
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ ISO
13678–20__

**ТРУБЫ ОБСАДНЫЕ, НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫЕ,
ТРУБЫ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ И ЭЛЕМЕНТЫ БУРИЛЬНЫХ
КОЛОНН ДЛЯ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Оценка и испытание резьбовых смазок

(ISO 13678:2010

**Petroleum and natural gas industries — Evaluation and testing of thread
compounds for use with casing, tubing, line pipe and drill stem elements,
IDT)**

Проект, окончательная редакция

Настоящий проект стандарта не подлежит применению
до его принятия

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила, рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены».

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности» (ОАО «РосНИТИ») и ПК 7 «Нарезные трубы» ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны» на основе перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5.

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны».

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от «___» _____ 20__ г. № _____).

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ISO 3166) 004 – 97	Код страны по МК (ISO 3166) 004 – 97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «___» _____ 20__ г. № _____ межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 13678-2019 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с «___» _____ 20__ г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 13678:2010 «Нефтяная и газовая промышленность. Оценка и испытания резьбовых смазок для обсадных, насосно-компрессорных труб, линейных труб и элементов бурильных колонн» (ISO 13678:2010 «Petroleum and natural gas Industries — Evaluation and testing of thread compounds for use with casing, tubing, line pipe and drill stem elements», IDT).

6 Взамен ГОСТ Р ISO 13678-2015*

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты».

© Стандартинформ, 20_____

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

* Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

от _____ № _____ ГОСТ Р ИСО 13678-2015 отменен с 1 _____ 20 _____ г.

Содержание

1	Область применения.....	
2	Соответствие.....	
2.1	Двойные нормативные ссылки.....	
2.2	Единицы измерений.....	
3	Нормативные ссылки.....	
4	Термины и определения.....	
5	Свойства резьбовых смазок.....	
5.1	Общий перечень свойств.....	
5.2	Физико-химические свойства.....	
6	Эксплуатационные свойства.....	
6.1	Испытания на модельных образцах.....	
6.2	Трибологические свойства.....	
6.3	Обеспечение резьбовыми смазками стойкости при предельном контактном давлении (стойкости к задирам) резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов.....	
6.4	Уплотнительные свойства резьбовых смазок для резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов в газовых и жидких средах	
7	Обеспечение качества и контроль.....	
8	Требования к маркировке.....	
8.1	Маркировка	
8.2	Этикетирование.....	
	Приложение А (справочное) Модифицированная резьбовая смазка API.....	
	Приложение В (обязательное) Резьбовая смазка контрольного эталонного состава для резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов.....	
	Приложение С (обязательное) Испытание для определения пенетрации.....	
	Приложение D (обязательное) Испытание для определения испаряемости.....	
	Приложение E (обязательное) Испытание на выделение масла.....	
	Приложение F (обязательное) Испытание способности к нанесению и адгезии.....	
	Приложение G (обязательное) Испытание на выделение газа.....	
	Приложение H (обязательное) Испытание на выщелачивание водой.....	
	Приложение I (справочное) Испытание трибологических свойств.....	

Приложение J (справочное) Испытание свойств резьбовых смазок по обеспечению стойкости при предельном контактном давлении (стойкости к задиркам) резьбовых соединений насосно-компрессорных, обсадных труб и труб для трубопроводов	
Приложение K (справочное) Испытание уплотнительных свойств резьбовых смазок для резьбовых соединений обсадных и насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов в газовых и жидких средах	
Приложение L (справочное) Испытание свойств по замедлению коррозии.....	
Приложение M (справочное) Испытание на стабильность при высоких температурах.....	
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам	
Приложение ДБ (справочное) Соответствие номеров сит по [31] и сеток по ГОСТ 6613 (Приложение ДД)	
Приложение ДВ (рекомендуемое) Условия испытаний для определения срока защиты резьбовых элементов от коррозии при использовании резьбовой смазки в различных условиях хранения и транспортирования труб	
Приложение ДГ (рекомендуемое) Испытания по определению стабильности трибологических свойств резьбовых смазок, эксплуатируемых в условиях высоких температур (стойкость резьбовых соединений к адгезионному износу)	
Приложение ДД (справочное) Сведения о наименовании межгосударственных стандартов, приведенных в тексте настоящего стандарта.....	
Приложение ДЕ (справочное) Сведения о допустимых отклонениях параметров проведения испытаний резьбовых смазок.....	
Приложение ДЖ (справочное) Оценка неопределенности измерений.....	
Библиография.....	

Введение

Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 13678:2010, разработанному на основе второго издания стандарта API RP 5A3 от июля 2003 года с поправкой и включением в приложение I всех разделов первого издания стандарта API RP 7A1 от ноября 1992 года.

Настоящий стандарт устанавливает требования и рекомендации к проведению испытаний и выбору резьбовых смазок для резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб, труб для трубопроводов и элементов бурильных колонн, на основе общепринятой современной промышленной практики. Процедуры испытаний должны соответствовать положениям раздела 5 ГОСТ ISO/IEC 17025.

Эксплуатационные свойства резьбовых смазок для резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов, в том числе резьбовых соединений «Премиум», и резьбовых упорных соединений элементов бурильных колонн включают:

- трибологические свойства, которые обеспечивают качественное свинчивание резьбового соединения;
- свойства, обеспечивающие стойкость резьбовых соединений к образованию задиров и разрушению контактных поверхностей при свинчивании и развинчивании;
- герметизирующие свойства для резьбовых соединений с уплотнением по резьбе и (или) свойства, не препятствующие герметизирующим свойствам специальных элементов уплотнения резьбовых соединений (узел уплотнения металл-металл, уплотнительные кольца из политетрафторэтилена и т. д.), в зависимости от условий эксплуатации;
- стабильность физико-химических свойств в условиях эксплуатации и хранения резьбовых смазок;
- свойства, которые обеспечивают эффективное нанесение резьбовой смазки на контактные поверхности резьбового соединения в предполагаемых условиях эксплуатации и окружающей среды.

Дополнительно, смазки для резьбовых упорных соединений элементов бурильных колонн обеспечивают:

- смазывание элементов резьбовых соединений при свинчивании для достижения соответствующих осевых допускаемых напряжений;

- эффективное уплотнение между упорными элементами резьбового соединения для предотвращения проникновения буровых растворов;
- повышение равномерности распределения радиальных допустимых напряжений;
- сопротивление резьбовых соединений дополнительному свинчиванию в скважине.

При оценке пригодности резьбовых смазок должны быть учтены условия эксплуатации, результаты лабораторных испытаний, результаты испытаний и опыт эксплуатации в промышленных условиях. Могут быть проведены дополнительные испытания для определенных условий эксплуатации.

Потребителю и изготовителю рекомендуется обсудить условия эксплуатации и ограничение применения рассматриваемых резьбовых смазок. Представителям потребителя и(или) третьей стороны рекомендуется контролировать проведение испытаний, когда это возможно.

Не следует проводить интерполяцию и экстраполяцию результатов испытаний других резьбовым смазкам, даже подобного химического состава.

Испытания в соответствии с настоящим стандартом сами по себе не гарантируют соответствующую эксплуатацию системы резьбовая смазка — резьбовое соединение в промышленных условиях. Потребитель сам должен оценить результаты, полученные по рекомендованным в настоящем стандарте испытаниям, и нести ответственность за соответствие системы резьбовая смазка — резьбовое соединение требованиям условий эксплуатации.

В тексте настоящего стандарта по сравнению с ISO 13678:2010 изменены отдельные фразы, заменены некоторые термины и обозначения на их синонимы или эквивалентные термины, в соответствии с принятой терминологией и системой обозначений, в том числе:

- заменен термин «прецизионные весы» на соответствующий термин по ГОСТ OIML R 76-1-2011 (Приложение ДД) «весы специального класса точности»;
- заменены термины «box (раструб, муфта)» и «pin (ниппель)» на аналогичные термины «муфтовый элемент» и «ниппельный элемент» соответственно;
- заменены единицы измерения размеров ячеек меш на мкм по системе СИ;
- добавлены приложения:
 - ДА (справочное), в котором указаны сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам;

- ДБ (справочное), в котором приведено соответствие номеров сит по [31] и номеров сеток по ГОСТ 6613 (Приложение ДД);
- ДВ (рекомендуемое), в котором приведены условия испытаний, позволяющие определить срок защиты резьбовых элементов от коррозии при использовании резьбовой смазки в различных условиях хранения и транспортирования труб;
- ДГ (рекомендуемое), в котором приведен метод испытаний, позволяющий определить стабильность трибологических свойств резьбовых смазок, эксплуатируемых в условиях высоких температур (стойкость резьбовых соединений к адгезионному износу);
- ДД (справочное), в котором указаны сведения о наименовании межгосударственных стандартов, приведенных в тексте настоящего стандарта;
- ДЕ (справочное), в котором указаны сведения о допустимых отклонениях параметров проведения испытаний резьбовых смазок;
- ДЖ (справочное), в котором приведены сведения по сходимости и воспроизводимости (неопределенности) результатов измерений;
- исключены значения единиц величин в американской системе единиц (USC) для приведения в соответствие с ГОСТ 8.417-2002 (Приложение ДД).

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

**ТРУБЫ ОБСАДНЫЕ, НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫЕ,
ТРУБЫ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ И ЭЛЕМЕНТЫ БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН
ДЛЯ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Оценка и испытание резьбовых смазок

Casing, tubing, line pipes and drill stem elements for petroleum and natural gas industries
Evaluation and testing of thread compounds

Дата введения – 201__-__-__

1 Область применения

Настоящий стандарт включает требования, рекомендации, методы и условия испытаний резьбовых смазок, предназначенных для резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб, труб для трубопроводов и элементов бурильных колонн с резьбовыми упорными соединениями. Предусмотренные испытания применимы для оценки эксплуатационных, физико-химических свойств резьбовых смазок в лабораторных условиях.

Прежде всего, приведенные методы испытаний предназначены для резьбовых смазок и не применимы для других смазочных материалов. Во многих областях к данной продукции предъявляются определенные экологические требования. Настоящий стандарт не предусматривает оценку экологичности резьбовых смазок. Потребитель несет ответственность за изучение этих свойств, применение или не применение резьбовых смазок и соответствующую, связанную с этим применением, утилизацию.

2 Соответствие

2.1 Двойные нормативные ссылки

Техническим комитетом ISO/TS 67 установлено, что некоторые нормативные документы, разработанные техническими комитетами ISO, в контексте соответствующих требований являются взаимозаменяемыми с нормативными документами, разработанными Американским нефтяным институтом (API), Американским обществом по испыта-

Проект, окончательная редакция

ниям и материалам (ASTM) или Американским национальным институтом стандартов

(ANSI). Так же являются взаимозаменяемыми нормативные документы ISO и ГОСТ ISO. В настоящем стандарте эти документы указываются в виде двойных ссылок — на документ ISO и после слова «или» на документ API, ANSI или ГОСТ. Применение сопоставимого нормативного документа, указанного таким образом, может привести к техническим результатам, отличающимся от результатов применения документа ISO. Однако оба результата являются приемлемыми, а нормативные документы считаются взаимозаменяемыми.

2.2 Единицы измерений

В написании значений показателей в качестве десятичного знака применима запятая, для отделения разряда тысяч — пробел.

3 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие нормативные документы:

ISO 2137, Petroleum products and lubricants - Determination of cone penetration of lubricating greases and petrolatum (Нефтепродукты и смазочные материалы. Смазки пластичные и петролатум. Определение пенетрации конусом)

ISO 2176, Petroleum products. Lubricating grease. Determination of dropping point (Нефтепродукты. Смазки пластичные. Определение температуры каплепадения)

ASTM D 217, Standard Test Methods for Cone Penetration of Lubricating Grease (Стандартные методы конусной пенетromетрии консистентных смазок)

ASTM D 2265, Standard Test Method for Dropping Point of Lubricating Grease over Wide Temperature Range (Стандартный метод определения температуры каплепадения консистентных смазок в широком температурном интервале)

ASTM D 4048, Standard Test Method for Detection of Copper Corrosion from Lubricating Grease (Стандартный метод определения коррозии меди в консистентной смазке)

4 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

4.1 резьбовое соединение API (API connection): Резьбовое соединение, соответствующее требованиям стандартов ISO/API, API Spec 5B и ANSI/API Spec 7-2.

Примечание – Резьбовые соединения, аналогичные резьбовым соединениям API по Spec 5B и ANSI/API Spec 7-2 см. ГОСТ 34057 и ГОСТ 32696.

4.2 модифицированная резьбовая смазка API (API modified thread compound):

Резьбовая смазка, соответствующая требованиям приложения А настоящего стандарта [8].

4.3 муфтовый элемент (box): Элемент соединения с внутренней резьбой.

Примечание — К муфтовым элементам относятся муфты для труб, раструбные концы безмуфтовых труб с внутренней резьбой и муфтовые элементы замков бурильных труб.

4.4 обсадные, насосно-компрессорные трубы и трубы для трубопроводов, СТ и LP (casing, tubing and line pipe, CT and LP): Изготавливаемые и поставляемые трубные изделия.

4.5 элементы бурильных колонн (drill stem elements): Компоненты бурильных колонн от вертлюга или верхнего привода до долота, включая ведущие бурильные трубы, переводники, бурильные трубы, утяжеленные бурильные трубы и другие внутрискважинные инструменты, такие как стабилизаторы, расширители и др.

4.6 ниппельный элемент (pin): Элемент соединения с наружной резьбой.

Примечание — К ниппельным элементам относятся концы муфтовых и безмуфтовых труб с наружной резьбой и ниппельные элементы бурильных труб.

4.7 резьбовое соединение «Премиум» (premium connection): Резьбовое соединение с узлом (-ами) уплотнения металл - металл или без него (-их), обеспечивающее высокие эксплуатационные характеристики по сравнению с соединениями API.

4.8 запатентованное резьбовое соединение (proprietary connection): Резьбовое соединение, конструкция которого не опубликована, изготавливаемое и поставляемое компаниями, имеющими исключительные права на его изготовление и(или) продажу.

4.9 резьбовая смазка контрольного эталонного состава для резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов (thread compound reference standard formulation for casing, tubing and line pipe connection): Резьбовая смазка, состав которой соответствует требованиям приложения В настоящего стандарта, включая ограничения и предельные отклонения, установленные в таблицах В.1, В.2 и В.3.

Примечание — Резьбовая смазка контрольного эталонного состава не предназначена для использования в промышленных условиях.

4.10 резьбовая смазка контрольного эталонного состава для резьбовых упорных соединений бурильных труб (thread compound reference standard formulation for rotary shouldered connection): Резьбовая смазка, состав которой соответствует требованиям приложения I настоящего стандарта.

Примечание — Резьбовая смазка контрольного эталонного состава не предназначена для использования в промышленных условиях.

4.11 резьбовое упорное соединение, RSC (rotary shouldered connection, RSC):

Резьбовое соединение элементов бурильных колонн, включающее резьбу, уплотнительные и упорные элементы.

4.12 уплотнение (seal): Элемент резьбового соединения, препятствующий проникновению жидких и газообразных сред.

П р и м е ч а н и е — Стойкость резьбового соединения к проникновению газовых и жидких сред также называется герметичностью (sealing или leaktightness) соединения.

4.13 консервационная смазка (storage compound): Материал, наносимый на резьбовые элементы труб, муфт и замков, для защиты от коррозии только на период транспортирования и(или) хранения, не используемый при свинчивании резьбовых соединений.

4.14 резьбовая смазка (thread compound): Материал, наносимый на элементы резьбового соединения труб перед свинчиванием, для смазывания резьбы в процессе свинчивания и развинчивания и для обеспечения герметичности резьбового соединения при воздействии внутреннего и наружного давления, жидких и газообразных сред.

П р и м е ч а н и е — Некоторые резьбовые смазки могут содержать вещества, обеспечивающие консервационные свойства.

4.15 система резьбовая смазка - резьбовое соединение (thread compound-connection system): Система, состоящая из элементов резьбового соединения труб, имеющих специальную геометрию, дополнительные элементы и покрытия поверхности в сочетании с резьбовой смазкой.

4.16 замок (tool joint): Изделие с резьбой, применяемое для соединения элементов бурильной колонны.

5 Свойства резьбовых смазок

5.1 Общий перечень свойств

Резьбовые смазки относят к классу пластичных смазочных материалов. Испытания, предусмотренные настоящим стандартом, предназначены для того, чтобы характеризовать свойства резьбовых смазок в условиях эксплуатации. Потребитель и изготовитель могут согласовать следующие свойства поставляемой резьбовой смазки:

- тип загустителя;
- тип основы смазки;
- внешний вид;
- температуру каплепадения;
- плотность;

- выделение масла;
- температуру вспышки базового масла;
- выщелачивание водой;
- выделение газа;
- пенетрация;
- реологические свойства;
- коррозионное воздействие на медь;
- обеспечение стойкости резьбовых соединений при предельном давлении;
- уплотнительные свойства в жидких и газообразных средах;
- трибологические свойства;
- защита от коррозии;
- способность к нанесению и адгезии;
- область применения;
- ограничения по сроку хранения.

Изготовитель резьбовых смазок должен вносить изменения в документацию на продукцию при любом изменении состава смазки, которое может привести к изменению каких-либо важных эксплуатационных свойств. Документация должна содержать данные, представляющие свойства типичной партии резьбовой смазки.

Данные по испытаниям и контролю, оформленные в соответствии с настоящим стандартом, должны быть сохранены изготовителем и доступны для потребителя в течение установленного срока хранения, но не менее трех лет с даты изготовления резьбовой смазки.

5.2 Физико-химические свойства

5.2.1 Общие положения

Физико-химические свойства резьбовых смазок должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1. Состав резьбовых смазок различен, является собственностью разработчика или запатентован. Состав смазки не может быть определен в рамках данного стандарта. Потребитель должен учитывать эксплуатационные свойства и рекомендации изготовителей резьбовых смазок.

