



Возможности ПАО «Криогенмаш» в проектировании и производстве турбодетандерных агрегатов для технологий переработки природного газа

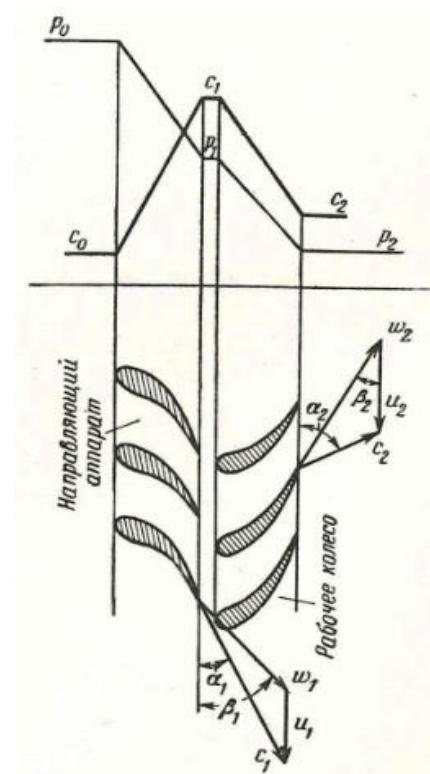
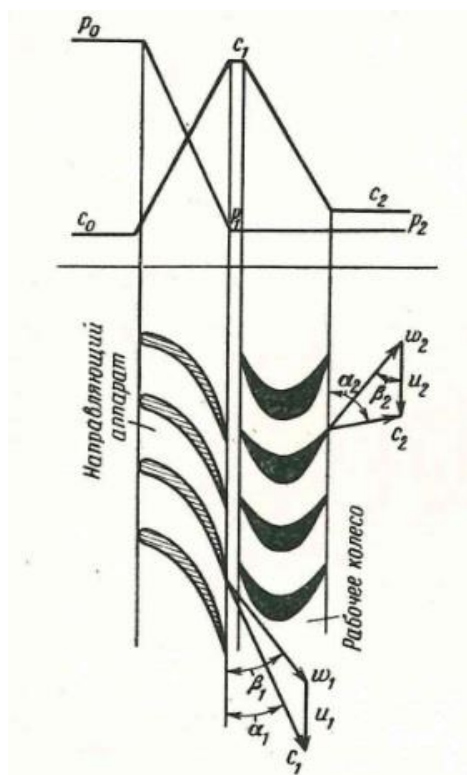
**Директор НИКИ КМ ПАО «Криогенмаш»
Елена Юрьевна Тарасова**

Совещание по вопросам технологического развития ПАО «Газпром»
г. Санкт-Петербург, 03-06 октября 2017 года

Создание П.Л. Капицей в 1938г. реактивного турбодетандера привело к революционным изменениям в технике низких температур и вызвало бурный рост отраслей, потребляющих кислород, в первую очередь черной металлургии.

Активный детандер
кпд 60% /Linde/

Реактивный детандер
кпд > 80% /Капица П.Л./



На протяжении 68 лет ПАО «Криогенмаш» является изготовителем высокоэффективных турбодетандеров

1938 год. П.Л. Капицей создан первый реактивный высокоэффективный турбодетандер
КПД - 80%



1965 год. Редукторный турбодетандер типа ТДР 19-6 для блоков разделения типа БР
КПД – 81 %



1973 год. Редукторный турбодетандер типа РТ 29-6 для блоков разделения типа КААр-15
КПД – 83 %



2003 год. Турбодетандер-компрессор низкого давления ДТК- 11/0,75 для блока разделения Кт-12,5
КПД - 87% (детандер)
КПД – 71 % (компрессор)



2007 год. Турбодетандер-компрессор низкого давления ДТК- 24/0,9 для блоков разделения типа КААр-40/35
КПД - 89% (детандер)
КПД – 84 % (компрессор)



