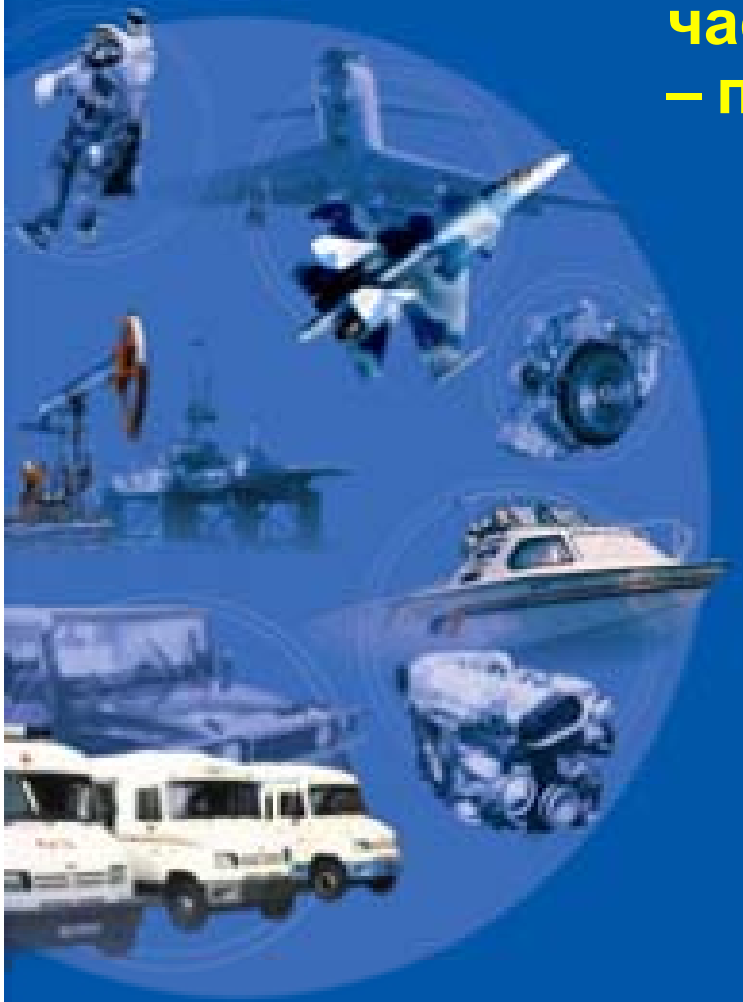


Комплектующие для оборудования часто ремонтируемого фонда скважин : – поиск и реализация решений

Пятов Иван Соломонович,
председатель Совета директоров ООО «РЕАМ-РТИ»

Воробьева Лариса Владимировна,
заместитель генерального директора ООО «РЕАМ-РТИ»

Степашкин Андрей Александрович,
директор по композитным материалам Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

Импортозамещающее производство с 1991 года

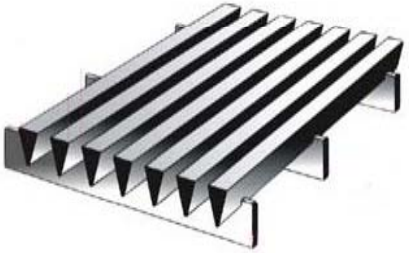
Содержание презентации:

- ***ФИЛЬТРЫ И СКРН – ФЭ из ППМ***
- ***РТИ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЙ, СИЛЬФОНОВ, ДИАФРАГМ – ЦЕНА РЕШЕНИЙ***
- ***ПОРШНЕВЫЕ СИСТЕМЫ ГИДРОЗАЩИТ - ЗАЧЕМ и ЧТО ДАЛЬШЕ***
- ***НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ – КАРБУЛ (СТОИТ ЛИ ИГРА СВЕЧ ?)***

ФИЛЬТРЫ И СКРН – ФЭ из ППМ

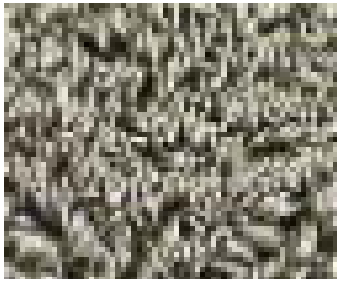
К вопросу сульфидно-коррозионного растрескивания под напряжением (СКРН) фильтрующих структур

Жесткая конструкция. Наличие напряжений намотки и сварки проволоки



Разрушение щелевой решетки Джонсона в условиях СКРН

Эластичная структура проволочной матрицы ППМ



Состояние фильтроэлементов из ППМ в условиях СКРН.
(18ХН10Т, возможно изготовление из сплавов Инконель, Монель)

Выдержка из комментариев к Стандартам NACE MR0175 / ISO 15156 (Sulfide Stress Cracking)

Stress Relieving

Many people have the misunderstanding that stress relieving following machining is required by NACE MR0175/ISO 15156. Provided good machining practices are followed using sharp tools and proper lubrication, the amount of cold work produced is negligible. SSC and SCC resistance will not be affected. NACE MR0175/ISO 15156 actually permits the cold rolling of threads, provided the component will meet the heat treat conditions and hardness requirements specified for the given parent material. Cold deformation processes such as burnishing are also acceptable.

Снятие напряжений

Многие заблуждаются, что стандарты NACE MR0175/ISO 15156 требуют снятие напряжений, возникающих вследствие механической обработки. При условии соблюдения надлежащих методов механической обработки с использованием острых инструментов и надлежащей смазки количество холодного упрочнения незначительно. Сопротивление процессам СКРН не будет затронуто. Стандарты NACE MR0175/ISO 15156 на самом деле разрешают холодную накатку резьб при условии, что изделие будет отвечать условиям термообработки и требованиям твердости, указанным для данного исходного материала. Допускаются такие процессы холодной деформации как выглаживание.

