



Vankor field



Caspian Pipeline Consortium



Holding Company OZNA 2017





Проект:

«Разработка запасных частей для буровых насосов»

Уплотнение поршня
Разработка клапана

2017 г.

Цель работы

Разработка методики проектирования и изготовления запасных частей – поршень для буровых насосов, ориентированной на увеличение ресурса работы оборудования без останова, снижения себестоимости, снижение затрат при эксплуатации

Требуемые эксплуатационные характеристики

Ресурс	до 600 ч
Номинальное давление	до 400 бар
Рабочая среда	буровой раствор
Количество циклов до разрушения	4 000 000

Почему важен ресурс безотказной работы 600ч:

- 600 ч ресурс втулки (цилиндра) насоса европейского производства;
- При данном ресурсе узла поршень-втулка значительно снижается количество ремонтов;
- Резко сокращается количество простоев и время бурения скважины;
- Исключен риск аварий, связанных с выходом из строя насоса в процессе бурения;



Для достижения поставленной цели решены следующие задачи

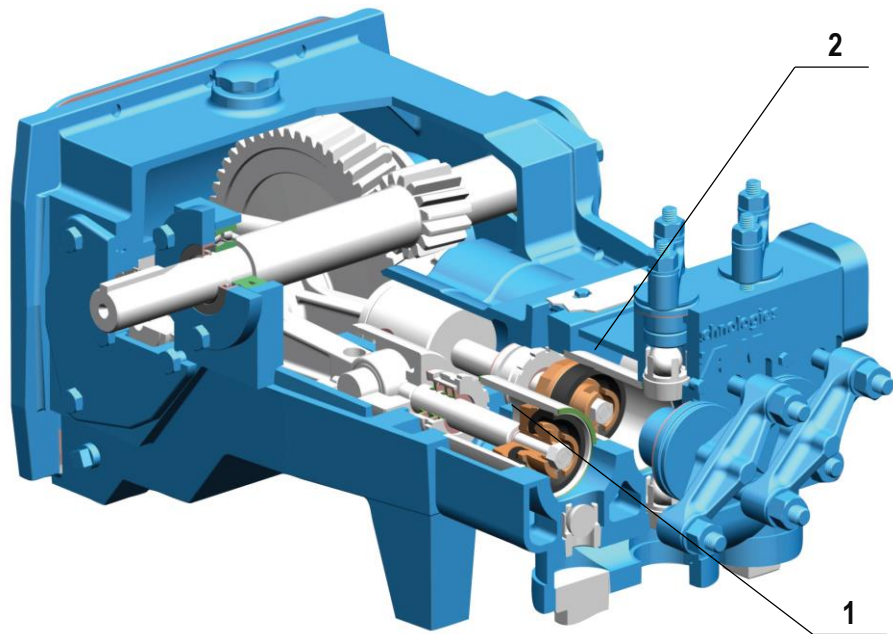
Составление модели нагружения, анализ материала для изготовления уплотнения поршня

Создание математической компьютерной модели, позволяющей находить оптимальные параметры конфигурации уплотнения поршня, влияющие на работоспособность бурового насоса

Создание методики выбора параметров уплотнения поршня близких к оптимальным (наилучших)

Проведение испытаний с целью подтверждения прогнозируемых характеристик работы (совместно с заказчиком)

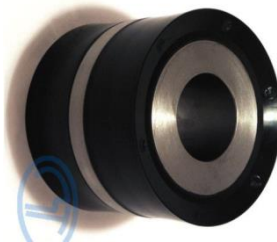
Конструкция узла бурового насоса с установленным уплотнением поршня



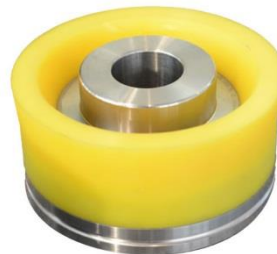
1 – уплотнение поршня;
2 – втулка насоса



Разрушенное уплотнение поршня.
Ресурс данного уплотнения –
менее 50 ч



Поршень современных
производителей среднего
качества. Ресурс данного
уплотнения – 150-200 ч



Поршень, применяемый сегодня в
насосах, изготавливаемых на
Западе, в США. Ресурс поршня –
до 600 ч

Задача выбора оптимальных параметров системы решалась, применяя один из методов оптимизации: например, ЛП_τ-поиск с двумя критериями.

В качестве критериев для поиска наилучшего решения целесообразно принять **силу трения** между втулкой и уплотнением поршня и **площадь контакта** в паре «уплотнение поршня – втулка».

