



ООО "РЕАМ-РТИ"

17 мая 2011 года, Москва

Конференция «Группе компаний РЕАМ - 20 лет»

Технологии эластомеров: через импортозамещение к инновационным разработкам

Максимова Ю.А.,
Ведущий инженер-технолог
ООО «РЕАМ-РТИ»

Наш адрес:
Московская область, г. Балашиха
ул. Советская д.36
тел/факс: (495)544-66-30
www.ream-rti.ru
e-mail: info@ream-rti.ru
reamrti@mail.ru

Импортозамещающее производство с 1991 года





От требований условий применения изделия – к требуемым материалам:

Резиновые смеси с необходимыми технологическими
и функциональными свойствами



СОБСТВЕННЫЕ ЭЛАСТОМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ:

- НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ (NBR),
- ГИДРИРОВАННЫХ НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ (HNBR),
- ФТОРЭЛАСТОМЕРНЫХ КАУЧУКОВ (FEP, FFKM),
- ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНОВЫХ КАУЧУКОВ (EPDM),
- КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ (MQ)

ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ РАБОТЫ В ОСОБО ОСЛОЖНЕННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ:

- НЕФТЬ, СКВАЖИННЫЕ ЖИДКОСТИ, ВОДНЫЕ СОЛЕВЫЕ РАСТВОРЫ, РАСТВОРЫ КИСЛОТЫ И ЩЕЛОЧИ (ДО 6 – 10 %),
- СЕРОВОДОРОД (ДО 25 %), УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ
- УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГАЗЫ
- МИНЕРАЛЬНЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА
- ТЕМПЕРАТУРЫ: ДО 250 °C



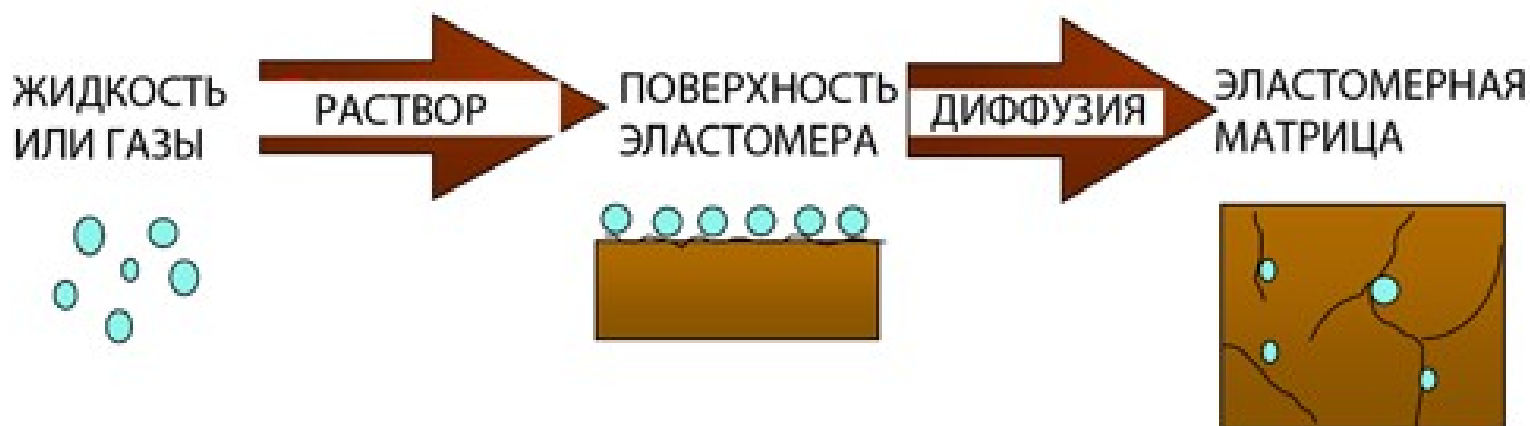


Обобщенные требования **к свойствам материалов для погружного** **насосного оборудования**

Изменение условной прочности при старении (при одной из выбранных температур)	$\pm 50\%$ от первоначального значения
Изменение относительного удлинения при старении (при одной из выбранных температур)	$\pm 50\%$ от первоначального значения
Изменение твердости при старении (при одной из выбранных температур) ед Шор А для резин с твердостью 90 ед.Шор А	от минус 20 ед до плюс 10 от минус 20 ед до плюс 5
Изменение массы или объема образца резины при старении (при одной из выбранных температур), %	от минус 5 до плюс 25
Стойкость к взрывной декомпрессии	не выше 3 баллов

ПРОЦЕСС НАБУХАНИЯ ЭЛАСТОМЕРА

МЕХАНИЗМ НАБУХАНИЯ



КИНЕТИКА ПРОЦЕССА - ФУНКЦИЯ РАЗМЕРА МОЛЕКУЛЫ РАСТВОРИТЕЛЯ, СВОБОДНОГО ОБЪЕМА, ПЛОЩАДЬ КОНТАКТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ТЕМПЕРАТУРЫ



Стандартные испытания на стойкость к взрывной декомпрессии (кессонной стойкости)

Параметр испытания	NACE TM 0192-98	NORSOK M 710
Газовая среда	100% CO ₂	3,10,100% CO ₂ + 97,90,0% CH ₄ (N)
Температура, град С	20-30	100, 150, 200
Давление, атм	52 ± 3	100, 200, 300
Длительность испытания, час	24 ± 1	24+1/ -0
Количество циклов	1	10
Время сброса давления до норм.	≤ 1 мин	20-40 атм / мин
Образец кольцо, мм	37,47x5,33 свободно (Допускаются другие образцы)	37,47x5,33 + деформация 20%