Т а б л и ц а 1 — Испытания резьбовых смазок для определения физико-химических свойств

Наименование показателя ^{a)}		Метод испытания	Значение показателя ^{b)}	
Температура каплепадения, °C	М	ISO 2176 или ASTM D 2265	Не ниже 138	S

Испаряемость, объемная доля потерь, %, после выдержки в течение 24 ч при температуре 100°C	м	Приложение D	Не более 3,75	S
Выделение газа, см ³ , в течение 120 часов при температуре 66°C	м	Приложение G	Не более 20	S
Выделение масла, объемная доля, %, после выдержки в течение 24 ч при температуре 100°C (никелевый конус)	м	Приложение E	Не более 10,0	S
Пенетрация, 10 ⁻¹ мм после 60 тактов перемешивания при температуре 25°C Интервал технологичности (пенетрация от мин. до макс.) после 60 тактов перемешивания при температуре минус 7 °C	м	Приложение C	Не более ± 15 Типичный показатель при производстве	S R
Плотность, колебания, %, от среднего значения при производстве	м	Контролирует изготовитель	Не более ± 5,0	S
Выщелачивание водой, массовая доля потерь, %, после выдержки в течение 2 ч при температуре 66°C	м	Приложение H	Не более 5,0	S
Способность к нанесению и адгезионные свойства: нанесение в холодном состоянии при температуре минус 7 °C адгезия при температуре 66°C, массовая доля потерь, %	м	Приложение F	Применима Не более 25	R R
Коррозия меди, при заданном уровне коррозии	м	ASTM D 4048	1B или лучше	R
Замедление коррозии, площадь коррозионных повреждений поверхности, % после выдержки в течение 500 ч при температуре 38 °C	l	Приложение L	Менее 1,0	R
Стабильность смазки после 12 месяцев хранения: изменение пенетрации, 10 ⁻¹ мм выделение масла, объемная доля, %	м	Контролирует изготовитель Приложение C Приложение E	Не более ± 30 Не более 10,0	R R
Стабильность смазки в промышленных условиях, объемная доля потерь, %, после выдержки в течение 24 ч при температуре 138°C	l	Приложение M	Не более 25,0	R
<p>^{a)}М — обязательное испытание, l — справочное испытание. ^{b)}S— требуемое значение, R— рекомендуемое значение. П р и м е ч а н и я 1 Значения, указанные в настоящей таблице, могут не соответствовать значениям, указанным в таблице A.3 (приложение A), в которой приведены значения и требования стандарта [8] (заменен стандартом [9]). Эти значения были пересмотрены для учета требований современных условий эксплуатации при высоких температурах, а также колебаний плотности запатентованных резьбовых смазок различного состава. 2 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, испытания по показателю «Температура каплепадения» также допускается проводить по ГОСТ ISO 2176 (Приложение ДА) или ГОСТ 6793 (Приложение ДД). 3 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, испытания по показателю «Коррозия меди» также допускается проводить по ГОСТ 32335 (Приложение ДД).</p>				

5.2.2 Температура каплепадения

Температура каплепадения является мерой размягчения и текучести резьбовой смазки под воздействием тепла. Результаты определения температуры каплепадения могут быть использованы для:

- установления максимальной температуры, до которой не происходит разжижение смазки или выделение масла;
- указания типа резьбовой смазки.

Результаты этого испытания могут не соотноситься напрямую с эксплуатационными свойствами резьбовой смазки, если только такое соотношение не установлено.

Для резьбовых смазок температура каплепадения является показателем термической стабильности основы смазки и добавок. Низкая термическая стабильность может

отрицательно сказаться на эксплуатационных свойствах резьбовой смазки в условиях использования при высоких температурах. В соответствии с современными требованиями к эксплуатации при высоких температурах, температура каплепадения должна быть не ниже 138 °С, испытания должны быть проведены по стандарту ISO 2176 или ASTM D 2265.

П р и м е ч а н и я

1 При сверхвысоких температурах эксплуатации может потребоваться более высокая температура каплепадения.

2 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, испытания также допускается проводить по ГОСТ ISO 2176 (Приложение ДА) или ГОСТ 6793 (Приложение ДД).

5.2.3 Испаряемость

Испаряемость является показателем физико-химической стабильности резьбовых смазок при повышенных температурах и связана со свойствами основы смазок и добавок. Потери от испаряемости определяют в объемной доле (%) в виду широкого диапазона показателя плотности резьбовых смазок. Объемная доля потерь, при испарении в течение 24 ч при температуре 100 °С не должна превышать 3,75 % при оценке по методу, описанному в приложении D.

5.2.4 Выделение газа

Выделение газа является показателем химической стабильности резьбовых смазок при повышенных температурах. При оценке по методу, описанному в приложении G, объем выделяющегося газа не должен превышать 20 см³.

5.2.5 Выделение масла

Выделение масла является показателем физико-химической стабильности резьбовых смазок при повышенных температурах и связано со свойствами основы смазок. Выделение масла измеряют в объемной доле (%). Объемная доля выделившегося масла, при оценке по методу, описанному в приложении E, не должна превышать 10,0 %.

5.2.6 Пенетрация

Пенетрация является мерой консистенции резьбовой смазки и показателем способности к нанесению смазки на поверхность резьбы. Изготовитель должен измерить и сохранить результаты измерений каждой партии резьбовой смазки, с указанием среднего значения пенетрации для данного типа смазки. Пенетрацию определяют по методу, описанному в приложении C настоящего стандарта. Приемлемый интервал пенетрации (от минимума до максимума) при температуре 25 °С не должен превышать 30 единиц. Приемлемый интервал пенетрации установлен с учетом использования резьбовых смазок с показателем пенетрации от 265 до 385 единиц в различных условиях эксплуатации.

Рекомендуется определять и указывать пенетрацию при температуре минус 7 °С. На значение показателя, определяемое данным методом, влияет плотность резьбовой смазки. Поэтому данный показатель не применяют для сравнения резьбовых смазок со значительно различающейся плотностью.

П р и м е ч а н и е — Плотность резьбовой смазки не оказывает существенного влияния на определение вязкости по Брукфильду [27], которое дает более точное представление о способности смазки к нанесению, чем метод определения пенетрации. Интервал значений пенетрации, приведенный ниже, был определен при испытании модифицированной резьбовой смазки API и резьбовых смазок разных поставщиков, применяемых в настоящее время для резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов. Для получения сопоставимых значений вязкости следует применять шпиндель определенного размера, определенную скорость вращения и температуру испытания. Интервал вязкости по Брукфильду, измеренный при применении шпинделя № 7 при скорости 10 об/мин и температуре 25 °С, составлял от 200 000 мПа·с до 400 000 мПа·с. Типичное значение для модифицированной резьбовой смазки API может находиться в пределах от 200 000 мПа·с до 240 000 мПа·с.

Единица вязкости по СИ — паскаль-секунда (Па·с). Также используемой единицей вязкости является дина-секунда на квадратный сантиметр (дин·с/см²), которой присвоено наименование пуаз (П) в честь французского физиолога Пуазейля Жана Луи Мари (1799—1869). Десять пуаз равны одной паскаль-секунде (Па·с), один сантипуаз (сП) и одна миллипаскаль-секунда (мПа·с) идентичны.

1 паскаль-секунда = 10 пуаз = 1000 миллипаскаль-секунд.

1 сантипуаз = 1 миллипаскаль-секунда.

5.2.7 Плотность

Плотность резьбовых смазок зависит от вида и количества компонентов в составе смазки. Разброс плотности серийных партий конкретной резьбовой смазки является показателем нестабильности производства. Изготовитель резьбовых смазок должен измерить и сохранить результаты измерений плотности каждой серийной партии резьбовой смазки с указанием среднего значения плотности для данного типа резьбовой смазки. Отклонение плотности конкретной партии резьбовой смазки от среднего значения, установленного изготовителем, не должно превышать 5,0 %.

5.2.8 Выщелачивание водой

Выщелачивание водой является показателем физико-химической стабильности резьбовых смазок под воздействием воды при повышенных температурах. При оценке по методу, описанному в приложении Н, потеря массы резьбовой смазки не должна превышать 5,0 %.

5.2.9 Способность к нанесению и адгезионные свойства

Резьбовые смазки следует наносить на поверхность резьбового соединения в соответствии с рекомендациями изготовителя резьбовой смазки и изготовителя резьбы в количестве, достаточном для обеспечения эффективности резьбовой смазки и

уплотнения резьбового соединения. Резьбовые смазки должны быть пригодны для нанесения кистью и должны обладать адгезией в диапазоне температур от минус 7 °С до 66 °С без образования комков или стекания с элементов резьбового соединения.

Для определения способности резьбовой смазки к нанесению и адгезионных свойств должны быть проведены лабораторные испытания, результаты испытаний должны быть сохранены. Испытание, описанное в приложении F, предназначено для сравнения резьбовых смазок, но не является показательным для промышленных условий.

5.2.10 Защита от коррозии

Резьбовые смазки часто используют для защиты от коррозии при транспортировании и хранении изделий с резьбовыми соединениями, а не только для смазывания и уплотнения. При эксплуатации в некоторых условиях, в частности, на морских платформах и в кислых средах, необходима защита резьбовых соединений от коррозии и замедление коррозии. Поэтому резьбовые смазки должны обеспечивать эффективную защиту элементов резьбовых соединений от коррозионного воздействия и не оказывать на них дополнительного коррозионного воздействия. Защитная способность резьбовых смазок зависит от следующих факторов:

- вида присадок к смазкам;
- вида обработки поверхности;
- вида и состава материалов, использовавшихся при нарезании резьбы, и наличия их остатков на поверхности резьбы;
- способа и качества нанесения смазки и применяемых приспособлений;
- вида резьбовых предохранительных деталей и правильности их применения;
- условий окружающей среды;
- совместимости с консервационной смазкой;
- образования гальванических пар между компонентами смазки, окружающей средой и материалом резьбового соединения.

Для выявления потенциально агрессивных компонентов резьбовых смазок должны быть проведены лабораторные испытания на коррозию меди по методу, описанному в ASTM D 4048 или по эквивалентному методу. Результаты испытаний должны быть сохранены. Хотя медь обычно не используют при изготовлении резьбовых соединений (кроме покрытия поверхности резьбы), она легче подвергается коррозии в присутствии агрессивных веществ, таких как сера, хлор и т. п., которые могут привести к разрушению стали. При оценке по данному методу резьбовые смазки не должны оказывать коррозионное воздействие на медь. Уровень коррозии меди должен быть 1В или лучше. Для

соединений RSC при использовании резьбовых смазок, содержащих металлический цинк, рекомендуемое содержание активной серы в смазке не должно превышать 0,3 %.

Примечание – На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, испытания также допускается проводить по ГОСТ 32335 (Приложение ДД).

Для определения способности резьбовых смазок к замедлению коррозии должны быть проведены лабораторные испытания, результаты испытаний должны быть сохранены.

Резьбовые смазки различаются по уровню замедления коррозии. Методы испытаний, описанные в приложении L, являются общепринятыми методами испытаний резьбовых смазок, используемыми как лабораториями, так и потребителями. Эти методы разработаны для сравнения свойств резьбовых смазок.

Примечание – В приложении ДВ приведены условия испытаний для определения срока защиты резьбовых элементов от коррозии при использовании резьбовой смазки в различных условиях хранения и транспортирования труб.

5.2.11 Стабильность

Стабильность резьбовых смазок при хранении и эксплуатации, является важным элементом обеспечения герметичности собранного резьбового соединения. Нестабильность, выраженная в размягчении и расслоении резьбовой смазки, может привести к возникновению утечек с течением времени или при изменении температуры. Затвердевание в процессе хранения может отрицательно сказаться на способности резьбовой смазки к нанесению кистью и на качестве нанесения резьбовой смазки на поверхность резьбового соединения.

Изготовитель резьбовых смазок должен сохранять пробы серийных партий смазки и периодически проверять их стабильность при хранении. Стабильность смазки после 12 месяцев хранения считается достаточной, если изменение пенетрации при температуре 25 °С по результатам испытаний по методу, описанному в приложении С, не превышает 30 единиц. Объемная доля выделения масла по методу, описанному в приложении Е, при хранении в течение не менее 12 месяцев не должна превышать 10,0 %.

Также должны быть проведены испытания по методу, описанному в приложении М, цель которых — сравнение стабильности резьбовых смазок в промышленных условиях.

Результаты испытаний стабильности резьбовой смазки должны быть указаны в документации на смазку.

6 Эксплуатационные свойства

6.1 Испытания на модельных образцах

При испытаниях на модельных образцах, описанных в I.4, сравнивают трибологические свойства испытуемой резьбовой смазки со свойствами резьбовой смазки контрольного эталонного состава на основе свинца, изготовленной для применения в лабораторных условиях. Результаты таких испытаний на модельных образцах могут не иметь прямой корреляции с результатами испытаний на полноразмерных образцах резьбовых соединений и не соответствовать опыту эксплуатации. В приложении I (на основе первого издания стандарта [13], отмененного) описан метод испытания на модельных образцах, разработанный для резьбовых смазок с добавками металлов, которые широко использовались в начале 1990 годов для элементов бурильных колонн. В дальнейшем программы испытания резьбовых смазок, не содержащих добавки металлов, показали, что трибологические свойства этих смазок при испытаниях на модельных и полноразмерных образцах слабо связаны друг с другом. Таким образом, этот метод является малоэффективным способом определения трибологических свойств резьбовых смазок без металлических наполнителей, применяемых для резьбовых соединений любого типа.

6.2 Трибологические свойства

Резьбовая смазка смазывает контактирующие поверхности при свинчивании и развинчивании резьбового соединения, обеспечивая стабильные трибологические свойства контактирующих поверхностей элементов резьбового соединения. При определенной степени сопряжения резьбового соединения (определенном числе сопрягаемых витков на этой длине) требуемый крутящий момент меняется пропорционально кажущемуся коэффициенту трения в системе резьбовая смазка—резьбовое соединение. Трибологические свойства этой системы влияют на значения следующих крутящих моментов:

- крутящего момента, требуемого для свинчивания резьбового соединения;
- крутящего момента, требуемого для довинчивания резьбового соединения;
- крутящего момента, требуемого для развинчивания резьбового соединения.

Трибологические свойства резьбовой смазки зависят от нескольких внешних факторов. К таким внешним факторам относятся геометрия резьбового соединения, механическая обработка поверхности, покрытие контактирующих поверхностей, относительная диаметральной скорость (число оборотов свинчивания в минуту) элементов резьбового соединения в процессе свинчивания, толщина слоя резьбовой смазки и контактное давление на поверхность. При разработке программы испытаний для определения

трибологических свойств и при применении резьбовой смазки в промышленных условиях должны быть учтены каждый из этих факторов.

Для определения трибологических свойств резьбовой смазки должны быть проведены лабораторные испытания, результаты испытаний должны быть сохранены. Испытание, описанное в приложении I, предназначено для сравнения свойств испытуемой резьбовой смазки и резьбовой смазки с заданным контрольным эталонным составом.

На концы муфты, соединяющей обсадные, насосно-компрессорные трубы или трубы для трубопроводов, могут быть нанесены разные резьбовые смазки, при этом трибологические свойства резьбового соединения, свинченного в заводских условиях, и резьбового соединения, свинченного в промышленных условиях, могут быть различны, что может привести к чрезмерному свинчиванию и сопряжению резьбового соединения, свинченного в заводских условиях, до того как будет обеспечено необходимое сопряжение резьбового соединения, свинчиваемого в промышленных условиях. Крутящий момент, необходимый для надлежащего свинчивания резьбовых соединений, должен быть определен в соответствии с требованиями стандартов [2] или [10] или в соответствии с рекомендациями изготовителя резьбовых соединений.

П р и м е ч а н и е – В приложении ДГ приведен метод испытаний, который позволяет определить стабильность трибологических свойств резьбовых смазок, эксплуатируемых в условиях высоких температур (выше 200 °С). При этом резьбовая смазка должна обеспечивать стойкость резьбовых соединений к адгезионному износу (возможность развинчивания резьбовых соединений во время подъема колонн насосно-компрессорных труб).

6.3 Обеспечение резьбовыми смазками стойкости при предельном контактном давлении (стойкости к задирам) резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов

Резьбовая смазка должна обеспечивать сопротивление адгезионному износу (образованию задилов металла) сопрягаемых поверхностей резьбового соединения при воздействии предельного контактного давления.

Высокое контактное давление может возникнуть в резьбовых соединениях под воздействием различных факторов, как в процессе изготовления, так и во время эксплуатации в промышленных условиях. Производственные факторы включают факторы, связанные с изделием, такие как геометрические параметры (длина резьбы, толщина стенки труб и муфт), и технологические факторы, такие как механическая обработка (конусность резьбы, шаг и углы наклона профиля резьбы), отделка поверхности и нанесение покрытий. Эксплуатационные факторы включают повреждение резьбовых соединений при перемещении, загрязнение контактирующих поверхностей, недостаточное количество

резьбовой смазки или ее неправильное нанесение, нарушение соосности при свинчивании и приложение несоответствующего крутящего момента. Следует учитывать и контролировать приведенные факторы для исключения образования задиров.

Важным фактором является значительная склонность некоторых материалов к образованию задиров по сравнению с другими материалами. Склонность к задирам при контакте двух гладких металлических поверхностей увеличивается при повышении сходства материалов по химическому составу, по относительной твердости и при снижении фактической твердости. Химический состав и твердость каждого элемента сопрягаемой пары трубных изделий нефтяного назначения (ОСТГ) практически одинаковы. Соответственно, ОСТГ обладают относительной склонностью к задирам. По этой причине, для надлежащей стойкости соединения к задирам, на один из элементов резьбового соединения обычно наносят покрытие, например цинк-фосфатное или марганец-фосфатное, и применяют резьбовую смазку.

