МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 17078-2— 2014

Нефтяная и газовая промышленность

ОБОРУДОВАНИЕ БУРОВОЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ

Часть 2

УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕБИТА В ОПРАВКАХ ДЛЯ СЪЕМНОГО КЛАПАНА

Общие технические требования

(ISO 17078-2:2007/Cor.1:2009, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0–92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2–2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 523 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 сентября 2014 г. № 70-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 августа 2015 г. № 1146-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 17078-2—2014 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 февраля 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 17078-2:2007/Cor.1:2009 Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment — Part 2: Flow-control devices for side-pocket mandrels (Нефтяная и газовая промышленность. Буровое и эксплуатационное оборудование. Часть 2. Устройства для регулирования дебита в оправках для съемного клапана).

Международный стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации ISO/TC 67 «Материалы, оборудование и морские сооружения для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности», подкомитетом SC 4 «Буровое и добывающее оборудование».

Перевод с английского языка — (en).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и международных стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии.

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам приведены в дополнительном приложении ДА.

Степень соответствия — идентичная (IDT)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты» (по состоянию на 1 января текущего года), а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2015

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

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Обозначения и сокращения . . . 5
4.1 Сокращения . . . 5
4.2 Обозначения . . . 6
5 Функциональная спецификация . . . 7
5.1 Общие положения . . . 7
5.2 Функциональные спецификации . . . 7
5.3 Параметры скважины . . . 8
5.4 Эксплуатационные параметры . . . 8
5.5 Совместимость со скважинным оборудованием . . . 9
5.6 Классы условий эксплуатации . . . 9
5.7 Классы валидации проекта . . . 9
5.8 Классы функционального испытания изделия . . . 9
5.9 Классы контроля качества . . . 10
5.10 Дополнительные необходимые испытания . . . 10
6 Техническая спецификация . . . 10
6.1 Основные требования . . . 10
6.2 Технические характеристики . . . 11
6.3 Критерии проектирования . . . 12
6.4 Допустимые изменения конструкции . . . 14
6.5 Верификация проекта и требования к валидации . . . 14
6.6 Требования к функциональным испытаниям изделия . . . 15
7 Требования к поставщику/изготовителю . . . 15
7.1 Общие положения . . . 15
7.2 Документация и контроль данных . . . 15
7.3 Требования к идентификации изделия . . . 17
7.4 Требования к контролю качества . . . 17
7.5 Требования к оборудованию для термической обработки . . . 21
7.6 Требования к сварке . . . 21
7.7 Требования по неразрушающему контролю . . . 22
7.8 Подготовка к хранению и транспортированию . . . 22
7.9 Допустимые изменения после завершения производства . . . 22
7.10 Ремонт устройств для регулирования дебита . . . 22
Приложение A (обязательное) Валидация проекта и требования к функциональному испытанию изделия . . . 23
Приложение B (обязательное) Классы условий эксплуатации . . . 28
Приложение C (обязательное) Классы валидации проекта . . . 30
Приложение D (обязательное) Классы функционального испытания изделия . . . 31
Приложение E (обязательное) Требования испытаний на совместимость . . . 32
Приложение F (обязательное) Требования к испытанию вставки . . . 34
Приложение G (обязательное) Ходовое и зондовое испытания и определение величины нагрузки . . . 37

Приложение H (обязательное) Контроль динамического потока и вычисление коэффициента дебита 45
Приложение I (обязательное) Испытания возвратных устройств 63
Приложение J (обязательное) Испытание давления открытия и закрытия 68
Приложение K (обязательное) Ресурсные испытания срабатывания сильфона 73
Приложение L (обязательное) Требуемые испытания на эрозию 75
Приложение M (обязательное) Требования к испытаниям на длительное хранение (целостность сильфонов) устройств для регулирования дебита, заряженных азотом под давлением 77
Приложение N (обязательное) Проведение испытания на определение скорости утечки через канал/отверстие 79
Приложение O (справочное) Эксплуатационные испытания. Рекомендации к оборудованию для эксплуатационных испытаний устройства для регулирования дебита 82
Приложение P (справочное) Эксплуатационные испытания. Прогноз корреляций с применением упрощенной модели устройства для регулирования дебита 88
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам (международным документам) 94
Библиография 95