Стенд для испытания на стойкость к взрывной декомпрессии



стенд для испытаний полимеров на устойчивость к взрывной декомпрессии (разработка С-Петербургского ГПУ)



Рейтинговая система определения класса кессонной стойкости по повреждениям

**Класс
кессонной
стойкости**

NACE TM 0192-98

NORSOK M 710

0

-

Нет внутренних пор, трещин, пузырей

1

Нет видимых повреждений

≤ 4 внутренних трещин каждая длиной менее 50% d сечения
суммарно $< d$ сечения

2

Поверхностные пузыри и трещины минимальные

≤ 6 внутренних трещин каждая длиной менее 50% d сечения
суммарно $< 2,5 d$ сечения

3

Много внешних и внутренних повреждений

≤ 9 внутренних трещин, из которых не более 2 длиной 50-80% d сечения

4

Значительные повреждения, фрагментация образца

> 8 внутренних трещин или одна и более длиной более 80% d сечения

5

-

Сквозные трещины или полная фрагментация образца



ВЗРЫВНАЯ ДЕКОМПРЕССИЯ

Сертификат по результатам испытания на стойкость к взрывной декомпрессии эластомерных композиций ГК «РЕАМ» в Великобритании на соответствие NORSEK M-710



materials engineering research
laboratory

TEST CERTIFICATE

This document confirms that MERL (Materials Engineering Research Laboratory Ltd) has tested a set of rubber compounds for OOO "REAM-RTI" in accordance with the requirements of NORSEK M-710 standard "Qualification of Non-Metallic Sealing Materials and Manufacturers".

The compounds tested were:

1. RS-26ch – a general purpose NBR compound.
2. RS-26ch -5 – an internal lubrication NBR compound with low friction.
3. Ter-10 – a general purpose HNBR compound.
4. Af-15 – a general purpose Aflas™ compound.

The O-rings (37,47mm x 5,33mm) of the compounds above have been tested under conditions as following:

Pressure: 150 bar (15MPa).

Temperature: +100°C.

Exposure time: 10 cycles of 24 hours each.

Medium: 97 % CH₄ + 3 % CO₂.

Decompression rate: 20 bar per minute.

No cracks, blisters or any other imperfections were caused in the O-rings tested.

The resistance against Rapid Gas Decompression of the compounds tested is assessed as 0000, i.e. all compounds tested successfully passed the qualification test.

Passed by : G J Morgan (BSc. Hons.)
Date: 18/4/2006

G.J. Morgan



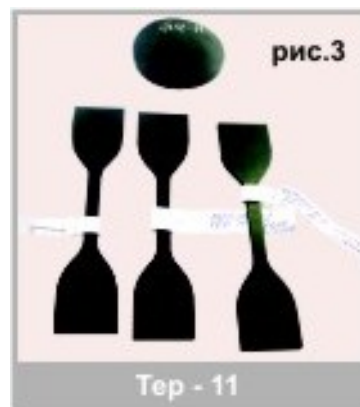
MATERIALS ENGINEERING RESEARCH LABORATORY LTD

Wilbury Way, Hitchin, Hertfordshire, SG4 0TW, United Kingdom T: +44 (0) 1462 427850 F: +44 (0) 1462 427851
enquiries@merl-lltd.co.uk www.merl-lltd.co.uk

Примеры разрушений образцов после лабораторных испытаний взрывной декомпрессии



Пример отработки рецептуры эластомерной композиции серии «Тер» на основе гидрированного бутадиен-нитрильного каучука HNBR



Испытания на стойкость к взрывной декомпрессии эластомерной композиции Тер-9



Тер-9 – нестойкая к взрывной декомпрессии эластомерная композиция

- набухание более 75 %;
- многочисленные поверхностные пузыри;
- пузыри, захватывающие весь объем материала;
- размер пузырей 2 ... 20 мм.



Испытания на стойкость к
взрывной декомпрессии
эластомерной композиции Тер-9



Испытания на стойкость к взрывной декомпрессии эластомерной композиции Тер-10



Тер-10 – стойкая к взрывной декомпрессии эластомерная композиция

- набухание 5 %;
- отсутствие поверхностных пузырей;
- нет пузырей по объему;
- физико-механические свойства полностью восстанавливаются.



И в настоящее время все эластомерные композиции, используемые ГК «РЕАМ», периодически испытываются на стойкость к ВЗРЫВНОЙ ДЕКОМПРЕССИИ по требованиям стандарта **NACE TM 0192-98**



Новые эластомерные композиции

- «СКОЛЬЗКИЕ» РЕЗИНЫ**
- ВОДОНАБУХАЮЩИЕ ЭЛАСТОМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**
- ТЕПЛОСТОЙКИЕ РЕЗИНЫ
«ЭКОНОМИЧНОГО КЛАССА»**



«СКОЛЬЗКИЕ» РЕЗИНЫ

Примеры изделий из эластомерных композиций с необходимым низким коэффициентом сухого трения (менее 0,3)