Увеличение применения упрочненных закалкой сталей, а также повышенная склонность к задирам мартенситных хромистых сталей, двухфазных нержавеющей сталей и никелевых сплавов, требует принятия всех возможных мер предосторожности на каждом этапе подготовки поверхности: при нанесении покрытий, выборе резьбовых смазок и их нанесении, перемещении и свинчивании резьбовых соединений для того, чтобы предотвратить появление задиров.

Для определения стойкости системы резьбовая смазка—резьбовое соединение при предельном контактом давлении (стойкости к образованию задиров) должны быть проведены лабораторные испытания, результаты испытаний должны быть сохранены. Испытание, описанное в приложении J, предназначено для сравнения свойств испытуемой резьбовой смазки и резьбовой смазки заданного контрольного эталонного состава, приведенного в приложении В.

Для особых условий эксплуатации, должна быть оценена стойкость к задирам системы резьбовая смазка—резьбовое соединение. Для этого должны быть проведены испытания на многократное свинчивание и развинчивание полноразмерных образцов резьбовых соединений, предпочтительно в вертикальном положении для моделирования свинчивания на установке, с минимальным и максимальным количеством резьбовой смазки. Такие испытания должны быть проведены по общепринятому методу, описанному в приложении J.

В резьбовых соединениях с несоответствующей подготовкой поверхности задиры могут возникать независимо от способов перемещения или сборки резьбового

соединения. И, наоборот, в резьбовых соединениях с соответствующей подготовкой поверхности могут возникать задиры при неправильном перемещении или неправильном способе сборки резьбового соединения. Следует контролировать все виды работ для исключения образования задиров при воздействии предельного давления.

Для каждого типа резьбового соединения и сочетания материалов, с учетом склонности к задирам при свинчивании и развинчивании в процессе последующей эксплуатации, должно быть подобрано сочетание соответствующего способа подготовки поверхности, вида покрытия, типа резьбовой смазки и способа ее нанесения.

6.4 Уплотнительные свойства резьбовых смазок для резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов в газовых и жидких средах

При применении резьбовых соединений, герметичность которых обеспечивается плотностью сопряжения резьбы, резьбовая смазка должна обеспечивать уплотнение, препятствующее проникновению газовых и (или) жидких сред в резьбовые зазоры, например, такие как радиальные зазоры между вершинами и впадинами профиля закругленной треугольной 8-ниточной резьбы или боковые зазоры упорной резьбы.

Обычно герметичность соединения обеспечивает резьбовая смазка с твердыми наполнителями, которые скапливаются в зазорах резьбы, предотвращая тем самым проникновение газовых и (или) жидких сред через резьбовое соединение.

Герметичность резьбового соединения также требует поддержания в резьбовом соединении избыточного контактного давления, обеспечиваемого геометрией радиальных уплотнительных поверхностей. Требования к контактному давлению, установленные для обеспечения герметичности резьбового соединения под воздействием давления газовой или жидкой среды, приведены в стандартах [1] и [7].

Для определения уплотнительных свойств резьбовой смазки должны быть проведены лабораторные испытания, результаты испытаний должны быть сохранены. Испытание, описанное в приложении К, предназначено для сравнения свойств испытываемой резьбовой смазки и резьбовой смазки с контрольным эталонным составом для СТ и LP, приведенным в приложении В.

Для особых условий эксплуатации герметичность системы резьбовая смазка — резьбовое соединение должна быть оценена при испытании на полноразмерных образцах. Большое значение имеет как уплотнение зазоров резьбовых соединений, создаваемое резьбовой смазкой, так и то, чтобы смазка не нарушала герметичность, создаваемую уплотнением металл-металл в резьбовых соединениях с таким уплотнением.

Скапливающиеся твердые частицы резьбовой смазки могут препятствовать механическому контакту уплотнительных поверхностей (металл-металл) и привести к возникновению утечки. Поэтому испытаниям на герметичность должна быть подвергнута вся система резьбовая смазка — резьбовое соединение, частью которой является резьбовая смазка. Такие испытания должны быть проведены в соответствии с К.3 (приложение К).

7 Обеспечение качества и контроль

Настоящий стандарт основан на концепции, в соответствии с которой работоспособность резьбовой смазки, используемой в резьбовых соединениях обсадных, насосно-компрессорных труб, труб для трубопроводов и элементов бурильных колонн, определяют ее эксплуатационные свойства, включающие трибологические свойства, свойства по обеспечению стойкости резьбовых соединений при предельном контактном давлении, уплотнительные свойства, адгезионные свойства, свойства по защите от коррозии и другие свойства, описанные в разделах 5 и 6.

Эксплуатационные свойства являются комплексными свойствами и иногда тесно взаимосвязаны между собой, что затрудняет их количественную оценку. Различия в составе резьбовой смазки, ее изготовлении и способе нанесения могут привести к изменениям эксплуатационных свойств смазки.

По этой причине изготовитель должен иметь комплексную систему обеспечения качества, для подтверждения того, что требуемые свойства резьбовой смазки находятся в диапазоне колебаний характеристик сырья, параметров технологических процессов и условий применения. Покупатель может потребовать от изготовителя предоставить паспорт качества или сертификат соответствия, подтверждающие, что резьбовая смазка была подвергнута испытаниям и оценена в соответствии с настоящим стандартом и соответствует или превосходит установленные требования.

8 Требования к маркировке

8.1 Маркировка

Каждая емкость резьбовой смазки, изготовленной и испытанной в соответствии с требованиями настоящего стандарта, должна иметь маркировку, включающую идентификационные данные изготовителя, идентификационные данные о прослеживаемости, дату изготовления, срок хранения и одно из следующих указаний:

**НАСТОЯЩАЯ РЕЗЬБОВАЯ СМАЗКА СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ
ГОСТ ISO 13678 И РЕКОМЕНДОВАНА ДЛЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОБСАДНЫХ,
НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ И ТРУБ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ**

или

**НАСТОЯЩАЯ РЕЗЬБОВАЯ СМАЗКА СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ
ГОСТ ISO 13678 И РЕКОМЕНДОВАНА ДЛЯ РЕЗЬБОВЫХ УПОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ЭЛЕМЕНТОВ БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН**

или

**НАСТОЯЩАЯ РЕЗЬБОВАЯ СМАЗКА СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ
ГОСТ ISO 13678 И РЕКОМЕНДОВАНА ДЛЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОБСАДНЫХ,
НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ, ТРУБ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ И РЕЗЬБОВЫХ
УПОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН**

8.2 Эtiquетирование

8.2.1 На емкостях со смазкой, применяемой только для консервации резьбовых соединений, должно быть указано следующее предупреждение:

«КОНСЕРВАЦИОННАЯ СМАЗКА» — НЕ ПРИМЕНЯТЬ ДЛЯ СВИНЧИВАНИЯ

8.2.2 На каждую емкость с резьбовой смазкой должна быть наклеена этикетка с предупреждениями и указаниями по хранению, подготовке к нанесению и нанесению резьбовой смазки, которые следует соблюдать.

Примеры

1 ПЕРЕД ПРИМЕНЕНИЕМ ХОРОШО ПЕРЕМЕШАТЬ!

2 РЕЗЬБОВАЯ СМАЗКА, ПРИГОДНАЯ ДЛЯ КРАТКОВРЕМЕННОЙ КОНСЕРВАЦИИ НА СУШЕ.

Приложение А (справочное)

Модифицированная резьбовая смазка API

А.1 Общие положения

Разделы А.2—А.6 настоящего приложения приведены для информации и основаны на данных стандарта [8]*, за исключением всех ссылок на «силиконовую резьбовую смазку».

А.2 Состав резьбовой смазки

Настоящая смазка называется модифицированной резьбовой смазкой API, её состав является основой для изготовления контрольного эталонного образца смазки (приложение В). Она представляет собой смесь порошков различных металлов и графита, равномерно распределенных в основе смазки. Пропорции твердых наполнителей и основы смазки приведены в таблице А.1.

Т а б л и ц а А.1 — Пропорции твердых наполнителей и основы модифицированной резьбовой смазки API

Наименование компонента	Массовая доля, %
Твердые наполнители, всего	64,0 ± 2,5
Основа смазки	36,0 ± 2,5
Всего	100,0

А.3 Состав твердых наполнителей

Твердые наполнители, описанные в А.6.1—А.6.4, представляют собой смесь аморфного графита, порошков свинца, цинка и меди в пропорциях, указанных в таблице А.2.

Т а б л и ц а А.2 — Пропорции твердых наполнителей

Наименование компонента	Массовая доля, %	
	Твердые наполнители, всего	Основа смазки
Аморфный графит	28,0	18,0 ± 1,0
Порошок свинца	47,5	30,5 ± 0,6
Порошок цинка	19,3	12,2 ± 0,6
Порошок меди	5,2	3,3 ± 0,3
Всего	100,0	64,0

*Стандарт [8] заменен стандартом [9].

А.4 Основа резьбовой смазки

Основой смазки для модифицированной резьбовой смазки API является загущенное нефтяное масло, которое в сочетании с порошками металлов и графитом составляет резьбовую смазку, соответствующую требованиям, определяемым при контрольных и эксплуатационных испытаниях, перечисленных в таблице А.3.

А.5 Контрольные и эксплуатационные испытания

Резьбовая смазка должна быть подвергнута контрольным и эксплуатационным испытаниям для определения пенетрации, температуры каплепадения, испаряемости, выделения масла, выщелачивания водой и способности к нанесению, указанным в таблице А.3. По результатам испытаний отобранной пробы, свойства резьбовой смазки должны соответствовать требованиям таблицы А.3, и распространяются на весь объем приготовленной смазки.

Т а б л и ц а А.3 — Контрольные и эксплуатационные испытания модифицированной резьбовой смазки API

Наименование показателя	Значение показателя
Пенетрация, (приложение С), 10 ⁻¹ мм после 60 тактов перемешивания при 25°C, по классификации (NLGI ^a № 1) после охлаждения, при температуре минус 18°C	310—340 Не менее 200
Температура каплепадения (стандарт [24] ^b), °C	Не ниже 88
Испаряемость, массовая доля, %, после выдержки в течение 24 ч при температуре 100°C (приложение D)	Не более 2,0
Выделение масла, массовая доля, %, никелевый конус, после выдержки в течение 24 ч при температуре 66°C (приложение E)	Не более 5,0
Выделение газа, см ³ , в течение 120 ч при температуре 66°C (приложение G)	Не более 20
Выщелачивание водой, массовая доля, %, после выдержки в течение 2 ч при температуре 66°C (приложение H)	Не более 5,0
Способность к нанесению (приложение F)	Применима при минус 18 °C
<p>^a Национальный институт пластичных смазок. 4635 Wyandotte Street, Kansas City, MO641 12-1596, USA. ^b Вместо стандарта [24] может быть применен стандарт ASTM D 2265, ISO 2176.</p> <p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1 Информация, приведенная в настоящей таблице, относится только к модифицированной резьбовой смазке API.</p> <p>2 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, испытания по показателю «Температура каплепадения» также допускается проводить по ГОСТ ISO 2176 (Приложение ДА) или ГОСТ 6793 (Приложение ДД).</p>	

А.6 Требования к компонентам

А.6.1 Графит

Графит должен быть природным, аморфного типа, не должен содержать порошкового угля, ламповой сажи, углеродной сажи, масла, жиров, песка или других абразивных веществ, или иных материалов, ухудшающих эксплуатационные свойства резбовой смазки. Графит должен соответствовать следующим требованиям.

Состав:

- зола (по стандарту [19]), массовая доля — от 28 до 37 % вкл.

Содержание частиц размером (по стандарту [31]), массовая доля (%):

- под ситом № 50 — 100,0;
- на сите № 100 — не более 1,0;
- на сите № 200 — не менее 10,0;
- под ситом № 325 — от 30,0 до 80,0 вкл.

П р и м е ч а н и я

1 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, определение размеров частиц также допускается проводить по ГОСТ 6613 (Приложение ДД).

2 Соответствие номеров сит по [31] и номеров сеток по ГОСТ 6613 приведено в приложении ДБ, в котором установлены дополнительные ограничения размеров частиц:

- под ситом № 50 — не более 300,0 мкм;
- на сите № 100 — от 150 до 300 мкм вкл.;
- на сите № 200 — от 75 до 150 мкм вкл.;
- под ситом № 325 — не более 45 мкм.

А.6.2 Порошок свинца

Порошок свинца должен соответствовать следующим требованиям.

Состав (по стандарту [25]), массовая доля (%):

- свободный металл — не менее 95,0;
- оксид свинца — не более 5,0.

Содержание частиц размером (по стандарту [31]), массовая доля (%):

- под ситом № 50 — 100,0;
- на сите № 100 — не более 2,0;
- под ситом № 325 — от 30,0 до 92,0 вкл.

П р и м е ч а н и я

1 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, определение размеров частиц также допускается проводить по ГОСТ 6613 (Приложение ДД).

2 Соответствие номеров сит по [31] и номеров сеток по ГОСТ 6613 приведено в приложении ДБ, в котором установлены дополнительные ограничения размеров частиц:

- под ситом № 50 — не более 300,0 мкм;
- на сите №100 — от 150 до 300 мкм вкл.;
- под ситом № 325 — не более 45 мкм.

А.6.3 Порошок цинка

Порошок цинка должен быть однородным. Он должен обеспечивать соответствие готовой резьбовой смазки требованиям к выделению газа, приведенным в таблице А.3 Также порошок цинка должен соответствовать следующим требованиям.

Состав (по стандарту [23]), массовая доля (%):

- общее содержание цинка, в пересчете на Zn — не менее 98,0;
- металлический цинк — не менее 95,0;
- железо, свинец и кадмий – не более 1,0;
- кальций, в пересчете на CaO — не более 0,5;
- влага и другие летучие вещества — не более 0,1;
- оксид цинка (ZnO) — остальное.

Содержание частиц размером (по стандарту [31]), массовая доля (%):

- под ситом № 100 — 100,0;
- под ситом № 325 — не менее 90,0.

П р и м е ч а н и я

1 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, определение размеров частиц также допускается проводить по ГОСТ 6613 (Приложение ДД).

2 Соответствие номеров сит по [31] и номеров сеток по ГОСТ 6613 приведено в приложении ДБ, в котором установлены дополнительные ограничения размеров частиц:

- под ситом № 100 — не более 150 мкм;
- под ситом № 325 — не более 45 мкм.

А.6.4 Порошок меди

Порошок меди должен соответствовать следующим требованиям.

Состав (по стандарту [21]*), массовая доля (%):

- медь — не менее 97,0;
- остатки паст для шлифования и полирования — не более 0,25.

Содержание частиц размером (по стандарту [31]), массовая доля (%):

- под ситом № 200 — не менее 100,0;
- под ситом № 325 — не менее 99,0;
- пластинки толщиной более 5 мкм — не более 5,0.

П р и м е ч а н и я

1 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, определение размеров частиц также допускается проводить по ГОСТ 6613 (Приложение ДД).

2 Соответствие номеров сит по [31] и номеров сеток по ГОСТ 6613 приведено в приложении ДБ, в котором установлены дополнительные ограничения размеров частиц:

- под ситом № 200 — не более 75 мкм;
- под ситом № 325 — не более 45 мкм.

* Требования соответствуют приведенным в [21], вместо которого может быть применен стандарт [32].

Приложение В (обязательное)

Резьбовая смазка контрольного эталонного состава для резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов

Контрольный эталонный состав резьбовой смазки для соединений СТ и LP отличается от состава модифицированной резьбовой смазки API меньшими предельными отклонениями от номинальных значений и используется для сравнения и контроля параметров смазки и методов испытаний. Для обеспечения воспроизводимости, необходимой для контрольного эталонного образца резьбовой смазки, состав и предельные отклонения приведены в таблицах В.1, В.2 и В.3.

Т а б л и ц а В.1 — Состав контрольного эталона резьбовой смазки и предельные отклонения

Наименование компонента	Массовая доля и предельные отклонения, %
Основа смазки	36,00 ± 1,05
Графит	18,00 ± 0,30
Порошок свинца	30,50 ± 0,50
Порошок цинка	12,20 ± 0,20
Порошок меди	3,30 ± 0,05

Основа резьбовой смазки должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице В.2.

Т а б л и ц а В.2 — Требования к основе резьбовой смазки

Наименование показателя	Значение показателя
Консистенция по классификации NLGI	0
Пенетрация (по ISO 2137) после 60 тактов перемешивания), 10 ⁻¹ мм	365—385
Загуститель 12-гидроксистеарат лития, массовая доля, %	2,0—4,5
Вязкость нефтяного масла, мм ² /с	115—170 при 40 °С 9,5—14,0 при 100 °С

П р и м е ч а н и е — В стандарте [8]* не установлены требования к обеспечению стойкости соединений при предельном давлении основы смазки, используемой для модифицированной резьбовой смазки API. Однако состав серийных резьбовых смазок включает добавки для повышения стойкости соединений при предельном давлении, поскольку, по общему мнению, они значительно повышают стойкость контактирующих поверхностей к задирам и износу при высоких контактных давлениях. Так как добавки, используемые изготовителями, могут значительно различаться по качеству и эксплуатационным характеристикам,

*Заменен стандартом [9]

контрольный эталонный состав резьбовой смазки был регламентирован, чтобы исключить те или иные добавки, которые могут ввести переменные, отрицательно сказывающиеся на результате непосредственного сравнения дискретных данных испытаний. Результаты промышленных испытаний, проведенных в рамках исследовательского проекта API в 1997 году [15], показали, что может потребоваться введение в состав основы смазки, предназначенной для резьбовой смазки контрольного эталонного состава, добавки для повышения обеспечения стойкости резьбовых соединений при предельном давлении. Средний момент развинчивания насосно-компрессорных труб наружным диаметром 88,90 мм группы прочности N80 превысил момент свинчивания на 150 % при использовании резьбовой смазки контрольного эталонного состава, не содержащего присадок для повышения стойкости соединений при предельном давлении. Отмечалось также большое число задиров на элементах образцов резьбовых соединений. Для решения данных проблем к основе смазки было добавлено 2,0 % по массе готовой смеси с диалкилдитиокарбаматом сурьмы. Данная добавка для повышения стойкости резьбовых соединений при предельном давлении была выбрана потому, что она широко применяется для изготовления резьбовых смазок и имеется в свободной продаже. Основа смазки с добавкой для повышения стойкости резьбовых соединений при предельном давлении продемонстрировала обеспечение стойкости, равное 250 кг, при испытании на четырехшариковой машине трения (стандарт [29]) и приблизительно равное 9,08 кг при испытании на машине трения Тимкена (стандарт [28]). При отсутствии диалкилдитиокарбамата сурьмы рекомендуется добавлять используемые добавки в количествах, приводящих к одинаковым результатам, при применении указанных методов испытаний по стандартам ASTM.