2016 год. Турбодетандер-компрессор среднего давления ДТК-12,7/2,3 для блоков разделения типа КдААр - 9/3
КПД - 89% (детандер)
КПД – 84 % (компрессор)



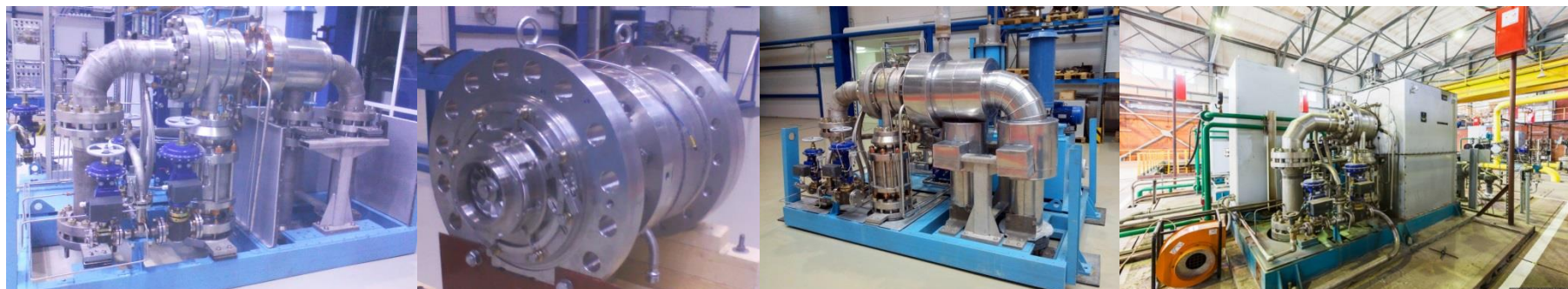
ПАО «Криогенмаш» изготовил более 1000 детандеров, поставлены в 25 стран мира

Область применения

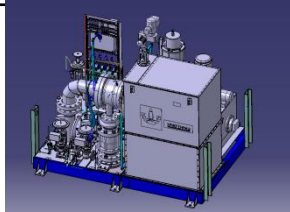
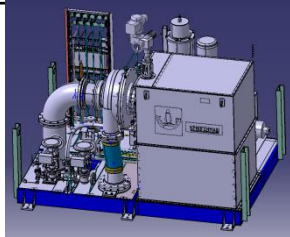
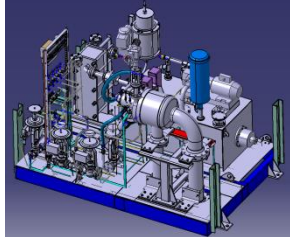
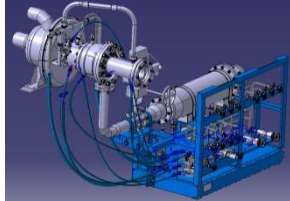
- Воздухоразделительные установки
- Ожижители кислорода, азота, водорода, гелия, природного газа
- Системы обеспечения температурного режима

Основные характеристики

- Тип опор – масляные, газовые, магнитные (в разработке)
- КПД детандерная ступень – до 89%
- КПД компрессорная ступень – до 84%
- Холодопроизводительность – от 10 до 1200 КВт



Турбодетандеры ПАО «Криогенмаш» по показателям эффективности соответствуют ведущим мировым производителям.