Радиальные
подшипники

Резино-
металлические
подшипники

Упорные
подшипники

Манжеты
Кольца

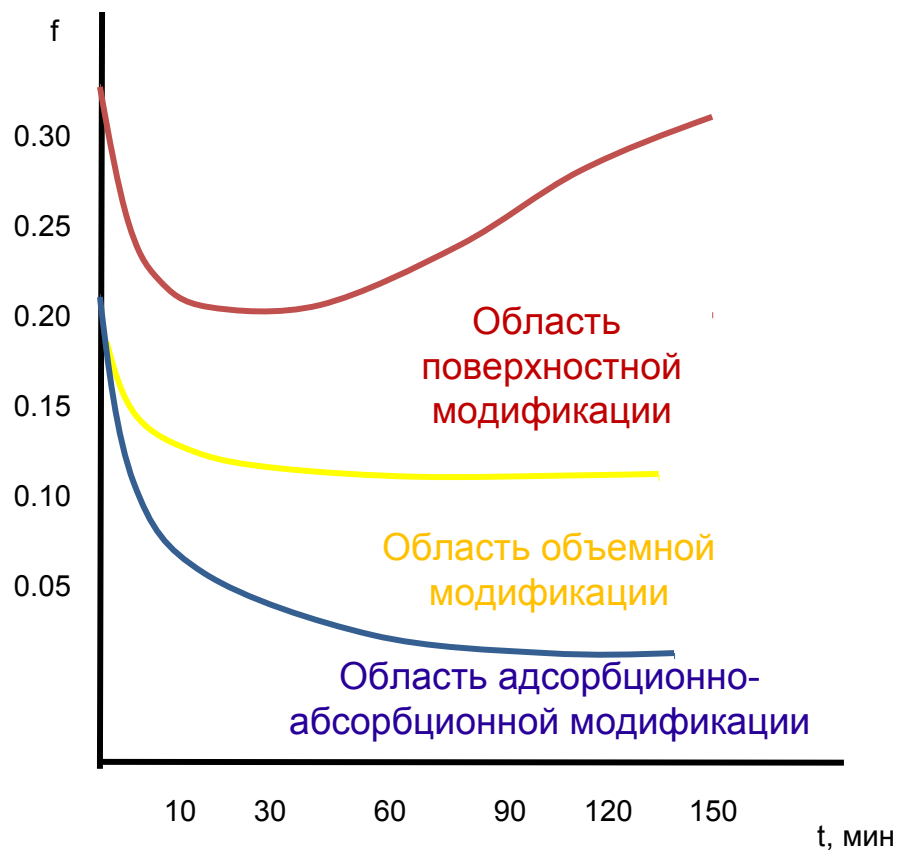




**Уменьшить коэффициент сухого трения
можно различными методами:**

- **Объемная модификация**
- **Поверхностная модификация**
- **Адсорбционно-абсорбционная модификация**

Зависимость коэффициента трения f от времени t для эластомерных композиций модифицированных различными методами



пара трения: резиновая шайба/стальная втулка $Rz=0,5-0,65\text{мкм}$
(высокоуглеродистая сталь)



Сравнение способов снижения «сухого» трения РТИ из эластомерных композиций на основе NBR и HNBR

Способ снижения
коэффициента «сухого» трения
изделий

Ограничения на применяемость
способа снижения трения РТИ

Минимальный
динамический
Ктр

Поверхностная модификация

Изнашивание
модифицированного
антифрикционного слоя в
абразивной среде

0,20 – 0,30

Объемная модификация

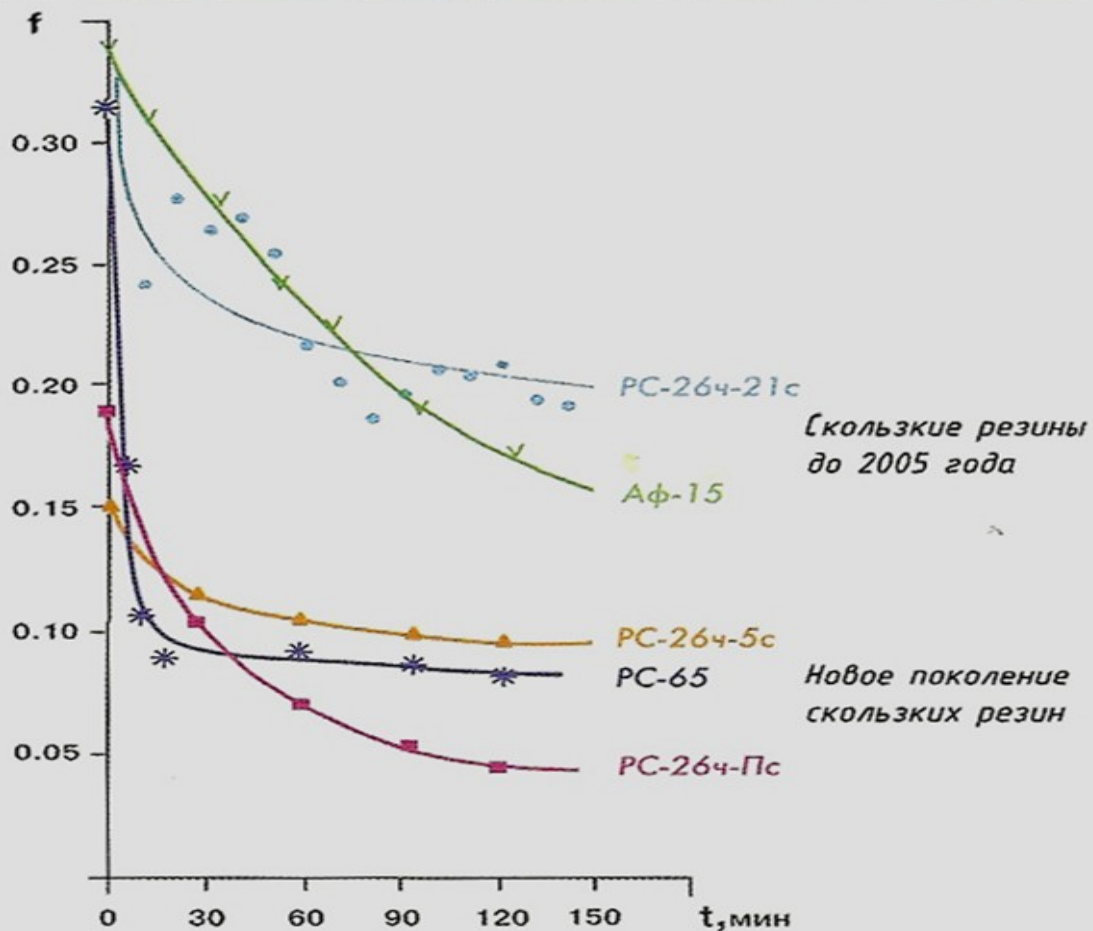
Технологические трудности
совмещения ингредиентов
Недопустимость агломерации
антифрикционных добавок