Твердые наполнители должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице В.3.

Т а б л и ц а В.3 — Требования к компонентам контрольного эталонного состава резьбовой смазки

Наименование показателя	Наименование компонентов			
	Аморфный графит	Порошок меди	Порошок свинца	Порошок цинка
Содержание, массовая доля (%):				
- зола	30-36	Не допускается	Не допускается	Не допускается
- влага, не более	1,0	0,1	0,1	0,1
- металл, не менее	Не допускается	97,0	95,0	95,0
- оксид, не более	Не допускается	3,0	5,0	5,0
Содержание частиц, массовая доля (%):				
под ситом № 50	100,0	100,0	100,0	100,0
на сите № 100, не более	0,3	0,0	1,0	0,0
на сите № 200	10,0—18,0	0,0	5,0—25,0	не более 2,0
на сите № 325	20,0—31,0	1,0	14,0—55,0	не более 5,0
под ситом № 325	50,0—70,0	99,0	40,0—80,0	93,0
<p>П р и м е ч а н и е — Резьбовая смазка указанного контрольного эталонного состава не предназначена для промышленного применения.</p>				

Приложение С (обязательное)

Испытание для определения пенетрации

С.1 Общие положения

В настоящем приложении приведено описание измерения пенетрации резьбовой смазки.

С.2 Средства измерений и вспомогательное оборудование

С.2.1 Пенетрометр.

С.2.2 Конус с полной шкалой.

С.2.3 Смеситель для перемешивания пластичных смазок.

С.2.4 Шпатель.

С.2.5 Холодильная камера, способная поддерживать температуру (минус $7 \pm 1,1$) °С.

Примечание – На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, средства измерения и оборудование должны соответствовать ISO 2137, ГОСТ ISO 2137 (Приложение ДА) или ГОСТ 5346 (Приложение ДД).

С.3 Проведение испытаний

Подготовьте две пробы резьбовой смазки для проведения испытаний. После перемешивания (60 тактов) определите пенетрацию первой пробы при температуре 25 °С в соответствии с ISO 2137.

Примечание – На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств методика проведения испытаний должна соответствовать ISO 2137, ГОСТ ISO 2137 (Приложение ДА) или ГОСТ 5346 (Приложение ДД).

После перемешивания (60 тактов) (см. С.2.3) второй пробы при температуре 25 °С наполните смазкой испытательную чашу с верхом и установите ее в холодильную камеру (см. С.2.5) вместе с конусом пенетрометра на 3 ч при температуре минус 7 °С. После выдержки в течение 3 ч достаньте чашу и удалите излишек смазки по уровню края чаши. Поместите чашу с пробой в холодильную камеру еще на один час. Затем как можно скорее и без дополнительного перемешивания определите пенетрацию пробы.

Приложение D (обязательное)

Испытание для определения испаряемости

D.1 Общие положения

В настоящем приложении приведено описание измерения потери резьбовой смазкой летучих веществ в статических условиях при температуре 100 °С.

D.2 Средства измерений и оборудование

D.2.1 Посуда для выпаривания - фарфоровая чашка № 3.

П р и м е ч а н и е — На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, посуду для выпаривания допускается использовать по ГОСТ 9147 (Приложение ДД).

D.2.2 Конвекционный сушильный шкаф, способный поддерживать температуру $(100 \pm 1,1)$ °С.

D.2.3 Весы специального класса точности.

D.2.4 Эксикатор.

D.3 Проведение испытаний

Взвесьте пустую фарфоровую чашку. Поместите пробу резьбовой смазки объемом приблизительно¹⁾ 30 см³ в фарфоровую чашку для выпаривания (см. D.2.1), взвесьте чашку, наполненную смазкой. Определите массу испытуемой пробы вычитанием массы чашки, в которую помещена проба, из общей массы чашки с пробой. Поместите чашку на 24 ч в печь (см. D.2.2), нагретую до температуры $(100 \pm 1,1)$ °С. Затем поместите чашку с пробой в эксикатор (см. D.2.4). Охладите, взвесьте (см. D.2.3) и занесите в протокол потерю массы пробы, являющуюся следствием испарения летучих веществ и рассчитанную в виде объемной доли (%).

Объемную долю потерь испарения (%) рассчитывают следующим образом: сначала определяют плотность пробы смазки в кг/м³. Массу испытуемой пробы определяют вычитанием массы чашки, в которую помещена проба, из общей массы чашки с пробой. Затем рассчитывают объем пробы в см³ делением массы пробы в граммах на ее плотность и умножением на 1000. Плотность испарившегося масла и(или) летучих веществ может быть принята равной 900 кг/м³, если они имеют углеводородную основу. Объем испарившихся веществ определяют делением измеренной потери массы в граммах на 900 кг/м³ (или на фактическую плотность, если она известна и отличается от данной величины) и умножением на 1000. Объемную долю потерь испарения (%) рассчитывают делением объема испарившихся веществ на исходный объем пробы и умножением на 100.

П р и м е ч а н и я

1 Плотность пробы смазки определяют по ГОСТ 3900 (Приложение ДД) или по методу, указанному в нормативной документации на испытуемую смазку.

2 Оценку неопределенности измерений проводят по Приложению ДЖ, таблица ДЖ.1

¹⁾ - см. Приложение ДЕ

Приложение Е (обязательное)

Испытание на выделение масла

Е.1 Общие положения

В настоящем приложении приведено описание определения склонности резьбовой смазки к выделению масла в статических условиях при температуре 100 °С.

Е.2 Средства измерений и оборудование

Е.2.1 Никелевый фильтрующий конус или эквивалентный конус, боковые поверхности которого образуют угол 60°, диаметром приблизительно²⁾ 38 мм. Конус должен иметь перфорацию — приблизительно³⁾ 200 отверстий диаметром⁴⁾ 0,8 мм.

П р и м е ч а н и я

1 Подробная информация по никелевому фильтрующему конусу представлена в стандарте [30].

2 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, допускается использовать никелевый фильтрующий конус с ячейками размером 250 мкм по стандарту [37] или ГОСТ 33307 (Приложение ДД).

Е.2.2 Лабораторный стакан емкостью 50 мл срезанный до высоты⁵⁾ 41,0 мм.

Е.2.3 Конвекционный сушильный шкаф, способный поддерживать температуру (100 ± 1,1) °С.

Е.2.4 Весы специального класса точности.

Е.2.5 Эксикатор.

Е.3 Проведение испытаний

Поместите пробу резьбовой смазки объемом приблизительно⁶⁾ 11 см³ в никелевый фильтрующий конус (см. Е.2.1). Следите за тем, чтобы в смазке не образовались воздушные пузырьки. Поверхность смазки должна быть гладкой и выпуклой, чтобы на ней не скапливалось выделившееся масло. Взвесьте (см. Е.2.4) пустой чистый стакан (см. Е.2.2). Подвесьте конус в стакане так, чтобы вершина конуса была на расстоянии приблизительно⁷⁾ 9,5 мм от дна стакана. Поместите стакан с конусом на 24 ч в шкаф (см. Е.2.3) при температуре 100°С, затем достаньте из шкафа. Извлеките конус из стакана, охладите стакан с маслом в эксикаторе (см. Е.2.5) и взвесьте стакан с выделившимся маслом. Рассчитайте увеличение массы стакана, вызванное выделением масла, и выразите в виде объемной доли (%).

Объемную долю выделившегося масла (%) рассчитывают следующим образом. Вначале определяют плотность пробы смазки в кг/м³. Массу испытуемой пробы определяют взвешиванием и вычитанием массы конуса, в который помещена проба, из общей

2), 3), 4), 5), 6), 7) – см. Приложение ДЕ

массы конуса с пробой. Затем рассчитывают объем пробы в кубических сантиметрах делением массы пробы в граммах на ее плотность и умножением на 1000. Плотность выделившегося масла может быть принята равной 900 кг/м^3 , если оно имеет углеводородную основу. Объем выделившегося масла определяют делением измеренной потери массы в граммах на 900 (или на фактическую плотность, если она известна и отличается от данного значения) и умножением на 1000. Объемную долю потерь, в процентах, рассчитывают делением объема выделившегося масла на исходный объем пробы и умножением на 100.

П р и м е ч а н и я

- 1 Плотность пробы смазки определяют по ГОСТ 3900 (Приложение ДД) или по методу, указанному в нормативной документации на испытываемую смазку.
- 2 Оценку неопределенности измерений проводят по Приложению ДЖ, таблица ДЖ.1

Приложение F (обязательное)

Испытание способности к нанесению и адгезии

F.1 Общие положения

В настоящем приложении описано испытание способности резьбовой смазки к нанесению кистью и адгезии.

F.2 Образцы и вспомогательные приспособления

F.2.1 Емкость для пробы смазки объемом приблизительно⁸⁾ 450 см³.

F.2.2 Кисть с короткой (3 см) жесткой щетиной, шириной от 3 до 5 см.

F.2.3 Ниппельным конец насосно-компрессорной трубы наружным диаметром 73,02 мм.

F.2.4 Холодильная камера, способная поддерживать температуру (минус $7 \pm 1,1$) °С.

F.2.5 Конвекционный сушильный шкаф, способный поддерживать температуру ($66 \pm 1,1$) °С.

F.2.6 Весы специального или высокого класса точности.

F.3 Проведение испытания

F.3.1 Способность к нанесению в холодном состоянии и адгезия

Поместите приблизительно⁹⁾ 450 см³ резьбовой смазки в емкость (см. F.2.1). Охладите пробу смазки, кисть (см. F.2.2) и ниппельный конец трубы (см. F.2.3) до температуры (минус $7 \pm 1,1$) °С (см. F.2.4) и выдержите при этой температуре не менее 2 ч.

После выдержки при заданной температуре нанесите смазку кистью на поверхность резьбы. Оцените нанесение смазки кистью и ее адгезию по тому, образуется ли гладкий равномерный слой смазки, без скоплений или пустот, толщиной приблизительно 2 мм. Запишите и сохраните результаты и наблюдения.

F.3.2 Адгезия при повышенной температуре

Поместите приблизительно¹⁰⁾ 450 см³ смазки в емкость (см. F.2.1). Взвесьте и запишите общую массу пробы смазки, емкости и кисти (см. F.2.2) с точностью до 0,1 г. Взвесьте и запишите массу ниппельного конца трубы (см. F.2.3) с округлением до 0,1 г.

^{8), 9), 10)} – см. приложение ДЕ

Нанесите смазку кистью на поверхность резьбы так, чтобы получить равномерный слой толщиной приблизительно 2 мм. Снова взвесьте и запишите массу ниппельного конца трубы, стараясь не сместить и не стереть нанесенную смазку. Проверьте (путем вычитания) соответствует ли количество смазки, нанесенной на ниппельный конец трубы, количеству смазки, взятому из емкости.

Поместите ниппельный конец трубы с нанесенной смазкой в горизонтальном положении в подвешенном состоянии над поддоном в печь (см.F.2.5), нагретую до температуры 66 °С, на 12 – 17 ч. Взвесьте и запишите массу ниппельного конца с остатками смазки с округлением до 0,1 г.

Рассчитайте уменьшение массы смазки, нанесенной на ниппельный конец трубы, в виде массовой доли в процентах. Запишите и сохраните результаты испытаний и наблюдений.

П р и м е ч а н и е – Оценку неопределенности измерений проводят по Приложению ДЖ, таблица ДЖ.1

Приложение G (обязательное)

Испытание на выделение газа

G.1 Общие положения

В настоящем приложении приведено описание измерения объема газа, выделяющегося из резьбовой смазки при заданной температуре.

G.2 Оборудование

Оборудование, показанное на рисунках G.1 и G.2, или эквивалентное оборудование.

G.3 Проведение испытаний

- a) заполните автоклав испытуемой резьбовой смазкой до высоты 1,50 см от верхнего края, проследите при этом, чтобы не образовывались воздушные пустоты. Используйте вибратор для удаления воздушных пустот. Выровняйте поверхность пробы;
- b) загерметизируйте автоклав, закройте игольчатый вентиль и установите закрытый автоклав в масляную ванну, нагретую до температуры испытания;
- c) соедините автоклав при помощи трубы с газосборником и манометром;
- d) откройте игольчатый вентиль;
- e) через 15 мин проверьте по показаниям манометра увеличение давления. Увеличение давления обычно вызвано расширением воздуха в системе и расширением самой смазки;
- f) откройте вентили и измерьте количество вытесненной воды при помощи градуированного сосуда. Запишите результат измерения. Закройте вентили;
- g) повторяйте этап f) с периодичностью не реже 1 раза в сутки в течение 5 суток;
- h) рассчитайте выделение газа следующим образом: определите объем воды (в кубических сантиметрах), вытесненной вследствие расширения воздуха и смазки при температуре испытания. Вычтите полученное значение из общего вытесненного объема воды. Разность этих значений представляет собой объем выделившегося газа.

G.4 Условия проведения испытания

При проведении испытаний следует соблюдать следующие условия:

- | | |
|--|---------|
| a) температура масляной ванны | 66 °C |
| b) температура помещения | 25 °C |
| c) коэффициент расширения воздуха (изменение объема на единицу объема и на 1 °C) | 0,00367 |

- d) диаметр¹¹⁾ емкости ($D= 2r$) 5,00 см
e) глубина пространства, заполненного воздухом (h) 1,50 см

G.5 Обработка результатов испытаний

По результатам испытаний рассчитывают следующие показатели:

- a) объем воздуха в автоклаве над смазкой (исходный объем воздуха) при температуре 25 °С рассчитывают по формуле:

$$V = \pi r^2 h = 3,1416 \times (2,50)^2 \times 1,50 = 29,45 \text{ см}^3 \quad (\text{G.1})$$

- b) увеличение объема воздуха в автоклаве (объем вытесненного воздуха) при температуре 66 °С рассчитывают по формуле:

$$V_2 = 29,45 \times 0,00367 \times 41 = 4,43 \text{ см}^3, \quad (\text{G.2})$$

$$\text{или } 4,43 / 29,45 \times 100 = 15,04 \%; \quad (\text{G.3})$$

- c) уменьшение исходного объема воздуха, вытесненного из автоклава вследствие охлаждения до 25 °С, рассчитывают по формуле:

$$4,43 \times 15,04\% = 0,67 \text{ см}^3; \quad (\text{G.4})$$

- d) скорректированный объем воздуха, вытесненный из автоклава за счет расширения воздуха, рассчитывают по формуле:

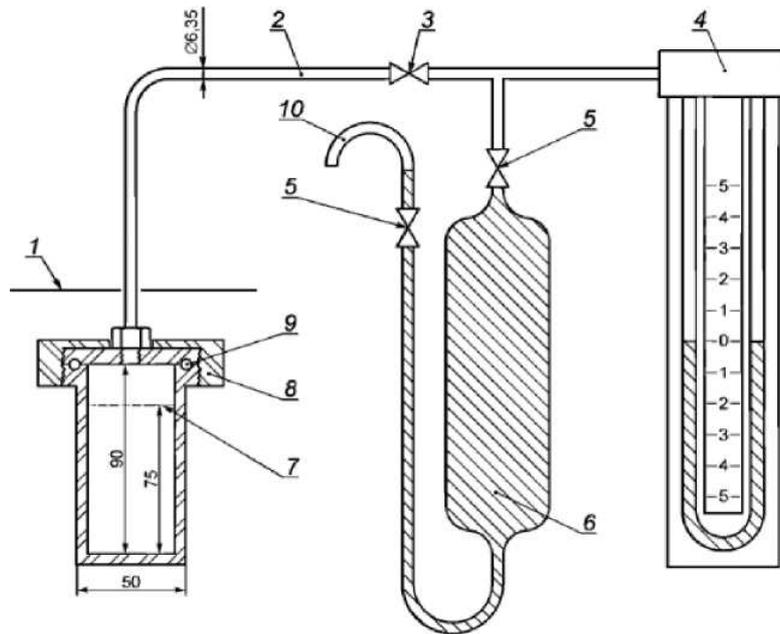
$$4,43 - 0,67 = 3,76 \text{ см}^3; \quad (\text{G.5})$$

- e) объем выделившегося газа равен разности объема вытесненного воздуха и скорректированного объема воздуха, вытесненного из автоклава за счет расширения воздуха.

