

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ НКТ И ОБСАДНЫХ ТРУБ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ



ГРУППА
ЧТПЗ

Александров Сергей Владимирович

АО «ПНТЗ» / ПАО «ЧТПЗ»

Начальник отдела новых видов бесшовных труб для нефтегазовой отрасли

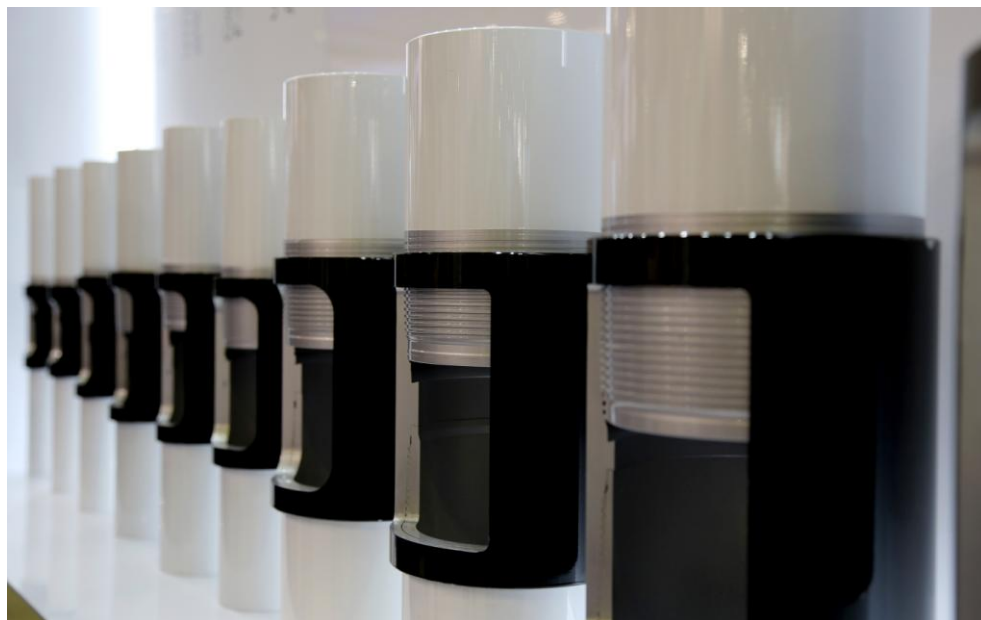
к.т.н.

ИНФОРМАЦИЯ ПО ПРОДУКТУ



Г Р У П П А
Ч Т П З

Производство резьбовых соединений «ЧТПЗ Прайм» осуществляется с использованием уникальных технологий и высокоточного оборудования в Финишном центре Первоуральского новотрубного завода, а также по лицензиям на предприятиях иных изготовителей. Специалисты компании также оказывают послепродажные сервисные услуги по инженерно-техническому сопровождению свинчивания труб на скважине.



Группа ЧТПЗ разработала широкий ряд насосно-компрессорных и обсадных труб со специальными свойствами для эксплуатации в экстремальных условиях, в частности, при низких температурах или высокой коррозионной активности:

- Трубы хладостойкие (LT)
- Трубы сероводородостойкие (S, SS)
- Трубы повышенной стойкости к CO₂- и H₂S-коррозии (C, CS)

ПРЕМИАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ «ЧТПЗ ПРАЙМ»



Г Р У П П А
Ч Т П З

Сложные в освоение
месторождения
нефти и газа

Потребность в резьбовых
соединениях с улучшенными
характеристиками

- Увеличение глубины бурения
- Высокие давление и температуры
- Усложнение спуска в скважину
- Дополнительные нагрузки – изгиб и момент кручения
- Переключение нагрузок в процессе освоения и эксплуатации (растяжение + внутреннее давление) на (сжатие + внешнее давление)
- Повышенные требования к коррозионной стойкости и долговечности

- Высокая прочность
- Устойчивость к сжимающим нагрузкам
- Обеспечение герметичности во всем диапазоне эксплуатационных нагрузок
- Повышенная герметичность под воздействием внешних давлений
- Сохранение эксплуатационных характеристик при многократном изменении и переключение нагрузок
- Улучшенные характеристики сборки и спуска
- Исключение возникновения задиров при многократном использовании
- Надежность и уверенность в результате

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ R&D ПРОДУКТА (КРАТКО)



ГРУППА
ЧТПЗ

От ИДЕИ к чертежам:

1-2
года

- анализ открытых данных;
- изучение опыта предыдущих разработок;
- первичная конструкторская документация;
- прочностные расчеты (моделирование нагрузок, напряжений, поведения при комбинированных нагрузках, определение параметров производства и эксплуатации)..
- конструкторская документация опытного образца

От ОБРАЗЦА к внедрению:

2-3
года

- изготовление прототипов и опытных образцов,
- исследования и испытания:
 - ✓ оценка конструкции (по элементам и в целом);
 - ✓ испытания технологических и эксплуатационных характеристик, в т.ч. предел работоспособности: специализированные лаборатории/авторские или стандартизированные методики;
- конструкторская и технологическая документация и оборудование для промышленного производства.

Работа с ПОТРЕБИТЕЛЕМ:

∞

- супервайзинг поставок:
 - ✓ обучение правильной работе с продукцией;
 - ✓ сопровождение применение продукции на всех этапах жизненного цикла;
- оценка результатов эксплуатации и набор статистики.

От ОПЫТНЫХ партий к промышленному производству:

2-3
года

- освоение технологии изготовления и контроля;
- поставки опытных, опытно-промышленных и промышленных партий;
- организация промышленного производства;
- решение вопросов лицензионного производства

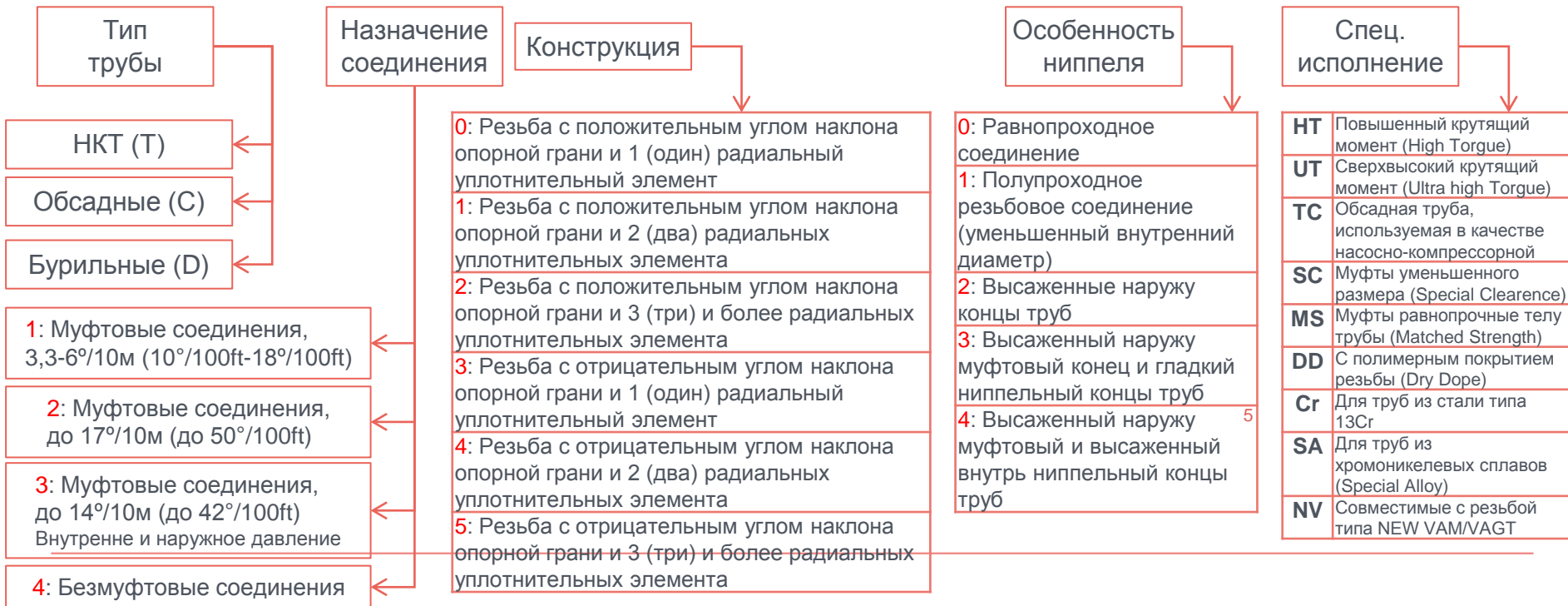
Жизне-
нный
цикл

КОДИРОВКА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПНТЗ



ГРУППА
ЧТПЗ

Старое наименование	ChT-VT	ChT-VTm1	ChT-VC	ChT-HT	ChT-2T	ChT-2C	tiTTan
Новое наименование	T100	T100NV	C100	C100HT	T230	C230	C311



ЛИНЕЙКА ЧТПЗ ПРАЙМ



Г Р У П П А
Ч Т П З

Уровень	Тип	Торговое наименование	Конструкторская документация	Опытные образцы и испытания	Промышленное производство
I поколение, серия 100	НКТ	T100 (ChT-VT)	Ø60, 73, 89, 114	Испытания во ВНИИГАЗ и ВНИИТнефть	Ø73, 89, 114
		T100NV (ChT-VTm1)	Ø60, 73, 89, 114	Испытания во ВНИИТнефть	Ø73
	ОТ	C100 (ChT-VC)	Ø114, 140, 146, 168, 178	Испытания во ВНИИГАЗ и ВНИИТнефть	Ø114, 140, 168, 178
		C100HT (ChT-HT)	Ø 168, 178	Испытания во ВНИИТнефть (Ø168)	-
II поколение, серия 200	НКТ	T230 (ChT-2T)	Ø60, 73, 89, 114	Собственные испытания Планы 2018г: ВНИИГАЗ и ВНИИТнефть	с 3 кв. 2018 г.
	ОТ	C230 (ChT-2C)	Ø114, 140, 146, 168, 178	Испытания во ВНИИГАЗ (D168) и Институте нефти и газа Технического университета Германии (Ø168, N80Q, ISO 13678:2012 CAL IV short	с 1 кв. 2018 г.
III поколение, серия 300	ОТ	C311 (tiTTan)	Ø114,168, 178	Испытания в Институте нефти и газа Технического университета Германии: Ø178, Q125, API 5C5:2017 CAL IV full Ø168, P110, API 5C5:2017 CAL IV short Ø114, API 5C5:2017 CAL IV short	Освоение производства в 2020 г.

ЧТПЗ ПРАЙМ Т100



ГРУППА
ЧТПЗ

МОДИФИКАЦИИ:

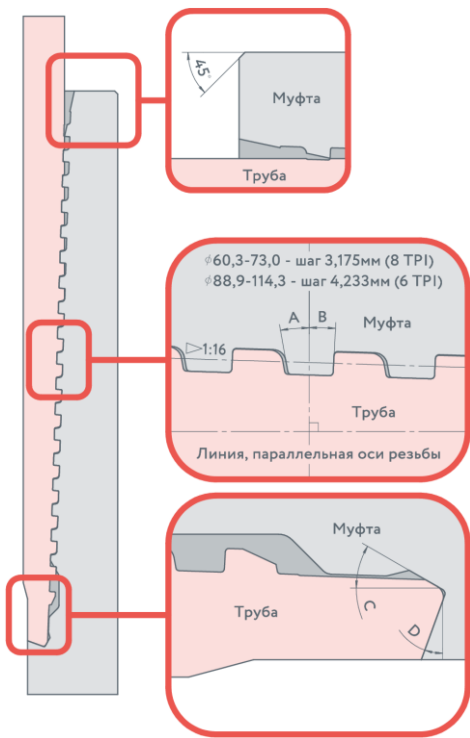
- взаимозаменяемые с VAGT и NEW VAM;
- в сероводородостойком исполнении.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ:

ООО «Газпром добыча Надым», ОАО «Лукойл»,
ООО «Газпромнефть Оренбург», ООО СП «Волгадеминойл»

РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

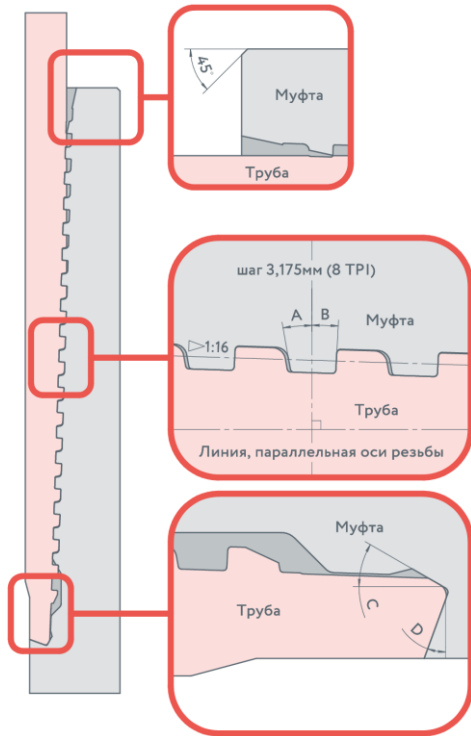
- Наружное давление – **100%** по API5C3;
- Внутреннее давление – **100%** от тела трубы;
- Растягивающая нагрузка – **100%** от тела трубы;
- Сжимающая нагрузка – **60%** от тела трубы;
- Интенсивность искривления ствола скважины – до **40°/100ft** (в зависимости от типоразмера).