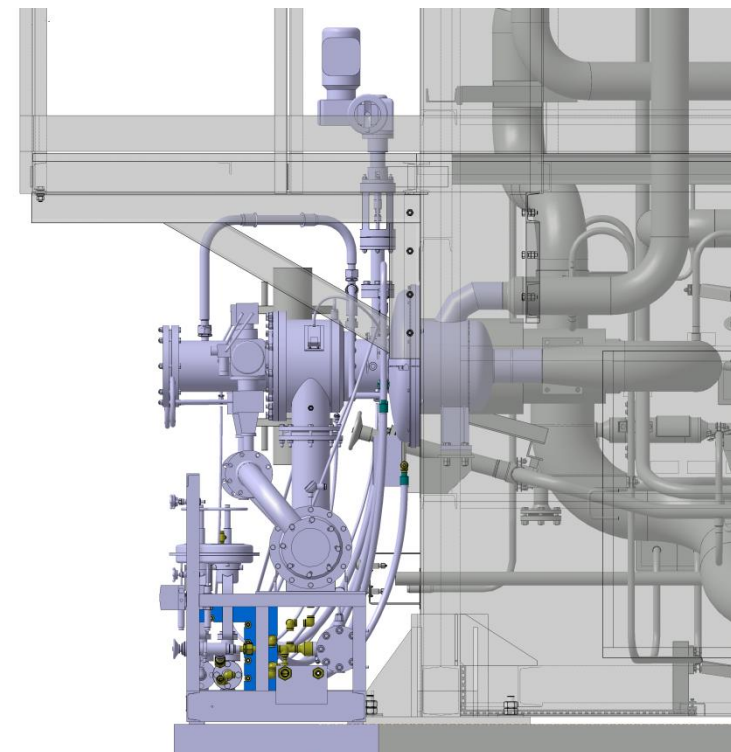
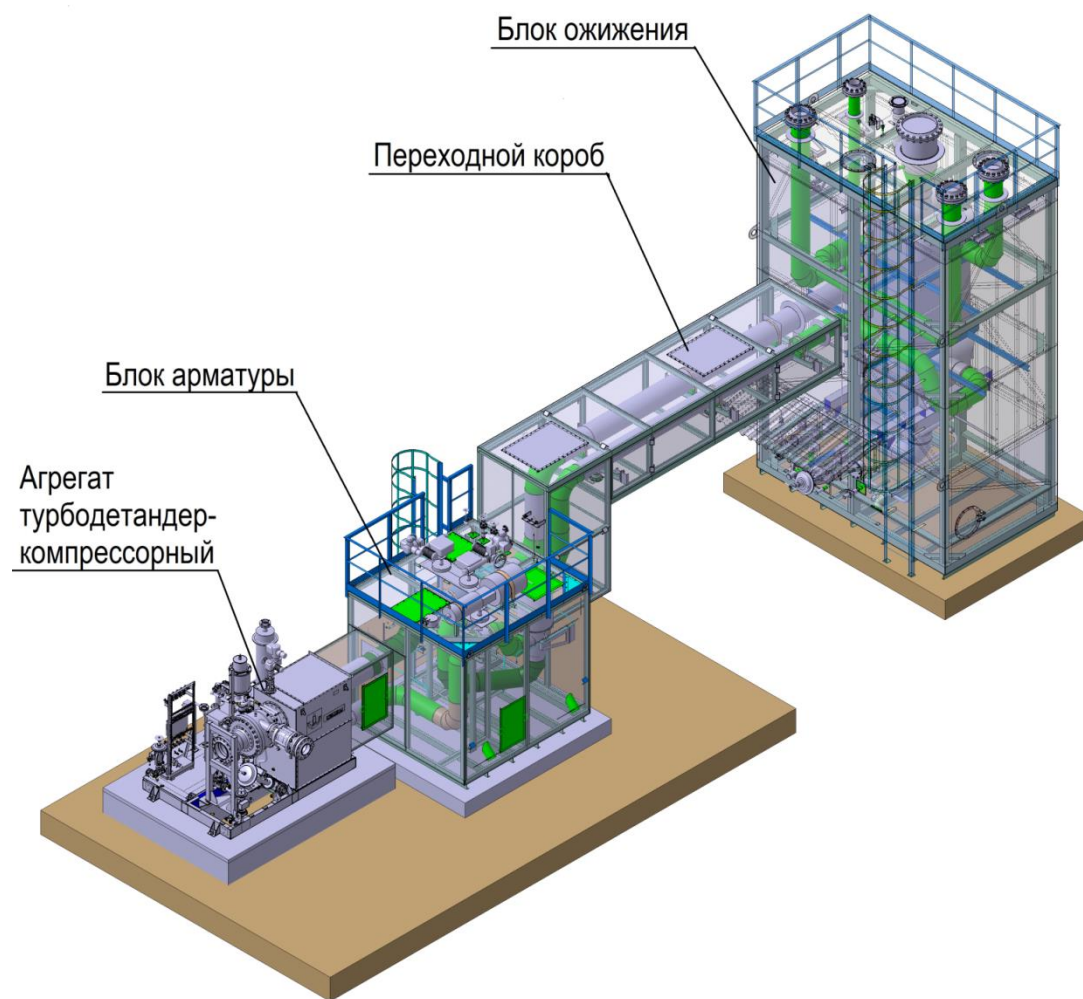
Тип агрегата	Конструкция	Давление на входе в детандер (абс), МПа	Расход через детандер, кг/ч	Холодопроизводительность, кВт	Температура на выходе из детандера, К
Турбодетандерные агрегаты с торможением компрессором среднего давления на масляных подшипниках		0,6 - 6,0	7400 - 73700	95 - 1200	86 - 122
Турбодетандерные агрегаты с торможением компрессором низкого давления на масляных подшипниках		0,2 - 1,0	2900 - 30600	22 - 510	86 - 122
Турбодетандерные агрегаты с масляным тормозом на масляных подшипниках		0,5 - 5,7	3100 - 8300	39 - 130	93 - 190
Турбодетандерные агрегаты с торможением газодувкой низкого давления на газовых подшипниках		0,3 - 4,6	1200 - 6400	7 - 57	89 - 99