Введение

Настоящий стандарт разработан потребителями/заказчиками и поставщиками/изготовителями для оправок для съемного клапана, предназначенных для использования в нефтяной и газовой промышленности по всему миру. Настоящий стандарт предназначен для предоставления требований и информации всем лицам, связанным со спецификацией, отбором, изготовлением, испытанием и использованием устройств для регулирования дебита. Кроме того, настоящий стандарт обращает внимание поставщика/изготовителя на требования, устанавливающие минимальные параметры, которым должен соответствовать каждый поставщик/изготовитель для того, чтобы претендовать на соответствие настоящему стандарту.

Настоящий стандарт структурирован таким образом, чтобы предоставить различные уровни контроля качества, проверки подтверждения правильности проекта, проверки соблюдения требований проекта и функциональных испытаний продукции. Данные возможности позволяют потребителю/заказчику выбирать уровни, необходимые для специальных областей применения.

Классы условий эксплуатации. Четыре класса условий эксплуатации устройств для регулирования дебита предоставляют потребителю/заказчику выбор в отборе той продукции, которая бы соответствовала различным условиям эксплуатации.

Классы валидации проекта. Потребитель/заказчик должен определить один из трех классов валидации проекта устройств для регулирования дебита в части технических и функциональных требований. Это гарантирует соответствие оборудования требованиям, установленным настоящим стандартом, а также возможность потребителю/заказчику оценить данные требования применительно к установленным ими параметрам или условиям применения и определить дополнительные требования для поставщика/изготовителя.

Пользователи настоящего стандарта должны иметь в виду, что могут потребоваться дополнительные требования к установленным в настоящем стандарте для выполнения конкретных задач. Настоящий стандарт не имеет цели запретить поставщику/изготовителю предлагать, а потребителю/заказчику заказывать альтернативное оборудование или применять инженерные решения для конкретных прикладных задач. В частности, настоящая часть может применяться в инновационной или развивающейся технологии. В случае предложения альтернативного решения поставщик/изготовитель должен идентифицировать все отличия от настоящего стандарта и предоставляет детальную информацию.

Классы функционального испытания изделия. Три класса функционального испытания устройств для регулирования дебита предоставляют потребителю/заказчику выбор в определении испытания для подтверждения соответствия отдельного изделия, изготовленного согласно настоящему стандарту, требованиям проектных технический условий.

Классы контроля качества. Два класса контроля качества предоставляют потребителю/заказчику выбор требований к контролю качества для определения соответствия специальных параметров или условий применения. Потребитель/заказчик может указать дополнительно требования к повышению качества.

В дополнение к настоящему стандарту ISO 17078-1 устанавливает требования к оправкам для съемного клапана, используемым в нефтяной и газовой промышленности. ISO 17078-3 устанавливает требования для спускного инструмента, подъемного приспособления, выбросового инструмента и защелки оправок для съемного клапана, используемых в сочетании с устройствами для регулирования дебита в оправках для съемного клапана.

Поправка к ГОСТ ISO 17078-2—2014 Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование буровое и эксплуатационное. Часть 2. Устройства для регулирования дебита в оправках для съемного клапана. Общие технические требования

В каком месте	Напечатано	Должно быть
С. 1. Наименование	**Нефтяная и газовая промышленность ОБОРУДОВАНИЕ БУРОВОЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ Часть 2 УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕБИТА В ОПРАВКАХ ДЛЯ СЪЕМНОГО КЛАПАНА Нефтяная и газовая промышленность**	**Нефтяная и газовая промышленность ОБОРУДОВАНИЕ БУРОВОЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ Часть 2 УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕБИТА В ОПРАВКАХ ДЛЯ СЪЕМНОГО КЛАПАНА Общие технические требования**

(ИУС № 6 2016 г.)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Нефтяная и газовая промышленность

ОБОРУДОВАНИЕ БУРОВОЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ

Часть 2

УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕБИТА В ОПРАВКАХ ДЛЯ СЪЕМНОГО КЛАПАНА

Нефтяная и газовая промышленность

Petroleum and natural gas industries. Drilling and production equipment. Part 2.
Flow-control devices for side-pocket mandrels. General technical requirements

Дата введения — 2016—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к подземным устройствам для регулирования дебита в оправках для съемного клапана (далее — устройства для регулирования дебита), предназначенных для использования в нефтяной и газовой промышленности. Настоящий стандарт устанавливает требования к определению, выбору, проектированию, изготовлению, контролю качества, испытанию и подготовке к транспортировке устройств для регулирования дебита. В настоящем стандарте также приведена информация в части функциональных испытаний и процедур калибровки.

