

Совершенствование конструкции и изготовления компрессоров в НПО «Искра»

Докладчик: С.М. Белобородов

Основные проблемные узлы центробежных компрессоров

Вибрации ротора в подшипнике

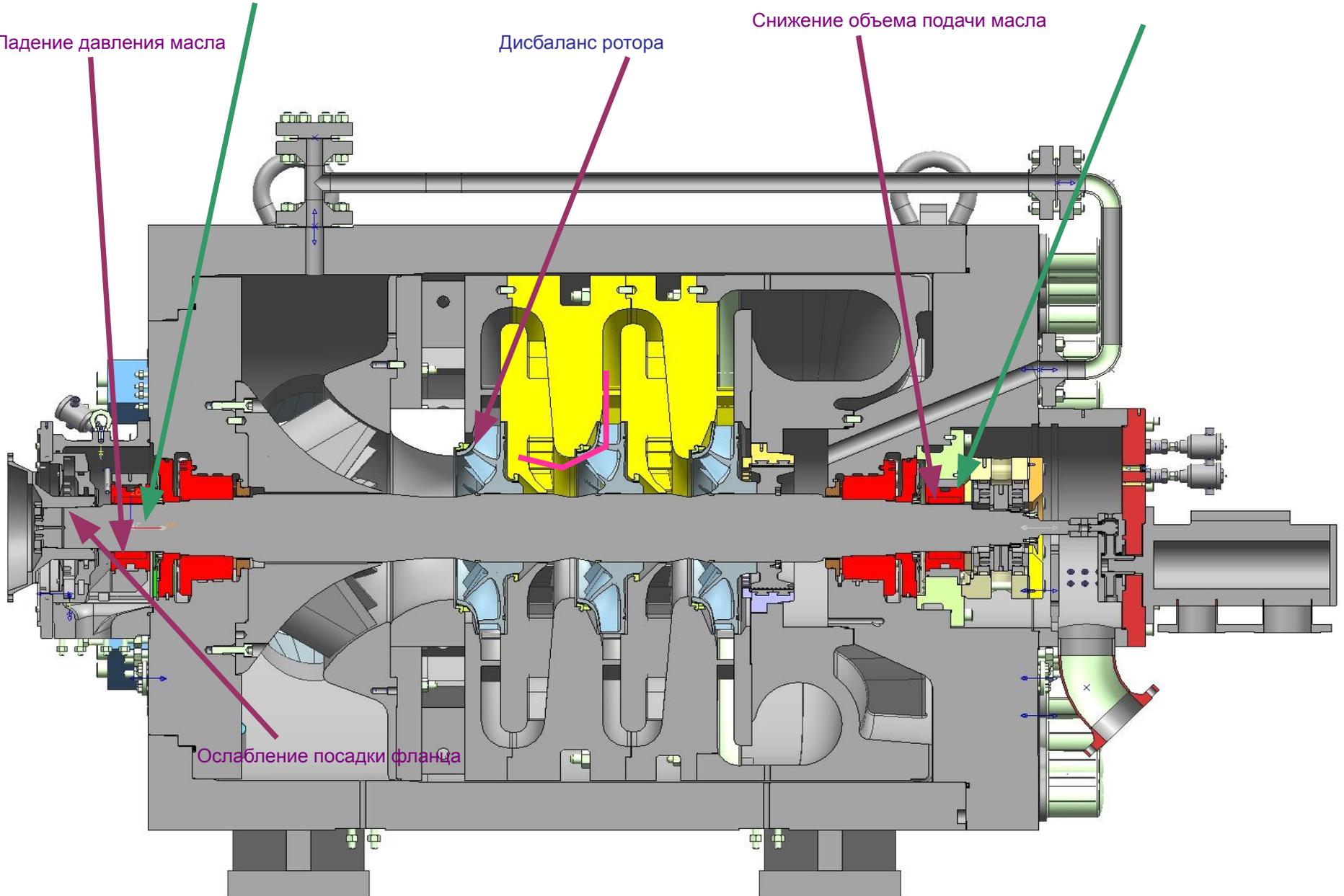
Повышение температуры масла

Падение давления масла

Дисбаланс ротора

Снижение объема подачи масла

Ослабление посадки фланца



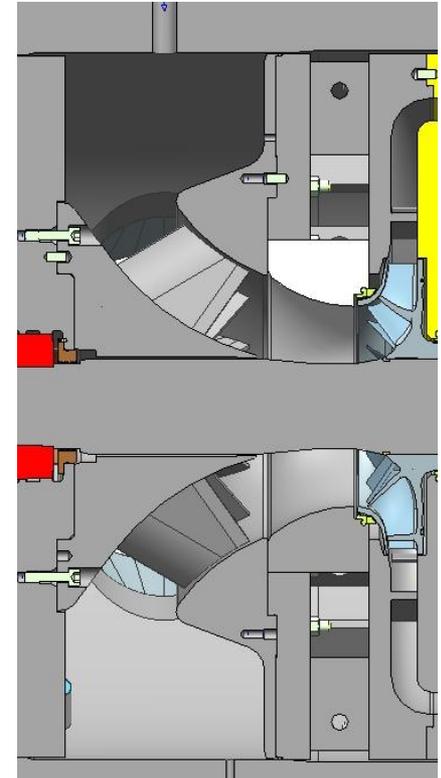
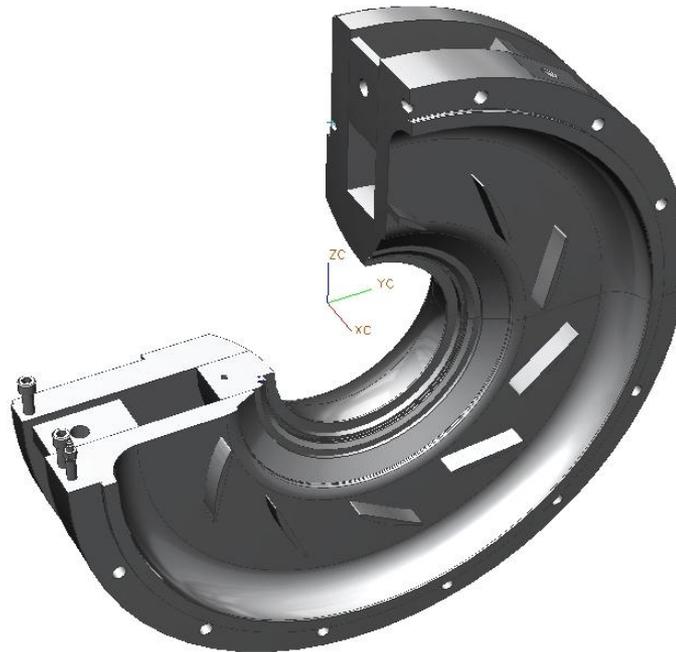
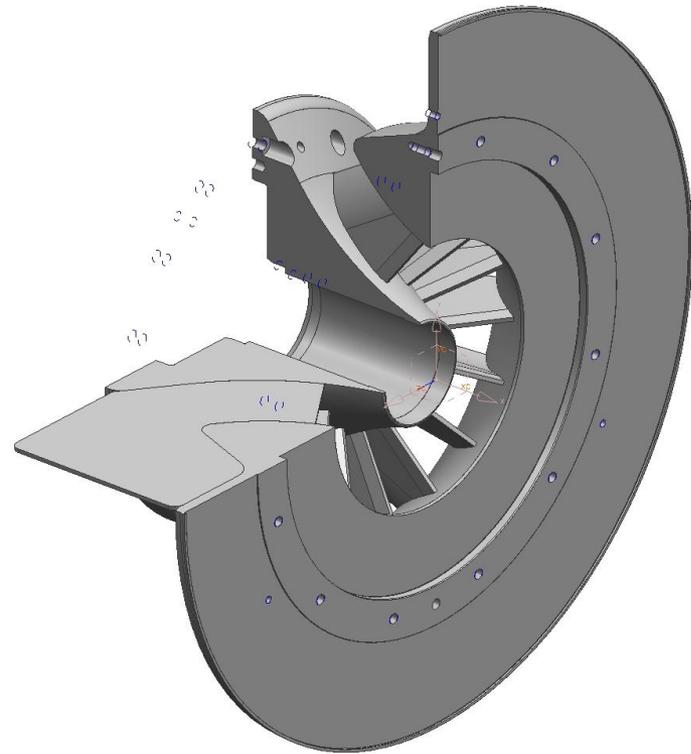
Концептуальные требования к созданию ресурсообеспеченного компрессора

- Продвижение полей добычи газа на северные территории и их шельфы требует создания автономно действующих, надежных и недорогих агрегатов с большим ресурсом работы.
- Такие агрегаты должны обладать стабильными техническими характеристиками, обеспеченными ресурсообеспечивающей конструкторской проработкой и заданным качеством изготовления, требовать минимума обслуживания и иметь предсказуемый продленный ресурс после проведения текущих ремонтов и технических обслуживаний. ТР и ТО должны носить планово-предупредительный характер.
- Этот сложный комплекс требований может быть выполнен только при обеспечении высокой динамической устойчивости валопровода, который является наиболее нагруженным элементом любого агрегата.
- Обслуживающие системы должны обладать запасом надежности и обеспечивать полные потребности агрегатов при снижении собственных характеристик до 60%.
- ТР и ТО должны включать в себя операции замены и тестов. Регулировочные работы должны выполняться только по потребности.