0,15 – 0,25

Адсорбционно-абсорбционная
модификация

Испаряемость или
вымывание модификатора в
среде и/или условиях
эксплуатации

0,09 – 0,20



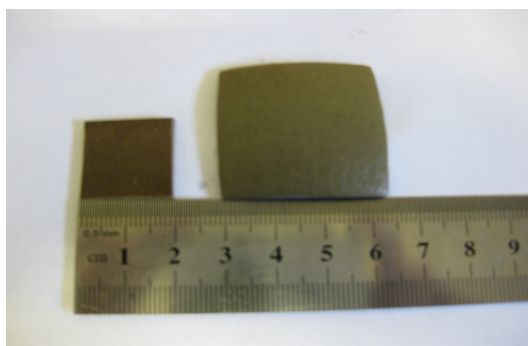
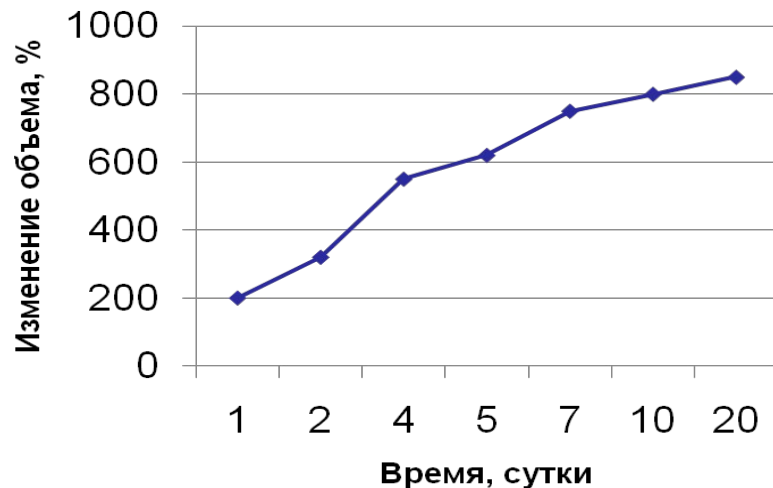
Скользкие резины
до 2005 года

Новое поколение
скользких резин

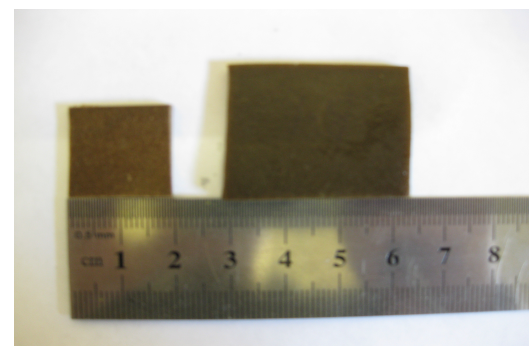
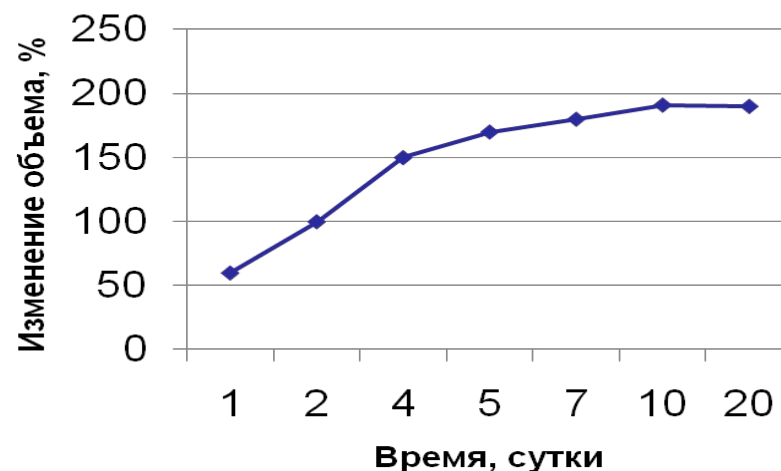
Изменение коэффициента трения f от времени испытания t :
"сухое" трение "резиновая шайба-стальная втулка
(высокоуглеродистая сталь)"

Динамика объемного набухания образцов резиновой смеси марки Н-РС в водопроводной воде и марки НП-РС в пластовой (минерализованной) воде

