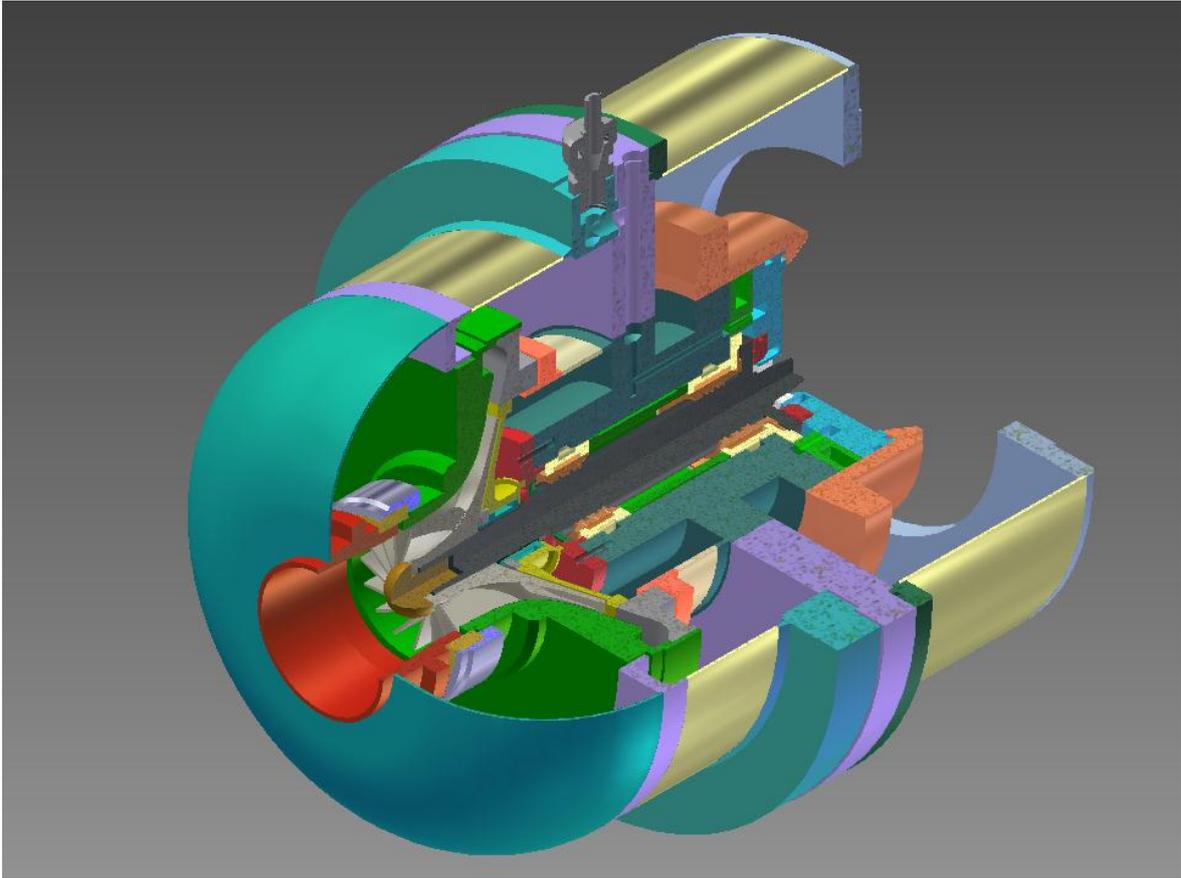


Рис. 2. Турбодетандер на стадии проектирования в среде Autodesk Inventor

Конечным этапом стало создание 3D модели сборки разработанного турбодетандера, которая наглядно демонстрирует устройство машины и позволяет экспортировать её в другие программные среды для дальнейшего анализа.