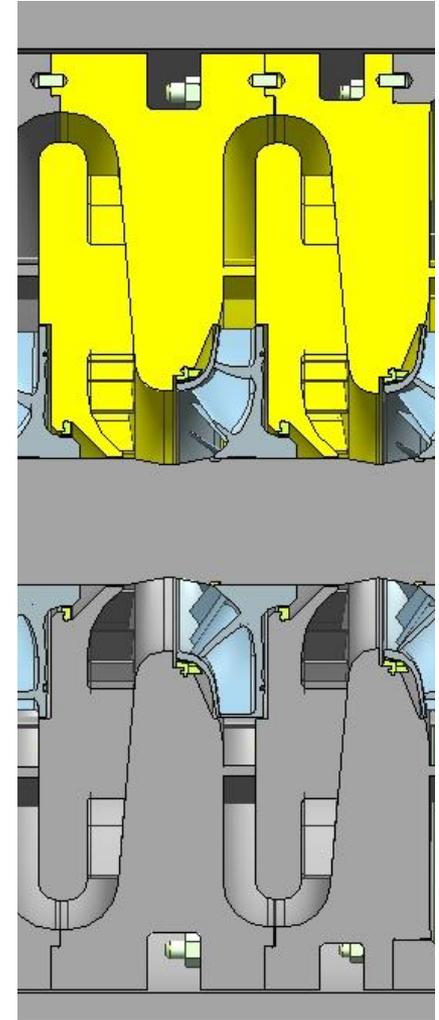
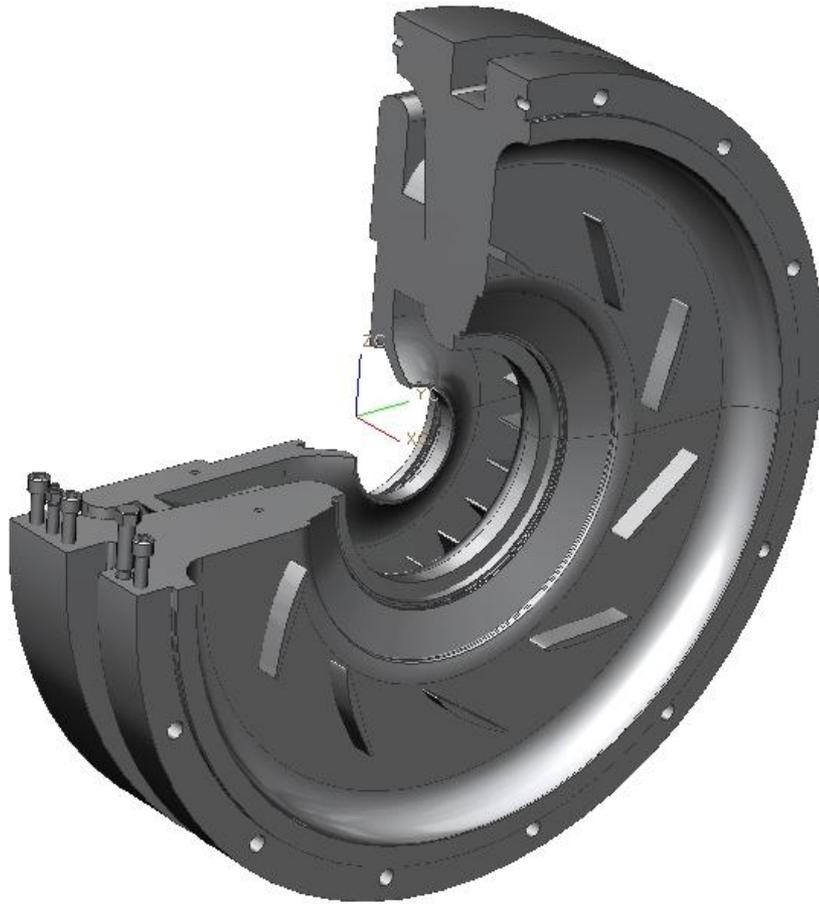
Наименование мероприятий	Ожидаемый эффект
Обеспечение шероховатости опорных шеек валов Ra0.4, а радиального биения $\Delta D < 6$ мкм	Повышение динамической устойчивости роторов и валопроводов
Обеспечение шероховатости поверхностей для установки СГУ Ra0.4, а радиального биения $\Delta D < 6$ мкм	Повышение точности сборки и долговечности СГУ
Снизить требования к шероховатости остальных поверхностей валов Ra3,2, а радиального биения $\Delta D < 15$ мкм	Снижение стоимости производства
4-плоскостная балансировка валов	Повышение динамической устойчивости роторов и валопроводов
2-плоскостная балансировка рабочих колес на жесткой оправке	Повышение динамической устойчивости роторов
Сборка роторов с совпадением МАХ ΔD балансировочной оправки и посадочной поверхности на валу	Снижение монтажных дисбалансов и удешевление ТП сборки
Размещение остаточных дисбалансов со стороны, противоположной радиальных биений основных поверхностей валов	Уменьшение прогибов ротора на 1 критической частоте, сохранение лабиринтов, удешевление процессов ПСИ и ПНР
Применение конструкции роторов без втулок	Снижение стоимости производства, упрощение ТП сборки, балансировки, коррекции монтажных дисбалансов
Коррекция монтажных дисбалансов собранных (собираемых) роторов	Повышение точности сборки и динамической устойчивости роторов, снижение стоимости ПСИ и ПНР
Применение эксцентриситетного размещения лабиринтных уплотнений статора относительно оси вращения ротора	Оптимизация формы зазоров между элементами ротора и статора, повышение КПД компрессора
Определение зазоров между элементами ротора и статора с учетом динамического прогиба ротора при работе, изменения формы колес и их теплового расширения	Работа компрессоров без износов лабиринтов, уменьшение объема ПСИ и ПНР
Разработка (и отработка) конической посадки фланца ротора	Снижение стоимости производства, упрощение ТП сборки и повышение его точности
Разработка конструкции уплотнения колеса с использованием самообрабатываемых поверхностей и материалов лабиринтов.	Снижение стоимости производства, упрощение ТП сборки
Введение диска коррекции дисбалансов вблизи задней опоры на всех роторах	Повышение точности балансировки и динамической устойчивости роторов