ЧТПЗ ПРАЙМ T100NV



ГРУППА
ЧТПЗ



ОСОБЕННОСТЬ:

- модификация резьбового соединения T100 для свинчивания с резьбовыми соединениями VAGT и NEW VAM напрямую без использования переводных патрубков.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ:

ООО «Газпромнефть Оренбург»
(в сероводородостойком исполнении: **L80SS**)

РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Наружное давление – **100%** по API5C3;
- Внутреннее давление – **100%** от тела трубы;
- Растягивающая нагрузка – **100%** от тела трубы;
- Сжимающая нагрузка – **60%** от тела трубы;
- Интенсивность искривления ствола скважины – до **40°/100ft.**

ЧТПЗ ПРАЙМ С100



ГРУППА
ЧТПЗ

МОДИФИКАЦИИ:

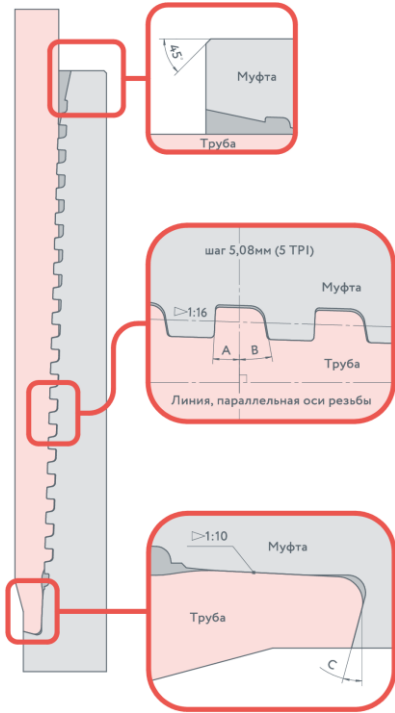
- с повышенным моментом свинчивания;
- взаимозаменяемые с NEW VAM
- в сероводородостойком исполнении.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ:

ООО «Газпром нефть шельф», ОАО «НК Роснефть» (ОАО «ТНК-ВР»),
ООО «Газпромнефть-Хантос», ОАО «Сургутнефтегаз»,
ООО «Газпромнефть-Оренбург», ООО «Газпром добыча Надым»

РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Наружное давление – **100%** по API5C3;
- Внутреннее давление – **100%** от тела трубы;
- Растягивающая нагрузка – **100%** от тела трубы;
- Сжимающая нагрузка – **50-60%** от тела трубы;
- Интенсивность искривления ствола скважины – до **20°/100ft.**

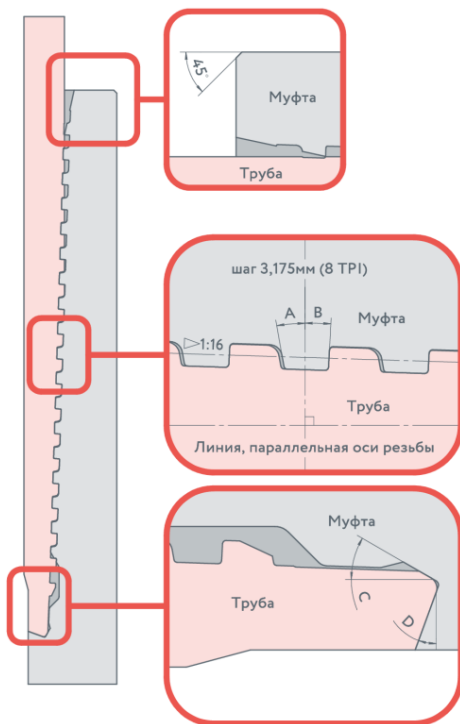


ЧТПЗ ПРАЙМ С100НТ



Г Р У П П А

Ч Т П З



ОПИСАНИЕ:

Соединение сочетает в себе преимущества освоенной резьбы С100 и обладает повышенным предельным моментом свинчивания, что позволяет применять его для спуска обсадных труб в скважину с использованием вращения (например, для «проталкивания» колонны в горизонтальный участок или вращении при цементации затрубного пространства).

РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Наружное давление – **100%** по API5С3;
- Внутреннее давление – **100%** от тела трубы;
- Растягивающая нагрузка – **100%** от тела трубы;
- Сжимающая нагрузка – **70%** от тела трубы;
- Наибольшая интенсивность искривления ствола скважины – **20°/100ft.**

Размер труб	Группа прочности	Моменты свинчивания, Нм (предельный момент вращения при спуске с вращением колонны труб)
168,3×8,9	Е, N80 тип Q	31000
177,8×9,2	Е, N80 тип Q	32000
177,8×11,51	Л, C95, R95	40000

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ



ГРУППА
ЧТПЗ

Контроль диаметров резьбы



Gagemaker MRP ChT-VC

Класс точности (погрешность) $\pm 0,01$ мм

Контроль расстояния до торцевого уплотнения муфты



Gagemaker MRP-U-ChT-VC

Контроль диаметров уплотнения (муфта и труба)



Gagemaker MRP-U-ChT-VC



Gagemaker PN-ChT-VC

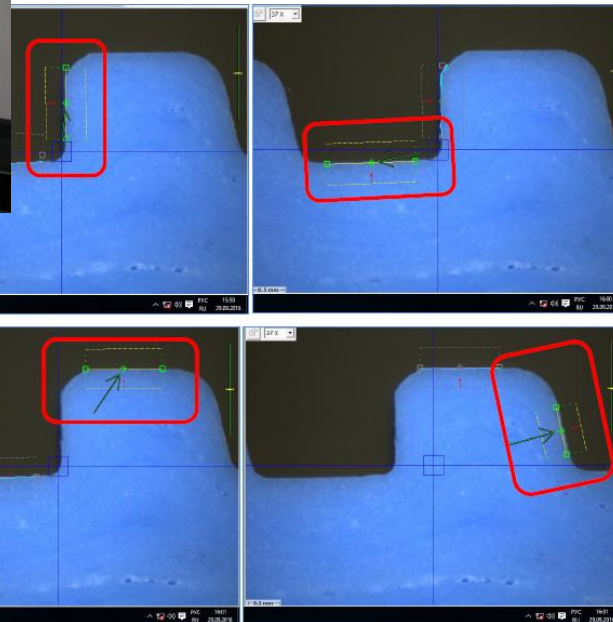
Меры для настройки приборов



Установочная мера Gagemaker (комбинированная)

Класс точности (погрешность) $\pm 0,01$ мм

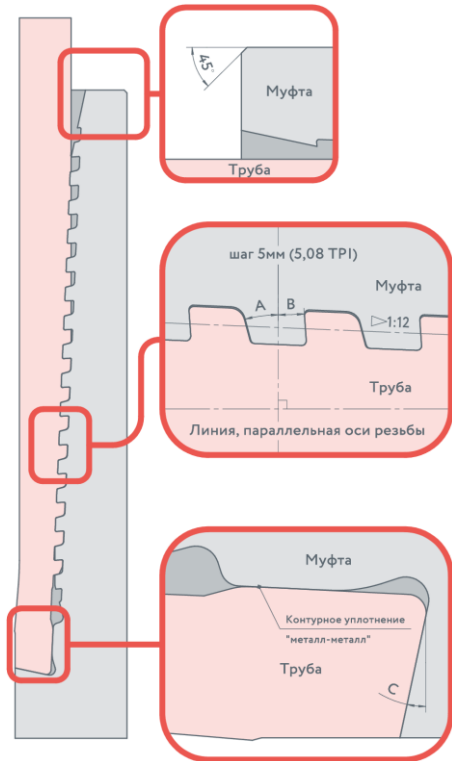
Специальный визуальный контроль профиля резьбы и уплотнения с применением проекторов или автоматических/полуавтоматических микроскопов



ЧТПЗ ПРАЙМ С230



ГРУППА
ЧТПЗ



ОПИСАНИЕ:

Новейшее газогерметичное резьбовое соединение обсадных труб предназначено для эксплуатации в вертикальных, горизонтальных и сильноискривленных ($17^\circ/10$ мм) нефтяных, газовых и газоконденсатных скважинах (в том числе в условиях шельфа).

РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Наружное давление – **100%** по API5C3;
- Внутреннее давление – **100%** от тела трубы;
- Растягивающая нагрузка – **100%** от тела трубы;
- Сжимающая нагрузка – **100%** от тела трубы;
- Интенсивность искривления ствола скважины – до **$52^\circ/100ft$** .

ЧТПЗ ПРАЙМ С230. ПРЕИМУЩЕСТВА



Г Р У П П А
Ч Т П З



- Допустимые прочностные нагрузки превышают заявленные аналогами VAM TOP, JFE BEAR;
- Высокая прочность на сжатие обеспечивается оптимизированным упорным торцом и уменьшенным зазором профиля резьбы ниппеля и муфты;
- Легкое и быстрое свинчивание труб за счет прочной резьбы с крупным шагом и крутой конусности для глубокой посадки ниппеля в муфту;
- Запатентованная конструкция узла герметизации обеспечивает стабильность работы уплотнения при любых комбинированных нагрузках.
- Высокий предельный момент свинчивания (для гр.пр. «Е» размера 168,3x8,9 мм предельный момент свинчивания при испытаниях составил 45 кН м)

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛНОМАСШТАБНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Клаустальский технический университет (Германия)
Институт нефтегазовой инженерии
Испытательный центр OCTG



ГРУППА
ЧТПЗ

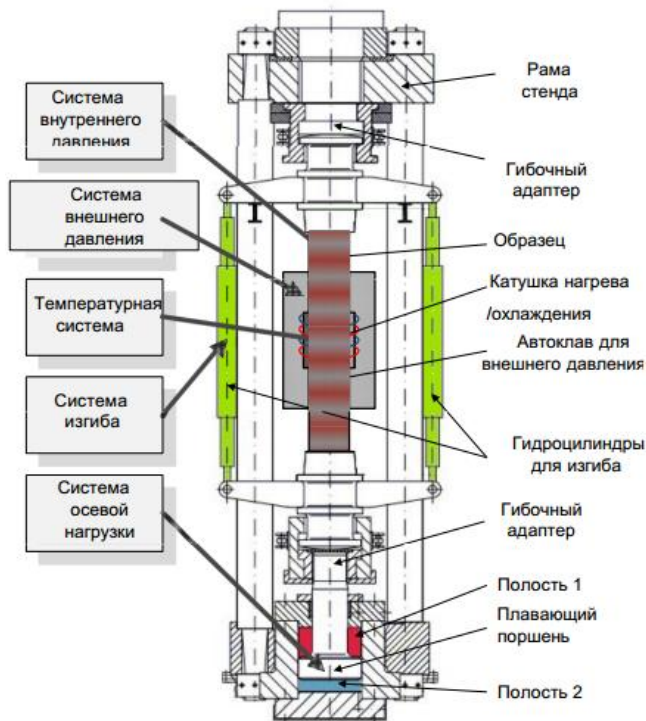


ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПО ISO 13679/API



ГРУППА
ЧТПЗ



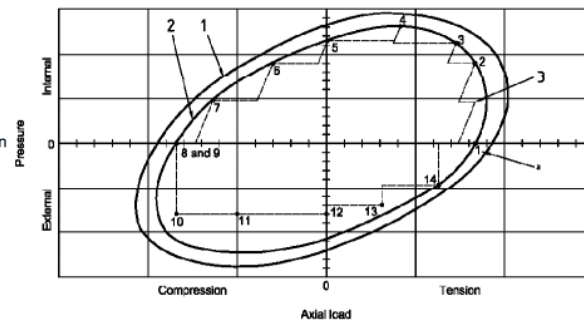
TU Clausthal

Clausthal University of Technology

- Полное соответствие стандартам ISO и API
- Высокая гибкость при адаптации к программам испытаний заказчиков
- Современные системы сбора данных
- Мониторинг пластических деформаций образца