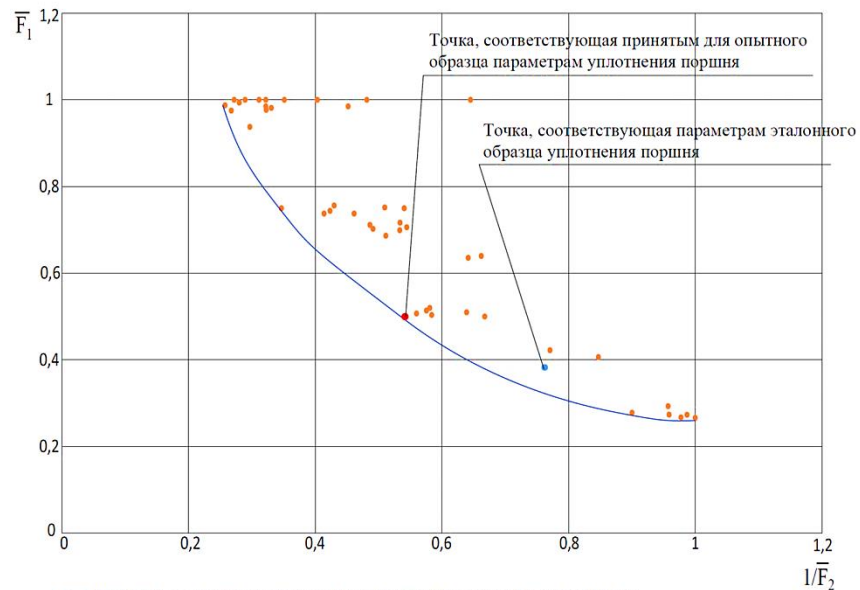
Указанные два параметра являются основными для оценки эффективности работы пары «уплотнение поршня-втулка» (рис.2):

Сила трения (\overline{F}_1) определяет механический КПД узла;

Площадь контакта (\overline{F}_2) определяет объемный КПД узла.

В качестве неформализуемых критериев (исходя из технологических возможностей производства) был принят материал, из которого изготавливается уплотнение поршня (подобранный аналог материала эталонного образца уплотнения поршня).

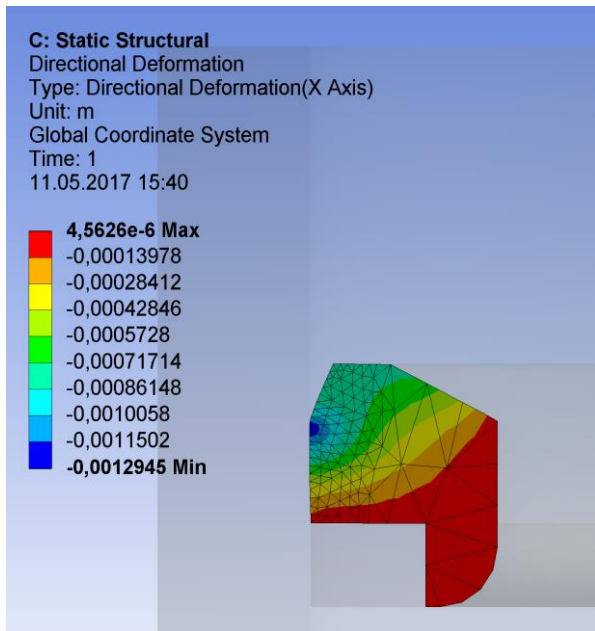
Пример результатов определения оптимальных параметров конструкции уплотнения поршня



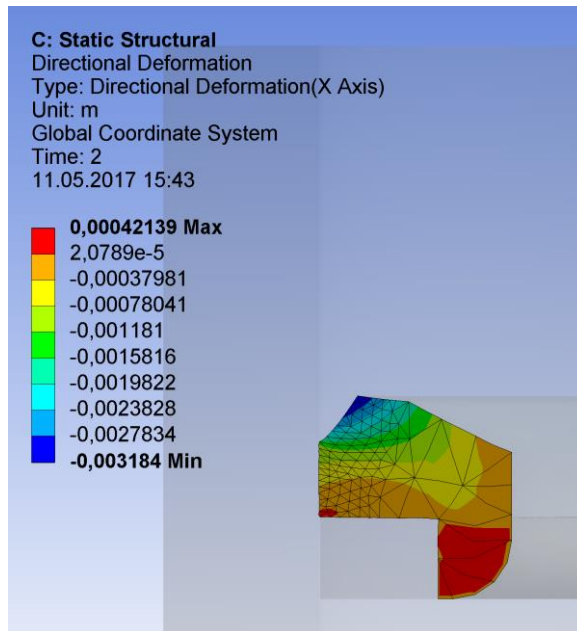
- Распределенные точки параметров в пространстве критериев, определяющие проектные варианты уплотнения поршня
- Аппроксимация фронта Парето