ФИЛЬТРЫ И СКРН – ФЭ из ППМ

Объем применения фильтров с фильтроэлементами из ППМ конструкции ООО «РЕАМ-РТИ» габаритов 5, 5А и 7А:

397 фильтров изготовления ООО «РЕАМ-РТИ» из них **78** подвесные.

327 фильтров изготовлено ООО «Чапаевский завод металлоизделий» для ОАО «Сургутнефтегаз»

74 фильтра изготовления ЗАО «Мехта»

Итого: **798** фильтров с фильтроэлементами из ППМ изготовлено и поставлено заказчикам

Фильтры-входные модули, изготавливаемые в габаритах 5, 5А и 7А успешно прошли ОПИ:

- **ООО «Самаранефтегаз-Сервис»;**
- **ООО «РН-Юганскнефтегаз»;**
- **ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз»;**
- **ОАО «Сургутнефтегаз»;**
- **ТОО «Steelmaster» (Казахстан)**

Фильтры с фильтроэлементами из ППМ экспортируются в ряд стран

ФИЛЬТРЫ И СКРН – ФЭ из ППМ

Максимальные наработки фильтров-входных модулей на марта 2017 г.

Эксплуатация фильтров-входных модулей ФВПР5-12-030-60-100 на фонде ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз»

Месторождение	Куст	Скв	Предыдущая СНО, сут	Наработка с фильтром, сут
Северо-Покурское	48	1703	58	349
Тайлаковское	1	85	49	305
Тайлаковское	5	151	129	865
Тайлаковское	38	466	49	612
Тайлаковское	27	523	42	579
Тайлаковское	69	588	105	590
Тайлаковское	33	770	133	678

Эксплуатация фильтров-входных модулей ФВПР на фонде ООО «Самаранефтегаз-Сервис»

Месторождение	Куст	Скв	Текущая наработка, сут
Тверское	205	255	1335
Белозерско-Чубоковское	142	707	1282
Винно-Банновское	59	115	1767
НИК-Спиридоновское	397	206	1317
Шиханское	1	202	1418
Утевское	338	152	1227

ФИЛЬТРЫ И СКРН – ФЭ из ППМ

Примеры применения ППМ для тонкой фильтрации

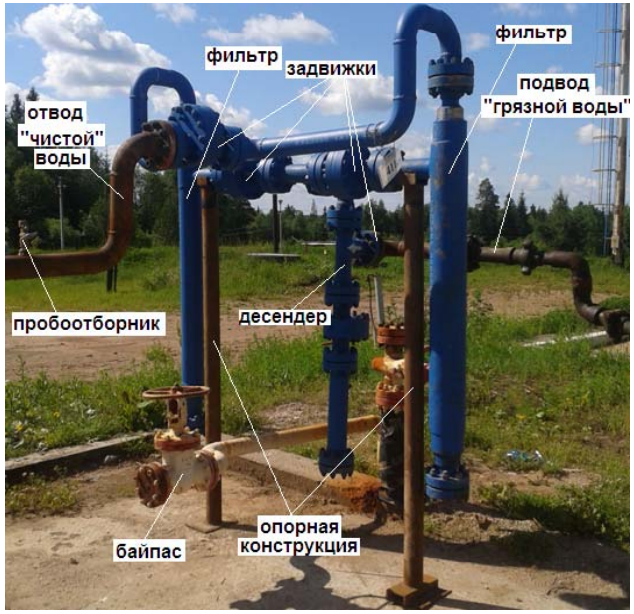
Фильтрующий блок для систем очистки морской воды.

Тонкость фильтрации твердых частиц – 30 мкм

Эффективность – 99,8%

Регенерируемые фильтроэлементы

Разработка специалистов РГУ «Нефти и газа» им. Губкина под руководством д.т.н., профессора Ивановского В.Н. установки тонкой фильтрации и очистки воды для ППД



ПРОВЕДЕНИЕ ОПИ В ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»

Средний размер частиц после системы очистки составил 2.68 мкм.

ФИЛЬТРЫ И СКРН – ФЭ из ППМ

Фильтры с фильтроэлементами из ППМ обладают:

- **Способностью к регенерации в скважинных условиях.**
- **Возможностью регулировать тонкость фильтрации при сборке поджатием.**
- **Малой габаритной длиной благодаря высокой скважности.**
-
- **Высокой защищенностью от повреждений при СПО.**
- **Возможностью придания фильтрационной структуре гидрофобных свойств для повышения КИН и снижения склонности к солеотложениям.**
- **Высокой ремонтопригодностью в условиях сервисных баз.**

Цена решений:

Стоимость комплектного насосного оборудования (УЭЦН + СПО):
от 1,2 млн руб.

Стоимость недобытой нефти из-за простоя скважины (30 м3/сут. Х 3 сут.):
80 000 руб.