П р и м е ч а н и е – Оценку неопределенности измерений проводят по Приложению ДЖ, таблица ДЖ.1

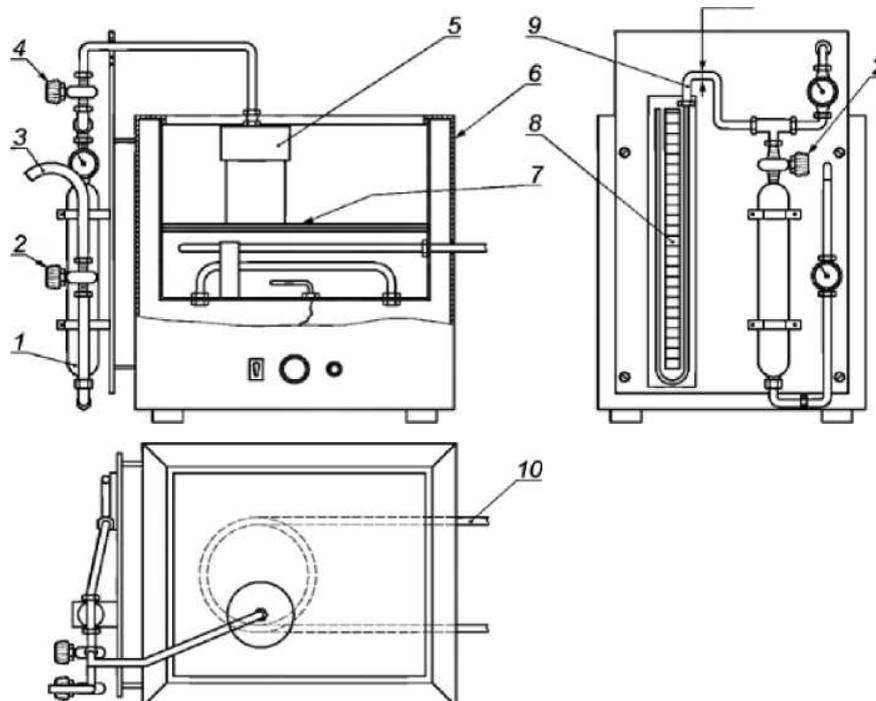
¹¹⁾ – см. Приложение ДЕ

Размеры указаны в миллиметрах



- 1 — уровень масляной ванны; 2 — трубопровод из нержавеющей стали или полимерного материала;
3 — вентиль; 4 — ртутный манометр 25 см; 5 — вентили; 6 — газосборник объемом 250 см³, заполненный водой; 7 — уровень пробы смазки; 8 — автоклав; 9 — силиконовое уплотнительное кольцо;
10 — трубка для измерения вытесненного объема воды.

Рисунок G.1 — Пример 1 установки для измерения выделения газа



- 1 — газосборник объемом 250 см³, заполненный водой; 2 — вентиль; 3 — трубка для измерения вытесненного объема воды; 4 — вентиль; 5 — автоклав; 6 — ванна с постоянной температурой; 7 — полка; 8 — ртутный манометр 25 см; 9 — трубопровод из нержавеющей стали или полимерного материала; 10 — подвод воды 66°C (см. сноску а к рисунку Н.2)

Рисунок G.2 — Пример 2 установки для измерения выделения газа

Приложение Н (обязательное)

Испытание на выщелачивание водой

Н.1 Общие положения

В настоящем приложении описано испытание способности резьбовой смазки противостоять выщелачиванию под воздействием воды.

Н.2 Оборудование

Применяют оборудование, показанное на рисунках Н.1 и Н.2 или эквивалентное оборудование, включая следующее:

Н.2.1 Фильтрующий фарфоровый конус или эквивалентный конус диаметром 50 мм.

Н.2.2 Стекланный лабораторный стакан вместимостью 100 мл с шестью равноудаленными отверстиями диаметром¹²⁾ 6 мм, расположенными на расстоянии 1,6 мм от дна стакана.

Н.2.3 Держатель для стакана с конусом из инертного материала.

Н.2.4 Лабораторный стакан вместимостью 100 мл.

Н.2.5 Лабораторный стакан вместимостью 1000 мл с боковым патрубком около дна.

Н.2.6 Медная экранирующая сетка с ячейками размером¹³⁾ 1,6 мм.

Н.2.7 Латунный цилиндр длиной¹⁴⁾ 150 мм, наружным диаметром¹⁵⁾ 75 мм, толщиной стенки приблизительно¹⁶⁾ 6 мм, с переливом в 20 мм от верха цилиндра и с отверстием диаметром¹⁷⁾ 3,0 мм в центре дна.

Н.2.8 Центробежный насос, способный перекачивать не менее 1 литра воды в минуту при температуре 66 °С.

Н.2.9 Два отрезка соединительного шланга внутренним диаметром¹⁸⁾ 6,0 мм.

Н.2.10 Кольцевая стойка.

Н.2.11 Нагреватель.

Н.2.12 Весы специального класса точности

Н.3 Проведение испытания

Взвесьте фарфоровый фильтрующий конус (см. Н.2.1), наполните его пробой резьбовой смазки массой¹⁹⁾ 17 г, выровняйте поверхность смазки и сделайте шпателем небольшое углубление около 1 мм. Взвесьте конус со смазкой. Подвесьте конус в стакане вместимостью 100 мл (см. Н.2.4) и установите стакан в держателе (см. Н.2.3) в другой стакан вместимостью 1000 мл (см.Н.2.5).

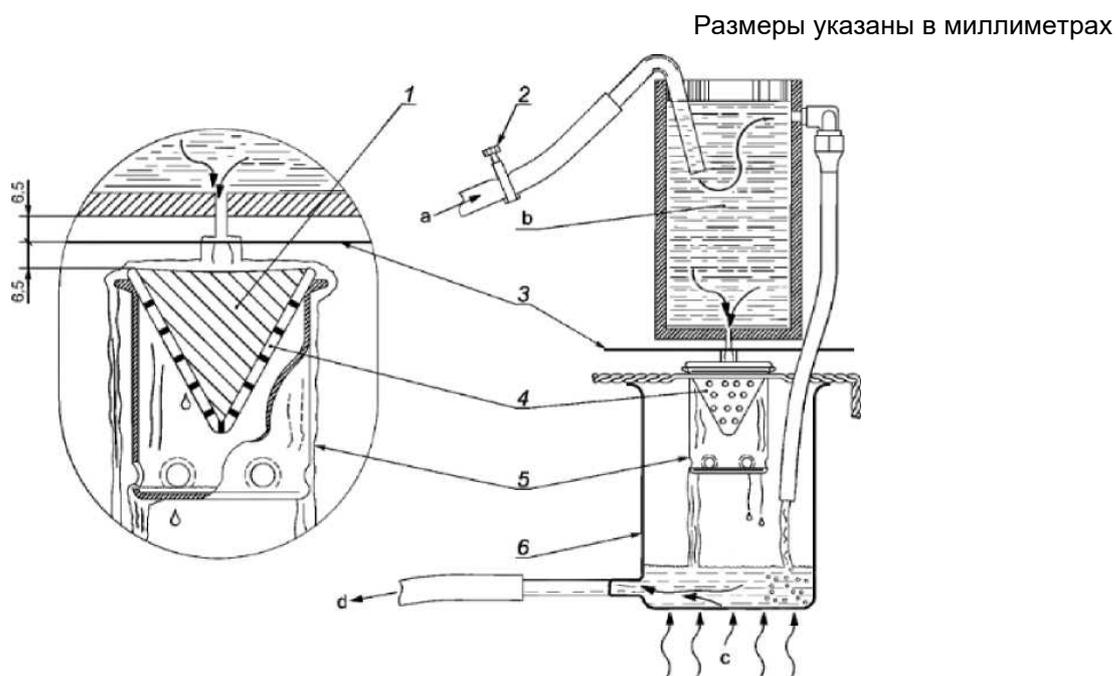
^{12), 13), 14), 15), 16), 17), 18), 19)} – см. приложение ДЕ

Поместите всю конструкцию на плиту нагревателя, приподнятую над насосом (см. Н.2.8). Закрепите латунный цилиндр (см. Н.2.7) зажимом на кольцевой стойке (см. Н.2.10). Поместите медную экранирующую сетку на одинаковом расстоянии от латунного цилиндра и верхнего обода конуса, размещенных на расстоянии²⁰⁾ 13,0 мм друг от друга. Перекачайте из стакана вместимостью 1000 мл в латунный цилиндр не менее 500 мл дистиллированной воды, предварительно нагретой в этом стакане до температуры 66 °С, и при помощи винтового зажима выполните регулировку таким образом, чтобы высота напора воды доходила до уровня перелива. Вода, проходящая через смазку, вытекает из отверстий в меньшем стакане в большой стакан, откуда стекает к насосу.

Проводите рециркуляцию воды в течение 2 ч при температуре от 60 °С до 66 °С.

После завершения испытания разберите установку, высушите конус и его содержимое в течение 24 ч при температуре 66 °С, охладите и взвесьте. Рассчитайте потерю массы смазки в виде массовой доли в процентах.

Примечание – Оценку неопределенности измерений проводят по Приложению ДЖ, таблица ДЖ.1



^a Поток от насоса.

^b Подвод под постоянным напором.

^c Нагрев.

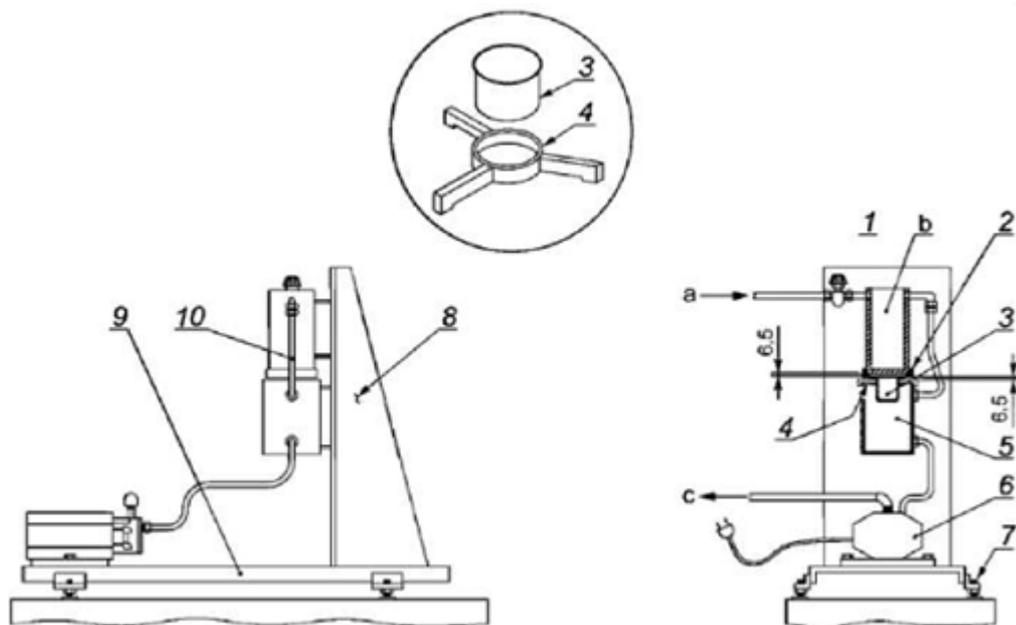
^d Поток к насосу.

1 — проба смазки в фильтрующем конусе; 2 — регулирующий поток клапан; 3 — медная экранирующая сетка с ячейками размером 1,6 мм; 4 — фарфоровый конус диаметром 50 мм; 5 — лабораторный стакан вместимостью 100 мл с отверстиями; 6 — лабораторный стакан вместимостью 1000 мл с боковым патрубком.

Рисунок Н.1 — Пример 1 установки для испытания резьбовой смазки на выщелачивание водой

²⁰⁾ – см. Приложение ДЕ

Размеры указаны в миллиметрах



^a Поток из ванны с постоянной температурой (см. рисунок G.2)

^b Подвод воды под постоянным напором

^c Поток в ванну с постоянной температурой

1 — регулирующий поток клапан; 2 — кольцо с резьбой и медная сетка; 3 — емкость с пробой смазки (см. выноску); 4 — держатель (см. выноску); 5 — приемный цилиндр; 6 — насос; 7 — выравнивающие винты; 8 — вертикальная спора; 9 — опорная платформа; 10 — переливная труба.

П р и м е ч а н и е — Ванна с водой постоянной температуры расположена в установке для испытания на выделение газа (см. рисунок G.2).

Рисунок Н.2 — Пример 2 установки для испытания резьбовой смазки
на выщелачивание водой

Приложение I (справочное)

Испытание трибологических свойств

I.1 Общие положения

Изготовитель является ответственным за определение трибологических свойств резьбовой смазки.

I.2 Промышленные испытания

Институт API провел исследования резьбовых смазок (см. результаты исследований в стандарте [16]). В разделе 4 стандарта [16] «Разработка испытаний трибологических свойств на модельных образцах» кратко описана история развития методов определения трибологических свойств резьбовых смазок. В разделе 6 стандарта [16] приведено описание испытаний на полноразмерных образцах резьбовых соединений, которые включают оценку трибологических свойств резьбовых смазок для резьбовых соединений API. В стандарте [6] описана процедура испытаний любых резьбовых соединений.

I.3 Испытания на полноразмерных образцах соединений насосно-компрессорных, обсадных труб и труб для трубопроводов

Должны быть проведены, по меньшей мере, два испытания образцов различных резьбовых соединений. Одно испытание для насосно-компрессорных труб наружным диаметром 101,60 мм, другое испытание – для обсадных труб наружным диаметром 244,48 мм. Поскольку условный коэффициент трения системы резьбовая смазка-резьбовое соединение зависит от профиля резьбы, вида уплотнения, а также группы прочности металла и обработки поверхности, особое внимание должно быть уделено обеспечению единообразия переменных параметров образцов резьбовых соединений.

П р и м е ч а н и е — При проведении испытаний API на полноразмерных образцах резьбовых соединений, которые упоминаются в некоторых разделах настоящего стандарта, было установлено определенное число оборотов после начального контрольного крутящего момента при свинчивании контрольных образцов с 8-ниточной резьбой. Результаты этих испытаний, проведенных в рамках исследовательского проекта API в 1997 году (см. стандарт [15]), показали, что в тех случаях, когда резьбовые смазки значительно различаются по трибологическим свойствам и (или) составу (например, используются твердые наполнители разных типов или разного размера, разное объемное содержание твердых наполнителей), после свинчивания с контрольным крутящим моментом может наблюдаться значительное различие (один полный оборот или более) в начальном положении свинчивания или натяге элементов испытываемого соединения. Эта разница в начальном натяге приводит к возникновению аналогичной разницы в положении при окончательном сопряжении. Важно, чтобы любые сравнительные испытания, будь то определение трибологических свойств или проверка уплотнительных свойств в жидких и газообразных средах, выполнялись до одинакового окончательного положения свинчивания резьбового соединения с учетом допустимых предельных отклонений. Такое требование связано с тем, что именно по положению свинчивания элементов

соединения определяют как стойкость к смятию, так и герметичность соединения. В упомянутом выше исследовательском проекте начальный контрольный натяг устанавливался по эталонному образцу смазки (приложение В). Образец соединения для всех испытуемых резьбовых смазок сначала свинчивался до контрольного натяга с регистрацией крутящего момента, затем проводилось свинчивание на заданное число витков до окончательного положения свинчивания.

Более подробную информацию, включая сравнение характеристик резьбовой смазки с контрольным эталонным составом и модифицированной резьбовой смазки API с серийным составом, можно найти в итоговом отчете по результатам упомянутого исследовательского проекта.

I.4 Испытания на модельных образцах

I.4.1 Общие положения

Настоящая методика испытаний на модельных образцах, приведенная также в стандарте [13], была разработана и проверена для резьбовых смазок на металлической основе для соединений RSC, которые широко применялись в промышленных условиях в начале девяностых годов. Последующие промышленные программы испытаний с применением резьбовых смазок на неметаллической основе для таких соединений показали ограниченную корреляцию трибологических свойств резьбовых смазок, определенных при испытаниях на модельных образцах, с результатами испытаний на полноразмерных образцах соединений.

Коэффициент трения типичных резьбовых смазок для насосно-компрессорных и обсадных труб, определенный по стандарту [13], колеблется от 0,067 до 0,080. Однако, при испытаниях полноразмерных образцов соединений API с 8-ниточной закругленной треугольной резьбой те же резьбовые смазки могут иметь коэффициент трения всего лишь от 0,02 до 0,04. Причиной такой разницы может быть меньшее поверхностное контактное давление между элементами резьбовых соединений при испытаниях на полноразмерных образцах, поскольку они «плавают» в толстом слое резьбовой смазки, а также значительное различие переменных, описанных выше. Поэтому определяют лишь условный коэффициент трения. Метод испытания должен быть выбран таким образом, чтобы учесть эти переменные, включая объем наносимой резьбовой смазки.

Примером испытаний на модельных образцах может служить методика, описанная в стандарте [13]. Для испытаний по этой методике применяют образец с упорными поверхностями и цилиндрической резьбой. Такой образец не задерживает резьбовую смазку, поэтому ее слой может быть очень тонким. Поверхностное контактное давление является относительно высоким и составляет от 200 МПа до 425 МПа. Оно сопоставимо с давлением от 35 МПа до 140 МПа в соединениях API обсадных, насосно-компрессорных

труб и труб для трубопроводов.

1.4.2 Проведение испытаний

1.4.2.1 Назначение

Подраздел 1.4 включает:

- a) определение трибологического коэффициента резьбовых смазок для соединений RSC;
- b) выполнение расчета момента свинчивания для соединений RSC;
- c) рекомендуемую маркировку емкостей с резьбовой смазкой.