\overline{F}_1 - сила трения, учитывающая механический КПД узла;

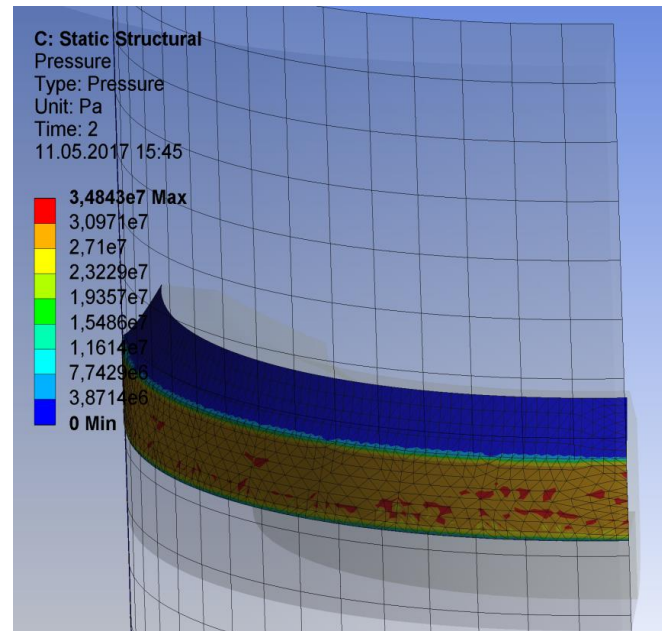
\overline{F}_2 - площадь контакта, определяемая объемный КПД насоса



Деформация уплотнения поршня в начальном (ненагруженном) состоянии при выбранных параметрах его конструкции

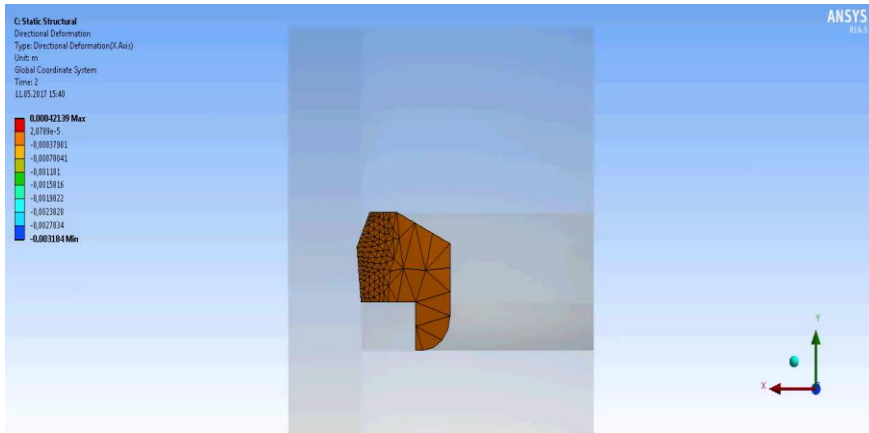


Деформация уплотнения поршня после нагружения при выбранных параметрах его конструкции

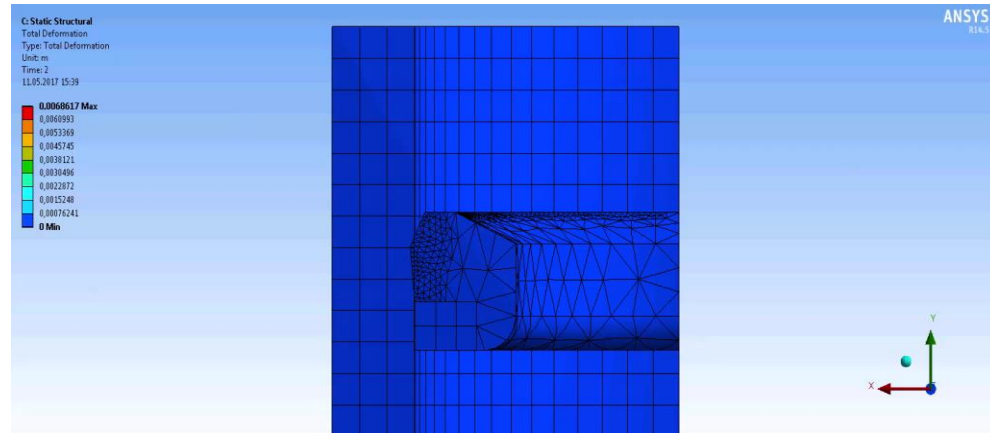


Напряжения, возникающие в уплотнении поршня при нагружении для выбранных параметров его конструкции