Стоимость комплекта РТИ в составе УЭЦН:
менее 2000 руб.
(или 0,15 % в составе затрат)

Балльная оценка стоимости эластомеров типа:

NBR 60-85 Шор А	NBR выше 85 Шор А	HNBR (гидрир. бут-нит полимер)	CR (неопрен)	EPDM (этилен-пропил. полимер)	FKM (фтор-полимеры)	TFE/P (Aflas)	FFKM (Calrez)
1,0	1,1	6,5	1,3	1,5	11	17	170

(По данным фирмы «CAMERON», Houston, USA)

Стандарт ISO 23936-2:2011

«Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Неметаллические материалы, *контактирующие со средами при добыче нефти и газа»*

Часть 1 — Термоэластопласты;

Часть 2 — Эластомеры;

Часть 3 — Реактопласты;

Часть 4 — Композитные материалы;

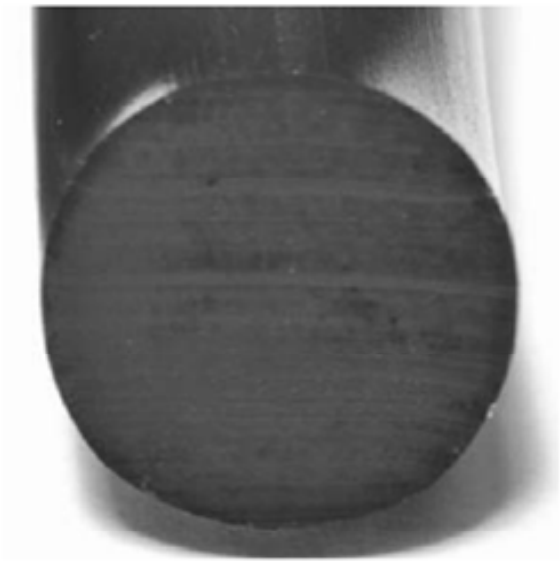
Часть 5 — Остальные неметаллические материалы;

Стандарт ISO 23936-2:2011

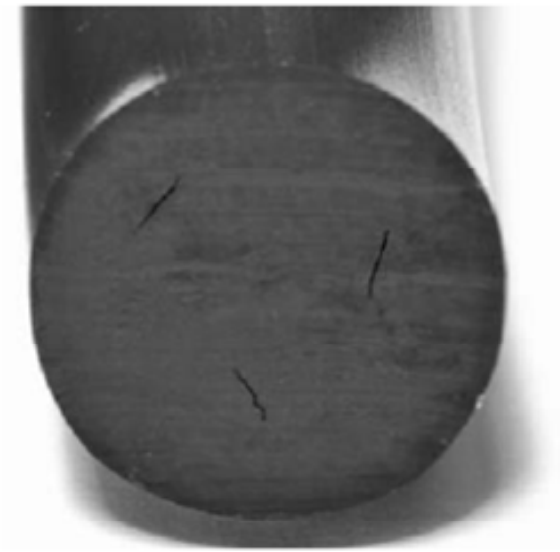
Перечень контролируемых характеристик эластомерных компаундов

1. Плотность;
2. Твердость (ИСО/Шор А);
3. Условная прочность;
4. Относительное удлинение;
5. Относительная остаточная деформация сжатия;
6. Низкотемпературные характеристики;
7. Сопротивление раздиру;
8. Температура хрупкости;
9. Стойкость к взрывной декомпрессии;
10. Стойкость к старению;
11. Совместимость со средами (маслами)

Стойкость к взрывной декомпрессии

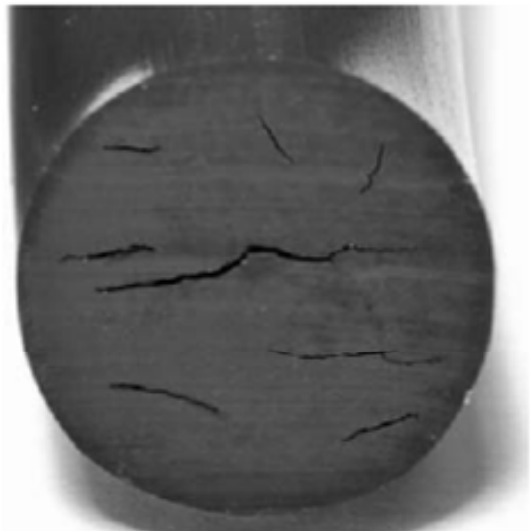


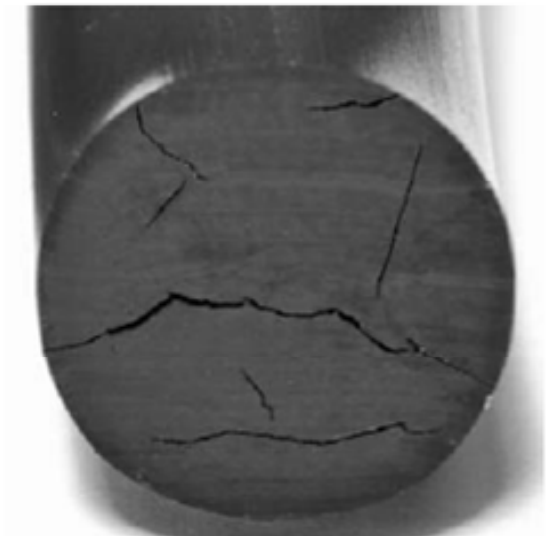
0 rating — Perfect pass



1 rating — Pass

2 rating — Pass





О совместимости РТИ с маслами и скважинной жидкостью

Рекомендуемая методика API 11S7 по применению и испытаниям секций гидрозащиты погружного электрического насоса (ПЭД)

Раздел №5

П. 5.1.1 типовые максимальные рабочие температуры для некоторых эластомеров:

NBR	- 121 °C
HNBR	– 135 °C
FKM	– 163 °C
TFE/P (типа Aflas)	– 177 °C

(Важно обеспечить совместимость конкретных эластомерных материалов изделий с рабочими условиями эксплуатации.)

Стойкость к старению

Критерии оценки стойкости эластомерных материалов к старению:

1. Изменение твердости материала в процессе старения:
   при твердости менее 90 ед. Шор А
   - в пределах +10/-20 ед.
   при твердости 90 ед. Шор А
   - в пределах +5/-20 ед.