В ходе аналитического исследования в среде Ansys была получена картина распределения параметров потока газа в проточной части рабочего колеса турбодетандера. Данные параметры были соотнесены с параметрами, полученными ранее в ходе теплового расчёта, что позволило сделать выводы об эффективности использования новейших программных сред по сравнению с традиционными методами.

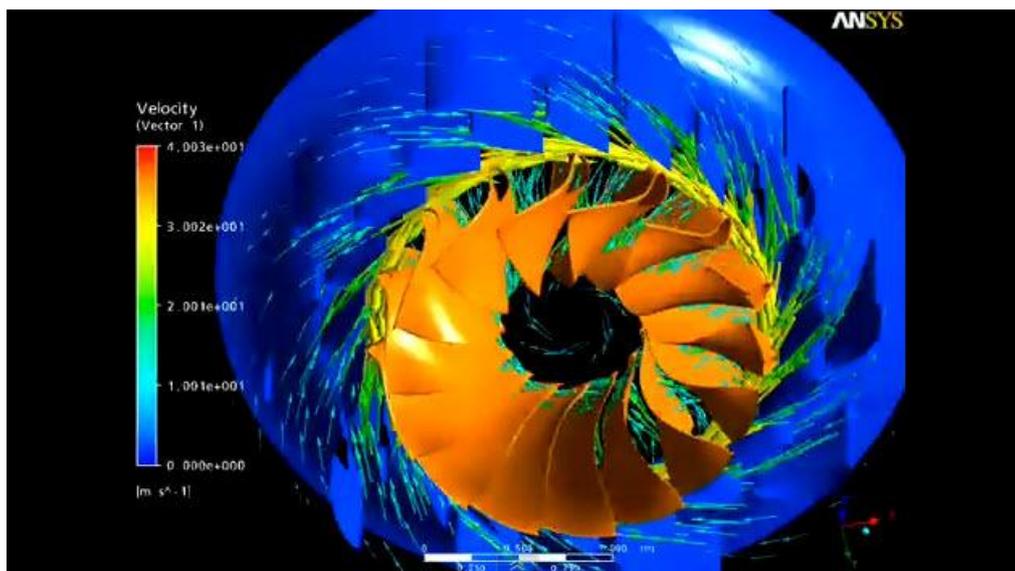


Рис. 3. Графическое представление полей скоростей в проекте Fluid Flow

По результатам работы:

- построены 3D модели деталей и узлов сборочной единицы турбодетандера;
- в среде Ansys смоделирован поток газа в проточной части рабочего колеса турбодетандера и проведен расчёт и анализ газодинамических параметров потока;
- получена наглядная картина распределения параметров потока газа по длине проточной части рабочего колеса;
- произведено сопоставление результатов предварительного теоретического расчёта со значениями параметров, полученными в процессе моделирования в среде Ansys.

Литература

1. Каганер М.Г. Тепловая изоляция в технике низких температур. М.: Машиностроение, 1966. – 275 с.
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. Для вузов. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 592 с. (Сер. Механика в техническом университете; Т.2).
3. Епифанова В. И. Компрессорные и расширительные машины радиального типа. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. – 623 с.
4. Епифанова В.И., Шадрина В.Ю. Расчет и оптимизация реактивных турбодетандеров. М.: Изд-во МГТУ, 1990. – 30 с.
5. Пешти Ю.В. Расчет критических частот вращения вала: Метод. указ./ Под ред. Ф.М. Чистякова. – М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1987. – 40с.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т./Под ред. И.Н. Жестковой. Т.1.-8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1999. – 912 с.
7. Леонов В.П. Расчет и проектирование холодильного центробежного компрессора: Учеб. пос. – М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 32 с.

8. Чистяков Ф.М. Регулирование, испытания и конструкции компрессорных и расширительных турбомашин радиального типа: Учеб. пос./ Под ред. В.И. Елифановой. – М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1983. – 46 с.
9. Дунаев П. Ф. , Леликов О. П. «Конструирование узлов и деталей машин». М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 496 с.