Применение стандартных унифицированных решений обеспечивают надежность и эффективность турбодетандерных агрегатов

Стандартные решения по расположению турбодетандерных агрегатов относительно холодного блока

Компоновка с внешним расположением турбодетандерного агрегата для ожижителя природного газа на 7 т/ч производства ПАО «Криогенмаш»

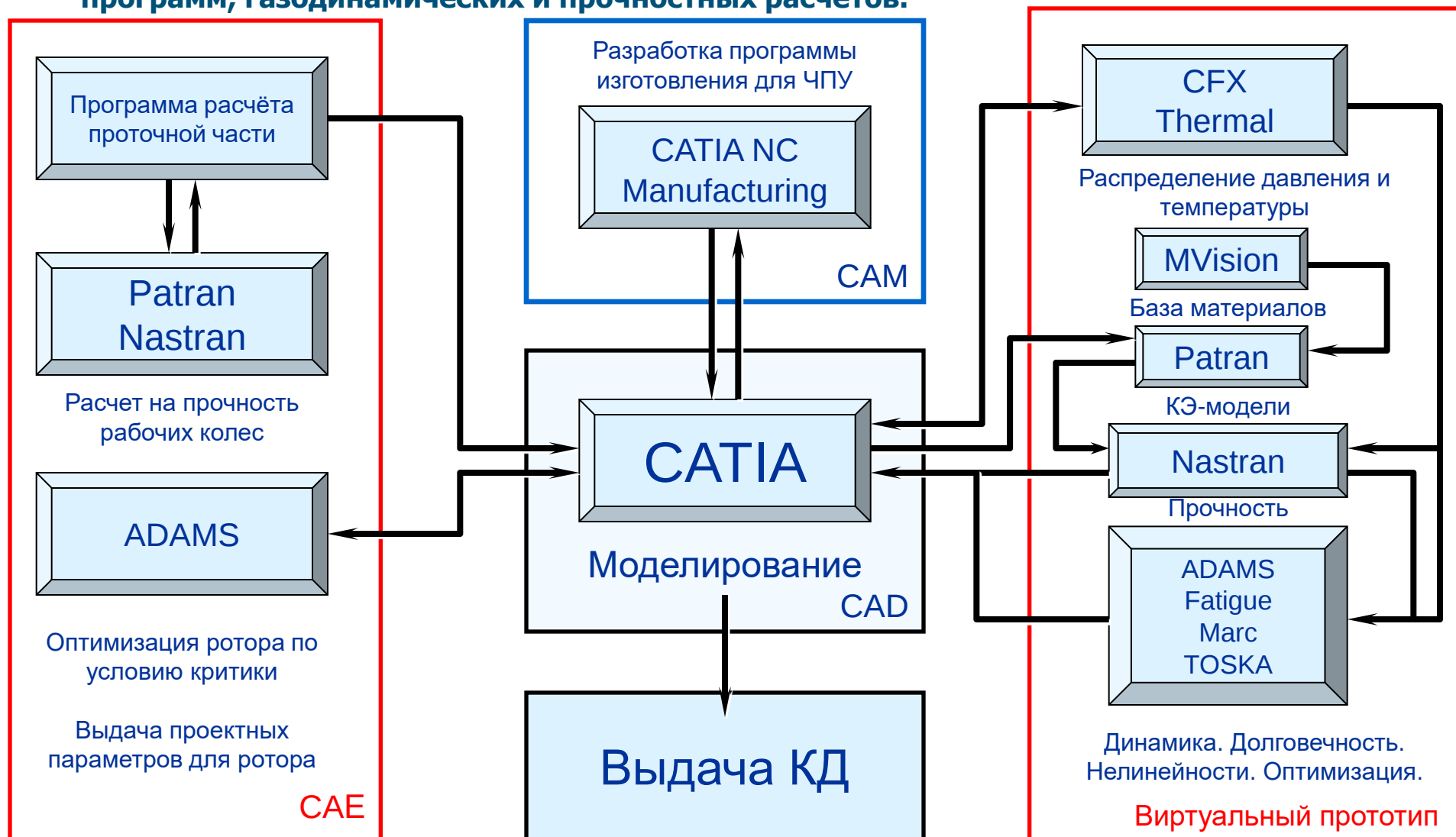
Решение с турбодетандером, встроенным в холодный блок воздухоразделительной установки