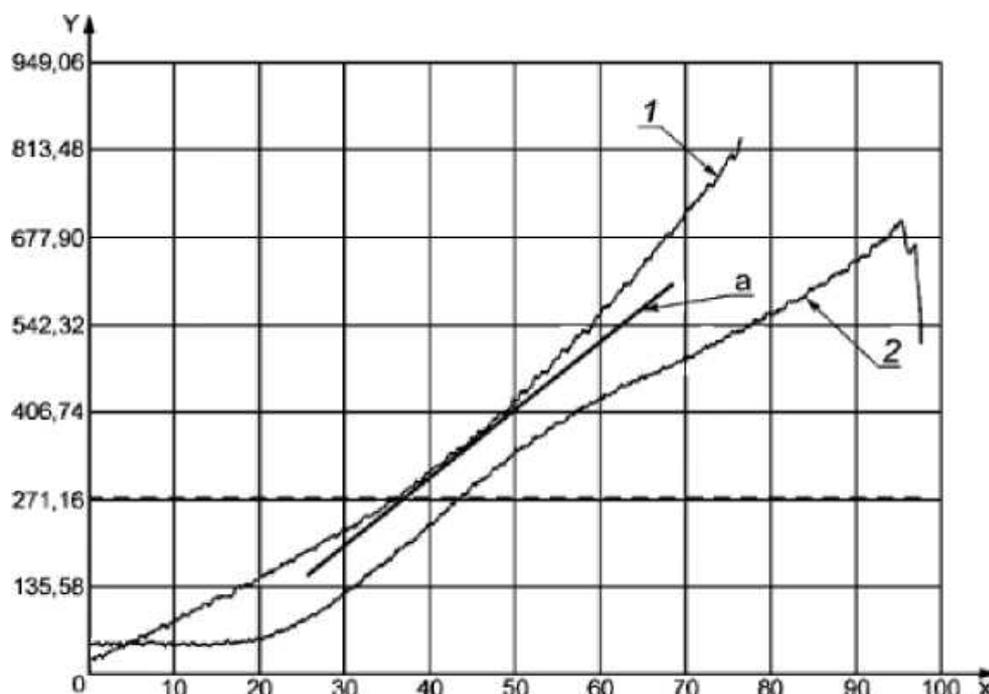
В подразделе 1.4 описано определение трибологических характеристик резьбовой смазки, метод статистического анализа для оценки результатов испытаний и показано, как применять результаты испытаний. Применение результатов настоящего испытания не гарантирует безотказной работы соединений RSC в реальных условиях эксплуатации. Цель данной информации — помочь потребителю выбрать наиболее подходящий момент свинчивания для используемой резьбовой смазки.

1.4.2.2 Общее количество испытаний

Относительные трибологические свойства резьбовой смазки определяют на образце с резьбой, регистрируя крутящий момент в зависимости от угла поворота, как показано на рисунке 1.1. Под одним циклом понимают однократное свинчивание и развинчивание образца резьбового соединения. Одна серия испытаний включает не менее восьми циклов, как для резьбовой смазки контрольного эталонного состава, так и для испытуемой резьбовой смазки. Полное испытание состоит из трех серий испытаний:

- a) калибровочная серия испытаний соединения RSC с применением резьбовой смазки контрольного эталонного состава;
- b) серия испытаний с применением испытуемой резьбовой смазки;
- c) повторная серия испытаний с применением резьбовой смазки контрольного эталонного состава.

Трибологический коэффициент резьбовой смазки определяют путем деления двукратного значения результата испытаний с применением испытуемой резьбовой смазки на сумму результатов двух испытаний с применением резьбовой смазки контрольного эталонного состава. Область применения настоящего испытания не охватывает другие свойства резьбовых смазок, такие как обеспечение стойкости резьбовых соединений к задирам и стойкости к довинчиванию резьбовых соединений в скважине.



^a Прямую линию подбирают методом наименьших квадратов к кривой графика зависимости крутящего момента от угла поворота в интервале крутящих моментов от 270 Н·м до 408 Н·м

X — угол поворота в градусах, Y — крутящий момент, Н·м.

1 — свинчивание, 2 — развинчивание

Рисунок I.1 — Типичный график зависимости крутящего момента от угла поворота

I.4.2.3 Резьбовая смазка контрольного эталонного состава для соединений RSC

Для настоящих испытаний для одновременной калибровки образца, нагружающей установки и приспособлений применяют резьбовую смазку контрольного эталонного состава (таблица I.1). Этот состав представляет собой простую смесь обычных компонентов, которую легко приготовить на месте так, что она будет давать непротиворечивые результаты при испытаниях, описанных далее. Резьбовая смазка такого контрольного эталонного состава не предназначена для применения в качестве резьбовой смазки и применяется только как лабораторный калибровочный материал.

Т а б л и ц а I.1 — Контрольный эталонный состав резьбовой смазки для соединений RSC

Наименование компонента	Массовая доля, %
Порошок свинца	60,0 ± 1,0
Основа смазки	40,0 ± 1,0
Всего	100,0

Порошок свинца должен соответствовать следующим требованиям:

Состав (по стандарту [25]), массовая доля (%):

- свободный металл — не менее 95;
- оксид свинца — не более 5.

Содержание частиц размером (по стандарту [31]), массовая доля (%):

- под ситом № 50 — не менее 100;
- на сите № 100 — не более 1;
- на сите № 200 – от 5 до 25 вкл.;
- под ситом № 325 — от 40 до 80 вкл.

П р и м е ч а н и я

1 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, определение размеров частиц также допускается проводить по ГОСТ 6613 (Приложение ДД).

2 Соответствие номеров сит по [31] и номеров сеток по ГОСТ 6613 приведено в приложении ДБ, в котором установлены дополнительные ограничения размеров частиц.

Основа смазки должна соответствовать следующим требованиям:

- консистенция: пенетрация после 60 тактов перемешивания (см. ISO 2137 или ГОСТ ISO 2137) — (от 265 до 295)·10⁻¹ мм;
- загуститель: 12-гидроксистеарат лития (по [20]), массовая доля — от 7% до 9 % вкл.;
- базовое масло: нефтяное/несинтетическое масло с вязкостью (по [22] или ГОСТ 33 (Приложение ДД)):
 - при 40 °С— от 115 сСт до 170 сСт вкл.;
 - при 100 °С — от 9,5 сСт до 14,0 сСт вкл.

Основа смазки не должна содержать присадок и добавок для повышения стойкости резьбовых соединений при предельном давлении, устойчивости к износу или любых других присадок и добавок, присутствие которых может повлиять на трибологические свойства резьбовой смазки контрольного эталонного состава для соединений RSC.

ВНИМАНИЕ — Свинец является токсичным веществом. Маркировку, хранение, учет и утилизацию резьбовых смазок контрольного эталонного состава для соединений RSC следует осуществлять в соответствии с федеральным, региональным и местным законодательством.

1.4.2.4 Образец для испытаний

Образец для испытаний показан на рисунке 1.2. Резьба 1-8 UNC должна соответствовать требованиям, приведенным в [17] для типов 2A и 2B. Образцы должны быть изготовлены из прутка из стали AISI 4130 (UNSG 41300), закаленной и отпущенной, с твердостью в интервале от 285 до 341 единиц по Бринеллю, измеренной по поперечному сечению. Упорные поверхности и резьба каждого элемента резьбового соединения

должны быть обработаны с одной установки, без переустановки детали в патроне, для обеспечения перпендикулярности оси упорного элемента к оси резьбы. Шероховатость сопрягаемых поверхностей Ra должна быть равна $(0,8 \pm 0,4)$ мкм. Механически обработанные поверхности испытуемого образца не следует подвергать дополнительной обработке.

1.4.2.5 Испытательная установка

Испытание резьбовой смазки проводят на установке, способной прикладывать к образцу равномерно возрастающий крутящий момент, регистрировать этот крутящий момент и скорость вращения. При определении трибологических свойств, крутящий момент, прилагаемый к образцу, должен быть в интервале от 271 Н·м до 407 Н·м. Приборы для регистрации данных могут быть аналоговыми или цифровыми. При этом частотная характеристика системы любого типа должна позволять сбор соответствующих данных.

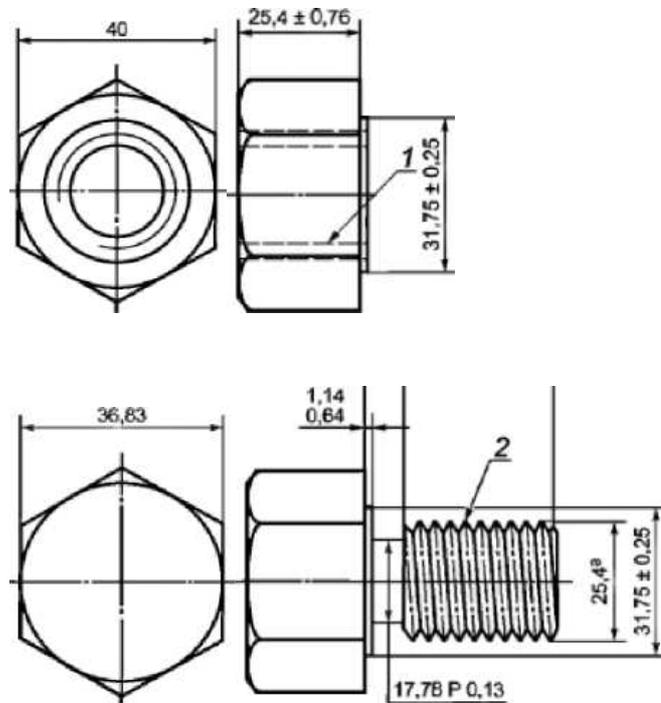
Пример механической установки показан на рисунке 1.3. Она состоит из трех узлов. Первый узел установки — двигатель с редуктором, который обеспечивает вращение и приложение крутящего момента к образцу. Скорость вращения должна быть равна 1 об/мин ± 10 %. Установка должна обеспечивать приложение крутящего момента не менее 475 Н·м и должна быть оборудована реверсом. Второй узел установки — датчик крутящего момента, по вращению образца генерирует выходной сигнал, пропорциональный приложенному крутящему моменту. Такой датчик должен быть способен осуществлять измерения в интервале от 542 Н·м до 1085 Н·м. Третий узел установки — датчик угла поворота, генерирует выходной сигнал, пропорциональный углу поворота образца.

Регистрация сигналов датчика угла поворота и датчика крутящего момента должна обеспечивать взаимное однозначное соответствие точек измерения крутящего момента и угла поворота.

1.4.2.6 Условия испытания

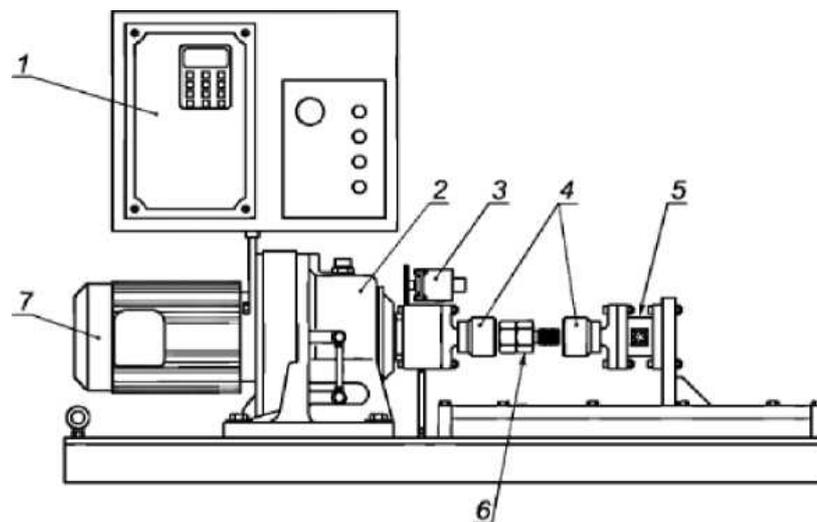
Настоящее испытание резьбовой смазки контрольного эталонного состава и испытуемой резьбовой смазки должно быть проведено в интервале температур от 15,6 °С до 37,8 °С. Относительная влажность должна поддерживаться в интервале от 20 % до 95 % без образования конденсата. Установка, среда и испытуемые резьбовые смазки могут иметь разные температуры, но они должны быть в заданном интервале температур. Результаты испытаний, выполненных в условиях, отличающихся от описанных выше, должны иметь соответствующую отметку об этом.

Размеры указаны в миллиметрах



- 1 — резьба 1-8 UNC 2B по [17];
2 — резьба 1-8 UNC 2A по [17].
а 1000 ref.

Рисунок I.2 — Образец для испытаний



- 1 — пульт управления; 2 — редуктор; 3 — датчик угла поворота; 4 — шестигранные гнезда; 5 — датчик крутящего момента; 6 — образец для испытания; 7 — двигатель.

Рисунок I.3 — Установка для испытания резьбовой смазки

1.4.3 Проведение испытаний резьбовых смазок

1.4.3.1 Приработка нового образца

Перед началом испытаний каждый образец должен быть подвергнут 20 циклам свинчивания и развинчивания с применением резьбовой смазки контрольного эталонного состава. После этого образец должен быть очищен в соответствии со следующими рекомендациями.

1.4.3.2 Очистка образца

Образец очищают любым подходящим растворителем, затем проволочной щеткой и обезжиривают растворителем. Перед нанесением испытуемой резьбовой смазки образец должен быть высушен.

ВНИМАНИЕ — Растворители и обезжиривающие средства могут содержать опасные вещества. Информационные материалы по мерам безопасности должны быть доступны, прочитаны перед работой с такими веществами и соблюдаться.

1.4.3.3 Подготовка пробы резьбовой смазки к испытанию и ее хранение

Проба резьбовой смазки, предназначенной для испытаний, должна быть помещена в чистую, герметично закрытую емкость для предотвращения испарения летучих компонентов или возможного загрязнения смазки. Объем пробы должен быть равен приблизительно²¹⁾ 250 см³. Проба должна храниться в интервале температур от 15,6 °С до 37,8 °С. Если проба хранится в емкости объемом приблизительно 4 л, то соответствующее количество смазки для испытания может быть помещено в меньшую емкость, соответствующую приведенным выше требованиям. Важно перемешать смазку перед перемещением из одной емкости в другую или перед испытанием, чтобы обеспечить однородность пробы. При перемешивании смазки необходимо следить за тем, чтобы в нее не попали частички материала со стенок емкости, что может загрязнить пробу и повлиять на результаты ее испытания.

1.4.3.4 Испытание под действием крутящего момента

Все сопрягаемые поверхности образца обильно покрывают слоем резьбовой смазки. Затем образец свинчивают вручную и помещают в испытательную установку. Начальный крутящий момент, то есть момент ручного свинчивания, не должен превышать 14 Н·м. Затем, по мере повышения крутящего момента до (420 ± 14) Н·м, регистрируют крутящий момент и угол поворота. Эти данные записывают, затем ослабляют свинчивание образца, для чего меняют направление крутящего момента, и извлекают образец из испытательной установки. Обе детали образца развинчивают настолько, чтобы были

видимы почти все витки резьбы за исключением двух-трех последних витков, и на сопрягаемые поверхности вновь наносят резьбовую смазку. Образец снова свинчивают вруч-

²¹⁾ – см. приложение ДЕ

ную и помещают в установку. После этого записывают данные следующего цикла испытания. Такие циклы повторяют не менее восьми и не более десяти раз. Не менее восьми циклов образуют одну серию испытаний, данные этих циклов используют для расчетов, описанных в I.4.3.6. Если выполняют более восьми циклов, данные любого из 9 или 10 циклов могут быть отброшены.

I.4.3.5 Осмотр образца

После завершения серии испытаний образец очищают, как описано в I.4.3.2. В случае обнаружения на сопрягаемых поверхностях признаков задиров резьбовую смазку бракуют и испытание прекращают. Для выявления пластической деформации образца до и после каждого испытания измеряют диаметр цилиндрического участка образца с точностью до 0,025 мм, результаты измерений записывают. Такое измерение выполняют после очистки образца. Если изменение диаметра превышает 0,127 мм, то испытание признают недействительным.

I.4.3.6 Обработка данных

Результатом каждого отдельного испытания резьбовой смазки, при определении зависимости крутящего момента от угла поворота, является наклон прямой (m), подобранный методом наименьших квадратов, в интервале крутящих моментов от 271 Н·м до 407 Н·м. Для этого должно быть использовано не менее двадцати пар данных.

Конечные наклоны m по результатам 8 — 10 циклов по I.4.3.4 подвергают статистическому анализу для определения среднего наклона и среднеквадратичного отклонения σ для восьми циклов испытаний при помощи следующих формул:

$$m = \frac{\sum(A-\bar{A})(T-\bar{T})}{\sum(A-\bar{A})^2} \quad (I.1)$$

$$s = \frac{\sum(m)}{N} \quad (I.2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{N \times \sum(m^2) - [\sum(m)]^2}{N \times (N-1)}} \quad (I.3)$$

где A – измеренный угол поворота;

\bar{A} – среднее значение измеренных углов поворота;

m – наклон прямой;

$N = 8$;

s – средний наклон;

T – измеренный крутящий момент;

\bar{T} – среднее значение измеренных крутящих моментов.

1.4.3.7 Трибологический коэффициент

Трибологический коэффициент резьбовой смазки определяют по следующей формуле:

$$FF = \frac{2S_2}{S_1 + S_3}, \quad (1.4)$$

где S_1 – средний наклон для первой серии испытаний с резьбовой смазкой контрольного эталонного состава;

S_2 – средний наклон для серии испытаний с испытуемой резьбовой смазкой;

S_3 – средний наклон для второй серии испытаний с резьбовой смазкой контрольного эталонного состава.

1.4.4 Применение трибологического коэффициента

Рекомендуемые значения крутящего момента свинчивания для соединений RSC, рассчитанные с использованием коэффициента трения 0,08, приведены в [14]. Коэффициент трения резьбовой смазки с трибологическим коэффициентом, отличным от 1,0 (не равным 0,08) и использование значений из таблицы без поправки может привести к неправильному свинчиванию резьбовых соединений.

Коэффициент трения резьбовой смазки применяют для коррекции момента свинчивания для элементов бурильных колонн.