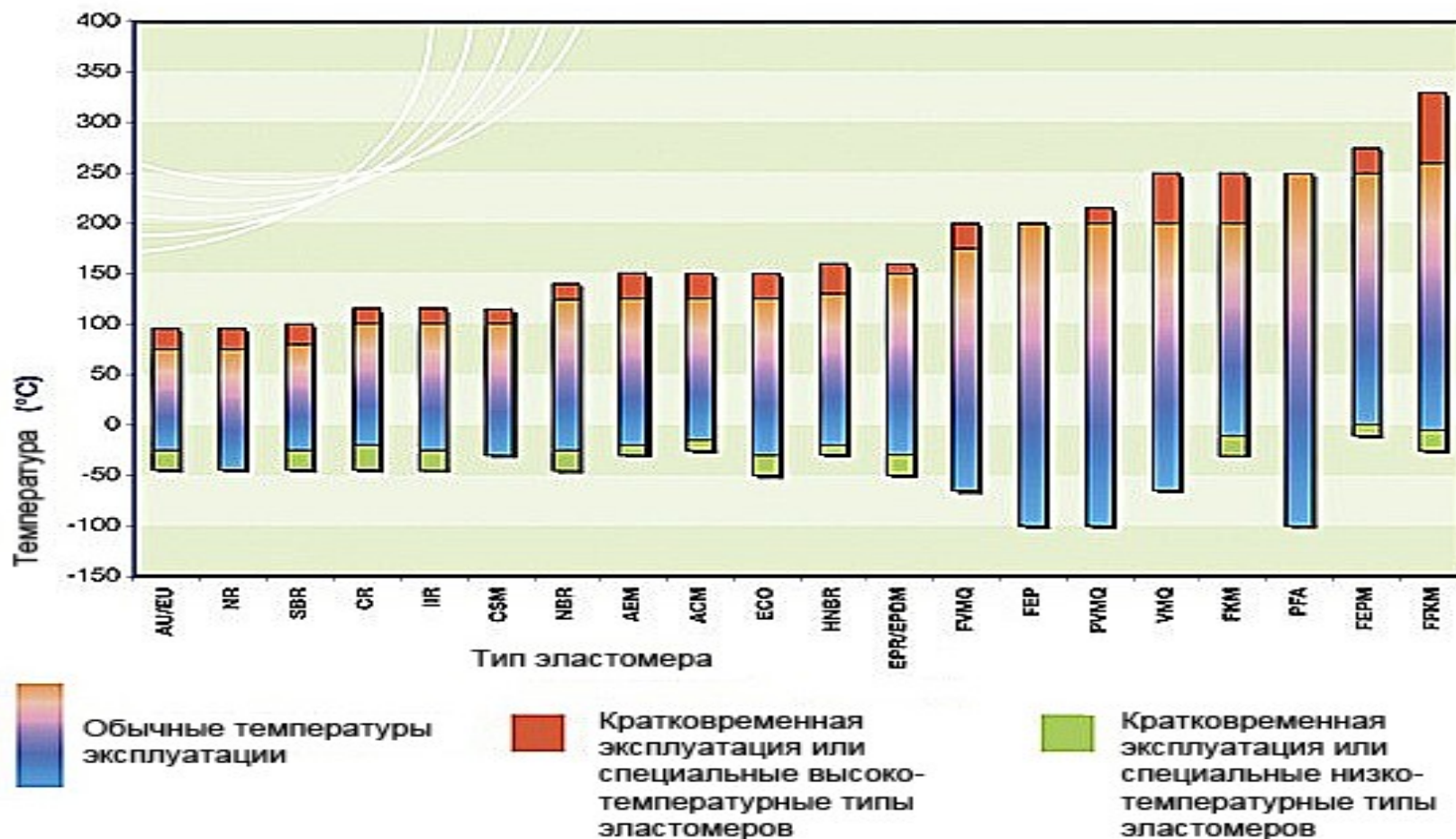
Изменение объема образца резиновой смеси Н-РС после воздействия водопроводной воды



Изменение объема образца резиновой смеси НП-РС после воздействия пластовой (минерализованной) воды



Условные пределы теплостойкости полимерных эластомеров



Условные временные пределы теплостойкости полимерных эластомеров в эксплуатации



ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД



Металлический сосуд



Опора для крепления диафрагмы

Результаты стендовых испытаний полноразмерных диафрагм



Выдержившая испытания
диафрагма из резиновой смеси
марки РС-3



Диафрагма одного из российских производителей.
После стендовых испытаний диафрагма
деформировалась и разрушилась.



**Диафрагма гидрозащиты из
резиновой смеси марки РС-3
является победителем конкурса
«Лучшая продукция
представленная на международной
специализированной выставке
«ШИНЫ, РТИ и КАУЧУКИ 2011»**