2. Изменение объема образца эластомерного материала в среде:
   - в пределах (+25/-5)%

3. Изменение усл. прочности, отн. удлинения, модуля 50% (100%):
   - в пределах (+ / - 50)%

О совместимости РТИ с маслами и скважинной жидкостью

- Температурная стойкость масел характеризуется такими показателями, как: температуры начала деструкции присадок и базовой основы

- Например, для минеральных масел температура начала деструкции присадок колеблется в интервале от 140 до 180 ºС, а температура начала деструкции базовой основы от 200 до 300 ºС.

Эти показатели могут определять температурную область работоспособности и использоваться при классификации по группам эксплуатационных свойств.

Ряд компонентов деструкции присадок и базового масла могут вызывать ускоренное старение эластомерных полимеров.

Однако !

В существующих регламентах РФ для моторных масел отсутствует параметр температуры начала деструкции масел и не предусмотрено требование совместимости масла к применяемым эластомерным полимерам в диапазоне допускаемых НД температур эксплуатации

РТИ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЙ, СИЛЬФОНОВ, ДИАФРАГМ – ЦЕНА РЕШЕНИЙ

Показатель	Reda-3	Reda-5	CL-4	Odi	Shell Fluid 4600	МДПН-С	Reda-3 + МДПН-С	Reda-3 + МДПН(л)	ГЖН (ПФМД)
Тип масла	Синт.	Синт.	Синт.	Синт.	Синт.	Синт.	Синт.	Синтетика + минер.	Фтор масло
Температура застывания, ^{O}C	≤ - 50	- 46	≤ - 50	- 60	- 54	- 52	≤ - 50	≤ - 50	- 50
Температура кипения, ^{O}C	260	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных
Температура вспышки, ^{O}C (открытый тигль)	236	260	253	184	265	235	210	185	447
Температура применения, до ^{O}C	200	204***	204***	177	225	200**	180**	170**	150
Рекоменд. эластомеры	Афлас	Афлас	Афлас	HNBR					

Примечание:

* - свойства масел взяты из спецификаций и ТУ изготовителей

** - экспертная оценка

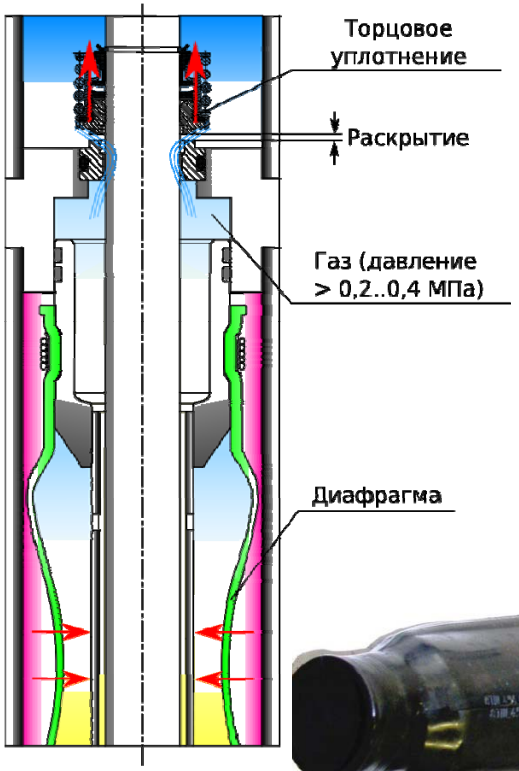
*** - ограничения производителей оборудования

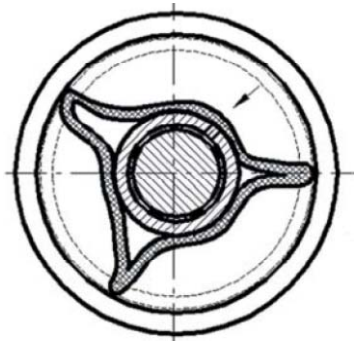
ISO 23936-2:2011

- **Общие характеристики рекомендуемых эластомеров**

Elastomer type	Upper temp [a] °C	Characteristics	Selected general fluid resistance				
			Crude oil	Alkaline	MeOH	Water	H_2S
EPDM	150	Good in water and steam; poor in hydrocarbons	NO [b]	OK [c]	OK	OK	OK
CR	100	Good in water: can be used as a hose cover, good weathering properties	C [d]	NO	OK	OK	C
NBR	120	Nitrile; highly unsaturated; a good general purpose sealing material, susceptible to ageing; vary acrylonitrile content to affect low temperature performance and oil swell	OK	OK	OK	OK	NO
HNBR	160	Hydrogenated nitrile; largely saturated, improved heat ageing, chemical and weather resistance; vary acrylonitrile content to affect low temperature performance and oil swell	OK	OK	OK	OK	C
FKM 1	200	Copolymer; most widely specified type; poor in methanol and alkaline fluids	OK	NO	NO	OK	C
FKM 2	200	Terpolymer; high fluorine grades good in methanol	OK	NO	OK	OK	C
FKM 3	200	Terpolmer; low T_g; low fluorine grades not good in methanol	OK	NO	NO	OK	C
FKM 5	200	Pentapolymer; developed for alkaline fluid resistance; very little performance info available	OK	OK	OK	OK	C
FEPM	230	TFE/P copolymer; poor in aromatic solvents; good H_2S, steam and alkaline resistance; high T_g	C	OK	OK	OK	OK
	200	ETP – Ethylene containing terpolymer; developed for alkaline resistance	OK	OK	OK	OK	C
FFKM	220 to 315	Thermal performance depends on crosslink chemistry; very good fluid/chemical resistance;	OK	OK	OK	OK	OK