Деформация

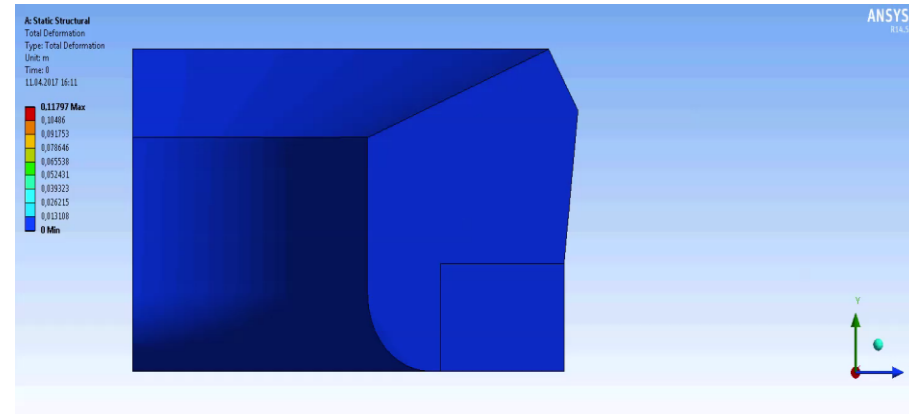
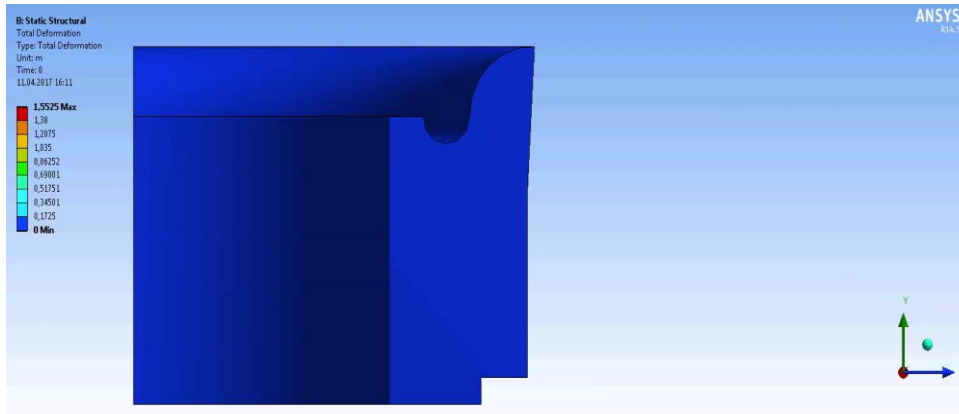