Настоящий стандарт не распространяется на порядок установки и извлечения устройств для регулирования дебита, а также на устройства для регулирования дебита, которые используются в центральных оправках.

Настоящий стандарт не устанавливает требования к оправкам для съемного клапана, оборудованию для спуска, поднятия, инструментов для установки газлифтных клапанов и защелок, которые могут рассматриваться или нет в других спецификациях ISO. Настоящий стандарт также устанавливает требования к ремонту устройств для регулирования дебита, бывших в эксплуатации.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа. Для недатированных ссылок применяются последние редакции (с учетом изменений и дополнений) указанных документов.

ISO 9000 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary (Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь)

ISO 15156 (все части) Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H2S-containing environments in oil and gas production (Промышленность нефтяная и газовая. Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при нефте- и газодобыче)

ISO 17078-1:2004 Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment — Part 1: Sidepocket mandrels (Нефтяная и газовая промышленность. Буровое и эксплуатационное оборудование. Часть 1. Оправки для съемного клапана)

Издание официальное

ANSI/NCSL Z540-1 Calibration Laboratories and Measuring and Test Equipment General Requirements (Основные требования к проверочным лабораториям, измерительному и испытательному оборудованию)[1)]

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX, Welding and Brazing Qualifications (Стандарт по котлам и сосудам высокого давления. Раздел IX. Квалификация сварки и пайки твердым припоем)[2)]

ASTM A370 Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products (Стандартные методы испытания и определения для механического испытания для стальной продукции)[3)]

ASTM D1415 Standard Test Method for Rubber Property — International Hardness (Стандартный метод испытания свойств каучука. Твердость в международных единицах)

ASTM D 2240 Standard Test Method for Rubber Property — Durometer Hardness (Стандартный метод испытания свойств каучука. Измерение твердости дюрометром)

BS 2M 54 Specification for temperature control in the heat treatment of metals (Спецификация для контроля температуры при термической обработке металлов)[4)]

MIL-STD-1916 DOD Preferred Methods for Acceptance of Product (DOD Предпочитаемые методы приемки продукции)[5)]

MIL-STD-413C Visual Inspection Guide for Elastomeric O-rings (Руководство по визуальному осмотру упругих уплотнительных колец)

SAE AMS-H-6875 Heat Treatment of Steel Raw Materials (Термическая обработка стальных металлов)[6)]

SAE AS568B Aerospace Size Standard for O-Rings (Стандартный размер уплотнительных колец)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ISO 9000, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **верификация проекта** (design verification): Процесс проверки результатов определенного проекта или работ по разработке для определения соответствия установленным требованиям.

3.2 **гидродинамическое испытание** (dynamic flow testing): Гидравлическое испытание эксплуатируемого устройства для регулирования дебита для определения гидродинамических характеристик в зависимости от изменений давления на входе или выходе.

3.3 **гидроприводной цилиндр для настройки газлифтных клапанов** (ager): Устройство, используемое для поддержания внешнего давления в устройстве для регулирования дебита в течение заданного периода времени и/или числа циклов.

3.4 **давление при испытаниях** (test pressure): Давление, основанное на соответствующих критериях, при которых испытывается оборудование.

Примечание — Каждому давлению при испытаниях соответствует заданная температура, определенная соответствующей процедурой испытаний.

3.5 **дата изготовления** (date of manufacture): Дата окончательной приемки изготовителем завершенной производством продукции.

Примечание — Дата «число — месяц — год» заполняется в формате ДД-ММ-ГГГГ.

3.6 **защелка** (latch): Механизм крепления устройства для регулирования дебита, которое устанавливается на оправке съемного клапана.