Входной направляющий аппарат

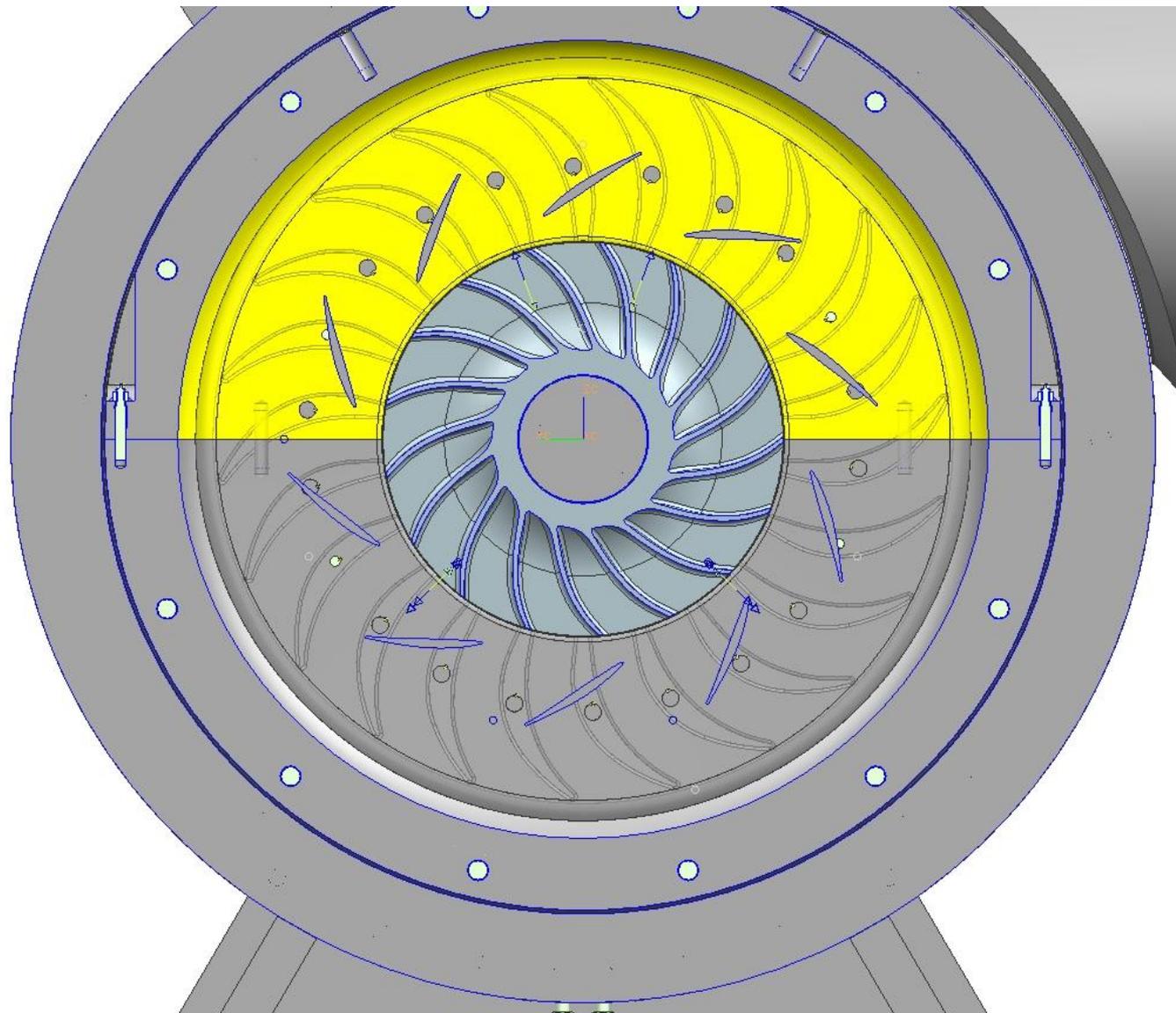
Газодинамический проставок



Аппарат обратный направляющий



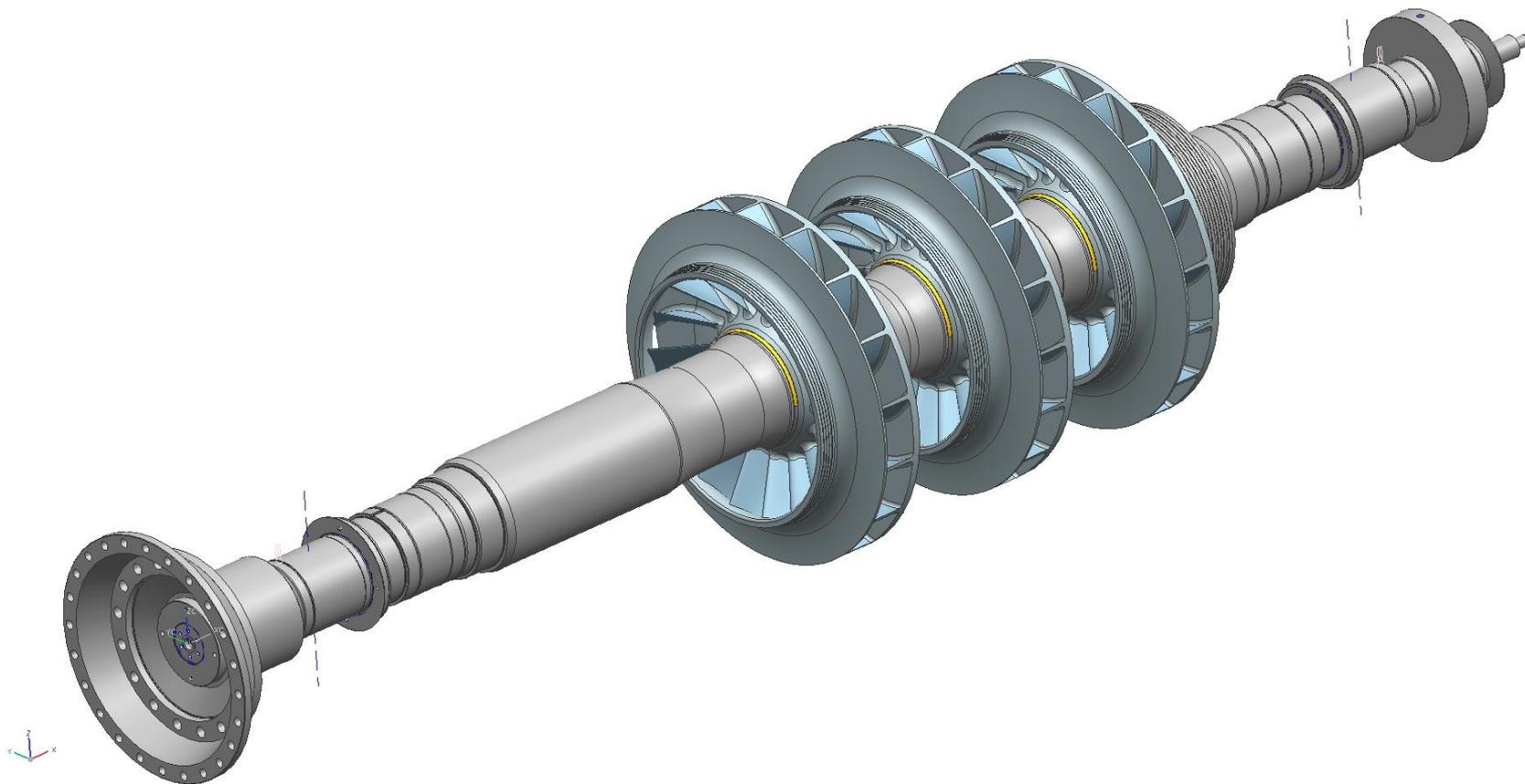