Напряжение

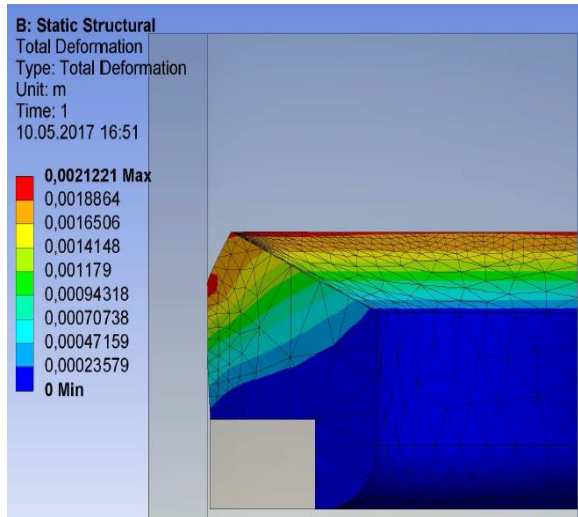


Работа уплотнения поршня низкого качества под действием нагрузки

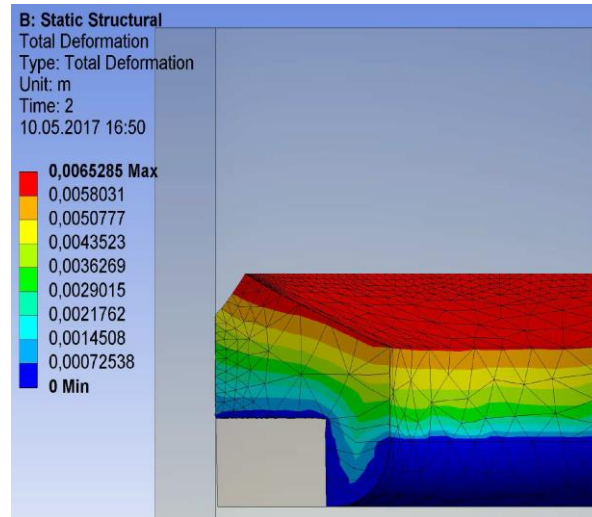
Работа европейского уплотнения поршня под действием нагрузки



Работоспособность уплотнения определяется пятном контакта и трением, возникающим в паре трения – уплотнение поршня и гильзы поршня.

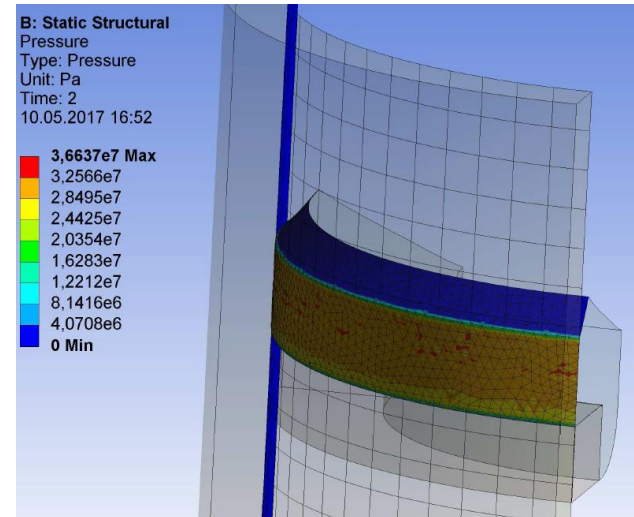


Деформация уплотнения поршня в начальном (ненагруженном) состоянии эталонного образца