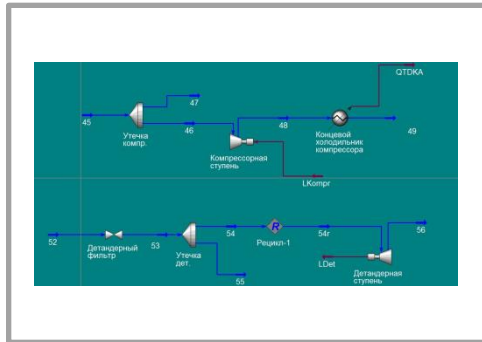
Концепция проектирования

При проектировании турбодетандерных агрегатов ПАО «Криогенмаш» использует самые современные программные комплексы 3D-моделирования, разработки управляющих программ, газодинамических и прочностных расчетов.



1. Анализ технического задания, термодинамический расчет турбодетандера, расчет проточной части детандерной и компрессорной ступени.

РАСЧЕТ УСТАНОВКИ

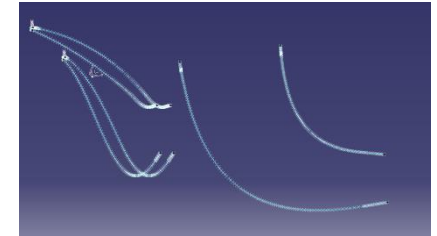


HYSYS

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА
ТУРБОДЕТАНДЕР

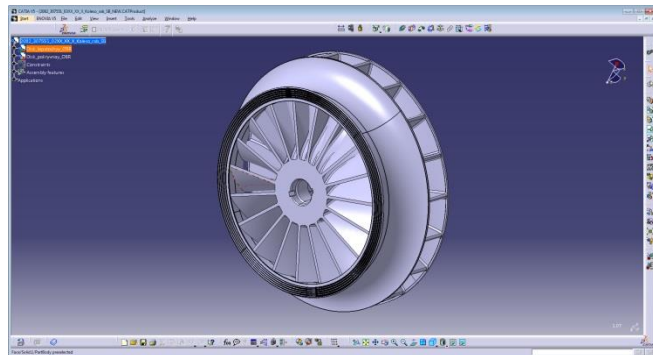
- Давления на входе и выходе детандера
- Температура на входе
- Холодопроизводительность