Положение лопаток в проточной части



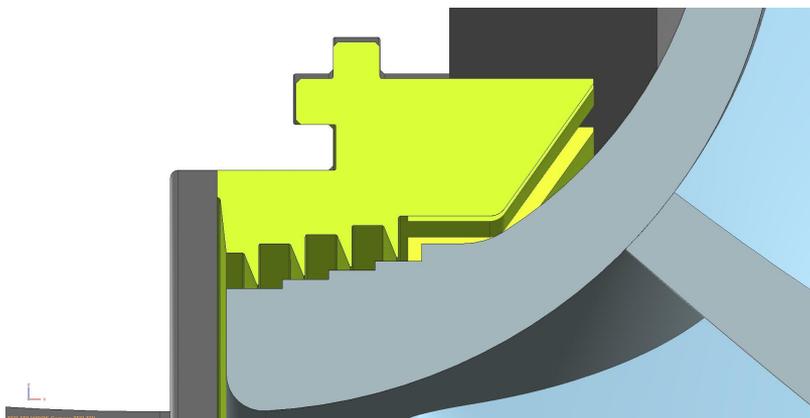
Улитка



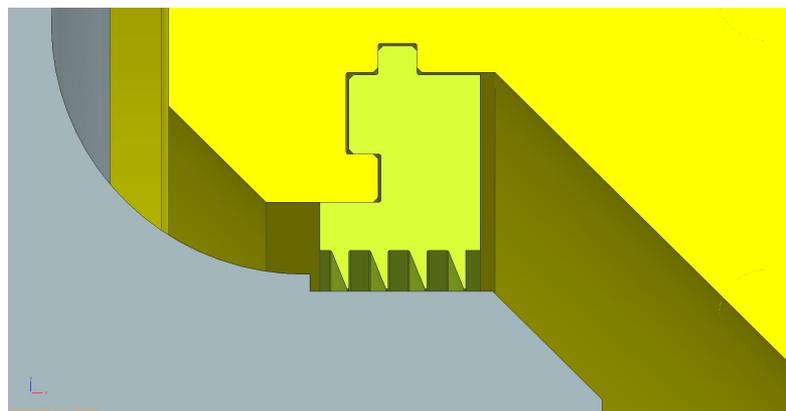
Ротор