3.7 **изготовление** (manufacturing): Процессы и действия, которые выполняет поставщик/изготовитель с целью создания готовых деталей и сборок в соответствии с документацией, удовлетворяющие запросам потребителя/заказчика и соответствующие стандартам поставщика/изготовителя.

Примечание — Изготовление начинается в момент получения поставщиком/изготовителем заказа и завершается в момент сдачи деталей и сборок с документацией перевозчику.

---

1) NCSL International, 2995 Wilderness Place, Suite 104, Boulder, Colorado 80301-5404, USA.

2) American Society of Mechanical Engineers, Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990, USA.

3) ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA, 19428-2959.

4) British Standards Institute, Customer Services, 389 Chiswick High Road, London W4 4AL, UK.

5) US military/Department of Defense standard.

6) SAE International, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001, USA.

3.8 **канал для отвода газов** (gas passage undercut): Зазор между устройством для регулирования дебита и оправкой съемного клапана, через который происходит нагнетание.

3.9 **канатная техника** (wireline): Оборудование и подъемные устройства, которые применяются для установки и извлечения устройств для регулирования дебита в скважине с использованием сплошного троса непрерывной длины (каната) или многожильного кабеля, соответствующего намоточного оборудования на поверхности, веса и специализированного инструмента, присоединенного к концу каната.

3.10 **квалифицированное семейство проектов** (qualified design family): Семейство проектов, в котором валидация одного или нескольких представительных проектов или изделий позволяет рассматривать все семейство проектов как прошедших валидацию в соответствии с 6.4.

3.11 **класс условий эксплуатации скважины** (well environmental service grade): Классы условий эксплуатации скважины, для использования в которых предназначено устройство для регулирования дебита.

3.12 **контроль качества** (quality control): Процесс и/или метод, используемый изготовителем в целях обеспечения качества материалов и производственного процесса.

3.13 **концевое соединение** (end connection): Резьба на конце оправки для съемного клапана, которая используется для присоединения оправки к колонне.

3.14 **купол** (dome): Камера с внутренним давлением, регулирующим элементом которой может быть сильфон или поршень.

3.15 **максимальное давление в куполе** (dome charge maximum): Рекомендуемое поставщиком/изготовителем максимальное давление в куполе при рекомендуемой рабочей температуре.

3.16 **метод проектирования** (design method): Метод и процедура, используемые поставщиком/изготовителем для проектирования устройства для регулирования дебита.

3.17 **модель** (model): Оправка для съемного клапана устройства для регулирования дебита, которая содержит уникальные компоненты и имеет функциональные характеристики, которые отличаются от других изделий того же типа.

3.18 **направляющее устройство для регулирования дебита** (pilot flow-control device): Устройство для регулирования дебита с открытой секцией, которое активирует полное открытие проходного сечения, управляемое давлением нагнетаемого в скважину газа.

3.19 **насадочное устройство для регулирования дебита** (nozzle venturi flow-control device): Устройство для регулирования дебита, которое в открытом положении предназначено для поддержания необходимого дебита.

Примечание — Отверстие в форме насадки.

3.20 **номинальная температура** (rated temperature): Максимальная температура при номинальном давлении, в условиях которого спроектированное устройство для регулирования дебита должно нормально функционировать.

3.21 **номинальное давление** (rated pressure): Максимальное давление при номинальной температуре, в условиях которого устройство для регулирования дебита должно нормально функционировать.

3.22 **нормативная информация** (normative): Информация и процедуры, которые использует потребитель/заказчик или поставщик/изготовитель в соответствии с настоящим стандартом.

3.23 **оправка для съемного клапана** (side-pocket mandrel): Устройство, установленное на трубопроводе, которое подводит устройство для регулирования дебита или иное устройство к отверстию, расположенному параллельно сквозному отверстию трубопровода.

Примечание — Данное параллельное отверстие включает в себя уплотнительные поверхности и профили защелок.

3.24 **определение коэффициента пропускной способности** (flow coefficient testing): Испытание, которое проводится на модифицированном устройстве регулирования дебита для определения пропускной способности в зависимости от фиксированного положения шпинделя.