ЛИСТ ЗАКАЗЧИКОВ

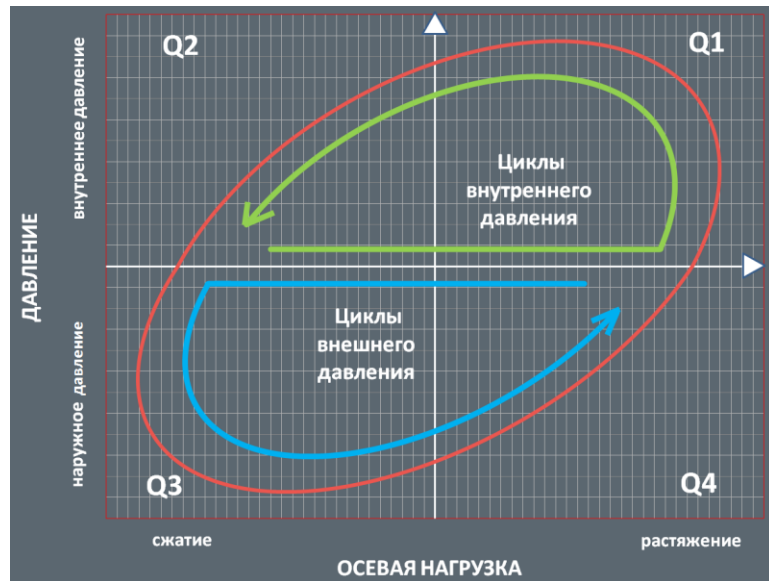
- Gas De France
- RWE DEA
- EXXON Mobil
- Baker Hughes
- Weatherford
- Benteler
- TPS
- Perforator GmbH
- Butting
- Daldrup & Söhne AG
- MICON GmbH
- Shell
- KCA Deutag
- Vallourec & Mannesmann
- Tenaris
- FAST
- VoestAlpine
- Metal One



ISO 13679 / API 5C5



ГРУППА
ЧТПЗ



- Q1 – растяжение + внутреннее давление
- Q2 – сжатие + внутреннее давление
- Q3 – сжатие + наружное давление
- Q4 – растяжение + наружное давление

- ISO 13679/API 5Cr стандартные процедуры испытаний на герметичность для подтверждения эксплуатационных характеристик резьбовых соединений труб OCTG
- Комбинированные нагрузки соответствующие уровню 95% от начала возникновения пластических деформаций в теле трубы
- Использование образцов с различными вариантами соединения исходя из принятых допусков на продукцию
- Многократное прохождение испытательных точек с комбинированными нагрузками в различном порядке

ISO 13679

СЕРИЯ А – 3 цикла внутреннего давления + 2 цикла наружного давления

СЕРИЯ В – проверка газогерметичности для испытательных точек с дополнительной изгибающей нагрузкой и без нее

СЕРИЯ С – термоциклирование с механическими циклами при комнатной и повышенной температуре

РАЗЛИЧИЯ В ПРОЦЕДУРАХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ISO 13679:2012 И API 5C5:2017



Г Р У П П А
Ч Т П З

ISO 13679:2002 CAL 2

(e.g. NewVAM)

Series B (Q1-Q2-Q1)

95% ambient

NO bending

Series C – Temperature 135 deg C

/mechanical cycles

Full cycle

Series A: (Q1-Q2) 95% Ambient

ISO 13679:2002 CAL 4

(e.g. ЧТПЗ Прайм С230)

Series B (Q1-Q2-Q1)

95% ambient with 20degr.

bending

Series C – Temperature 180 deg C

/mechanical cycles

Full cycle

Series A: (Q1-Q2-Q3-Q4) 95% Ambient

API 5C5;2017 CAL 4

(e.g. ЧТПЗ Прайм С311 tiTTan)

Series B (Q1-Q2-Q1)

80% ambient with 20degr. bending

95% ambient with 20degr. bending

90% 180 deg C with 20degr. Bending

Series C – Temperature 180 deg C

/mechanical cycles

Full cycle

Series A: (Q1-Q2-Q3-Q4) 90% 180 deg C
5 x (Q1-Q3-Q1) Cycles

Series A: (Q1-Q2-Q3-Q4) 90% Ambient

Series A: (Q1-Q2-Q3-Q4) 95% Ambient

РЕЗУЛЬТАТЫ СОКРАЩЕННОЙ КВАЛИФИКАЦИИ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ С230 ПРАЙМ (СНТ-2С). 1/2



Г Р У П П А
Ч Т П З

Образец	РЕЗУЛЬТАТ
Образцы РК2 и РК3	Подтверждено, что соединение герметично при уровне комбинированных нагрузок 100% и сохраняет свои эксплуатационные свойства.
Образцы РК4 и РК6	Подтверждено, что соединение остается герметичным при нагрузках превышающих предел текучести.
Образец РК15	Подтверждено, что соединение остается герметичным при испытаниях серий А, В, С уровня CAL4 ISO 13679.
Образец Р12	Подтверждено, что соединение остается герметичным при уровне изгиба 52 град / 100 футов (17 град / 10м) и не теряет своих эксплуатационных свойств.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОКРАЩЕННОЙ КВАЛИФИКАЦИИ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ С230 ПРАЙМ (СНТ-2С). 2/2



Г Р У П П А
Ч Т П З

- Проведение испытаний подтвердило соответствие резьбового соединения требованиям, предъявляемым при квалификации по CAL4 ISO 13679 на 100% уровень эффективности.
- Получено подтверждение самогерметизации уплотнения резьбового соединения при действии внутреннего давления. Данное свойство обеспечивает сохранение эксплуатационных характеристик резьбового соединения в области начала пластических деформаций тела трубы.
- Выявлена критическая точка возникновения утечки в уплотнении при действии наружного давления. Данная критическая точка лежит вне огибающей испытательных нагрузок для трубы 168,28x8,94 группы прочности N80 тип Q по API 5CT. Данное свойство позволяет использовать герметизирующий узел резьбового соединения «ЧТПЗ Прайм С230» для труб стойких к смятию.
- Полученные результаты были использованы для уточнения конструкции герметизирующего узла для труб других типоразмеров и групп прочности.

КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ С311 «tiTTan» (1/3)

Стандарт API 5C5 уровень CAL IV

1. Испытания на свинчивание-развинчивание (4 комплекта образцов)

Образцы	Образец № 1	Образец № 2	Образец №3	Образец № 4
Натяг по Резьбе/Уплотнению	XH/XL XH – экстремально высокий натяг по резьбе XL – экстремально низкий натяг по уплотнению	XH/XL XH – экстремально высокий натяг по резьбе XL – экстремально низкий натяг по уплотнению	L/H L – низкий натяг по резьбе H – высокий натяг по уплотнению	L/L L – низкий натяг по резьбе L – низкий натяг по уплотнению
Конусность резьбы по ниппелю/муфте	PS/BF PS – малая конусность ниппеля BF – большая конусность муфты	PS/BF PS – малая конусность ниппеля BF – большая конусность муфты	PF/BS PS – большая конусность ниппеля BF – малая конусность муфты	PS/BF PS – малая конусность ниппеля BF – большая конусность муфты
Свинчивание (M&B)	Сторона А: Окончательное свинчивание с малым крутящим моментом 19 103,0 Н м (L) и много смазки (H)	Сторона А: Окончательное свинчивание с малым крутящим моментом 19 258,0 Н м (L) и много смазки (H)	Сторона А: 2 цикла (высокий крутящий момент, (H) и мало смазки (L))	Сторона А: Окончательное свинчивание с высоким крутящим моментом 21 172,0 Н м (H) и много смазки (H)
	Сторона В: 2 цикла (малый крутящий момент, L) и много смазки (H)		Сторона А: Окончательное свинчивание с высоким крутящим моментом 21 133,0 Н м (H) и много смазки (H)	Сторона В: 2 цикла (высокий крутящий момент, H) и мало смазки (L)
	Сторона В: Окончательное свинчивание с низким крутящим моментом 21 250,0 Н м (L) и много смазки (H)	Сторона В: Окончательное свинчивание с малым крутящим моментом 19 258,0 Н м (L) и много смазки (H)	Сторона В: Окончательное свинчивание с высоким крутящим моментом 21 133,0 Н м (H) и много смазки (H)	Сторона В: Окончательное свинчивание с высоким крутящим моментом 21 211,0 Н м (H) и много смазки (H)

Испытания на свинчивание-развинчивание проводятся для оценки риска возникновения заеданий (задиrow) в резьбовом соединении



Г Р У П П А
Ч Т П 3

После окончательного свинчивания образцов муфтовое соединение подвергалось нагреву до 180°C для выжигания смазки

После окончательного свинчивания образцов муфтовое соединение подвергалось нагреву до 180°C для выжигания смазки

КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ С311 «tiTTan» (2/3)

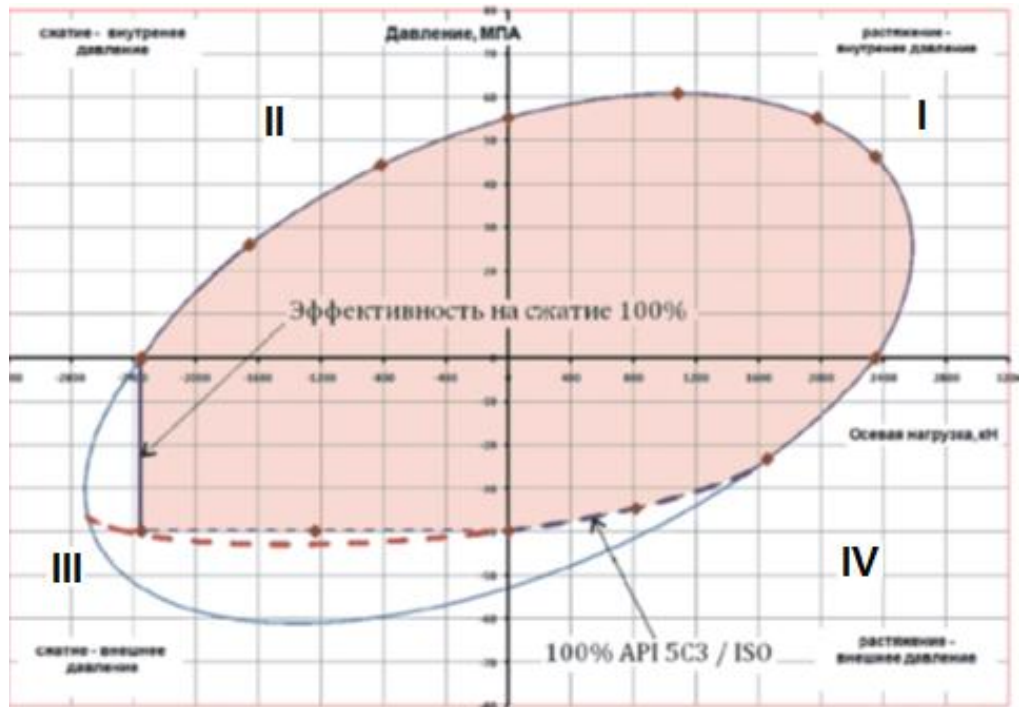
Стандарт API 5C5 уровень CAL IV

2. Испытания на герметичность при комбинированных нагрузках

Последовательность испытаний (4 образца): **B + C + A90% + A95% + Failure test**



ГРУППА
ЧТПЗ



Испытания серии «В»: герметичность при повторяющихся комбинированных нагрузках «растяжение/сжатие» + «внутреннее давление» с периодическим приложением изгибающей нагрузки

- 80% σ_T , Q1-Q2-Q1 (10 шагов нагрузки).
- 95% σ_T , Q1-Q2-Q1 (24 шагов нагрузки).
- 90% $\sigma_T + T180 + 42^\circ/100ft$, Q1-Q2-Q1 (38 шагов нагрузки).
- 90% $\sigma_T + 42^\circ/100ft$, Q1-Q2-Q1 (38 шагов нагрузки).

Испытания серии «А»: герметичность при повторяющихся комбинированных нагрузках «растяжение/сжатие» + «внутреннее/внешнее давление»

- 90% σ_T , Q1-Q2-Q3-Q4-Q3-Q2-Q1 (39 шагов нагрузки).
- 90% $\sigma_T + T180$, Q1-Q3-Q1 (5 шагов нагрузки).
- 90% σ_T , Q1-Q2-Q3-Q4-Q3-Q2-Q1 (39 шагов нагрузки).
- 95% σ_T , Q1-Q4- Q1 (38 шагов нагрузки).

Испытания серии «С»: герметичность при повторяющихся механических и термических циклах с растяжением и внутренним давлением

- 90% σ_T , комн.Т – Т180 – Т52 (10 циклов) в Q1.
- 90% σ_T , (5 циклов) в Q1.

КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ С311 «tiTTan» (3/3)

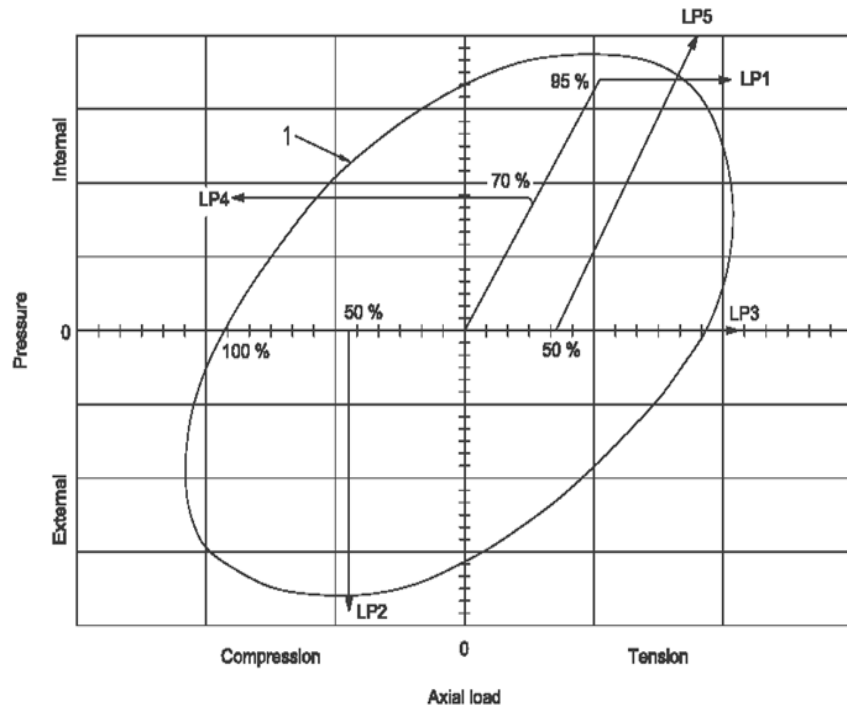
Стандарт API 5C5 уровень CAL IV

2. Испытания на герметичность при комбинированных нагрузках

Последовательность испытаний (4 образца): **B + C + A90% + A95% + Failure test**



Г Р У П П А
Ч Т П 3



Испытания Failure test: определение пределов прочности и герметичности соединения (за пределами области испытательных нагрузок).

T50%+IP (LP5): нагрузка на осевое растяжение равно 50% от предела текучести трубы и на последующее внутреннее давление до разрушения образца

IP70%+C (LP4): нагрузка на внутреннее давление равно 70% от предела текучести трубы и на последующее осевое сжатие до разрушения образца

IP95%+T (LP1): нагрузка на внутреннее давление равно 95% от предела текучести трубы и на последующее осевое растяжение до разрушения образца

C50%+EP (LP2): нагрузка на осевое сжатие 50% от предела текучести трубы и на последующее внешнее давление до разрушения образца

РЕЗУЛЬТАТЫ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ В ЗАРУБЕЖНОМ ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ



ГРУППА
ЧТПЗ

Сравнительные данные по эксплуатационным параметрам

Основные эксплуатационные параметры	Наименование резьбового соединения (разработчики)			
	ChT-2C	tiTap (новая разработка 3-го поколения)	VAM TOP	VAM 21
	ISO 13678^2002 CAL IV mod.	API 5C5^2017 CAL IV	технический каталог	
Общепринятые стандарты				
Эффективность работы на растяжение (от минимального предела текучести)	100%	100%	100%	100%
Эффективность работы на сжатие (от минимального предела текучести)	100%	100%	STD - 60% HT - 80% HC - 100%	100%
Эффективность работы на внутреннее давление (от минимального предела текучести)	100%	100%	100%	100%
Эффективность работы на внешнее давление (от API Collapse)	STD - 120% HC - 140%	STD - 100% HC - 120%	STD - 100% HC - 130%	STD - 100% HC - 130%
Интенсивность искривления скважины (град/100 футов)	51	40	40	40 ... 71 (в зависимости от модификации)
Дополнительные параметры				
Средний момент свинчивания кН*м	15	20	9 (STD) 15 (HT и HC)	15
Возможность вращения колонны при цементировании	да	да	да	да
Возможность бурения на обсадной колонне	да для STD	н/д	да (HT и HC)	да (HT и HC)
Предельный момент свинчивания (Yield Torque), кН м	45 <small>для STD 8803 168 25x3 94</small>	42 <small>(для тр. пр. P110 размер 177,6x3 19)</small>	23 (HT и HC)	20 (STD)
Предельный момент свинчивания с сохранением герметичности (Maximum Torque with sealability), кН м	31 <small>для STD 8803 168 25x3 94</small>	н/д	н/д	35 (HT и HC) 17 (STD)

STD стандартное исполнение; HT - модификация для высокого момента; HC - модификация для труб стойких к смятию

СЕРВИС ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ ПОСТАВОК

РАЗВИТИЕ ПРЕДПРОДАЖНОГО И ПОСЛЕПРОДАЖНОГО СЕРВИСА

Создано подразделение по сопровождению поставок и спуску колонн НКТ и обсадных труб с резьбовыми соединениями Premium, в том числе в коррозионностойком исполнении.

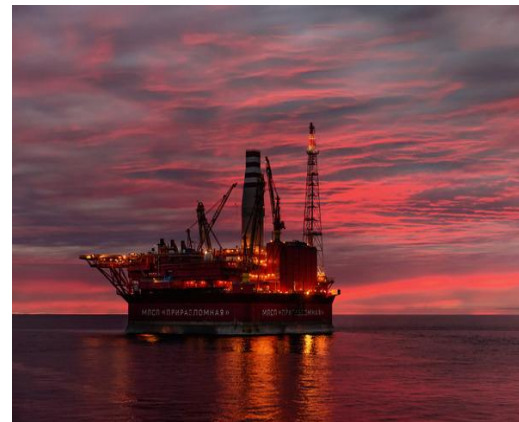
Предоставляются услуги:

- подбор марки стали в соответствии с планируемыми условиями эксплуатации;
- модернизация резьбового соединения под условия заказчика;
- полевое обслуживание (инспекция и спуск);
- лицензирование предприятий на право нарезки на выпускаемом оборудовании резьбового соединения Premium конструкции АО «ПНТЗ»



Опыт работы

- Сопровождение спуска НКТ 73x5,5 ChT-VT и ОТ 139,7x10,54 ChT-VC месторождениях ООО «Газпром добыча Надым»
- Сопровождение спуска НКТ L80SS 139,7 x 7,72 ChT-VC на МЛСП «Приразломная» ООО «ГН-Шельф»
- Сопровождение спуска НКТ и обсадных труб ООО «ГН-Оренбург», ОАО «Сургутнефтегаз», ПАО «НК Роснефть», ПАО «ГАЗПРОМ НЕФТЬ», ПАО «ЛУКОЙЛ», независимые ВИНК.



Г Р У П П А
Ч Т П З

СЕРВИС ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ ПОСТАВОК



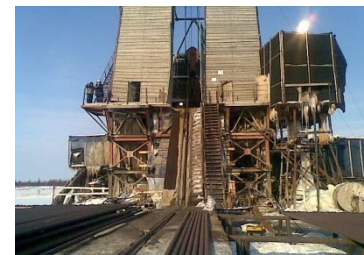
Г Р У П П А
Ч Т П З

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН

- изготовление и комплектация **патрубками и переводниками** с резьбовых соединений АО «ПНТЗ» на **резьбовые соединения практически всех известных мировых производителей**;
- изготовление и комплектация хвостовиками, клапанами и прочим оборудованием, необходимыми для свинчивания/развинчивания и спуска труб OCTG (колонн).



- Заклучены лицензионные договоры** с машиностроительными и нефтесервисными компаниями на право нарезки резьбовых соединений Premium конструкции ОАО «ПНТЗ» на выпускаемых изделиях: «Корвет», «ЮниТек», «Везерфорд», «Римера Сервис», «Нефтегаздеталь», «Дельта-Энерджи»;
- В стадии заключения договоров с «Измерон», ВМЗ, НКМЗ.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ



Г Р У П П А
Ч Т П З

С 2010 г. Группа ЧТПЗ начала активную разработку, освоение и продвижение на рынок собственной линейки труб с премиальными резьбовыми соединениями. На данный момент компания способна поставлять клиентам 6 видов соединений «ЧТПЗ Прайм» с различными эксплуатационными характеристиками.

В условиях прогнозируемого увеличения объемов разведочного и эксплуатационного бурения в нефтегазовой отрасли Группа ЧТПЗ с 2015 г. ведет интенсивную работу по продвижению на рынок премиальных резьбовых соединений. Продукция компании способна удовлетворить потребности нефтяных компаний в части добычи нефти и газа в самых сложных условиях. С 2017 г. Группа ЧТПЗ начала промышленное освоение производства труб с РС «ЧТПЗ Прайм» С230, что позволит исключить зависимость российских нефтяных компаний от иностранных производителей труб OCTG (Vallourec, Tennaris, Voestalpine).

Все разрабатываемые продукты проходят сложный цикл разработки, обязательно включающий в себя этапы оценки эксплуатационных параметров

Группа ЧТПЗ уделяет особое внимание вопросам качества и подтверждению эксплуатационных характеристик собственной продукции. Такой подход обеспечивает высокий технический уровень выпускаемых труб и гарантирует потребителям высокую надежность и уверенность в результате.



Г Р У П П А
Ч Т П З

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Александров Сергей Владимирович
Начальник отдела новых видов бесшовных труб для нефтегазовой отрасли,
к.т.н.

АО «ПНТЗ», 623100, г. Первоуральск, ул. Торговая, д. 1

т. +7 3439 27 50 89 | м. +7 912 048 85 36 +7 961 765 42 55

ПАО «ЧТПЗ», 454129, г. Челябинск, ул. Машиностроителей, 21

м. +7 912 048 85 36 +7 961 765 42 55

s.aleksandrov@chelpipe.ru | www.chelpipe.ru



Г Р У П П А
Ч Т П З

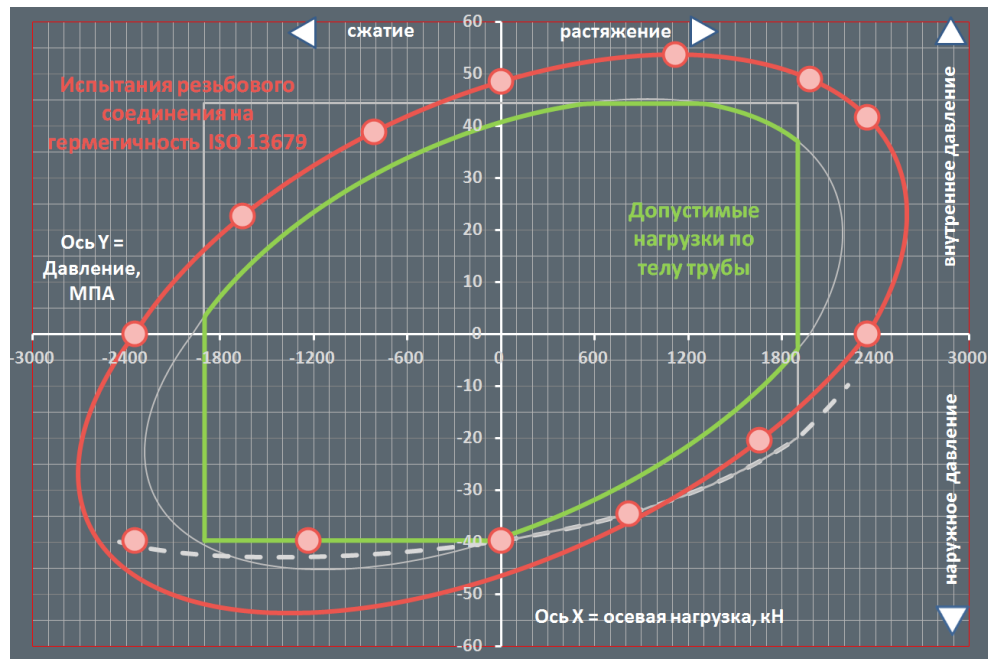
ПРИЛОЖЕНИЯ

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУБЫ 168,28X8,94

ГРУППЫ ПРОЧНОСТИ «Е» (N80 ТИП Q) И МИНИМАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПО ISO 13679



ГРУППА
ЧТПЗ



Выбор трубы по нагрузкам осуществляется с использованием коэффициента запасов к минимальным характеристикам трубы.

Испытания по ISO 13679 соответствуют уровню 95% по фактическим характеристикам трубы

Нагрузка	Коэффициент запаса
Трехосное НДС	1,25
Давление текучести	1,15
Давление смятия	1,00
Растяжение	1,30
Сжатие	1,30

Даже при наихудших характеристиках трубы испытательные нагрузки превышают проектные

Нагрузка	ISO 13679 (минимальные)	Проектные
Давление текучести	48,5 МПа	44,4 МПа
Давление для трубы с закрытыми торцами	53,7 МПа	-
Давление смятия	39,7 МПа	39,7 МПа
Давление для трубы стойкой к смятию	46,5 МПа	-
Растяжение	2347 кН	1900 кН
Сжатие	-2347 кН	-1900 кН

ЦЕЛИ СОКРАЩЕННОЙ КВАЛИФИКАЦИИ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ С230 ПРАЙМ (СНТ-2С).