Новые технологии

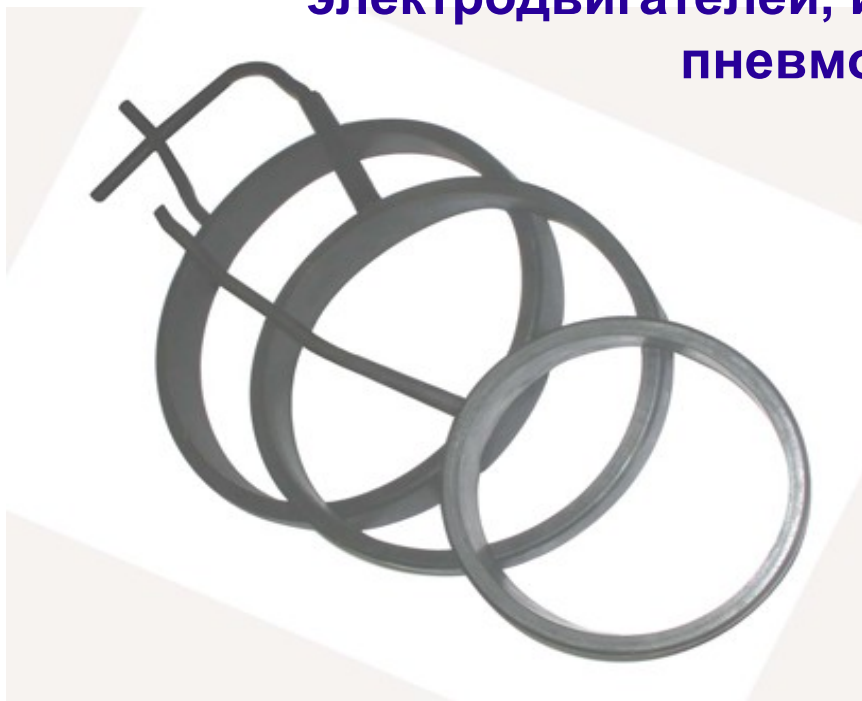
- **ТЕХНОЛОГИЯ ПНЕВМОФОРМОВАНИЯ**
- **АДСОРБЦИОННО-АБСОРБЦИОННАЯ
МОДИФИКАЦИЯ**



ТЕХНОЛОГИЯ ПНЕВМОФОРМОВАНИЯ

(все новое — это хорошо забытое старое)

**Манжеты для стенда испытаний погружных
электродвигателей, изготовлены по технологии
пневмоформования**



**Заготовка – экструдированная трубка, материал –
резина марки НО-68**

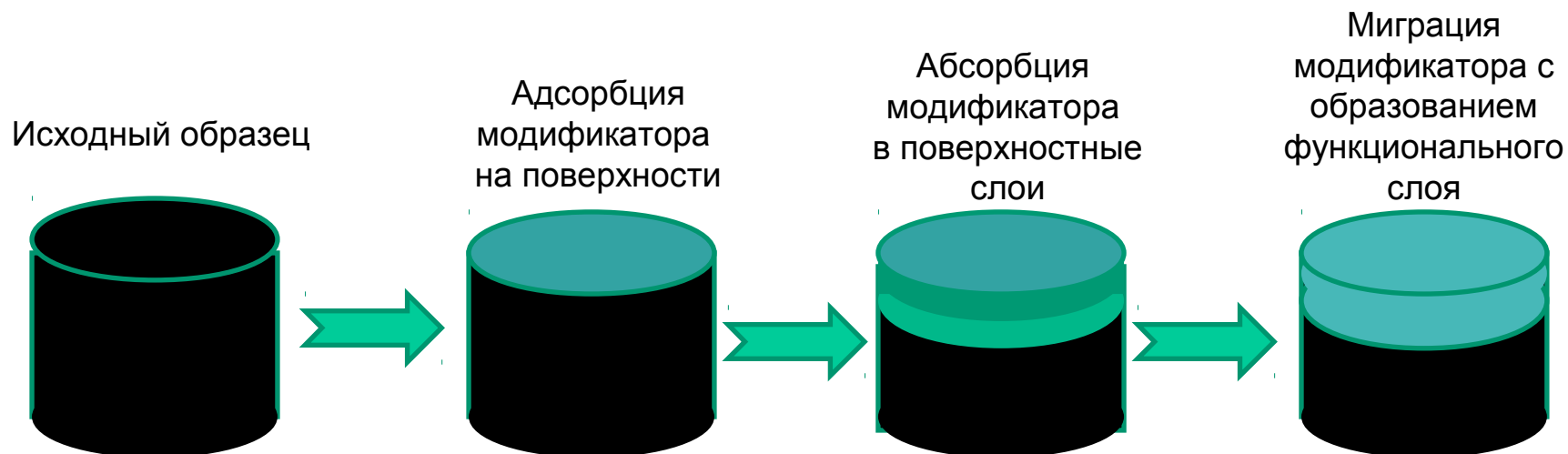
Достоинства технологии пневмоформования:

1. **Возможность изготовления полых изделий из эластомеров с вязкостью по Муни до 100 ед.**
2. **Возможность изготовления полых формованных изделий высокой точности с толщинами стенки 8,0 – 0,5 мм и больших габаритов (длина определяется оснасткой)**
3. **Относительно низкая стоимость оснастки**
4. **Сокращение цикла вулканизации**