3.25 **отверстие устройства для регулирования дебита** (orifice flow-control device): Устройство для регулирования дебита, которое в открытом положении может обеспечить поток определенной скорости.

3.26 **партия** (job lot): Группа или ряд деталей, вторичных и других устройств, которые группируются или обрабатываются вместе в процессе производства.

3.27 **плавка** (heat): Материал, получающийся из конечного расплава.

Примечание — Для переплавленных сплавов плавка определяется как сырье, получающееся из одного переплавленного слитка.

3.28 **покрытие** (coating): Применение тонкой пленки из одного материала на поверхности другого материала для различных целей.

3.29 **полный срок эксплуатации** (full life cycle): Расчетный период времени, в течение которого изделие будет работать в соответствии со спецификациями изготовителя.

3.30 **поставщик/изготовитель** (supplier/manufacturer): Любое юридическое (организация, предприятие) или физическое лицо, которое занимается проектированием, изготовлением и/или продажей устройства для регулирования дебита.

3.31 **потребитель/заказчик** (user/purchaser): Любое юридическое (организация, предприятие) или физическое лицо, которое приобретает, устанавливает и использует устройства для регулирования дебита.

3.32 **предел текучести** (yield strength): Уровень напряжения, измеряемый при определенной испытательной температуре, после которого материал подвергается пластической деформации и не возвращается в исходное состояние.

Примечание — Предел текучести выражается в единицах силы на единицу площади.

3.33 **приемка** (acceptance): Согласие/признание того, что компонент(ы) устройства для регулирования дебита, а также соответствующие компоненты могут использоваться без ограничений.

3.34 **пробка устройства для регулирования дебита** (dummy flow-control device): Пустотелое устройство, которое устанавливается на оправках для съемного клапана для предотвращения потока или сообщения давления между обсадной трубой и колонной насосно-компрессорных труб.

3.35 **проверка правильности проекта** (design validation): Подтверждение выполнения требований проекта на основе испытаний, демонстрирующих соответствие продукции требованиям проекта.

3.36 **прослеживаемость** (traceability): Материал или детали, прошедшие один и тот же процесс или ряд процессов и имеющие прослеживаемую связь с одной партией материала.

3.37 **сбалансированно-управляемое давлением нагнетания** (balanced injection-pressure-operated): Устройство для регулирования дебита, управляемое давлением нагнетаемого в скважину газа, для которого давление открытия и закрытия одинаково.

3.38 **сварка** (welding): Технологический процесс соединения металла(ов) при нагреве и/или давлении, в результате которого получается непрерывность структуры соединяемого(ых) металла(ов).

Примечание — Термин «сварка» обозначает сварку, пайку твердым припоем и запайку.

3.39 **семейство проектное** (design family): Группа изделий, конфигурация, размеры, материалы, сфера применения которых сходны настолько, что для определения проектных параметров каждого из изделий семейства могут использоваться идентичные проектные методы.

3.40 **сертификат соответствия** (certificate of conformance): Документ, подтверждающий, что конкретное устройство для регулирования дебита соответствует требованиям настоящего стандарта и функциональным требованиям.

3.41 **справочная информация** (informative): Справочные данные, предназначенные для потребителя/заказчика или поставщика/изготовителя, не содержащие требований.

3.42 **срезное отверстие устройства для регулирования дебита** (shear orifice flow-control device): Устройство для регулирования дебита, которое изначально закрыто; при его открытии оно не может быть закрыто повторно.

Примечание — Устройство оборудовано возвратным клапаном.

3.43 **температура при испытаниях** (test temperature): Температура, определенная соответствующей процедурой испытаний, при которой проводятся испытания.

3.44 **техническая спецификация** (technical specifications): Требования к оборудованию, необходимые для соответствия функциональной спецификации.

3.45 **тип** (type): Оборудование устройства для регулирования дебита с уникальными характеристиками, которые отличают его от аналогичного оборудования.

3.46 **функциональное испытание** (functional test): Испытание для подтверждения необходимого функционирования оборудования.

3.47 **функциональность** (functionality): Набор возможностей (функций) рабочих характеристик с указанием свойств, параметров и ограничений в работе устройств для регулирования дебита.