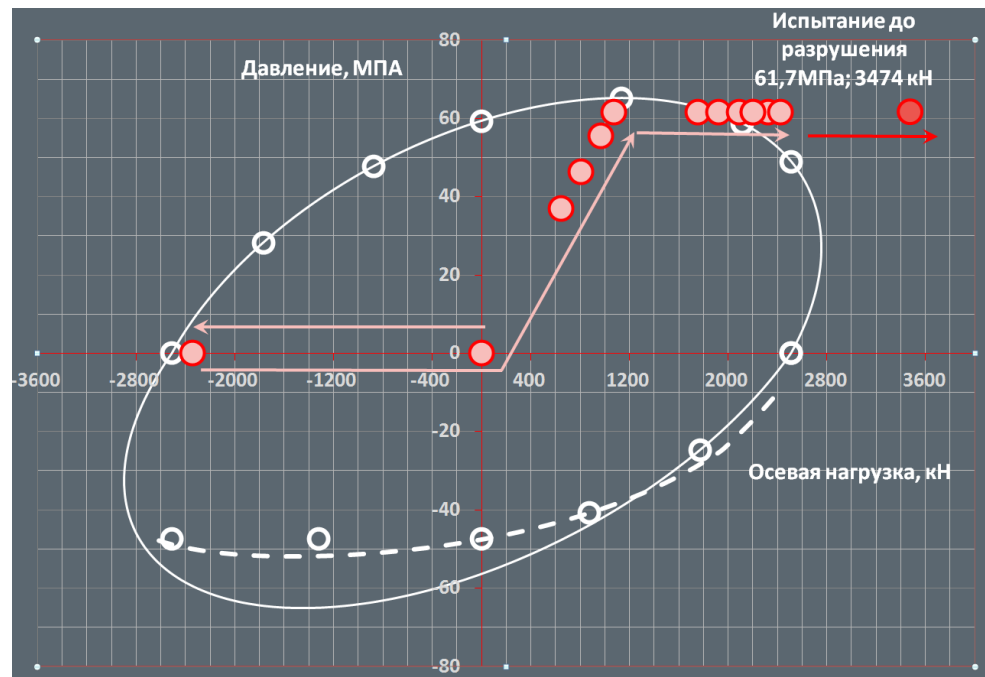
Г Р У П П А
Ч Т П З

Этап	Цели испытаний	Образец
1	Проверка критических ситуаций с наихудшими характеристиками герметичности	Образцы РК2 и РК3
2	Проверка герметичности для комбинированных нагрузок соответствующих 100% эффективности соединения	
3	Проверка герметичности в области пластических деформаций тела трубы. Выявление условий разгерметизации соединения	Образцы РК4 и РК6
4	Проверка герметичным при испытаниях серий А, В, С уровня CAL4 ISO 13679.	РК15
5	Исследование влияния экстремального изгиба на эксплуатационные характеристики соединения	РК12

ПРОВЕРКА ГЕРМЕТИЧНОСТИ ПРИ РАСКРЫТИИ УПОРНОГО УСТУПА



ГРУППА
ЧТПЗ



ОБРАЗЕЦ РК2

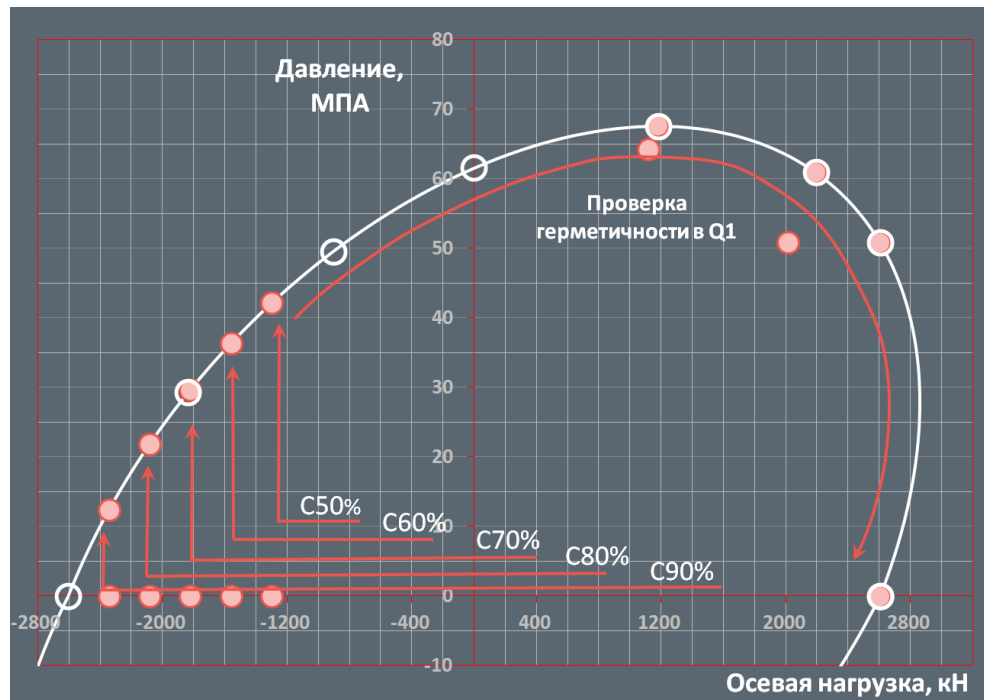
- Сжатие 2342 кН
- Повышение давления до **61,7 МПа**, с выдержкой в промежуточных точках 15 мин.
- Приложение внешней растягивающей нагрузки 1350 кН.
Общее растяжение **2424 кН**.
- Переключение с газа на воду. Дальнейшее увеличение растягивающей нагрузки.

ВЫВОД: УПЛОТНЕНИЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ПРИ РАСКРЫТИИ УПОРНОГО УСТУПА, А ТАКЖЕ ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ СЖИМАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НА СЖАТИЕ



ГРУППА
ЧТПЗ



ОБРАЗЕЦ РКЗ

Поэтапное увеличение сжимающей нагрузки до 2342 кН с проверкой герметичности в критических точках квадранта Q1. Максимальное удерживаемое давление 67,7 МПа.

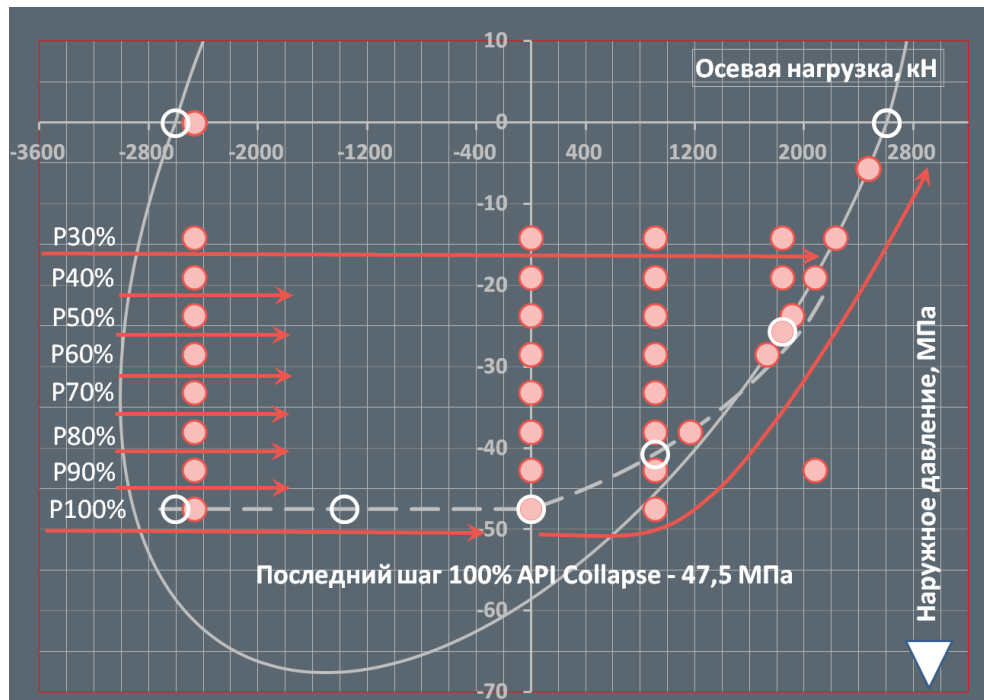
ВЫВОДЫ:

1. ЭФФЕКТИВНОСТЬ НА СЖАТИЕ 100%
2. ДЕЙСТВИЕ СЖАТИЯ НЕ ПРИВОДИТ К ПОТЕРИ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ПРИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИИ НА РАСТЯЖЕНИЕ
3. ПОСЛЕДНИЙ ЦИКЛ ИСПЫТАНИЙ СООТВЕТСТВУЕТ ИСПЫТАНИЯМ СЕРИИ В CAL2 (БЕЗ ИЗГИБА)

ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ВНЕШНЕЕ ДАВЛЕНИЕ ПРИ 100% СЖАТИЯ



ГРУППА
ЧТПЗ



ОБРАЗЕЦ РКЗ. ПОСЛЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ЦИКЛОВ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ

Поэтапное увеличение внешнего давления до давления смятия с проверкой герметичности в критических точках квадранта Q4. В квадранте Q4 при растяжении 20-30% от предельного имеет место минимальный запас герметичности резьбового соединения..

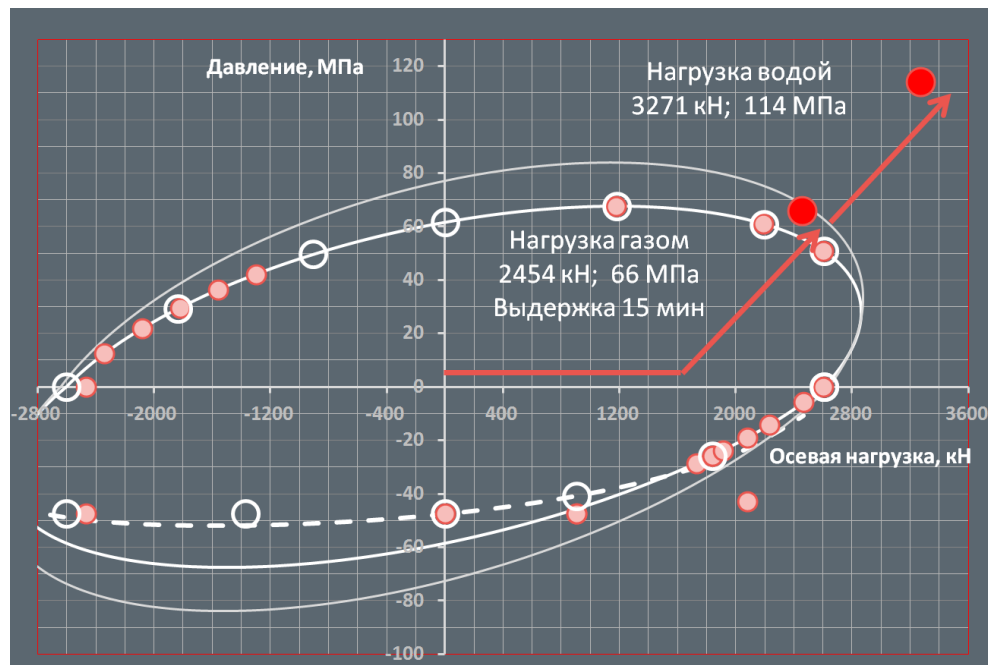
ВЫВОДЫ:

1. ЭФФЕКТИВНОСТЬ НА НАРУЖНОЕ ДАВЛЕНИЕ 100%
2. ОБРАЗЕЦ ПРОШЕЛ ПОЛНЫЙ КРУГ УМЕ ДЛЯ 100% ЭФФЕКТИВНОГО СОЕДИНЕНИЯ

ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ СЕРИИ «А» ISO 13679



ГРУППА
ЧТПЗ



ОБРАЗЕЦ РКЗ

Прошел один цикл 100% круга VME. Испытания серии «А» – 3 цикла внутреннего давления и 2 цикла внешнего давления.