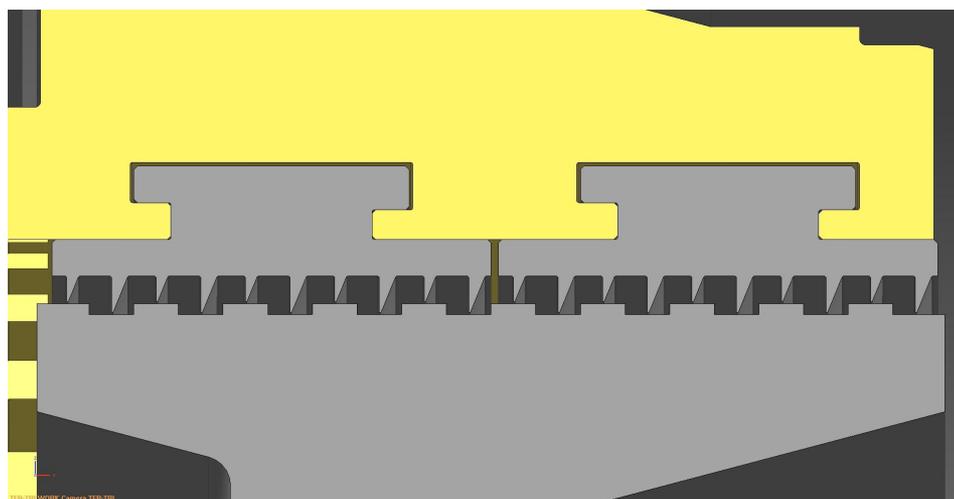
Уплотнение покрывного диска РК



Уплотнение ступицы РК

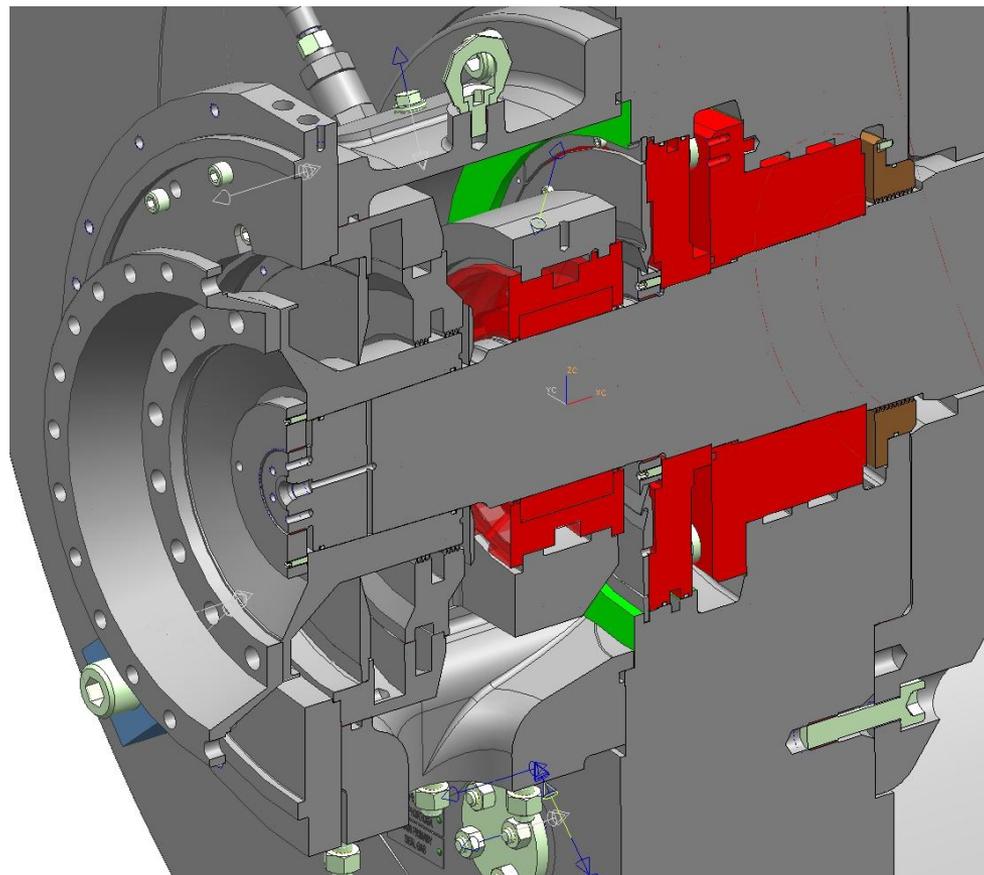
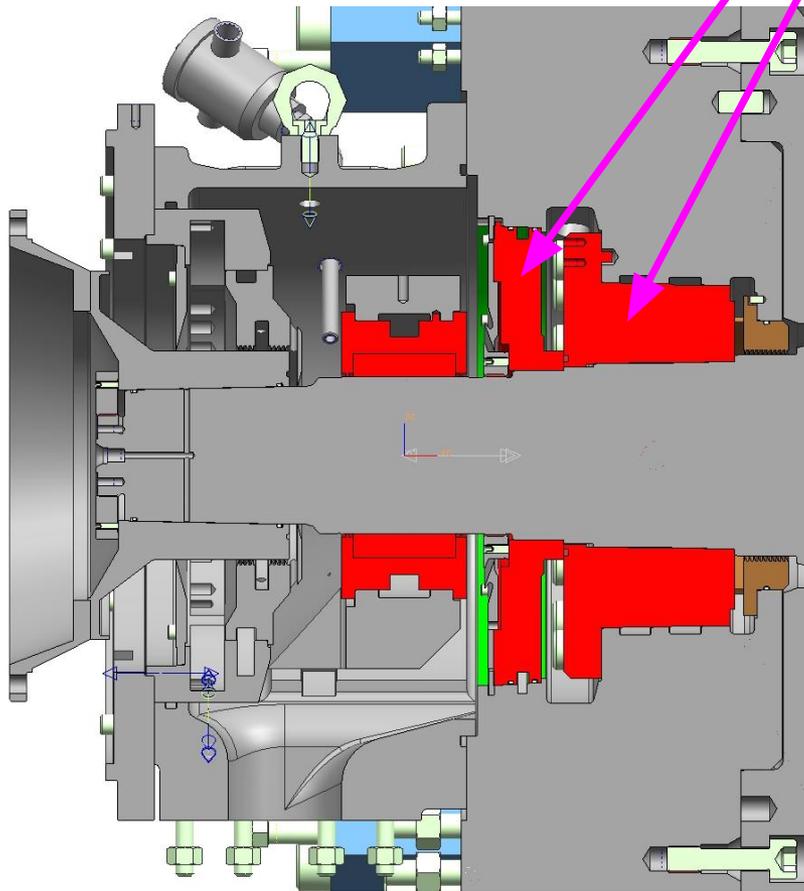