Примеры отказов диафрагм гидрозащиты ПЭД



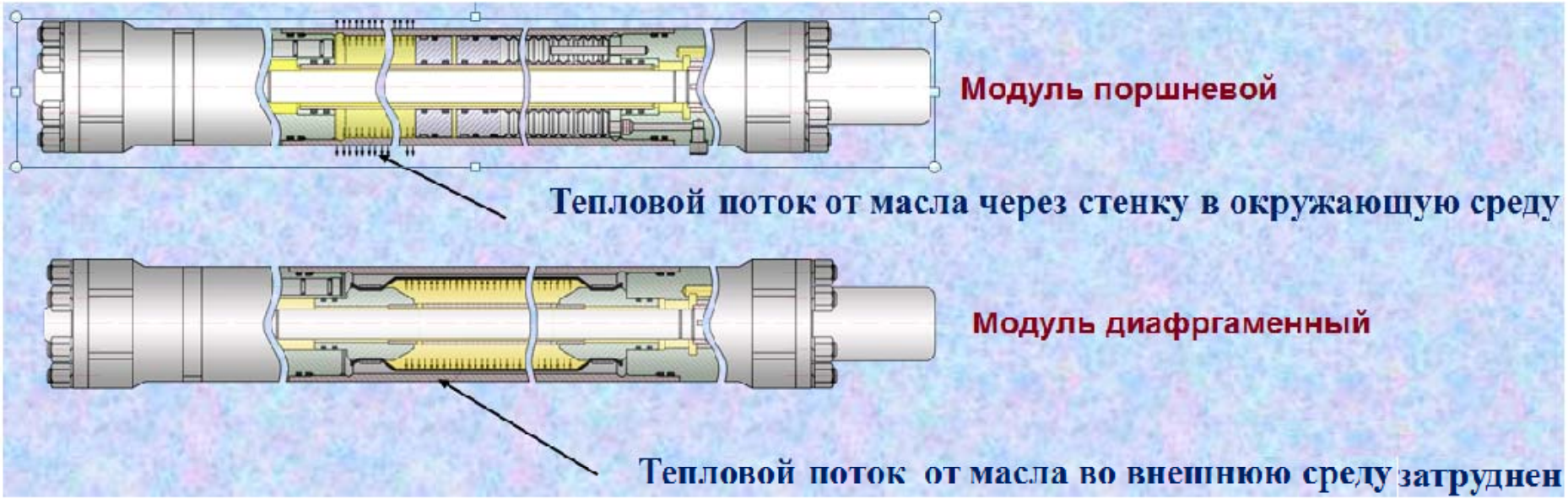


Потеря диафрагмой эластичности (остаточная деформация)

Порыв диафргамы при «схлопывании» (залповый выброс масла)

Отказ диафрагмы при парогазовом воздействии (Ашальчи, SAGD)
Материал: на основе фторэластомера Aflas

ПОРШНЕВЫЕ СИСТЕМЫ ГИДРОЗАЩИТ - ЗАЧЕМ и ЧТО ДАЛЬШЕ



Назначение поршневого модуля:

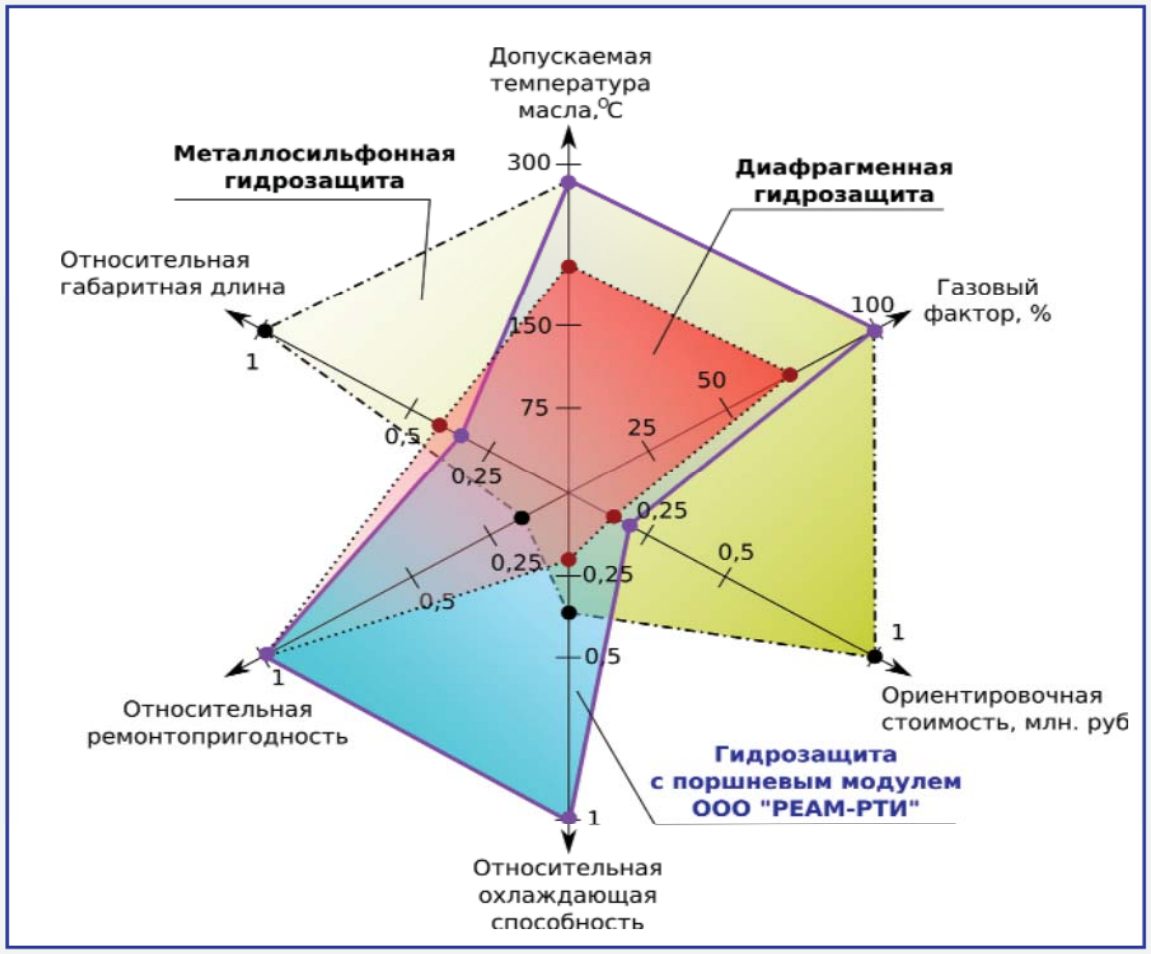
1. Защита ПЭД в особо сложных условиях применения за счет:

- снижения теплонапряженности ПЭД путем повышения теплопередачи.

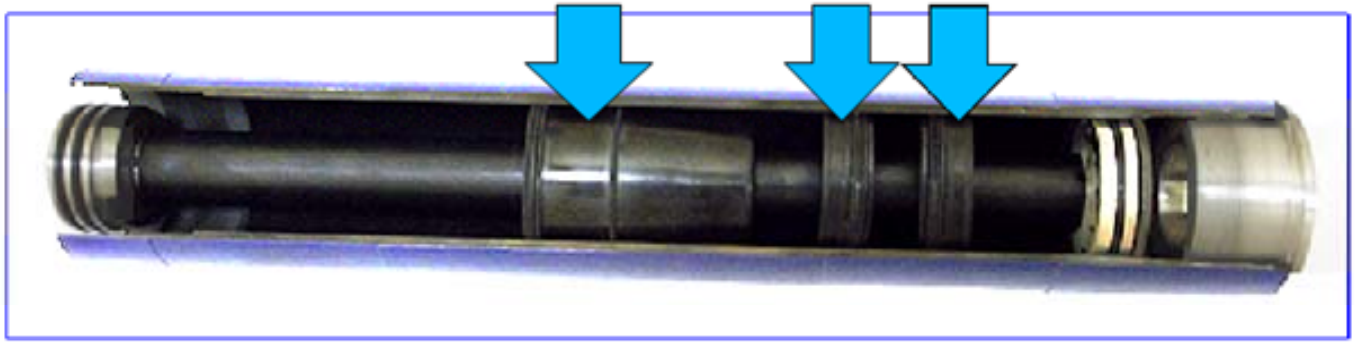
- обеспечения низкой газпроницаемости системы.

2. Ремонтопригодность в условиях сервисных предприятий

Сопоставление гидрозащит объемного типа



Поршневой модуль для гидрозащиты маслозаполненного погружного электродвигателя (ПЭД): модернизация

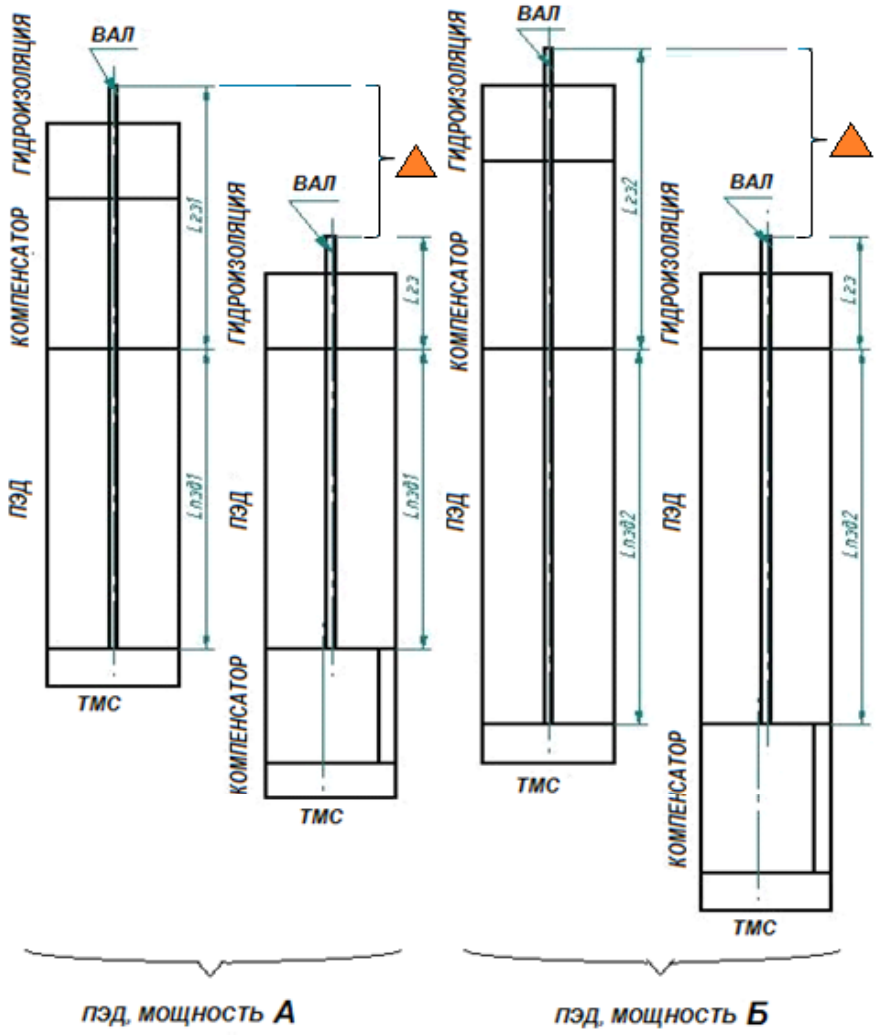


Поршневой модуль гидрозащиты ПЭД, версия 2014 г.