РАСЧЕТ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ
ТУРБОДЕТАНДЕРА



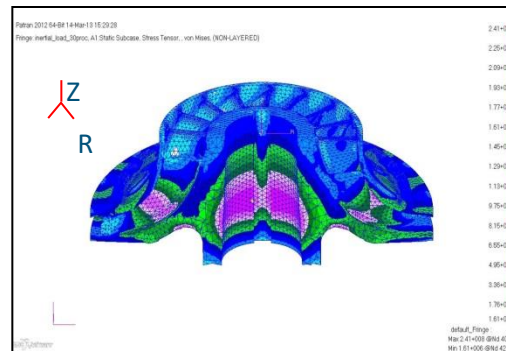
Программа ПАО «Криогенмаш»

2. Трехмерное моделирование элементов турбодетандерного агрегата.



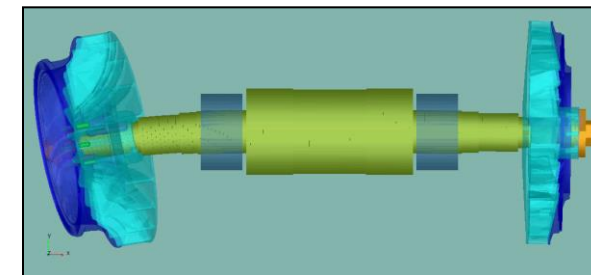
CATIA

3. Прочностные расчеты.



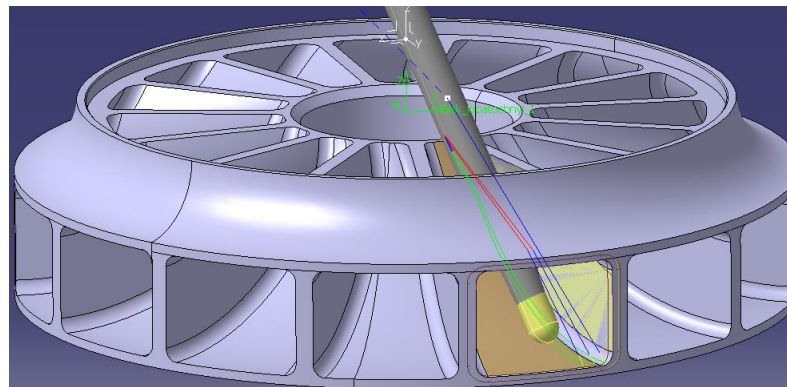
Patran Nastran

4. Динамические расчеты ротора.



ADAMS

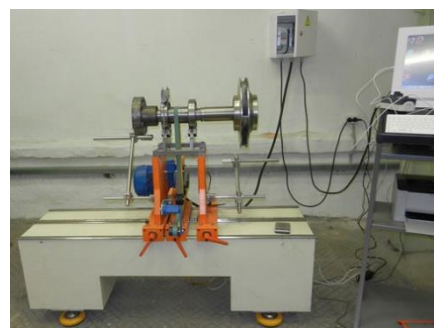
5. Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием системы CATIA и MAX PAC.



6. Изготовление с использованием пятикоординатного обрабатывающего центра ОЦ Hermle C40U.