Деформация уплотнения поршня после нагружения эталонного образца

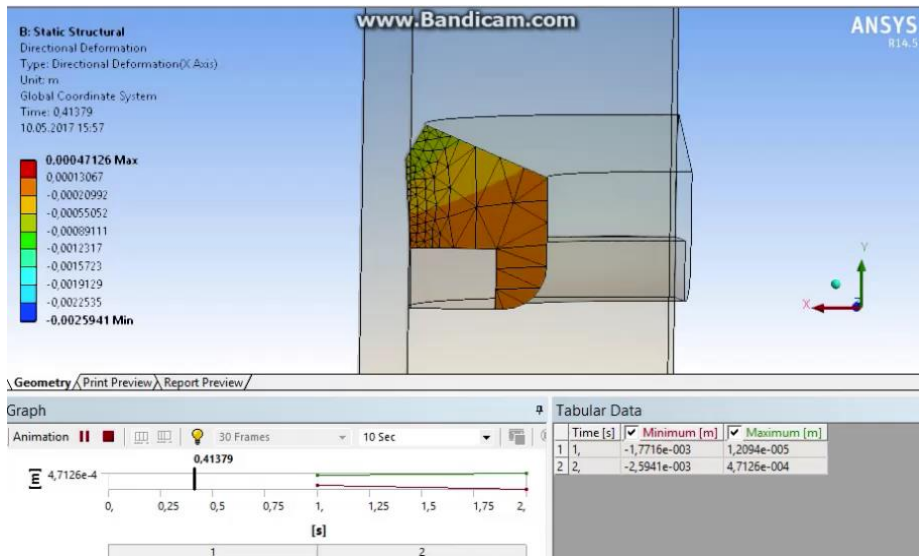
Деформация



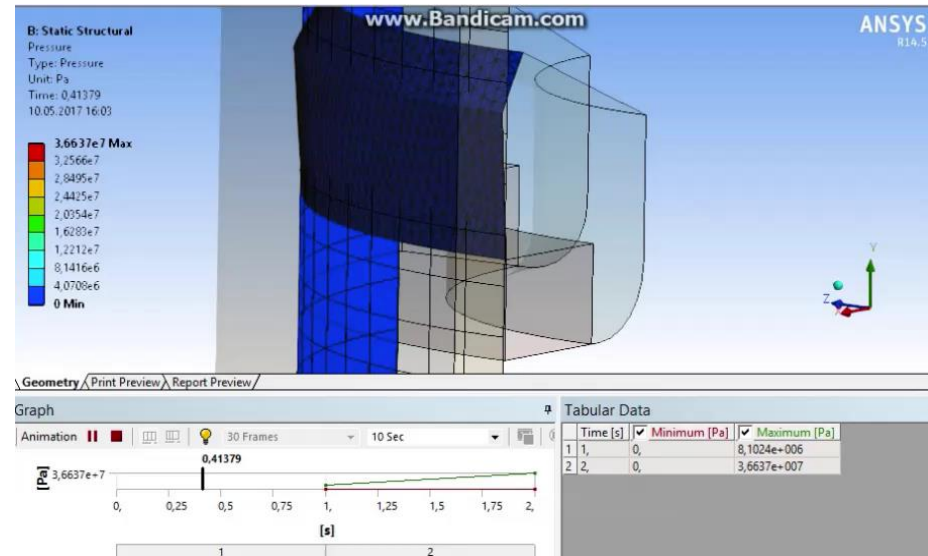
Напряжения, возникающие в уплотнении поршня при нагружении эталонного образца

Напряжение

Деформация



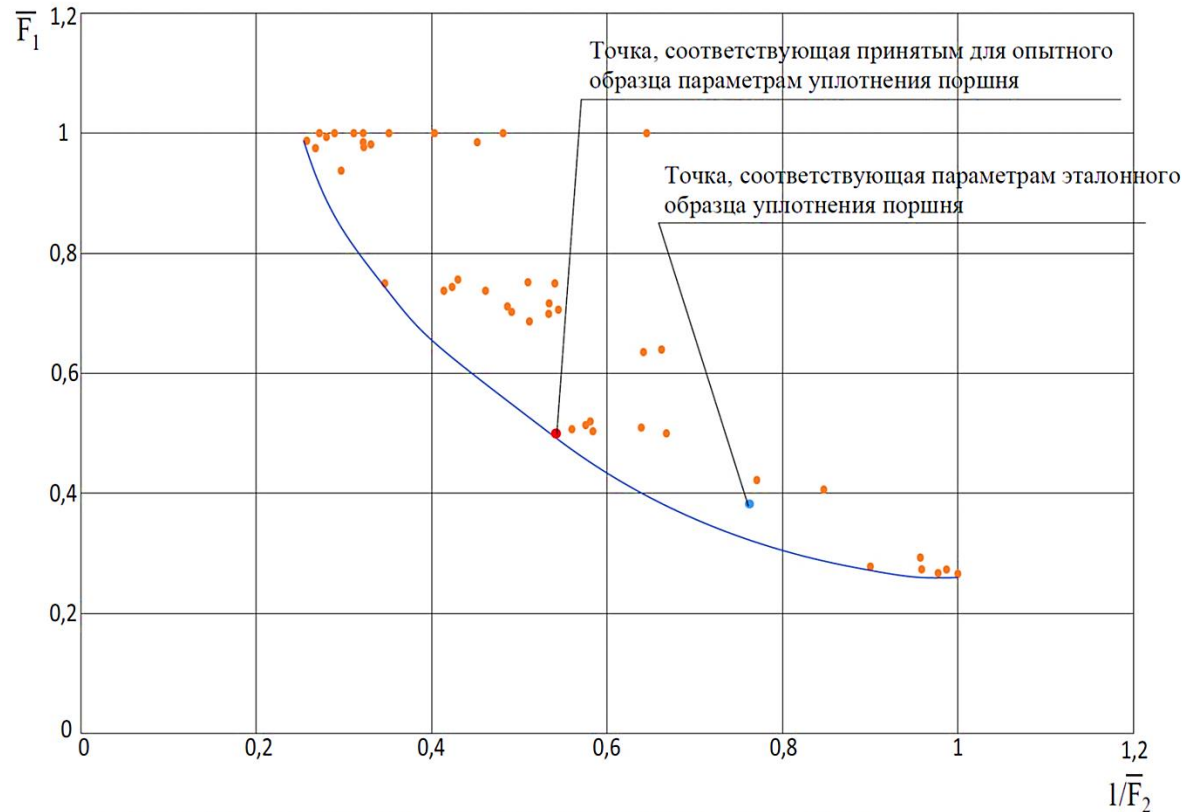
Напряжение



Пример результатов определения оптимальных параметров конструкции уплотнения поршня