Поршневой модуль гидрозащиты ПЭД спроектирован и изготавливается в теплостойком исполнении (по температуре моторного масла до + 250 °С).

Предназначен для особо сложных скважинных условий эксплуатации:
-высокое газосодержание,
-температура скважинной среды до 180 (200) °С.

Сравнение компоновок поршневого модуля: протекторного и компенсаторного типа



Преимущества компенсаторной компоновки поршневой гидрозащиты перед протекторной

- Возможность моноблочного исполнения ПЭД и гидроизоляции.
- Сокращение длины электропривода.
- Возможность высокоэффективного охлаждения моторного масла скважинной жидкостью.
- Унификация основных комплектующих гидрозащиты для электроприводов различной мощности и габарита.
- Короткий вал в гидроизоляции не требующий промежуточных опор.
- Улучшение условий работы торцевого уплотнения вывода вала привода.

ПОРШНЕВЫЕ СИСТЕМЫ ГИДРОЗАЩИТ - ЗАЧЕМ и ЧТО ДАЛЬШЕ ?

(высокие температуры (до 250 ОС), тяжелые нефти (СВН), высокий газовый фактор)

Модуль поршневой МППР92

Входит в состав гидрозащиты

Может поставляться как самостоятельная единица

(опыт эксплуатации УЭЦН с модулями ПГЗ ООО «РЕАМ-РТИ», всего : - 30
в том числе на Ашальчинском месторождении битумных нефтей - 8)

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ – КАРБУЛ (СТОИТ ЛИ ИГРА СВЕЧ ?)

Термореактивные композиты. Технология «КАРБУЛ»

Детали на основе композитных керамоподобных материалов на основе эластомерных матриц, углеродных наполнителей различной морфологии, дисперсных керамик (порошки карбидов кремния, базальта, метало-порошки). Альтернатива PIM-технологии

БАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НЕФТЕПРОГРУЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ							
	Сталь				керамика	C-C/Si-C	Ал. сплавы
Характеристика	Мех. обработка	Порошковая металлургия	Литье	MIM (PIM) - технология		КАРБУЛ™- технология	
Вес (г)	1 - 10000	5 – 2500	1 – 1000	0.01 - 200		0.001 - 2000	-
Мин. Допуск, (%)	< 0.1	0.1	0.5 – 1.0	0.3 – 0.5	0.3 – 0.5	< 0.1	-
Плотность (%)	100	92	99	96 - 100	**	**	100 – 92 **)
Пористость, %	0	8	1	4 - 0	4 - 1	3 - 0	0 – 8 **)
Удельная плотность, г/см3	7,8 – 7,9	=	=	=	2,5 – 3,6	1,3 -1,8	2,7 – 2,8
Прочность (%)	100	70	> 95	> 96	=	C-C = Al	Al = C-C
Толщина стенки (мм)	1 - 100	2 – 20	2 – 20	0.5 - 10	0.5 - 10	0.2 - 10	-
Шероховатость поверхности Ra(мкм)	0.2 - 4	2 – 5	5	1 - 2	1 - 2	0.2 - 1	-
Твердость, HRC	25 - 32	25 - 32	25 - 32	25 - 37	> 60 - *)	62 - 77	> 2
Стоимость изделия, %	100	100 -130	70	200 - 60	800 - 2000	100 - 300	300
Агрессивостойкость	низкая	низкая	низкая	низкая	высокая	очень высокая	низкая
Масса изделия, %	100	92	99	96 -100	30 - 45	12 - 14	20 - 22
Относительная стоимость изделия	25 $/kg	25 - 33 $/kg	17,5 $/kg	45 - 300 $/kg	200 – 500 $/kg	100 – 300 $/kg	150 $/kg
Усадка, %	**	**	**	До 26	До 26	0,8– 4,5 ***)	**
Коэффициент теплового расширения, α x10^{-6}	11- 13 (17)	=	=	11 - 18	9 - 11	5- 90 ***)	22 -25
Способность к сухому трению	нет	нет	нет	нет	нет	есть	нет

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ – КАРБУЛ (СТОИТ ЛИ ИГРА СВЕЧ ?)

Физико-механические свойства базовых материалов КАРБУЛ

Варианты композиций	Прочность на разрыв, МПа	Относит. удл., %	Сжатие, МПа	Изгиб, МПа	Ударная прочность, *кгс см/см²*	Плотность, г/см³
Карбул С-С	до 95	2 - 4	до 300	до 120	до 10	1,2 … 1,8
Карбул Si-C	до 55	4 - 6	до 200	до 100	до 8	1,4 … 2,1

Коэффициент теплового расширения, а $x10^{-6}$К	5- 90 ***)

ПРИМЕР ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОНКРЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ СЕМЕЙСТВА КАРБУЛ

Варианты композиций	Предел прочности при растяже-нии σ, МПа	Изгибающие напряжения при разрушении σ, МПа	Максимальное напряжение при сжатии σ, МПа	Ударная вязкость по Шарпи а, кДж/м²	Коэффициент Теплопроводности при 300 °С λ , Вт/м К	Плотность, г/см³	Твердость Шор Д	Удельное объемное электрическое сопротивление материала, ρv, Ом*м
КАРБУЛ СС РС К-30	до 95	до 120	до 200	6,76	0,47	1,8-1,9	95	1,8*10^14
КАРБУЛ СС РС ТУВ-2,5	до 80	до 110	до 250	4,61	0,38	1,3-1,4	92	4,2-10^7
КАРБУЛ SiC РС КК-29	до 55	до 85	до 150	2,85	1,16	1,9-2,1	94	8,08*10^7
КАРБУЛ ВС РС Б-10	до 60	до 95	до 200	3,14	0,54	1,8-1,9	90	1,36*10^14

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ – КАРБУЛ (СТОИТ ЛИ ИГРА СВЕЧ ?)