Эксплуатационные характеристики резьбовой смазки определяют на основании испытаний, описанных в настоящем стандарте, а не только по значению трибологического коэффициента. Следует иметь в виду, что возможны такие условия бурения, при которых целесообразно использовать смазку с трибологическим коэффициентом больше или меньше 1,0.

Момент свинчивания может быть скорректирован путем умножения значения момента свинчивания по [14] на трибологический коэффициент резьбовой смазки.

Пример — Бурильная труба с замком, тело трубы наружным диаметром 127,00 мм, толщиной стенки 9,19 мм, группы прочности G, замок наружным диаметром 139,3 мм внутренним диаметром 82,6 мм с резьбовым соединением «Премиум» типа NC50:

- момент свинчивания по [14] — 29 715 Н·м;
- трибологический коэффициент резьбовой смазки — 0,9;
- скорректированный момент свинчивания: 29 715×0,9 = 26744 Н·м.

1.4.5 Подтверждение испытаний и маркировка

1.4.5.1 Подтверждение испытаний

Изготовители резьбовых смазок, желающие выпускать продукцию, соответствующую требованиям настоящего стандарта, должны указать характерные данные по

трибологическим свойствам выпускаемых резьбовых смазок в соответствии с указаниями I.4.3. Изготовитель резьбовой смазки должен предоставить, по требованию, заверенные копии результатов испытаний, полученных при применении методов и оборудования, описанных в настоящем стандарте. Результаты испытаний должны включать наименование изготовителя, наименование продукции, дату испытаний и наименование испытательной лаборатории.

I.4.5.2 Маркировка

Резьбовые смазки, испытанные в соответствии с настоящим стандартом, могут иметь на этикетке указание об этом. На этикетке указывают следующее:

- a) обозначение настоящего стандарта;
- b) трибологический коэффициент, в виде записи «трибологический коэффициент = X,X» или «FF по ГОСТ ISO 13678 = X,X», указанный с одним десятичным знаком после запятой.

П р и м е ч а н и е — Существуют такие условия бурения, когда более предпочтительным является трибологический коэффициент, отличный от 1,0, поэтому определение соответствия конкретной резьбовой смазки основано на методах испытаний, описанных в настоящем стандарте, а не только на конкретном значении трибологического коэффициента.

Приложение J (справочное)

Испытание свойств резьбовых смазок по обеспечению стойкости при предельном контактном давлении (стойкости к задирам) резьбовых соединений насосно-компрессорных, обсадных труб и труб для трубопроводов

J.1 Общие положения

Изготовитель является ответственным за определение свойств резьбовой смазки по обеспечению стойкости резьбовых соединений при предельном контактном давлении. Поскольку в промышленности нет общепринятого мнения, изготовителям и потребителям рекомендуется продолжать разработку методов испытаний резьбовых смазок для определения свойств по обеспечению стойкости резьбовых соединений к задирам до получения общепризнанных результатов.

J.2 Промышленные испытания

В настоящее время единственно надежными испытаниями являются испытания на полноразмерных образцах резьбовых соединений (многократное свинчивание и развинчивание резьбовых соединений), описанные в [6] или [11]. Эти стандарты содержат информацию о методах испытаний свойств резьбовых смазок при предельном контактном давлении и описывают процедуру проведения испытаний на полноразмерных образцах резьбовых соединений, включая оценку свойств резьбовых смазок по обеспечению стойкости резьбовых соединений API к задирам.

Приложение К (справочное)

Испытание уплотнительных свойств резьбовых смазок для резьбовых соединений обсадных и насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов в газовых и жидких средах

К.1 Общие положения

Изготовитель резьбовых смазок несет ответственность за определение уплотнительных свойств резьбовых смазок. Поскольку в промышленности нет общепринятого мнения, изготовителям и потребителям рекомендуется продолжать разработку методов испытаний для определения уплотнительных свойств резьбовых смазок до получения общепризнанных результатов. Минимальные требования к условиям проведения испытаний приведены в К.3.

К.2 Промышленные испытания

В настоящее время единственно надежными методами получения необходимой информации являются испытания на полноразмерных образцах резьбовых соединений в виде конкретных систем резьбовая смазка—резьбовое соединение, описанные в [6] или [11]. Они содержат описание испытаний для оценки уплотнительных свойств резьбовых смазок в газовых и жидких средах на полноразмерных образцах резьбовых соединений. Было предпринято множество попыток разработать методику лабораторных испытаний для оценки уплотнительных свойств резьбовых смазок для резьбовых соединений насосно-компрессорных и обсадных труб. В период с 1957 по 1993 год было предпринято не менее одиннадцати попыток разработать методику испытаний уплотнительных свойств резьбовых смазок на модельных образцах. Ни одна из одиннадцати разработанных методик не была принята ни изготовителями, ни потребителями резьбовых смазок. Эти попытки показали, что разработка методики испытаний уплотнительных свойств резьбовых смазок на модельных образцах является очень трудной задачей.

В последней попытке институтом API для испытаний была использована спиральная проточка, имитирующая зазоры упорной резьбы API. Была выявлена нестабильность результатов испытаний, причиной которой могли стать как колебание размера частиц в резьбовой смазке, так и сама методика испытания. Дальнейшее развитие этой методики могло бы выявить его позитивную способность дифференцировать разные резьбовые смазки. Однако эта методика не учитывала влияние на уплотнительные свойства резьбовых смазок способности твердых частиц к истиранию.

Примечание — Методика испытаний API на полноразмерных образцах, которая

упоминается в некоторых разделах, предусматривает завинчивание образца на определенное число оборотов после начального контрольного эталонного крутящего момента при свинчивании контрольных образцов с 8-ниточной резьбой. Результаты промышленных испытаний, проведенных в рамках исследовательского проекта API в 1997 году [15], показали, что в тех случаях, когда резьбовые смазки значительно отличаются по трибологическим свойствам и (или) составу (например, по виду твердых наполнителей, размеру частиц, объемному содержанию), при приложении контрольного эталонного крутящего момента разница в начальном положении свинчивания или натяге элементов испытываемого соединения может быть значительной (один полный оборот или более). Эта разница в начальном натяге приводит к возникновению аналогичной разницы в положении при окончательном сопряжении. Важно, чтобы любые сравнительные испытания резьбовых смазок по определению трибологических свойств или уплотнительных свойств в жидких и газовых средах, выполнялись при одинаковом положении окончательного свинчивания с учетом допустимых API предельных отклонений. Это связано с тем, что степень сопряжения элементов резьбового соединения влияет как на стойкость к смятию, так и на герметичность резьбового соединения. В упомянутом выше исследовательском проекте начальный контрольный эталонный натяг был установлен по контрольной эталонной смазке (прил. В). Образец испытываемого резьбового соединения с каждой из испытываемых резьбовых смазок сначала свинчивался до эталонного натяга, после чего проводилось довинчивание на заданное число оборотов до положения окончательного свинчивания.

Более подробную информацию, включая сравнение характеристик резьбовой смазки контрольного эталонного состава и модифицированной резьбовой смазки API серийного состава, можно найти в итоговом отчете по результатам упомянутого исследовательского проекта.

К.3 Условия проведения испытаний

Испытание для проверки соответствия резьбовой смазки требованиям настоящего стандарта должно предусматривать, по крайней мере, проведение следующих действий:

а) создание испытательного давления сухим азотом. Образец испытываемой трубы должен выдерживать максимальное испытательное давление 70 МПа в течение не менее 8 ч;

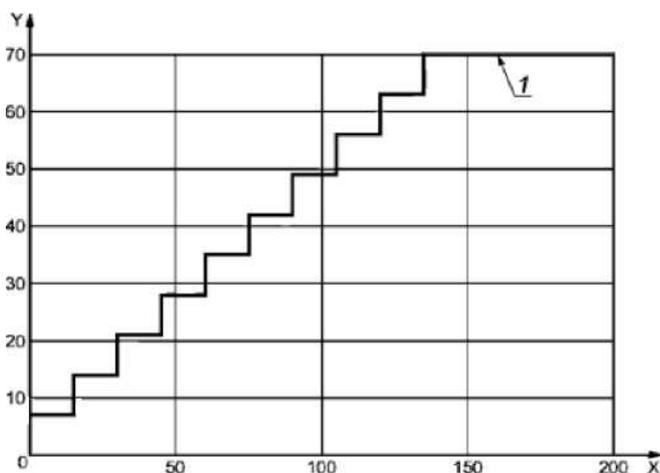
б) выявление утечек по образованию «пузырьков» в соответствии с [6] или [11]. Скорость утечки может контролироваться визуально, при регистрации времени завершения выделения газа, или иным подобным способом, позволяющим определить скорость выделения газа в кубических сантиметрах в минуту;

с) создание необходимого давления в соответствии с рисунком К.1, начиная с 7,0 МПа, с шагом 7,0 МПа, с выдержкой не менее 15 мин после каждого повышения давления. Максимальное испытательное давление должно быть равным 70 МПа или должно быть согласовано между потребителем и изготовителем. Максимальное давление (наблюдение за которым в течение первых 15 мин должно быть непрерывным) должно поддерживаться в течение не менее 8 ч;

d) ведение журнала регистрации по форме, приведенной на рисунке К.2, и получение непрерывной диаграммы испытательного давления за все время испытания;

e) предварительное проведение испытаний под контрольным давлением с применением резьбовой смазки контрольного эталонного состава (см. приложение В) до проведения аттестационных испытаний резьбовой смазки;

f) сохранение результатов испытаний, включая данные журнала и непрерывной диаграммы.



X — выдержка в минутах. Y — давление в МПа.

1 — выдержка при максимальном давлении в течение 8 ч.

Рисунок К.1 — График испытания уплотнительных свойств резьбовой смазки

Время, мин	Давление, МПа	Выделение газа	Примечания

Рисунок К.2 — Пример оформления журнала для регистрации результатов испытаний уплотнительных свойств резьбовой смазки

Приложение L (справочное)

Испытание свойств по замедлению коррозии

L.1 Рекомендуемые условия проведения испытаний

При испытании в соляном тумане (5 % NaCl, pH нейтральный) в соответствии с [18], со скоростью оседания тумана от 1,0 до 2,0 мл/ч на площади 80 см², при температуре 38 °С, резьбовая смазка должна обеспечивать замедление коррозии металла труб группы прочности L80 (или подобной группы прочности), изготовленных по [5] или [12] в течение не менее 500 ч. Смазка должна быть нанесена равномерным слоем толщиной 0,4 мм. При нанесении смазки необходимо избегать появления любых царапин или других поврежденных поверхностей. Измеренный уровень коррозии не должен превышать 1,0 % площади поверхности, за исключением коррозии, вызванной «краевым эффектом» или коррозионными «протечками».

П р и м е ч а н и я

1 Для оценки резьбовых смазок, содержащих твердые частицы размером более 0,4 мм, может потребоваться большая толщина смазки и более длительное время выдержки в соляном тумане.

2 На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, оценку уровня коррозии допускается проводить по ГОСТ 9.054 (Приложение ДД).

L.2 Альтернативные методы испытаний

Резьбовые смазки могут быть оценены при помощи других альтернативных методов испытаний, включая следующие (в скобках указана длительность испытания, если она известна):

- a) по стандарту [26] (48 ч);
- b) по стандарту [33] (164 ч);
- c) по стандарту [36] (40 дней);
- d) по стандарту [34] (40 дней);
- e) по стандарту [35];
- f) по стандарту [4].

Приложение М (справочное)

Испытание на стабильность при высоких температурах

М.1 Общие положения

В настоящем приложении описано испытание стабильности резьбовых смазок при высоких температурах.

М.2 Оборудование

М.2.1 Чаша для испытания пробы смазки на пенетрацию по ISO 2137 или ASTM D 217, или подобная (внутренние размеры: диаметр 7,6 см, высота 6,4 см).

Примечание – На территории государств, входящих в Содружество Независимых Государств, допускается использовать чашу для испытания пробы смазки на пенетрацию по ГОСТ ISO 2137 (Приложение ДА).

М.2.2 Конвекционный сушильный шкаф, способный поддерживать температуру $(138 \pm 1,1)$ °С.

М.2.3 Весы специального или высокого класса точности.

М.2.4 Эксикатор.

М.3 Проведение испытания

Выполните следующие действия в указанной последовательности:

а) поместите пробу резьбовой смазки во взвешенную (см. М.2.3) чашу для испытания (см. М.2.1), наполнив ее до уровня приблизительно на 2 см ниже верхнего края, не допуская образования пустот;

б) снова взвесьте заполненную чашу и вычислите фактический объем пробы по известной плотности (кг/м^3) смазки;

в) прогрейте пробу в конвекционном сушильном шкафу (см. М.2.2) при температуре $138 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,1 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение не менее 24 ч.

г) после прогревания охладите пробу в эксикаторе (см М.2.4) до комнатной температуры и слейте масло, которое отделилось при нагреве;

д) снова взвесьте пробу и запишите общую потерю массы в виде объемной доли в процентах;

е) объемную долю в процентах рассчитывают следующим образом: сначала определяют плотность пробы смазки (в кг/м^3). Массу пробы определяют прямым взвешиванием или вычитанием массы емкости, в которую помещена проба, из общей массы емкости с пробой. Затем рассчитывают объем пробы в кубических сантиметрах делением массы пробы в граммах на ее плотность и умножением на 1000. Плотность

выделившегося и испарившегося масла и летучих веществ может быть принята равной 900 кг/м^3 , если они имеют углеводородную основу. Объем выделившихся и испарившихся веществ определяют делением измеренной потери массы смазки в граммах на 900 кг/м^3 (или на фактическую плотность, если она известна и отличается от данного значения) и умножением на 1000. Потерю массы в виде объемной доли в процентах рассчитывают делением объема выделившихся и испарившихся веществ на исходный объем пробы и умножением на 100.

П р и м е ч а н и я

- 1 Плотность пробы смазки определяют по ГОСТ 3900 (Приложение ДД) или по методу, указанному в нормативной документации на испытываемую смазку.
- 2 Оценку неопределенности измерений проводят по Приложению ДЖ, таблица ДЖ.1

Приложение ДА (справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам

Т а б л и ц а ДА.1 – Соответствие ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам

Обозначение ссылочного международного стандарта (документа)	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 2137	IDT	ГОСТ ISO 2137—2013 «Нефтепродукты. Смазки пластичные и петролатум Определение пенетрации конусом»
ISO 2176	IDT	ГОСТ ISO 2176—2013 «Нефтепродукты. Смазки пластичные. Определение температуры каплепадения»
ASTM D 217	—	ГОСТ ISO 2137-2013 «Нефтепродукты. Смазки пластичные и петролатум. Определение пенетрации конусом».
ASTM D 2265	IDT	ГОСТ 32322—2013 «Смазки пластичные. Определение температуры каплепадения в широком диапазоне температур»
ASTM D 4048	IDT	ГОСТ 32335—2013 «Смазки пластичные. Определение коррозионного воздействия на медную пластинку»
П р и м е ч а н и е — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты		

Приложение ДБ
(справочное)

Соответствие номеров сит по [31] и сеток по ГОСТ 6613 (Приложение ДД)

Таблица ДБ.1 - Соответствие номеров сит по [31] и сеток по ГОСТ 6613 (Приложение ДД)

Сито по [31]		Сетка по ГОСТ 6613 (Приложение ДД)	
Номер	Размер отверстия, мм	Номер	Размер отверстия, мм
325	0,045	0045В	0,045
200	0,075	0071В	0,075
100	0,150	014В	0,150
50	0,300	028В	0,300

Приложение ДВ (рекомендуемое)

Условия испытаний для определения срока защиты от коррозии резьбовых элементов при использовании резьбовой или консервационной смазки в различных условиях хранения и транспортирования труб

Резьбовые и консервационные смазки имеют различный срок защиты от коррозии резьбовых (ниппельных и муфтовых) элементов труб в различных условиях хранения и транспортирования по ГОСТ 15150 (Приложение ДД).

Для определения срока защиты рекомендуется проведение имитационных циклических испытаний по ГОСТ 9.509 (Приложение ДД), метод 1-3 с испытательным циклом, состоящим из последовательного воздействия:

- соляного тумана;
- повышенной температуры;
- повышенной влажности при повышенной температуре без конденсации и с ее конденсацией;
- пониженной температуры;
- нормальных климатических условий (см. ГОСТ 15150, п. 3.15).

Метод имитационных циклических испытаний выбирается в зависимости от условий хранения и транспортирования труб по ГОСТ 15150:

- 1 – для условий 2;
- 2 – для условий 3, 4, 7;
- 3 – для условий 5, 6, 8, 9.

Количество, форма и размеры образцов для испытаний должны быть указаны в нормативной документации на изделия или смазку, подвергаемые испытаниям. Если эти данные не указаны, испытания проводят на трех (не менее) образцах из нелегированной стали любой группы прочности в виде nipple-элементов или сегментов nipple-элементов труб, изготовленных по (5), (12) или ГОСТ 31446 (Приложение ДД). Размер образцов:

- длина nipple-элементов - (150 ± 10) мм;
- длина сегментов nipple-элементов (150 ± 10) мм, ширина - длина дуги наружной поверхности сегмента - (100 ± 10) мм.

Смазка должна быть нанесена на испытываемую резьбовую поверхность образцов равномерным сплошным слоем, без скоплений и пустот. Для нанесения смазки использовать

кисть с короткой (3 см) щетиной, шириной от 3 до 5 см. Противоположную поверхность сегментов и торцы ниппельных элементов защищают лакокрасочным или другим покрытием, предотвращающим коррозию образцов в ходе испытания. При нанесении смазки необходимо избегать любых механических повреждений резьбовой поверхности (царапин, забоин или других).

По окончании испытаний смазку тщательно удаляют с образцов, образцы промывают в органическом растворителе и осматривают. За максимально допустимый коррозионный очаг принимают видимое невооруженным глазом и обнаруженное только на одном из трех испытываемых образцов коррозионное повреждение, в виде:

- одного точечного диаметром не более 2 мм;
- двух точечных диаметром каждое не более 1 мм.