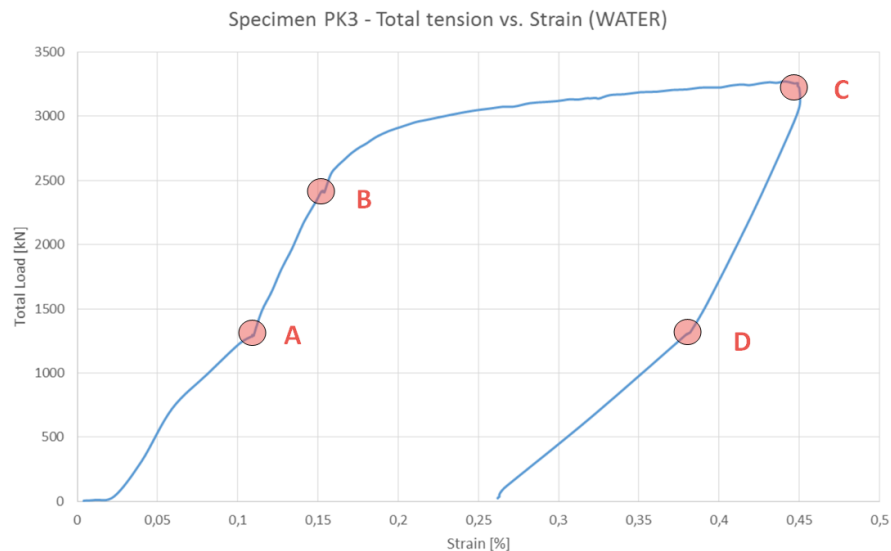
Проведение испытаний на разрушение внутренним давлением при растяжении.

Растяжение 1304 кН; затем повышение давления газом; продолжение увеличения давления водой до разрушения.

ВЫВОД: ОБРАЗЕЦ СОХРАНЯЕТ ВЫСОКИЕ СВОЙСТВА ГЕРМЕТИЧНОСТИ ПОСЛЕ ПРОХОЖДЕНИЯ КРУГА VME 100%



ДИАГРАММА ДЕФОРМАЦИИ – ПОЛНАЯ РАСТЯГИВАЮЩАЯ НАГРУЗКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА РАЗРУШЕНИЕ ОБРАЗЦА РКЗ



Запись приборов контроля экспериментальной установки

A – приложение внешней растягивающей нагрузки (Frame Load) **1200 кН**

B – нагрузка давлением на трубу с закрытыми концами **66 МПа**; общая растягивающая нагрузка (Total Load) **2454 кН**

B – выдержка 15 мин, подтверждающая отсутствие прогрессирующих пластических деформаций

C – повышение давления до **114 МПа**; общая растягивающая нагрузка **3270 кН**

D – сброс давления, затем внешнего растяжения

Испытание остановлено из-за развития пластических деформаций **без потери герметичности резьбового соединения**

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ РК2 И РК3. ВЫВОДЫ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ.



Г Р У П П А
Ч Т П З

1. Проведение испытаний с поэтапно повышающейся нагрузкой сжатия и внешнего давления показало что резьбовое соединения сохраняет герметичность при предельных нагрузках соответствующих 95% от начала пластических деформаций тела трубы. Это позволяет сделать вывод о 100% эффективности резьбового соединения.
2. Дополнительные испытания на разрушение показали что резьбовое соединение может неоднократно испытывать различные комбинации нагрузок соответствующих требованиям испытаний серии «А» CAL4 ISO 13679 для соединения со 100% эффективностью.
3. Испытания на разрушение внутренним давлением показали что резьбовое соединение сохраняет герметичность при прогрессирующих пластических деформациях тела трубы и резьбового соединения. Уровень нагрузок с сохранением герметичности составил по растяжению 130% от начала текучести, по давлению 170% от давления текучести.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДТВЕРЖДАЮТ ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОХОЖДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА
100% ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ.

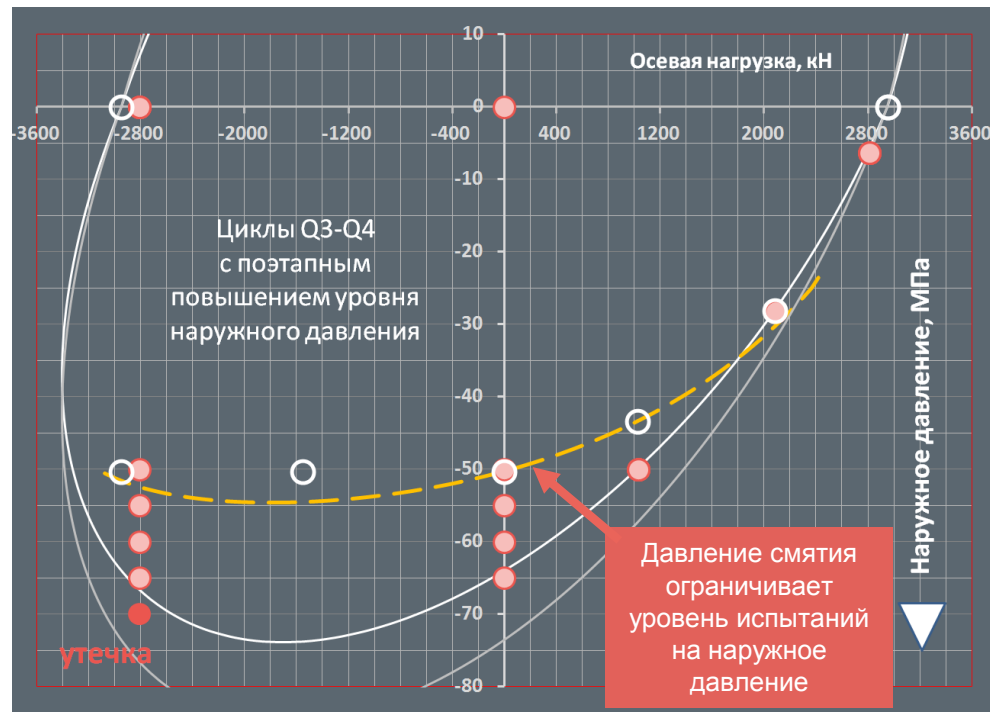
ПРИНЯТО РЕШЕНИЕ ПРОВЕСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЕЛОВ ГЕРМЕТИЧНОСТИ
НА НАРУЖНОЕ И ВНУТРЕННЕЕ ДАВЛЕНИЕ.

ЗАТЕМ ПРОВЕСТИ ИСПЫТАНИЯ В СТРОГОМ СООТВЕТСТВИИ С ПРОЦЕДУРАМИ ISO 13679.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ГЕРМЕТИЧНОСТИ НА НАРУЖНОЕ ДАВЛЕНИЕ



ГРУППА
ЧТПЗ



ОБРАЗЕЦ РК4.

Поэтапное повышение наружного давления от давления смятия до давления текучести.

СТУПЕНИ ДАВЛЕНИЯ 50; 55; 60; 65; 70 МПа

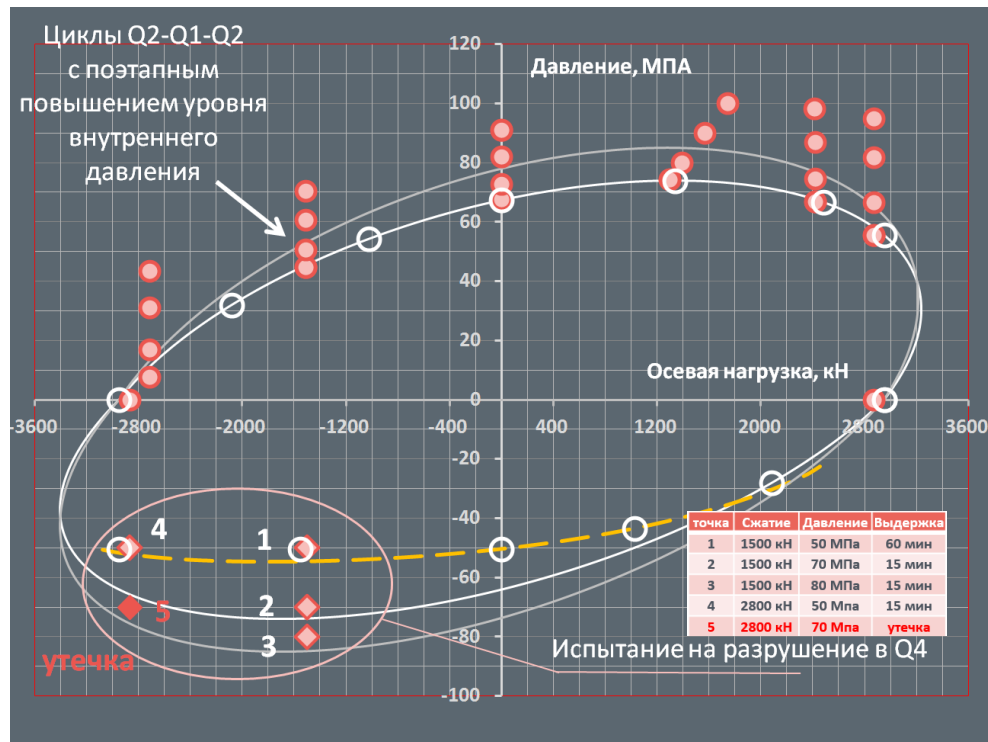
После каждой ступени давления в Q3 проводилась проверка герметичности в трех испытательных точках Q4.

ЗАФИКСИРОВАНА УТЕЧКА ПРИ УРОВНЕ НАРУЖНОГО ДАВЛЕНИЯ 70 МПа. ДАННЫЙ УРОВЕНЬ НАГРУЗКИ НЕМНОГО ВЫШЕ ПРЕДЕЛЬНОГО ИЗ УСЛОВИЯ НАЧАЛА ТЕКУЧЕСТИ ТЕЛА ТРУБЫ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ГЕРМЕТИЧНОСТИ НА ВНУТРЕННЕЕ ДАВЛЕНИЕ



ГРУППА
ЧТПЗ



ОБРАЗЕЦ РК6.

- Испытание повышенным уровнем внутреннего давления
- Испытание на разрушение наружным давлением

ЦИКЛЫ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ С ДАВЛЕНИЕМ ТЕКУЧЕСТИ: **68; 73; 82; 91 МПа БЕЗ УТЕЧЕК**

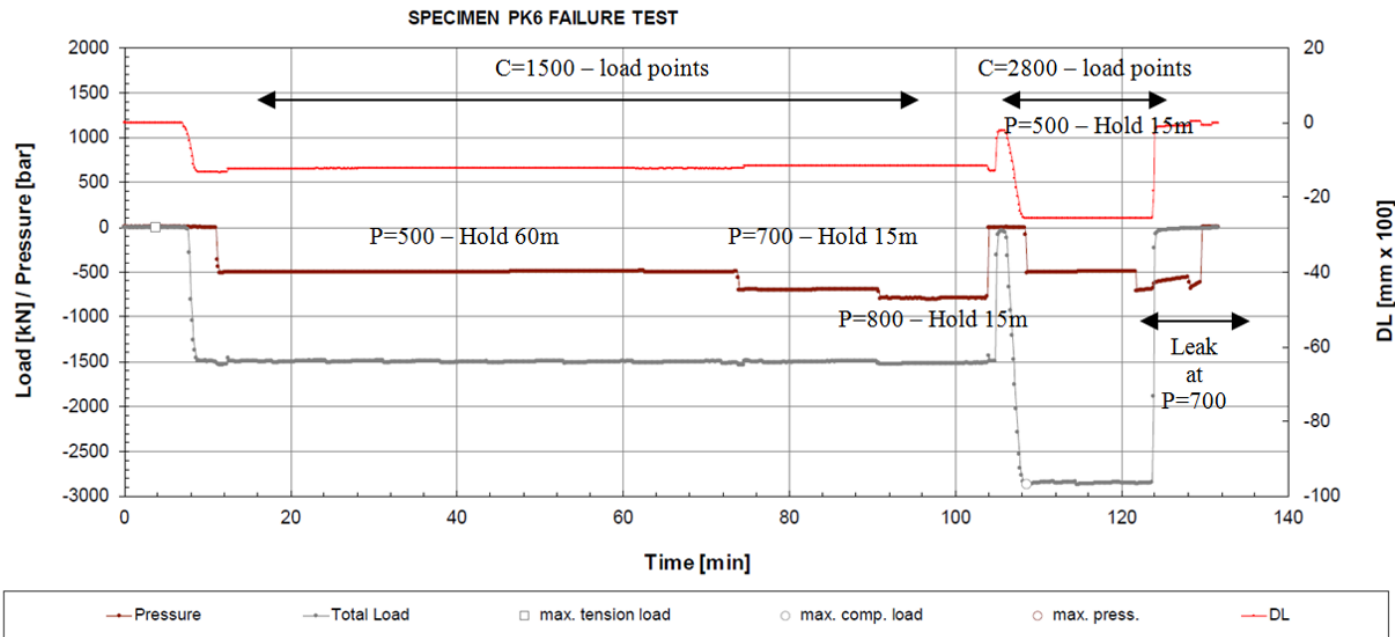
Проверка герметичности на наружное давление в квадранте, где была зафиксирована утечка образца РК4

ДЕЙСТВИЕ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ НЕ
УХУДШАЕТ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ГЕРМЕТИЧНОСТИ НА НАРУЖНОЕ
ДАВЛЕНИЕ

ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦА РК6 НА РАЗРУШЕНИЕ ВНЕШНИМ ДАВЛЕНИЕМ



ГРУППА
ЧТПЗ



РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ РК4 И РК6. ВЫВОДЫ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ. ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ.