ПРИМЕРЫ ДЕТАЛЕЙ ОПЫТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗ МАТЕРИАЛА “КАРБУЛ”)

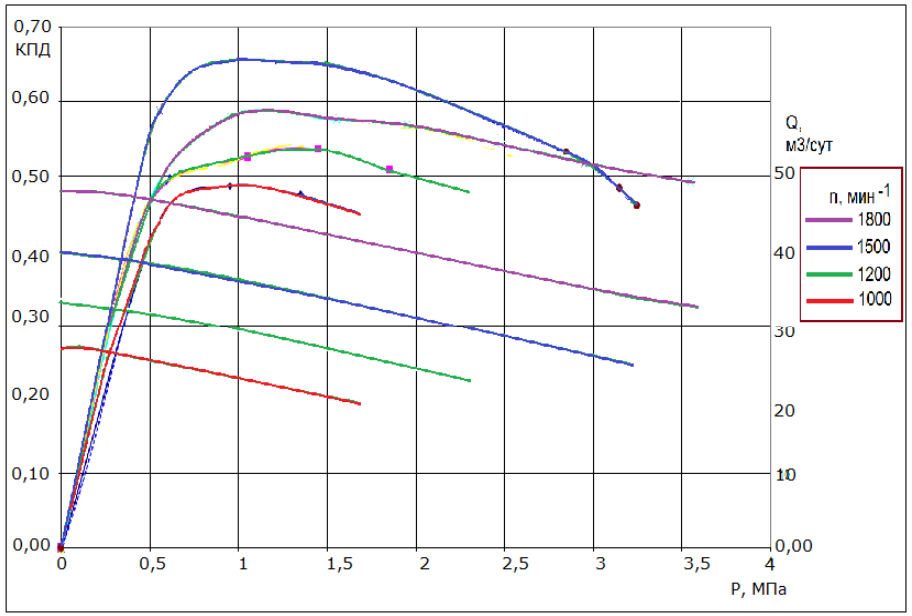
ВТУЛКА-ПОДШИПНИК ЛИНЕЙНОГО ПЭД

КОМПЛЕКТ ДЕТАЛЕЙ ПГЗ (КАРБУЛ СЕМЕЙСТВА “С-С”)

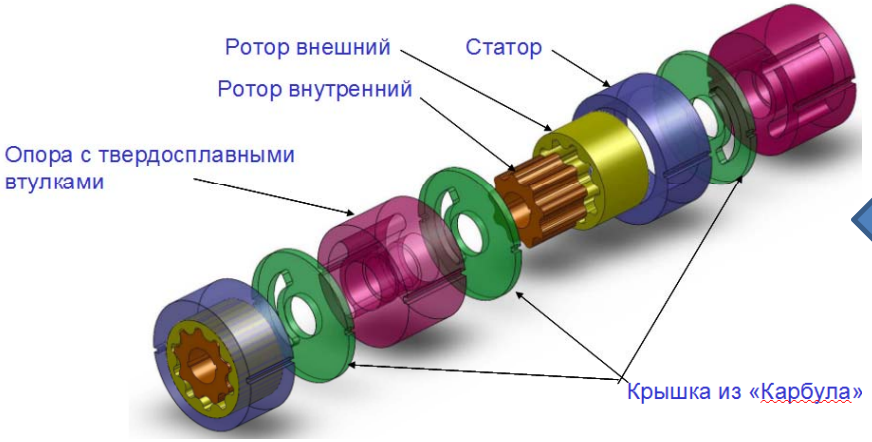
РАБОЧАЯ СТУПЕНЬ ЦН

КРЫШКА ГЕРОТОРНОГО НАСОСА (КАРБУЛ СЕМЕЙСТВА “Si-C”)

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ – КАРБУЛ (СТОИТ ЛИ ИГРА СВЕЧ ?)



Погружной героторный насос



Крышка по технологии КАРБУЛ

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ – КАРБУЛ (СТОИТ ЛИ ИГРА СВЕЧ ?)

С 2016 года к исследованиям свойств керамоподобных материалов семейства КРАБУЛ подключился НИТУ «МИСиС».

Работа выполняется при поддержке федеральной целевой программы исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы, идентификатор ПНИЭР RFMEFI57815X0133.

Рекомендуемые области применения изделий производимых по технологии КАРБУЛ:

- **Насосное и компрессорное оборудование.**
- **Детали поршневых и газотурбинных двигателей.**
- **Подшипники скольжения вращательного и возвратно-поступательного движения.**
- **Детали оборудования химического и атомного машиностроения.**
- **Винты для судов.**
- **Изделия специального назначения.**

ООО «РЕАМ-РТИ» рассматривает любые предложения по использованию технологии КАРБУЛ в различных деталях с целью совместно с заказчиком и в его интересах разработать, подготовить и освоить производство прогрессивных изделий.

Благодарим Вас за внимание!

Наши контакты:
8 (495) 544-66-30
info@ream-rti.ru
www.ream-rti.ru
Адрес: 143902, Московская обл.,
г. Балашиха, ул. Советская, д. 36

Докладчик: Пятов Иван Соломонович
Председатель совета директоров ООО «РЕАМ-РТИ»
E-mail: reamrti@mail.ru, info@ream-rti.ru