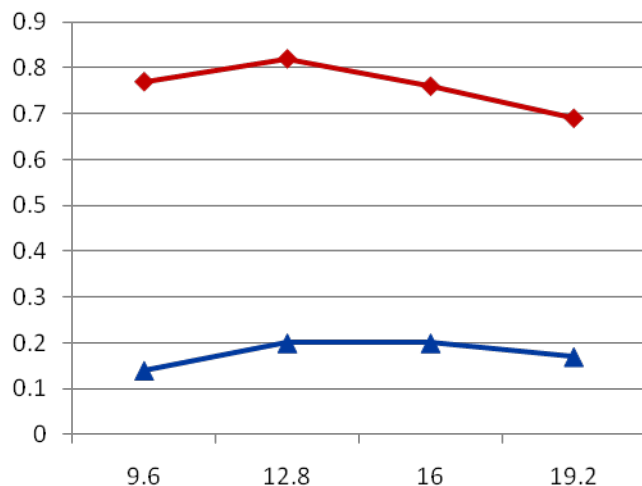
АДСОРБЦИОННО-АБСОРБЦИОННАЯ МОДИФИКАЦИЯ

Схема адсорбционно-абсорбционной модификации



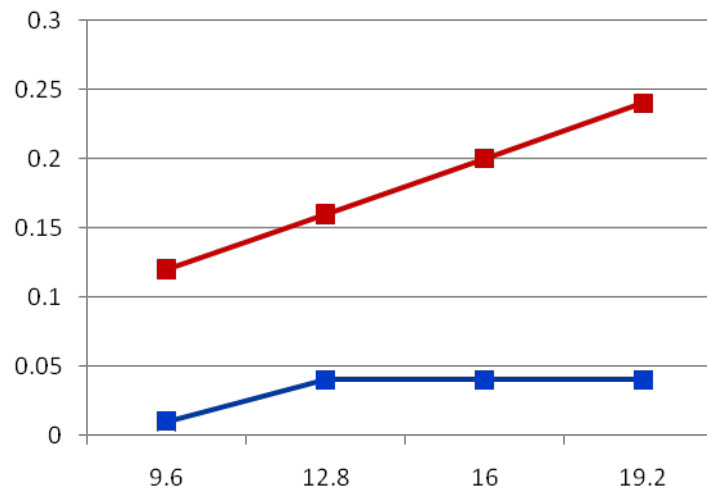
АДСОРБЦИОННО-АБСОРБЦИОННАЯ МОДИФИКАЦИЯ

Зависимость коэффициента сухого трения f от нагрузки Q эластомерной композиции на основе БНКС-28 пероксидной вулканизации до и после адсорбционно-абсорбционной модификации



—♦— контрольный
—▲— модифицированный

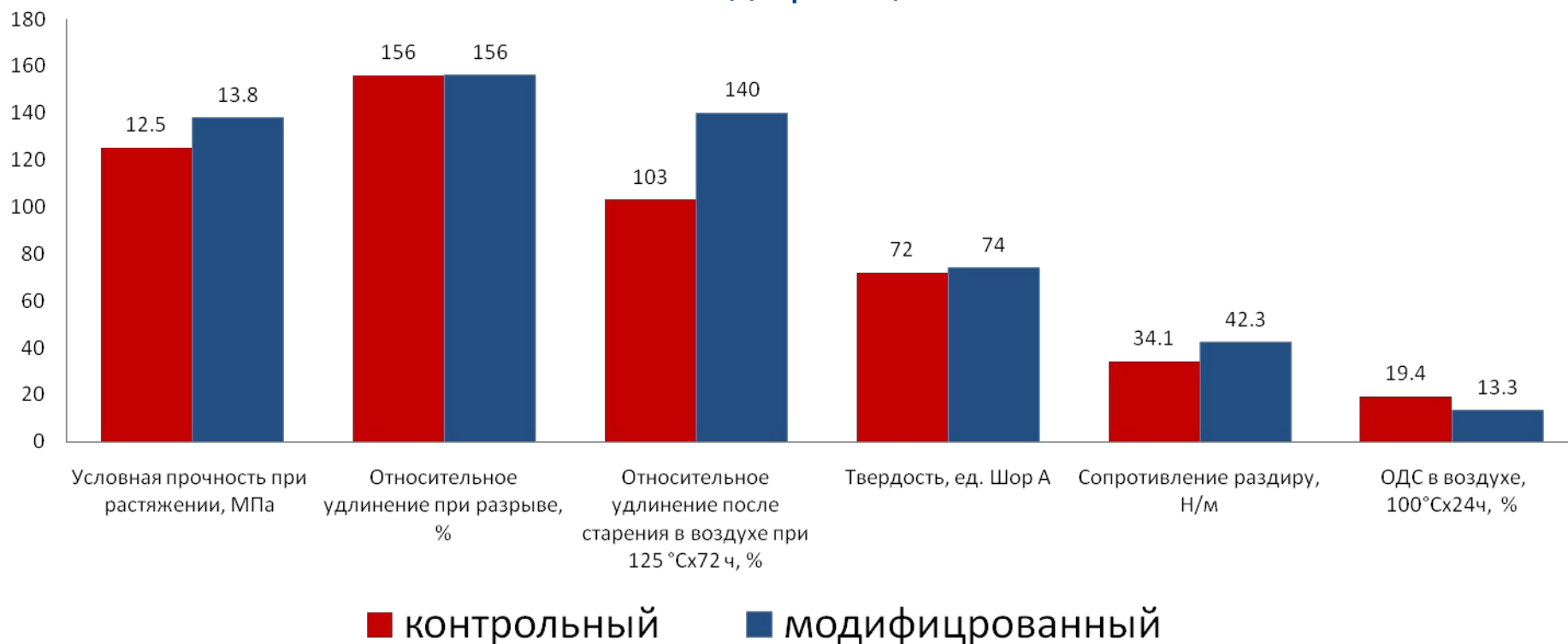
Изменение коэффициента «сухого трения» при скорости 2,6 м/с и различных нагрузках Q



—■— контрольный
—■— модифицированный

Изменение коэффициента «сухого трения» при скорости 6,2 м/с и различных нагрузках Q

Изменение физико-механических показателей эластомерной композиции на основе БНКС-28 пероксидной вулканизации до и после адсорбционно-абсорбционной модификации