Уплотнение думмиса



Передняя радиальная опора

СГУ настоящее

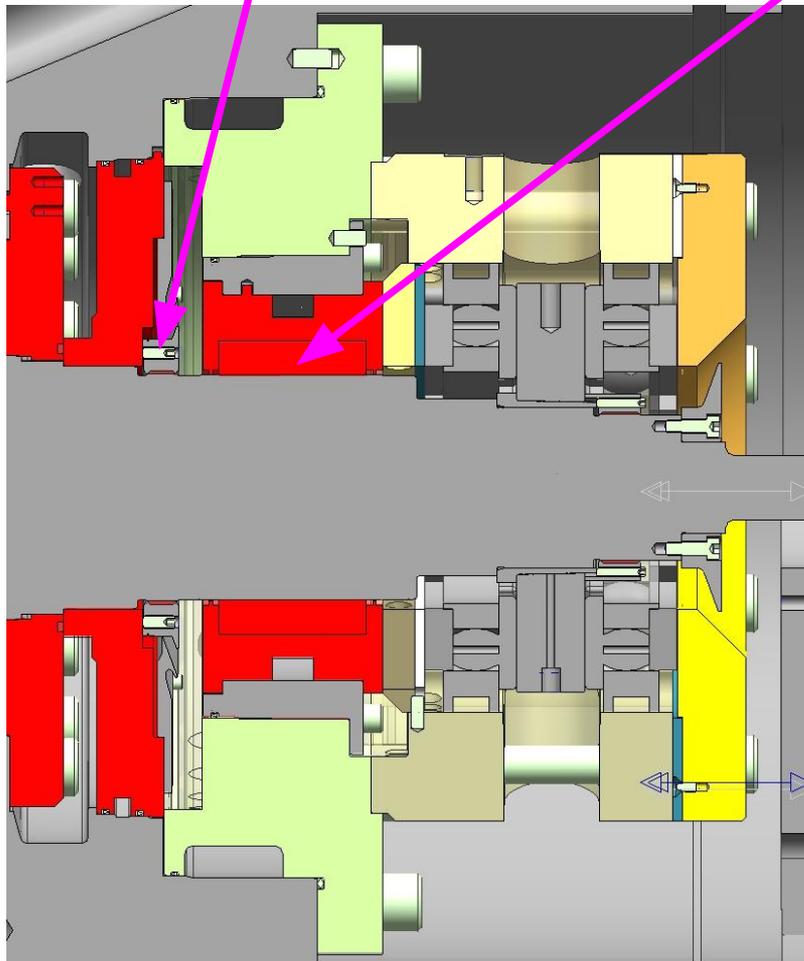


Задняя радиально-осевая опора

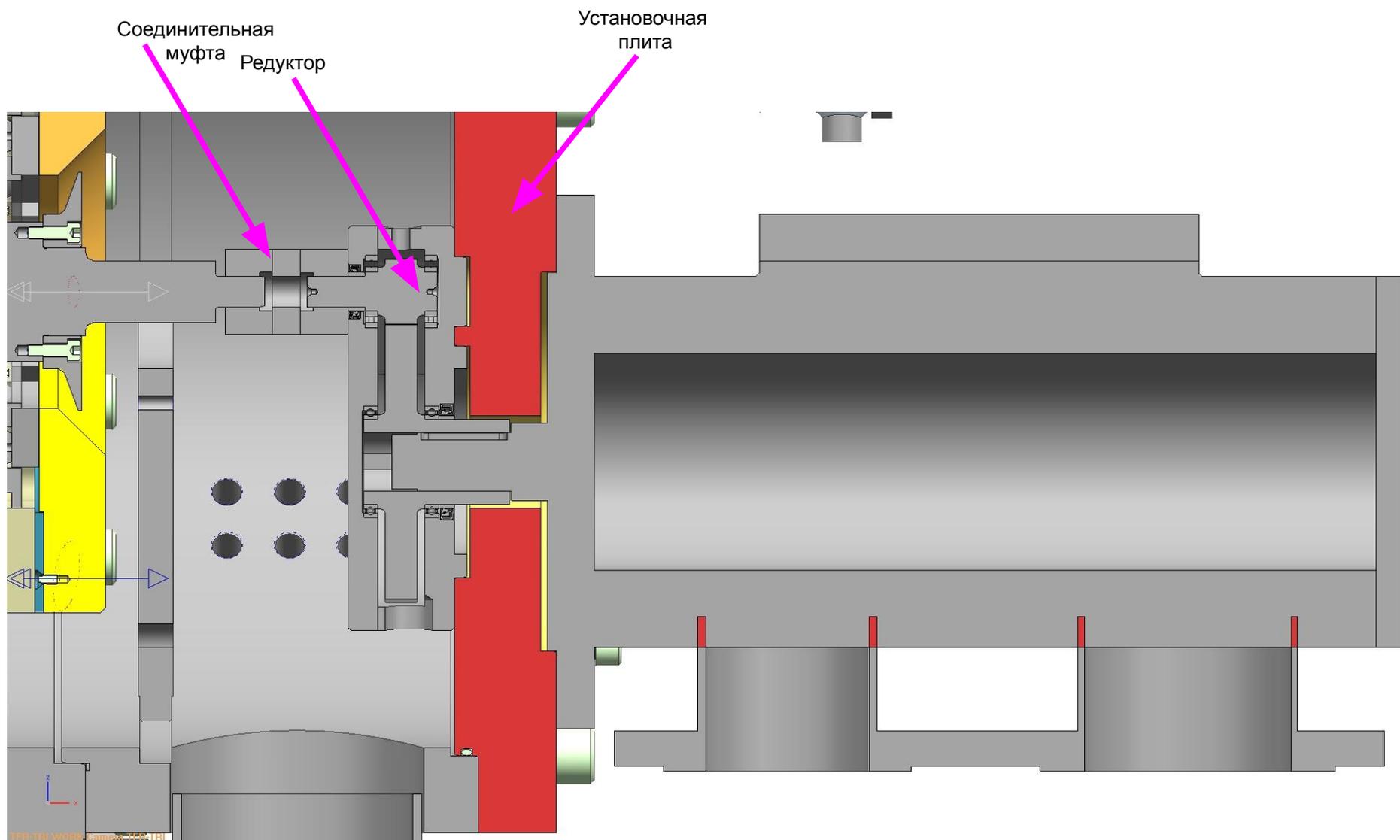
Маслоотбойный
диск

Настоящий подшипник
(а не спичечный коробок)

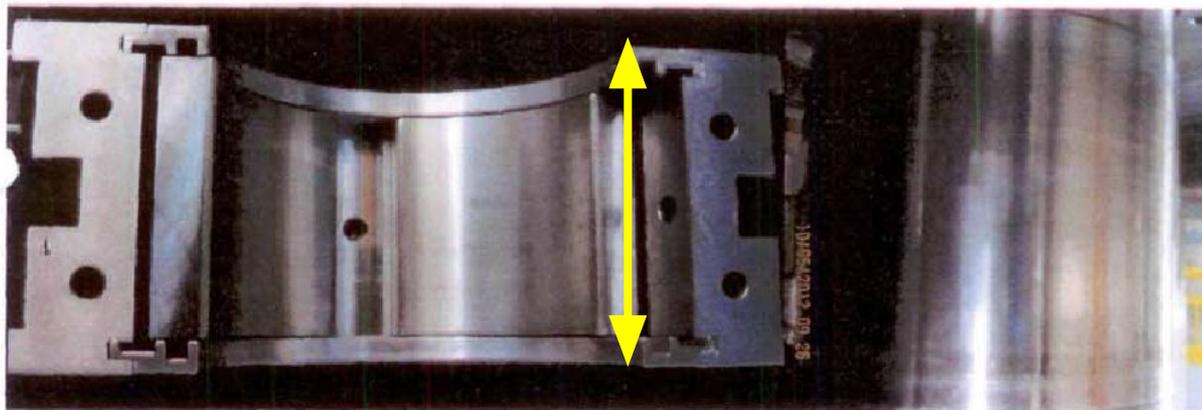
На все случаи жизни



Главный масляный насос

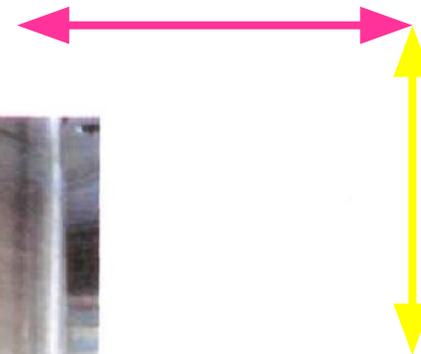


Передний подшипник компрессоров «Сименс»