Г Р У П П А
Ч Т П З

- Проведение испытаний с поэтапно повышающейся нагрузкой внутренним давлением за пределы огибающей предельных нагрузок по телу трубы показало высокие свойства герметичности резьбового соединения на внутреннее давление.
- Подтверждено свойство самогерметизации уплотнения при действии внутреннего давления. Внутреннее давление поджимает уплотнение в то время как наружное давление проникая внутрь резьбы ухудшает свойства герметичности соединения
- Выявлена критическая точка возникновения утечки на наружное давление.
- Величина наружного давления утечки существенно выше огибающей предельных нагрузок стандартной трубы 168,28x8,94 группы прочности «Е» (N80 тип Q). Возможно проведение испытаний без ограничения наружного давления – давлением смятия.

ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ РК12 И РК15. СЕРИИ ИСПЫТАНИЙ «А»; «В»; «С» CAL4 ISO 13679



Г Р У П П А
Ч Т П З

Образцы РК2; РК3; РК4; РК6.

Улучшенные характеристики тела трубы.

Возможность проведения испытаний на сверхвысокое давление без риска разрушения по телу трубы

Образец РК15 – проверка возможности квалификации соединения.

Образец РК12 – исследование предельного изгиба и его влияния на эксплуатационные характеристики соединения.

ОБРАЗЦЫ РК12; РК15.

Стандартные характеристики тела трубы.

Образец	Предел текучести	Минимальная толщина стенки	Давление текучести
Минимальные характеристики	552 МПа	7,8 мм	51 МПа
Образец РК15	610 МПа	7,9 мм	55 МПа
Образец РК15	596 МПа	8,6 мм	61 МПа

Образец РК15

Свинчивание развинчивание
Отжиг смазки
Серия «А»
Отжиг смазки
Серия «В» 20 град/100 футов
Серия «С» 180 °С

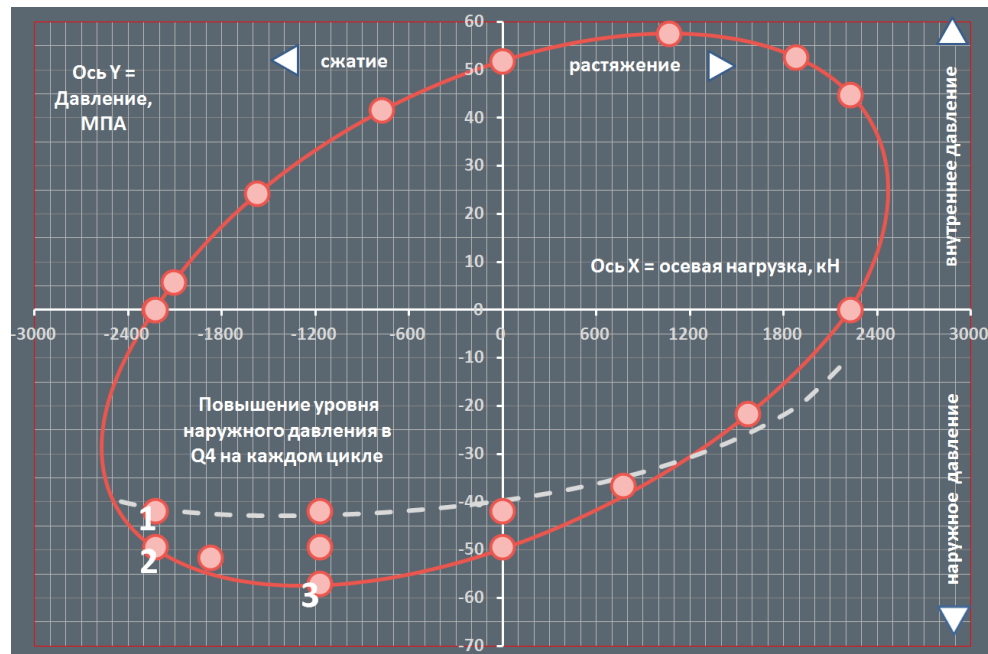
Образец РК12

Свинчивание развинчивание
Отжиг смазки
Серия «В» Испытания на предельный изгиб
Серия «А»

ИСПЫТАНИЯ СЕРИИ «А» CAL4 ISO 13679. ОБРАЗЕЦ РК15



ГРУППА
ЧТПЗ



- Нагрузки в соответствии с фактическими характеристиками трубы (уровень 95% от предельного).
- Порядок прохождения испытательных точек и время выдержки в соответствии с требованиями к испытаниям серии «А».

ОТКЛОНЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ В СТОРОНУ УЖЕСТОЧЕНИЯ.

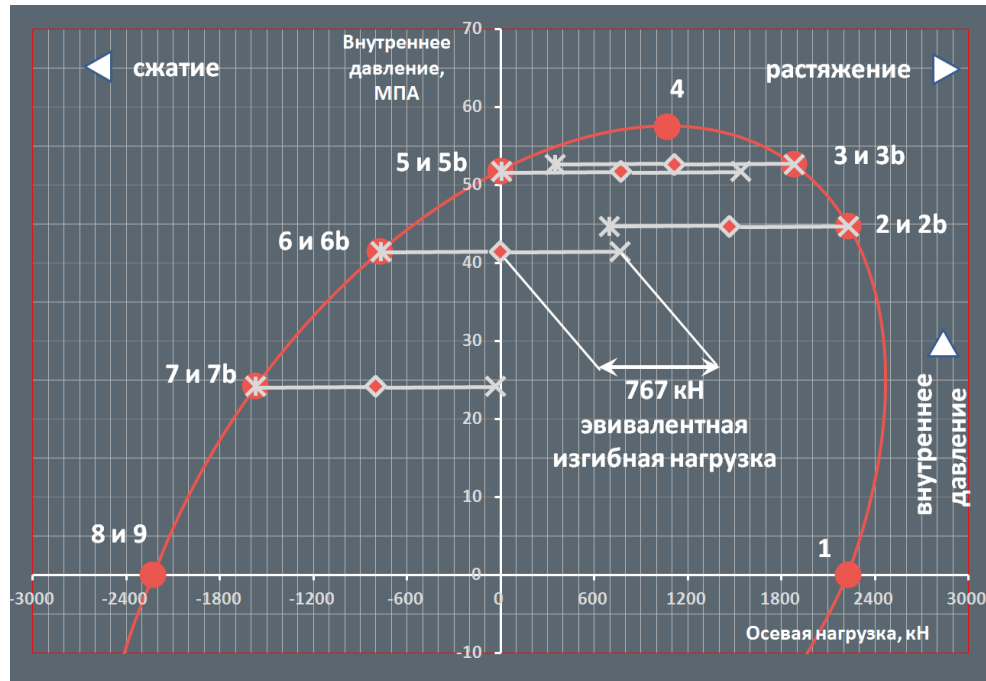
1. НА ПЕРВОМ ЦИКЛЕ НАРУЖНОЕ ДАВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВУЕТ ДАВЛЕНИЮ СМЯТИЯ **42,3** МПА.
2. НА ВТОРОМ ЦИКЛЕ НАРУЖНОМУ ДАВЛЕНИЮ ТЕКУЧЕСТИ **51,5** МПА
3. ДОБАВЛЕН ТРЕТИЙ ЦИКЛ НА НАРУЖНОЕ ДАВЛЕНИЕ С ПРОВЕРКОЙ КРИТИЧЕСКОЙ ТОЧКИ **57,1** МПА

ИСПЫТАНИЕ ПРОЙДЕНО БЕЗ ПОТЕРИ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

ИСПЫТАНИЯ СЕРИИ «В» CAL4 ISO 13679. ОБРАЗЕЦ РК15.



ГРУППА
ЧТПЗ



- Нагрузки в соответствии с фактическими характеристиками трубы (уровень 95% от предельного).
- Порядок прохождения испытательных точек и время выдержки в соответствии с требованиями к испытаниям серии «В».

ВЕЛИЧИНА ИЗГИБА 20 ГРАД/100 ФУТОВ

ISO 13679:

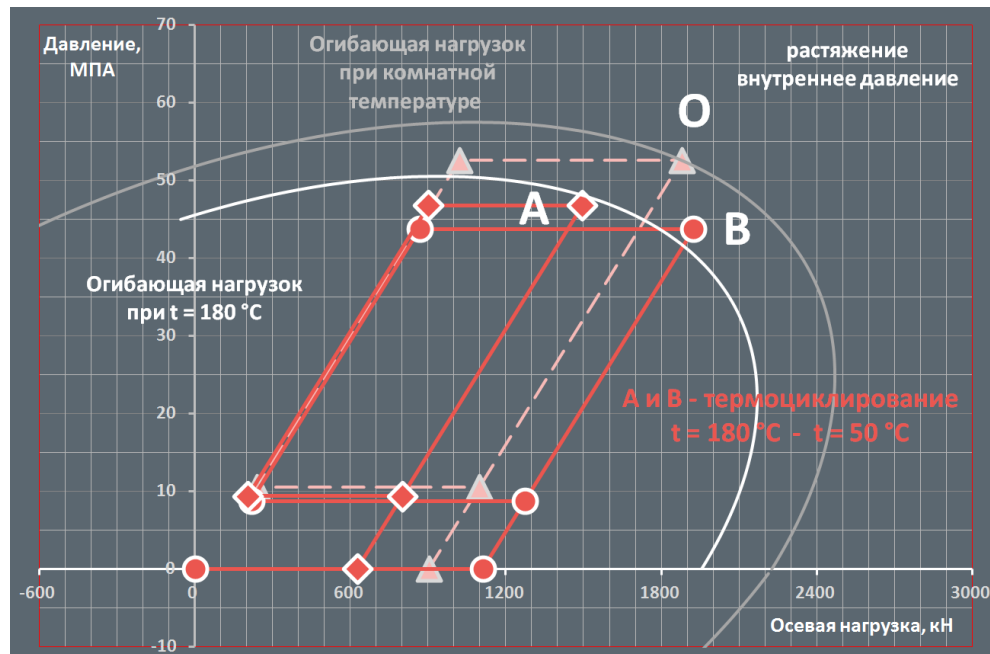
Нормативная величина изгиба 20 град /100 футов, но не более 40% от величины предельного изгиба по телу трубы.

**ИСПЫТАНИЕ ПРОЙДЕНО БЕЗ ПОТЕРИ
ГЕРМЕТИЧНОСТИ**

ИСПЫТАНИЯ СЕРИИ «С» CAL4 ISO 13679. ОБРАЗЕЦ РК15.



ГРУППА
ЧТПЗ



- Пять механических циклов давление/растяжение при комнатной температуре. (Точка О)
- Пять тепловых циклов в точке А (нормативная по ISO 13679).
- Пять механических циклов давление/растяжение при $t = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Точка А)

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

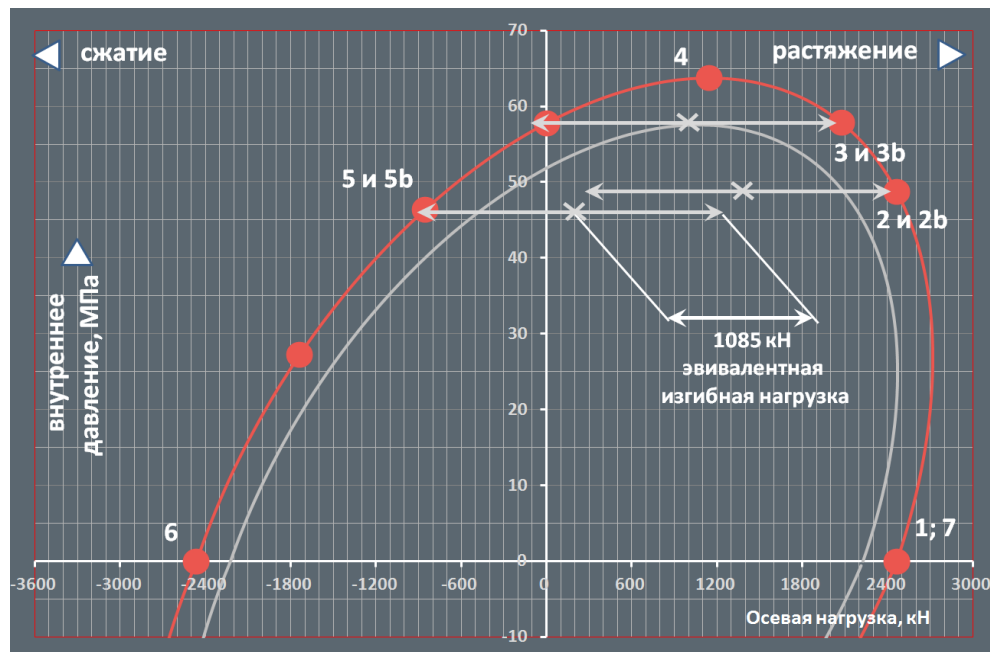
- Пять тепловых циклов в точке В (увеличенное растяжение).
- Пять механических циклов давление/растяжение при $t = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Точка В)
- Пять механических циклов давление/растяжение при комнатной температуре. (Точка О)