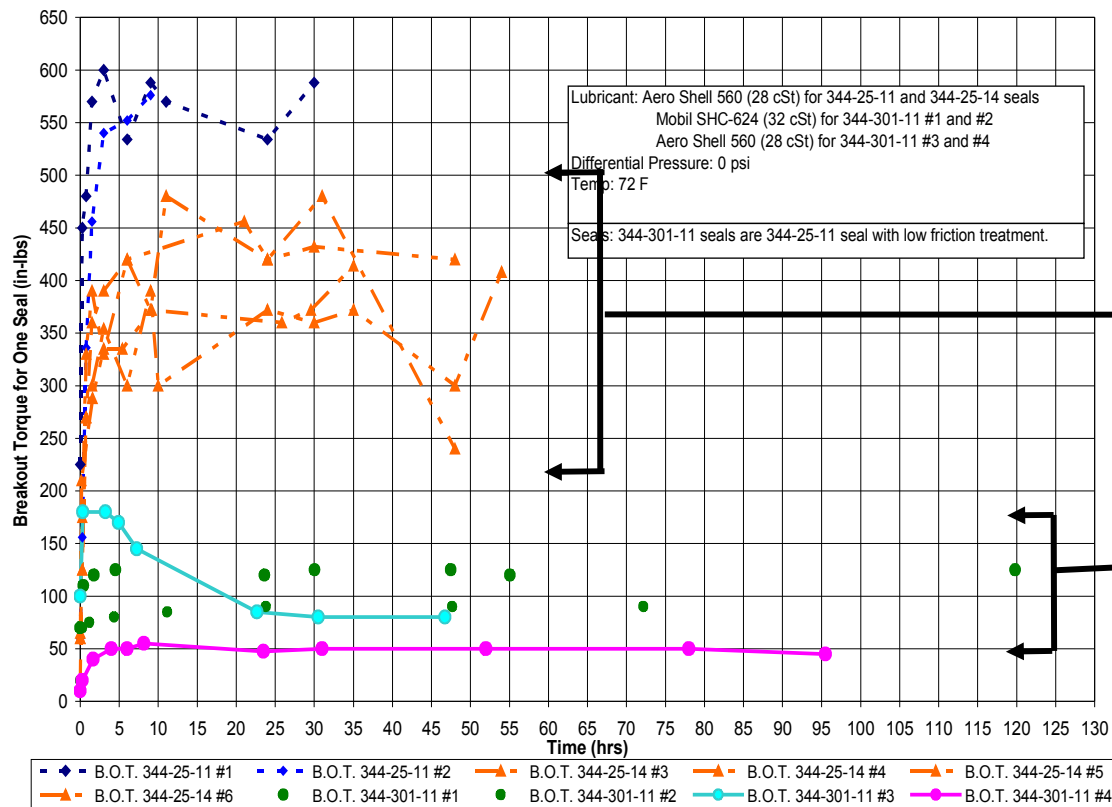




АДСОРБЦИОННО-АБСОРБЦИОННАЯ МОДИФИКАЦИЯ

Результаты стендовых испытаний компанией Kalsi Seals манжет необработанных и после адсорбционно- абсорбционной модификации

Room Temperature Breakout Torque of 2.75" (69.85 mm) ID Kalsi Seals with 0.335" Radial Cross Section at
7.75% Compression -11 (87 Duro), -14 (70 Duro) and -11 with Low Friction Treatment (87 Duro)



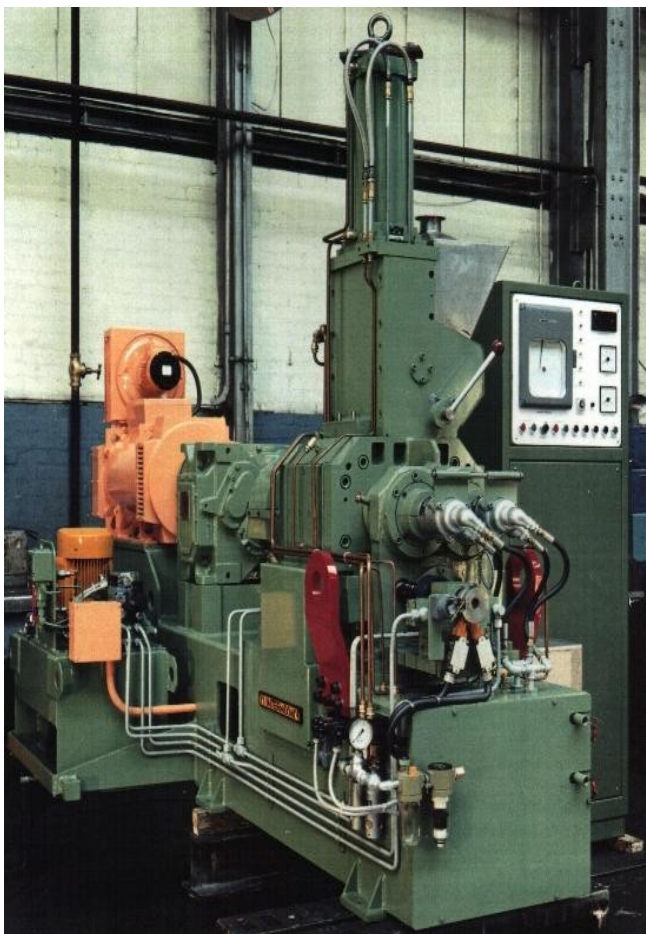
Момент страгивания
необработанных манжет

Момент страгивания
манжет после ААМ



Адсорбционно-абсорбционная модификация позволяет снизить на эластомерных композициях коэффициент трения в 5 и более раз без ухудшения физико-механических свойств, а по некоторым показателям (ОДС, сопротивление раздиру, стойкость к термическому старению) наблюдается улучшение до 1,5 раз, что свидетельствует о перспективности использования данного способа для создания резинотехнических изделий с улучшенными эксплуатационными свойствами

Новые технологические задачи



- Освоение современного смесительного оборудования для изготовления резиновых смесей
- Создание безоблойных технологий для производства резино-технических изделий
- Освоение технологии производства капсулированных колец
- Освоение технологии производства «керамикоподобных» изделий



ОСОБУЮ БЛАГОДАРНОСТЬ ВЫРАЖАЕМ
АВТОРУ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ МАРОК
РС-26ч, ТЕР-10, АФ-15, РС-ЭПТ, РС-26ч-5
ТИХОНОВОЙ СВЕТЛАНЕ ВАСИЛЬЕВНЕ
ЗА НЕОЦЕНИМЫЙ ВКЛАД ВНЕСЕННЫЙ В
РАЗВИТИЕ НАШЕЙ КОМПАНИИ.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!