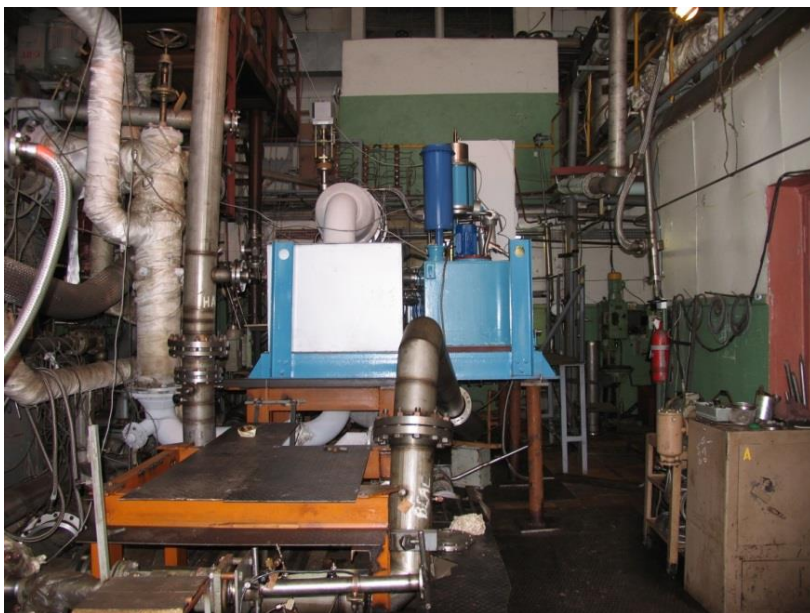
7. Контроль качества, балансировка ротора, сборка турбодетандерного агрегата





- Механический тест
- Холодные испытания с получением газодинамических характеристик в рабочем диапазоне давлений до 4 МПа

Новый корпус лаборатории



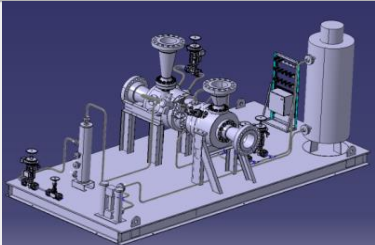
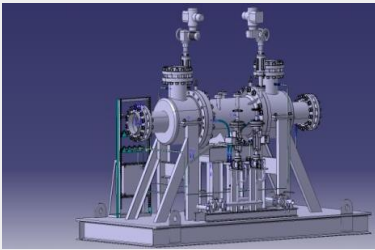
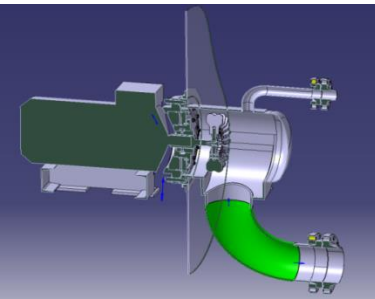
Турбодетандер-компрессорные агрегаты для установок комплексной подготовки газа (УКПГ) на основе технологии низкотемпературной сепарации

Турбодетандер-компрессорные агрегаты для установок охлаждения газа перед его транспортировкой в районах вечной мерзлоты

Турбодетандер-компрессорные агрегаты для производства СПГ на газораспределительных станциях (ГРС)

Турбодетандерные агрегаты для выработки электроэнергии на ГРС



Проект	Рабочие параметры
Турбодетандер-компрессорный агрегат для установки низкотемпературной сепарации	 Холодопроизводительность 4 500 кВт Давление на входе в детандер 12 МПа Расход 306 000 кг/ч Температура на выходе из детандера 235 К
Опытный турбодетандер-компрессорный агрегат для установки сжижения природного газа на магнитных опорах для ГРС.	 Холодопроизводительность 200 кВт Давление на входе в детандер 3,6 МПа Расход 9 300 кг/ч Температура на выходе из детандера 142 К
Турбодетандерный агрегат для выработки электроэнергии на ГРС	 Мощность 400...3000 кВт
Жидкостная криогенная турбина	 Холодопроизводительность 40,4 кВт Давление на входе в детандер 3,98 МПа Расход 43 650 кг/ч Температура на выходе из детандера 98,6 К

Криогенмаш обладает всеми необходимыми ресурсами, чтобы быть надежным поставщиком детандеров для проектов ПАО «Газпром»

- Квалифицированное проектирование
- Современное производство
- Испытательная база
- Сервисный центр



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!