**ИСПЫТАНИЕ ПРОЙДЕНО БЕЗ ПОТЕРИ
ГЕРМЕТИЧНОСТИ**

ИСПЫТАНИЯ СЕРИИ «В» С ПРЕДЕЛЬНЫМ ИЗГИБОМ. ОБРАЗЕЦ РК12. ШАГ 1. ИЗГИБ 25 ГРАД/100 ФУТОВ



ГРУППА
ЧТПЗ



ВЕЛИЧИНА ИЗГИБА 25 ГРАД/100 ФУТОВ
42% ОТ ПРЕДЕЛЬНОГО ИЗГИБА

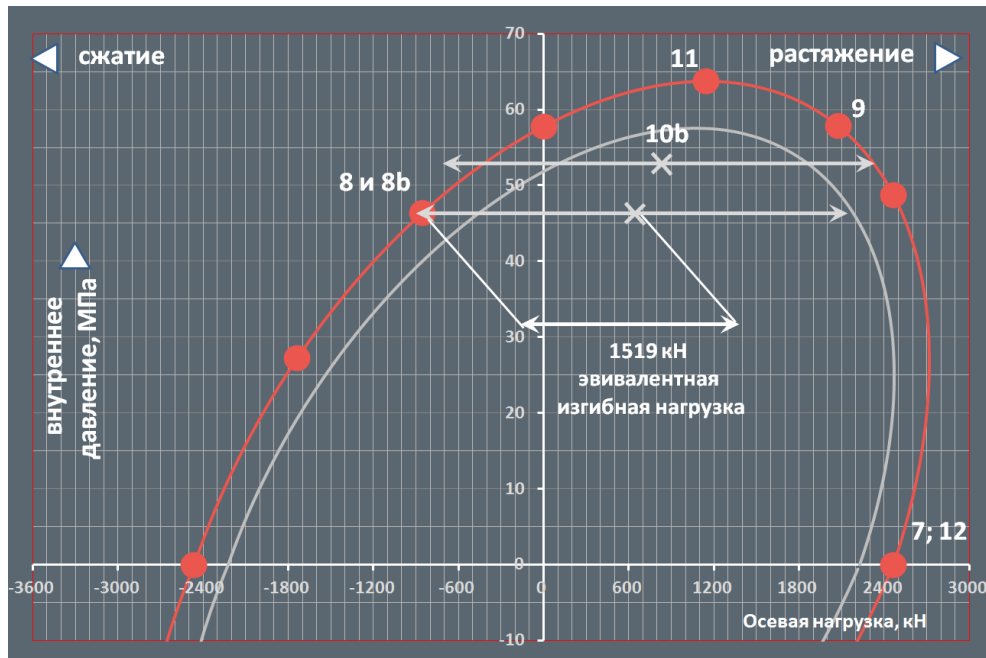
- Количество испытательных точек соответствует стандартным испытаниям серии «В»
- Испытания проводились с поэтапно увеличивающейся величиной изгиба
- Для испытательной точки проводилась проверка герметичности с изгибом и без.
- После проводилась проверка герметичности в наиболее критических точках для действия внутреннего давления.

ИСПЫТАНИЯ СЕРИИ «В» С ПРЕДЕЛЬНЫМ ИЗГИБОМ. ОБРАЗЕЦ РК12.

ШАГ 2. ИЗГИБ 35 ГРАД/100 ФУТОВ



ГРУППА
ЧТПЗ



ВЕЛИЧИНА ИЗГИБА 35 ГРАД/100 ФУТОВ
58% ОТ ПРЕДЕЛЬНОГО ИЗГИБА

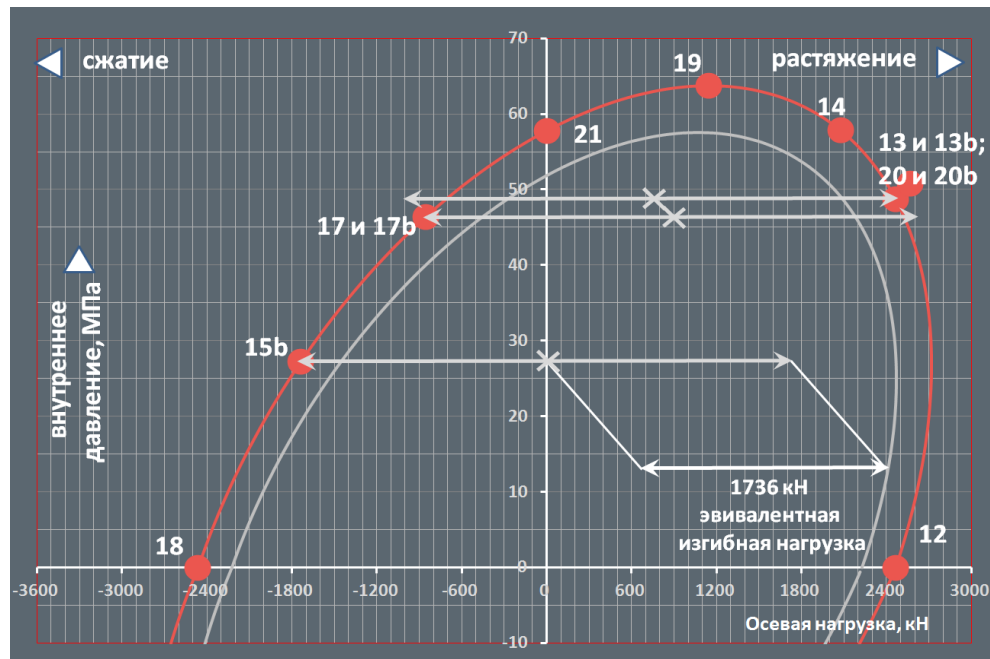
- Для точки с изгибом 10b введено ограничение по внутреннему давлению.
- Дополнительное испытание без изгиба не проводилось

ИСПЫТАНИЯ СЕРИИ «В» С ПРЕДЕЛЬНЫМ ИЗГИБОМ. ОБРАЗЕЦ РК12.

ШАГ 3. ИЗГИБ 40 ГРАД/100 ФУТОВ



ГРУППА
ЧТПЗ



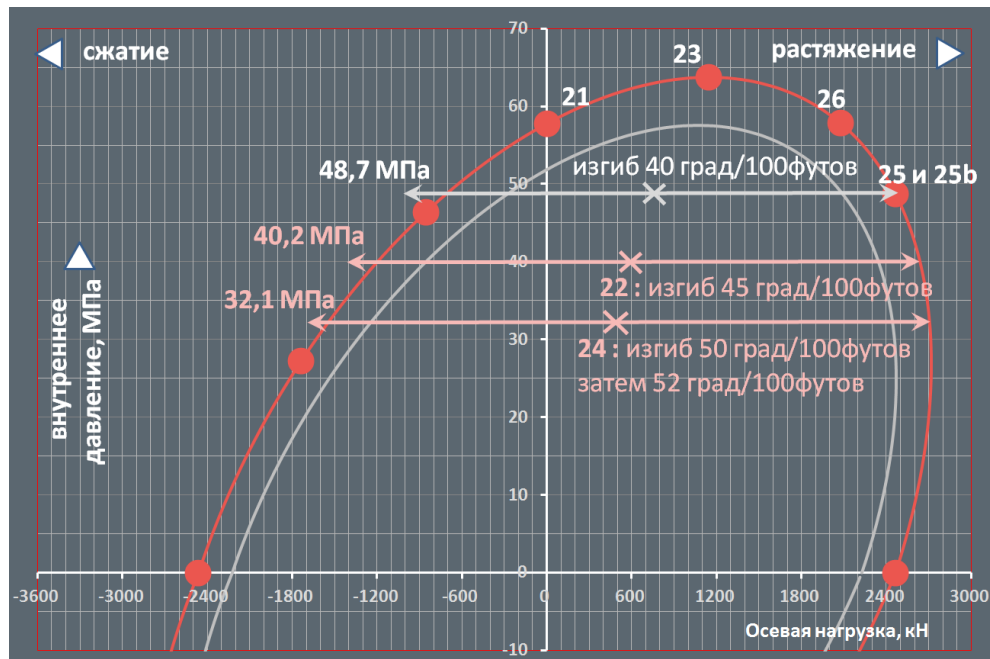
ВЕЛИЧИНА ИЗГИБА 40 ГРАД/100 ФУТОВ
67% ОТ ПРЕДЕЛЬНОГО ИЗГИБА

- Для точек 17 и 20 проведены испытания с изгибом и без.
- Сжатая изгибом сторона точки 20 и растянутая изгибом сторона точки 17 лежат за пределами огибающей нагрузки

ИСПЫТАНИЯ СЕРИИ «В» С ПРЕДЕЛЬНЫМ ИЗГИБОМ. ОБРАЗЕЦ РК12. ЗАВЕРШЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ.



ГРУППА
ЧТПЗ



- Испытания для предельного давления при изгибе 45 град/100 футов
- Испытания для предельного давления при изгибе 50 град/100 футов
- Испытания для изгиба 52 град/100 футов при предельном давлении для 50 град/100 футов, с выходом за огибающую предельных нагрузок.
- Выдержка 60 мин в точке 23 и в точке 25b с изгибом 40 град /100 футов

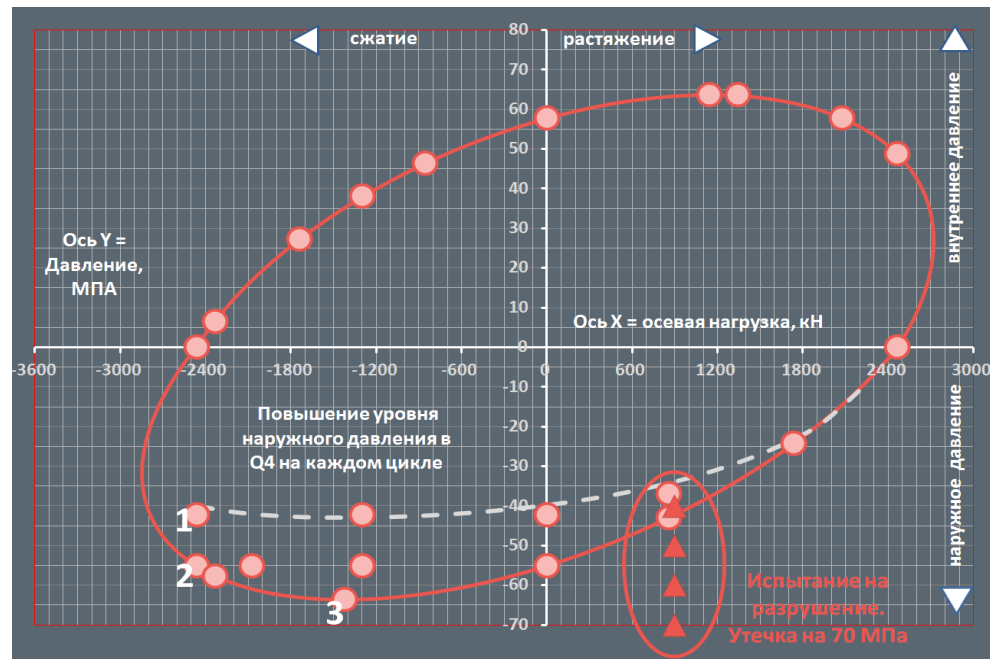
ПРОВЕРЕНО, ЧТО ДЕЙСТВИЕ
ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ИЗГИБА НЕ УХУДШАЕТ
ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗЬБОВОГО
СОЕДИНЕНИЯ НА ВНУТРЕННЕЕ ДАВЛЕНИЕ

ИСПЫТАНИЕ ПРОЙДЕНО БЕЗ ПОТЕРИ
ГЕРМЕТИЧНОСТИ

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ИЗГИБА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ. ОБРАЗЕЦ РК12. ИСПЫТАНИЯ СЕРИИ «А» CAL4 ISO 13679.



ГРУППА
ЧТПЗ



Испытания проводились аналогично
испытаниям образца РК12.

Величина наружного давления на
последовательных циклах соответственно
42,3 – 55,2 – 63,7 МПа
ИСПЫТАНИЯ ПРОШЛИ УСПЕШНО

Проведены испытания на разрушение наружным
давлением при действии растягивающей нагрузки 893
кН (33%).

Для давления 40; 50; 60 мпа утечек не зафиксировано.

При переходе к давлению 70 мпа произошла потеря
герметичности.