При обнаружении допустимых коррозионных очагов на двух и более образцах смазку считают не выдержавшей испытание. При этом коррозионные очаги, расположенные на расстоянии 5 мм от края образца, не учитывают.

При отсутствии коррозионных очагов ориентировочный срок защиты резьбовых элементов труб по одному циклу испытаний составляет 6 месяцев в условиях хранения по ГОСТ 15150, соответствующих выбранному методу имитационных испытаний.

Приложение ДГ (рекомендуемое)

Испытания по определению стабильности трибологических свойств резьбовых смазок, эксплуатируемых в условиях высоких температур (термостойкость резьбовых соединений к адгезионному износу)

ДГ.1 Общие положения

Специальная резьбовая смазка должна сохранять стабильность трибологических свойств и обеспечивать термостойкость резьбовых соединений к адгезионному износу (стойкость к задирам) при эксплуатации в условиях высоких температур (выше 200 °С). При этом резьбовая смазка должна обеспечивать возможность развинчивания резьбовых соединений во время подъема колонн насосно-компрессорных труб.

Для определения стабильности трибологических свойств резьбовых смазок, эксплуатируемых в условиях высоких температур (выше 200 °С), в настоящем приложении приведен метод испытания, который позволяет оценить термостойкость резьбовых соединений к адгезионному износу (возможность развинчивания резьбового соединения после выдержки при высокой температуре).

ДГ.2 Оборудование и материалы

ДГ.2.1 Конвекционная печь, способная поддерживать заданную температуру с заданной точностью.

ДГ.2.2 Весы специального или высокого класса точности.

ДГ.2.3 Установка для свинчивания и развинчивания (или динамометрический ключ).

ДГ.2.4 Резьбовая смазка.

ДГ.3 Образцы для испытаний

Образец для испытаний состоит из отрезка конца трубы с наружной резьбой (нипельный элемент) и навинченной на него муфтой или раструбом с внутренней резьбой (муфтовый или раструбный элемент). Характеристики образца для испытаний (группа прочности и типоразмер трубы, тип резьбового соединения и прочее) должны быть согласованы между исполнителем и заказчиком до проведения испытаний.

ДГ.4 Проведение испытаний

ДГ.4.1 Минимальную массу смазки M_{\min} , г, необходимую для одного резьбового соединения, определяют по формуле:

$$M_{\min} = k \cdot D, \quad (\text{ДГ.1})$$

где k – коэффициент, определяющий количество смазки, необходимое для нанесения на единицу поверхности резьбы в пересчете на диаметр трубы, равный 0,25 г/мм;

D – наружный диаметр ниппельного элемента, округленный до целого значения, мм.

ДГ.4.2 Перед свинчиванием резьбовые поверхности ниппельного и муфтового (раструбного) элементов резьбового соединения очищают от загрязнений, резьбовую поверхность муфтового (раструбного) элемента дополнительно обезжиривают.

ДГ.4.3 На резьбовую поверхность муфтового (раструбного) элемента химическим способом наносят фосфатное покрытие толщиной от 8 до 15 мкм.

ДГ.4.4 На резьбовую поверхность ниппельного элемента наносят приблизительно 1/3 массы смазки, рассчитанной для одного резьбового соединения, а на резьбовую поверхность муфтового (раструбного) элемента – приблизительно 2/3 массы смазки. При этом резьбовая смазка должна быть равномерно распределена по всей поверхности элементов резьбового соединения, не должно быть пропусков и просветов.

ДГ.4.5 Свинчивание ниппельного и муфтового (раструбного) элементов проводят в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов в зависимости от группы прочности труб и типа резьбового соединения. Регистрируют значение момента свинчивания.

ДГ.4.6 Образец помещают в конвекционную печь и выдерживают при заданной температуре. Фактическую температуру и время выдержки согласовывают с заказчиком.

ДГ.4.7 После выдержки в печи образец охлаждают до комнатной температуры, затем развинчивают. Регистрируют значение момента развинчивания. Осматривают резьбовые поверхности ниппельного и муфтового (раструбного) элементов резьбового соединения.

ДГ.5 Оценка результатов испытаний

Резьбовая смазка обеспечивает стабильность трибологических свойств и термостойкость резьбовых соединений к адгезионному износу (стойкость к задирам при заданной температуре и сроке испытаний), если после развинчивания резьбового соединения на резьбовых поверхностях ниппельного и муфтового (раструбного) элементов отсутствуют повреждения, а момент развинчивания не превышает момента свинчивания более чем на 30 %.

Приложение ДД
(справочное)

**Сведения о наименовании межгосударственных стандартов, приведенных в
тексте настоящего стандарта**

ГОСТ 6613-86	Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия
ГОСТ 6793-74	Нефтепродукты. Метод определения температуры каплепадения
ГОСТ 9.509-89	Средства временной противокоррозионной защиты. Методы определения защитной способности
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
ГОСТ 5346-78	Смазки пластичные. Методы определения пенетрации пенетрометром с конусом
ГОСТ 9147-80	Посуда и оборудование лабораторные фарфоровые. Технические условия
ГОСТ 3900-85	Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности
ГОСТ 33-2016	Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости
ГОСТ 31446-2017	Трубы стальные обсадные и насосно-компрессорные для нефтяной и газовой промышленности. Общие технические условия
ГОСТ 33307-2015	Смазки пластичные. Отделение масла при повышенных температурах (метод конического сита)
ГОСТ OIML R 76-1-2011	Государственная система обеспечения единства измерений. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания
ГОСТ 8.417-2002	Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин
ГОСТ 32335—2013	Смазки пластичные. Определение коррозионного воздействия на медную пластинку

ГОСТ 9.054—2013	Единая система защиты от коррозии и старения. Консервационные масла, смазки и нефтяные тонкопленочные покрытия. Методы ускоренных испытаний защитной способности
-----------------	--

Приложение ДЕ (справочное)

Сведения о допустимых отклонениях параметров проведения испытаний резьбовых смазок

Т а б л и ц а Д Е . 1 – Допустимые отклонения параметров испытаний

№ сноски	Наименование параметра, единицы измерения	Значение параметра	Допустимое отклонение	Примечание
1)	Объем резьбовой смазки, см ³	30	±3	Приложение D, п. D.3
2)	Диаметр конуса, мм	38	±1	Приложение E, п. E.2.1
3)	Количество отверстий, шт.	200	±10	Приложение E, п. E.2.1
4)	Диаметр отверстия, мм	0,8	±0,1	Приложение E, п. E.2.1
5)	Высота лабораторного стакана, мм	41,0	±0,5	Приложение E, п. E.2.2
6)	Объем резьбовой смазки, см ³	11	±1	Приложение E, п. E.3
7)	Расстояние, мм	9,5	±0,5	Приложение E, п. E.3
8)	Объем емкости, см ³	450	±50	Приложение F, п. F.2.1
9)	Объем смазки, см ³	450	±50	Приложение F, п. F.3.1
10)	Объем смазки, см ³	450	±50	Приложение F, п. F.3.2
11)	Диаметр емкости, см ³	5,00	±0,50	Приложение G, п. G.4
12)	Диаметр отверстия, мм	6,0	±0,5	Приложение H, п. H.2.2
13)	Размер ячейки, мм	1,6	±0,1	Приложение H, п. H.2.6
14)	Длина цилиндра, мм	150	±1	Приложение H, п. H.2.7
15)	Наружный диаметр цилиндра, мм	75	±1	Приложение H, п. H.2.7
16)	Толщина стенки цилиндра, мм	6,0	±0,5	Приложение H, п. H.2.7
17)	Диаметр отверстия в цилиндре, мм	3,0	±0,5	Приложение H, п. H.2.7
18)	Внутренний диаметр шланга, мм	6,0	±0,5	Приложение H, п. H.2.9
19)	Масса резьбовой смазки, г	17	±1	Приложение H, п. H.3
20)	Расстояние, мм	13,0	±0,5	Приложение H, п. H.3
21)	Объем смазки, см ³	250	±20	Приложение I, п. I.4.3.3

Приложение ДЖ (справочное)

Оценка неопределенности измерений

ДЖ.1 Общие положения

Допустимые значения неопределенности измерений показателей физико-химических свойств (Таблица 1), полученные на основе статистических исследований, приведены в пунктах ДЖ.2 и ДЖ.3.

ДЖ.2 Повторяемость

Расхождение между двумя результатами испытаний, полученными одним и тем же исполнителем на одном и том же оборудовании по методикам настоящего стандарта на идентичном испытуемом материале не должно превышать значений, указанных в таблице ДЖ.1.

ДЖ.3 Воспроизводимость

Расхождение между двумя независимыми результатами испытаний, полученными разными исполнителями в разных лабораториях, на идентичном испытуемом материале по методикам настоящего стандарта, не должно превышать значений, указанных в таблице ДЖ.1.

Т а б л и ц а ДЖ.1– Допустимые значения неопределенности измерений

Наименование показателя, единица измерения	Метод испытания	Диапазон показателя	Повторяемость	Воспроизводимость
Испаряемость, объемная доля потерь, %, после выдержки в течение 24 ч при температуре 100°C	Приложение D	0,00 - 3,75	0,80	1,50
Выделение масла, объемная доля, %, после выдержки в течение 24 ч при температуре 100°C (никелевый конус)	Приложение E	0,0 - 10,0	2,0	3,0
Адгезия при температуре 66°C, массовая доля потерь, %	Приложение F	0 - 25	5	7
Выделение газа, см ³ , в течение 120 часов при температуре 66°C	Приложение G	0 - 20	6	8
Выщелачивание водой, массовая доля потерь, %, после выдержки в течение 2 ч при температуре 66°C	Приложение H	0,0 - 5,0	0,8	1,5
Стабильность смазки в промышленных условиях, объемная доля потерь, %, после выдержки в течение 24 ч при температуре 138°C	Приложение M	0,0 - 25,0	5,0	7,0

Библиография

- [1] ISO/TO 10400 Petroleum and natural gas industries; formulae and calculation for casing, tubing, drill pipe and line pipe properties (Нефтяная и газовая промышленность. Формулы и расчеты по определению характеристик обсадных, насосно-компрессорных, бурильных труб и труб для трубопроводов, применяемых в качестве обсадных или насосно-компрессорных труб)
- [2] ISO 10405 Petroleum and natural gas industries - Care and use of casing and tubing (Нефтяная и газовая промышленность. Обслуживание и эксплуатация обсадных и насосно-компрессорных труб)
- [3] ISO 10407-1* Petroleum and natural gas industries - Rotary drilling equipment - Part 1: Drill stem design and operating limits (Нефтяная и газовая промышленность — Роторное бурильное оборудование — Часть 1: Конструкция и эксплуатационные ограничения для бурильных колонн)
- [4] ISO 11007 Petroleum products and lubricants - Determination of rust-prevention characteristics of lubricating greases (Нефтепродукты и смазочные материалы. Определение противокоррозийных характеристик пластичных смазок)
- [5] ISO 11960 Petroleum and natural gas industries - Steel pipes for use as casing or tubing for wells (Нефтяная и газовая промышленность. Трубы стальные, используемые в качестве обсадных и насосно-компрессорных труб для скважин)
- [6] ISO 13679 Petroleum and natural gas industries. Procedures for testing casing and tubing connections (Нефтяная и газовая промышленность. Процедуры испытаний соединений обсадных и насосно-компрессорных труб)
- [7] ANSI/API TR 5C3 Bulletin on formulas and calculations for casing, tubing, drill pipe, and line pipe properties (Бюллетень — Формулы и расчеты характеристик обсадных, насосно-компрессорных, бурильных и трубопроводных труб)
- [8] API BUL 5A2 Bulletin on thread compounds for casing, tubing, and line pipe (Бюллетень — Резьбовые смазки для соединений обсадных, насосно-компрессорных, бурильных труб и труб для трубопроводов)
- [9] API RP 5A3 Recommended practice on thread compounds for casing, tubing, and line pipe (Бюллетень — Рекомендуемая практика использования резьбовых смазок для соединений обсадных, насосно-компрессорных, бурильных и трубопроводных труб)
- [10] API RP 5C1 Recommended practice for care and uses of casing and tubing (Рекомендуемая практика эксплуатации и обслуживания обсадных и насосно-компрессорных труб)
- [11] API RP 5C5 Recommended practice on procedures for testing casing and tubing connection (Рекомендуемая практика по процедурам испытаний соединения обсадных и насосно-компрессорных труб)
- [12] API/SPEC Specification for casing and tubing (Требования к обсадным и

5СТ	насосно-компрессорным трубам)
[13] API RP 7A1**	Testing of thread compound for rotary shouldered connections (Испытания резьбовых смазок для роторных упорных соединений)
[14] API RP 7G	Recommended practice for drill stem design and operating limits (Рекомендуемая практика и эксплуатационные ограничения для бурильных колонн)
[15] API 1997, API	Thread compound research, Full-scale performance tests of environmentally acceptable thread compounds (summary report) (Исследование резьбовых смазок. Испытания экологически допустимых резьбовых смазок на полноразмерных образцах (итоговый отчет))
[16] Проект API PRAC 88-51, 89-51, 91-51:1992	Investigation of pipe thread compounds (Исследование резьбовых смазок для соединений труб)
[17] ASME B1.1	Unified Inch Screw Threads, UN and Form (Унифицированные дюймовые резьбы, формы профилей UN и UNR)
[18] ASTM B 117	Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus (Стандартная практика применения оборудования для испытаний в соляном тумане)
[19] ASTM C 561	Standard Test Method for Ash in a Graphite Sample (Стандартный метод определения содержания золы в образце графита)
[20] ASTM D 128	Standard Test Method for Analysis of Lubricating Grease (Стандартные методы анализа консистентных смазок)
[21] ASTM D 283	Standard Test Method for Chemical Analysis of Cuprous Oxide and Copper Pigments (Стандартные методы химического анализа окиси меди и медных пигментов)
[22] ASTM D 445	Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (Calculation of Dynamic Viscosity) (Стандартный метод измерения кинематической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей (и расчета динамической вязкости))
[23] ASTM D 521	Standard Test Method for Chemical Analysis of Zinc Dust (Стандартные методы химического анализа цинковой пыли (порошка металлического цинка))
[24] ASTM D 566	Standard Test Method for Dropping Point of Lubricating Grease (Стандартный метод определения температуры каплепадения консистентных смазок)
[25] ASTM D 1301	Standard Test Method for Chemical Analysis of White Lead Pigments (Стандартные методы химического анализа свинцовых белил)
[26] ASTM D 1743	Standard Test Method for Determining Corrosion Preventive Properties of Lubricating Grease (Стандартный метод определения способности консистентных смазок к ингибированию коррозии)
[27] ASTM D 2196	Standard Test Method for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials by Rotational (Brookfield type) Viscometer (Стандартные методы определения реологических свойств неньютоновских

- материалов при помощи вращательного вискозиметра (вискозиметра Брукфильда))
- [28] ASTM D 2509 Standard Test Method for Measurement of Load-Carrying Capacity of Lubricating Grease (Timken Method) (Стандартный метод намерения способности к нагружаемости консистентных смазок (метод Тимкена))
- [29] ASTM D 2596 Standard Test Method for Measurement of Extreme-Pressure Properties of Lubricating Grease (Four-Ball Method) (Стандартный метод определения свойств консистентных смазок в условиях предельных давлений (испытания на четырехшариковой машине трения))
- [30] ASTM D 6184 Standard Test Method for Oil Separation from Lubricating Grease (Conical Sieve Method) (Стандартный метод измерения количества масла выделяемого из консистентных смазок (метод конического сита)
- [31] ASTM E 11 Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes (Стандартные требования к проволочным сеткам и ситам, используемым для испытаний)
- [32] ASTM E 478 Standard Test Method for Chemical Analysis of Copper Alloys (Стандартные методы химического анализа медных сплавов)
- [33] DIN 51802 Testing Lubricating Greases for their Corrosion-Inhibiting Properties by the SKF-Emcor Method (Испытания способности консистентных смазок к ингибированию коррозии методом SKF-Emcor)
- [34] NACE 134 Evaluation of the Corrosion Inhibition Property of Storage Compounds, Choi, H.J. and Jones, S.B. (Оценка способности консервационных смазок к ингибированию коррозии, Чои, Х. Дж. и Джонс, С. Б.)
- [35] NFX 41-002 Protection contre les agents physiques, chimiques et biologiques – Essai au brouillard salin (Protection against physical, chemical and biological – Salt spray test) (Защита от физических, химических и биологических факторов — Испытания в соляном тумане)
- [36] SPE 11396 A Test Program for the Evaluation of Oilfield Thread Protectors, Dale, B.A., Moyer, M.C. and Sampson, T.W., 1983 (Программа испытаний для оценки протекторов резьбы для нефтяных месторождений. Дэйл, Б.А. Мойер, М.С. и Сэмпсон, Т.У., 1983)
- [37] Federal Test Method Standard 791B-321.2, Oil separation test for grease (Федеральный стандарт методов испытаний 791 B-321.2. Испытания выделения масла из консистентных смазок)

* В разработке (пересмотр ISO 10407:1993).

** Отмененный. Включен в настоящий стандарт.

Ключевые слова: резьбовая смазка, обсадные трубы, насосно-компрессорные трубы, трубы для трубопроводов, элементы бурильных колонн, система резьбовая смазка— резьбовое соединение, физико-химические свойства, эксплуатационные свойства, лабораторные испытания, модельный образец, полноразмерный образец, маркировка

Руководитель организации-разработчика

Генеральный директор
должность

личная подпись

И.Ю. Пышминцев
инициалы, фамилия

Научный
руководитель
разработки

должность

личная подпись

Н.П. Самкова
инициалы, фамилия