Fot. 5

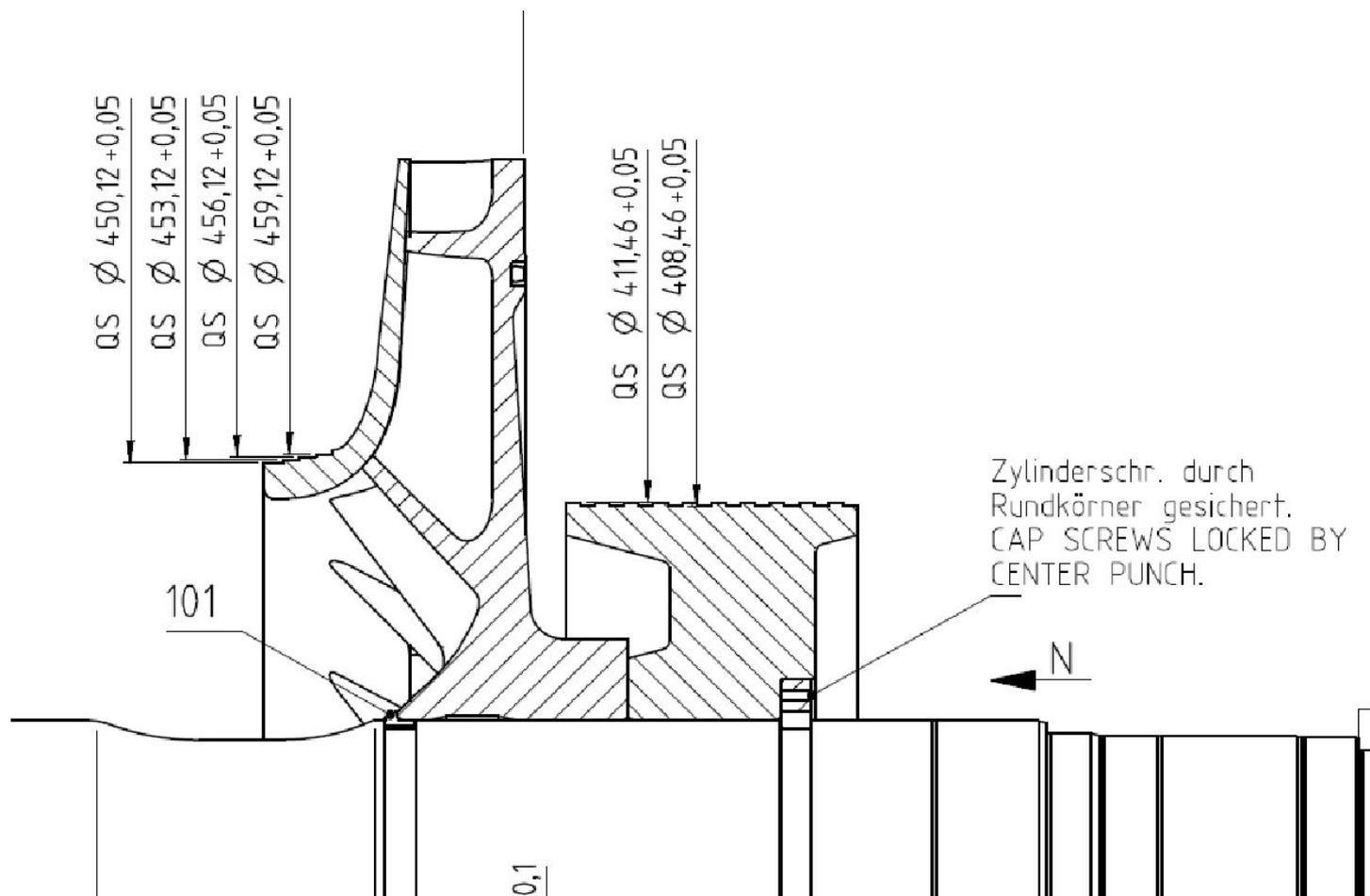
Fot. 6



Fot. 7

Fot. 8

Исполнение соединения «КОЛЕСО - ДУММИС»



Для обеспечения работы компрессорных станций вне типичных аварийных рисков при обеспечении оптимального сочетания «цена - качество» необходимо проведение комплекса мероприятий:

1. Использование ресурсообеспечивающих технических решений при определении конструкции компрессоров (подшипниковые узлы с обеспеченным критерием $PV < 15$, применение бесконтактных прирабатывающихся лабиринтных уплотнений, последовательные двухкаскадные газовые уплотнения: механические преграды – активные узлы с противодавлением, оптимизация конфигурации роторов)
2. Предпочтительное использование в составе компрессора СГУ с параллельной продувкой полостей и предварительной механической отсечкой масла или уплотнений с жидким рабочим телом (масляные уплотнения).
3. Использование в конструкции компрессоров узлов сторонних производителей только после практического моделирования условий эксплуатации на стендах (установках) и адаптации к условиям эксплуатации в составе компрессоров.
4. Обеспечение аэродинамичности внутренних каналов и полостей компрессоров.
5. Применение в составе ГПА трансмиссий с динамической устойчивостью, исключающей нерегламентированное внешнее дисбалансирующее воздействие на валопровод.
6. Применение схем смазки с обеспечением пускового температурного режима (предпусковая подача подогретого масла в узлы трения).
7. Включение в алгоритм САУ контроль недостающих параметров компрессоров и параметров динамического состояния элементов валопроводов.
8. Применение технологий сборки и балансировки роторов, соответствующих требованиям методологии обеспечения динамической устойчивости роторов и валопроводов ГПА. В распоряжении НПО имеется 12 соответствующих технологических решений, обладающих патентной защитой.
9. Обеспечение субмикронной шероховатости базовых поверхностей роторов.
0. Системным мониторингом динамического состояния валопроводов агрегатов.
1. Виброконтроль ротора свободной турбины.
2. Организация дистанционной системной передачи информации о текущих параметрах агрегатов в аналитический центр сопровождения эксплуатации.

Тауштэм!