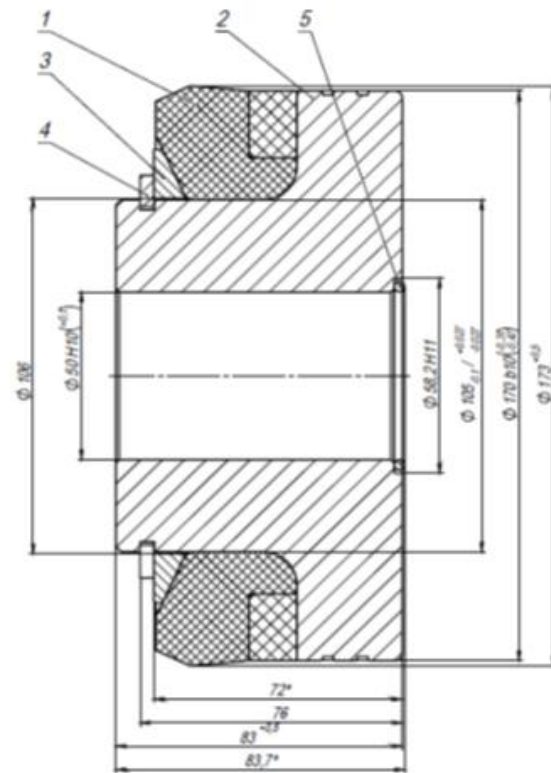
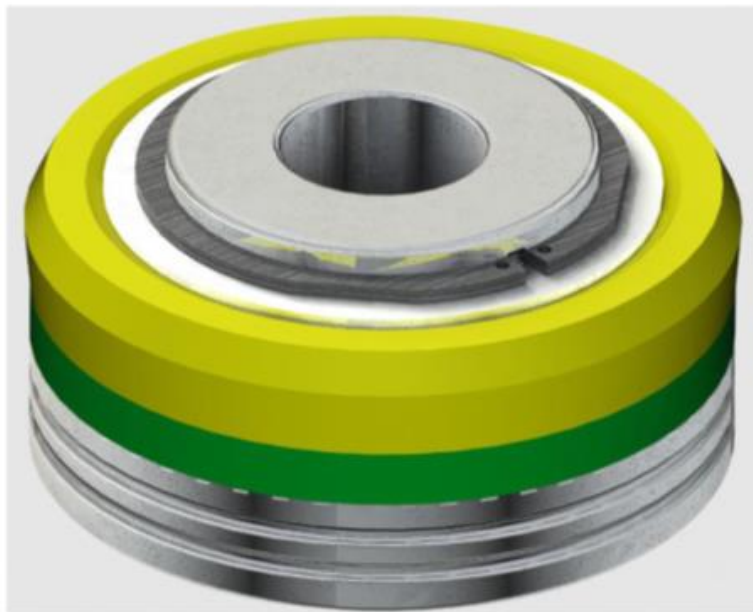
\bar{F}_1 - сила трения, учитывающая механический КПД узла;

\bar{F}_2 - площадь контакта, определяемая объемный КПД насоса



- Распределенные точки параметров в пространстве критериев, определяющие проектные варианты уплотнения поршня
- Аппроксимация фронта Парето

Разработанный согласно методике проектирования поршень бурового насоса диаметром 1170 мм с



Цель работы

Разработка методики проектирования и изготовлению запасных частей – клапан для буровых насосов, ориентированной на увеличение ресурса работы оборудования без останова, снижения себестоимости, снижение затрат при эксплуатации.

Техническое задание Заказчика

Ресурс	увеличение на 40%
Номинальное давление	до 400 бар
Рабочая среда	буровой раствор
Количество циклов до разрушения	4 000 000

Почему важен ресурс безотказной работы:

- Резко сокращается количество простоев и время бурения скважины;
- Исключен риск аварий, связанных с выходом из строя насоса в процессе бурения (прихват снаряда и пр.);

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи

Составление модели нагружения, анализ материала для изготовления уплотнения клапана

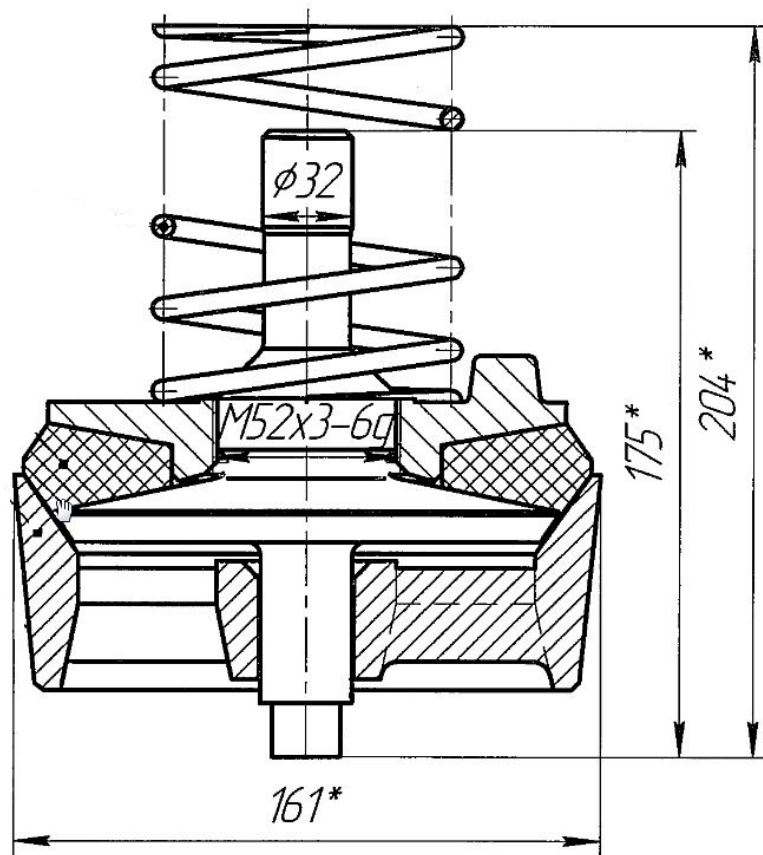
Создание математической компьютерной модели, позволяющей находить оптимальные параметры конфигурации уплотнения клапана и его седла, влияющие на работоспособность бурового насоса и отвечающие требуемому ресурсу работы

Создание методики выбора параметров уплотнения клапана близких к оптимальным (наилучших)

Проведение испытаний с целью подтверждения прогнозируемых характеристик работы (Совместно с заказчиком)

Причины выхода из строя элементов конструкции клапана:

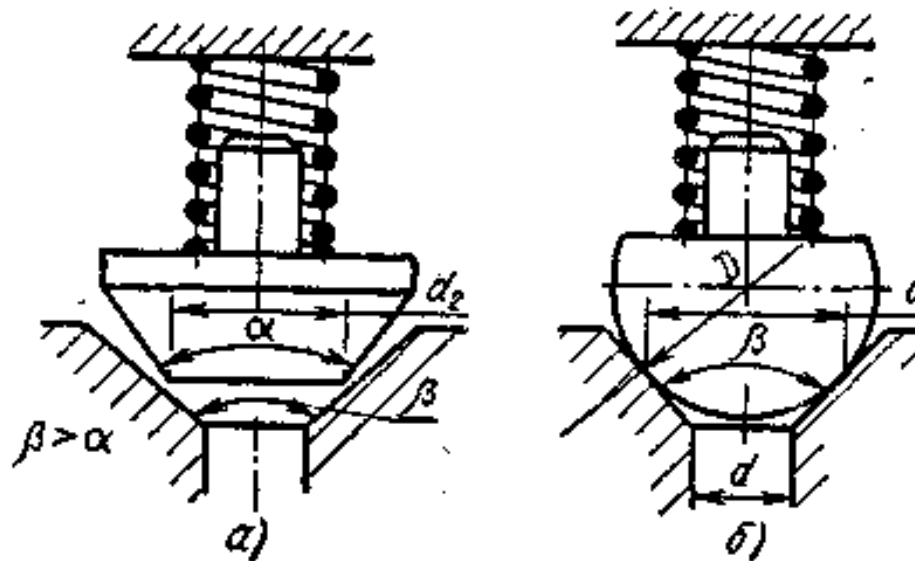
- Гидроудар
- Утечка жидкости из-за неправильного профилирования ЗРЭ (запорно-регулирующего элемента)
- Выбор неверной жесткости пружины
- Отсутствие демпфирования ЗРЭ клапан
- Возникновение недопустимой гидродинамической силы при открытии ЗРЭ клапана
- Отсутствие герметичности уплотнения ЗРЭ клапана относительно сопрягаемых внутренних поверхностей



Меры, направленные на устранение выявленных причин разрушения элементов конструкции клапана:

- Оптимальный выбор формы седла и ЗРЭ клапана
- Определение гидродинамической силы и ее уменьшение за счет правильного профилирования формы седла и ЗРЭ клапана
- Увеличение демпфирующих способностей клапана за счет выбора оптимальных параметров пружины и демпфера
- Проектирование конструкции уплотнения ЗРЭ

Профилирование и выбор наилучшего профиля седла и ЗРЭ клапана



Questions and Answers