3.48 **управляемый давлением нагнетания** (injection-pressure-operated): Устройство для регулирования расхода с нагнетаемым давлением газа.

3.49 **управляемый давлением нагнетания со штуцером** (injection-pressure-operated with choke): Устройство для регулирования дебита со штуцером, управляемое давлением нагнетаемого в скважину газа, которое установлено ниже отверстия.

3.50 **управляемый пластовым давлением** (production-pressure-operated): Устройство для регулирования расхода, управляемое давлением пластовой жидкости в скважине.

3.51 **управляемый пластовым давлением со штуцером** (production-pressure-operated with choke): Устройство для регулирования дебита со штуцером, управляемое давлением пластовой жидкости в скважине.

3.52 **условия эксплуатации** (operating environment): Ряд внешних условий, воздействию которых подвергается изделие в течение срока службы.

Примечание — Внешние условия могут включать в себя температуру, давление, состав и свойства жидкостей, состав и свойства газа, твердые вещества и т.п.

3.53 **устройство для регулирования дебита при глушении** (dump/kill flow-control device): Устройство для регулирования дебита, которое изначально закрыто; при его открытии оно не может быть закрыто повторно.

Примечание — Эти клапаны имеют очень большие каналы и не имеют обратных клапанов, обеспечивающих высокую скорость нагнетания при глушении скважины.

3.54 **устройство для регулирования дебита при перепадах давления** (differential flow-control device): Устройство для регулирования дебита, которое открывается и закрывается при перепадах давления газа, нагнетаемого в пласт и пластовыми давлениями.

3.55 **утечка** (perceptible leak): Любая зафиксированная утечка в ходе испытания.

4 Обозначения и сокращения

4.1 Сокращения

ANSI — Американский национальный институт стандартов;
AQL — допустимый уровень качества;
ASME — Американское общество инженеров-механиков;
ASTM — Американское общество по испытанию материалов;
AWS — Американское общество сварщиков;
ID — внутренний диаметр;
ISA — Американское общество приборостроителей;
MSCFD — миллион стандартных кубических футов в сутки;
MSCMD — миллион стандартных кубических метров в сутки;
NDE — неразрушающий контроль;
OD — внешний диаметр;
ГПС (GST) — геометрия перемещения ствола при полном открытии;
МЭХШ (LST) — максимально эффективное перемещение штанги при зондовом испытании;
ПИДН (CIPT) — постоянное испытательное давление нагнетания;
ПИПД (CPPT) — постоянное испытательное пластовое давление;
ПКОКС (PQR) — процедура квалификационной оценки качества сварки;
РП (RP) — рекомендуемая практика;
СКМС (SCMD) — стандартный кубический метр в сутки;
СПС (WPS) — спецификация процедуры сварки;
СУ (SC) — стандартные условия: 101 кПа (14,73 psi) и 15,5 °С (60 °F);
УДН (IPO) — управляемое давлением нагнетания;
УПД (PPO) — управляемое пластовым давлением;
УПС (WPQ) — уровень подготовки сварщика;
УРД (FCD) — устройство для регулирования дебита;
УУРР (ECV) — уравнительное устройство для регулирования дебита;
СКФС (SCFD) — стандартный кубический фут в сутки;
ХШУ (VST) — перемещение штанги устройства для регулирования дебита.

4.2 Обозначения

A_b — эффективная площадь сильфона, выраженная в квадратных сантиметрах (квадратных дюймах);

A_p — площадь, основанная на номинальном диаметре канала, выраженная в квадратных сантиметрах (квадратных дюймах);

A_s — площадь, основанная на диаметре контактов установленной штанги, выраженная в квадратных сантиметрах (квадратных дюймах);

B_{lr} — величина нагрузки на соединения сильфона, выраженная в килопаскалях на сантиметр (фунт на квадратный дюйм на дюйм);

C_v — коэффициент дебита;

dP — перепад давления, выраженный в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм);

d_{st} — расстояние перемещения штанги, выраженное в сантиметрах (дюймах);

d_{LST} — расстояние максимального эффективного перемещения штанги при зондовом испытании;

d_{VST} — расстояние перемещения штанги устройства для регулирования дебита;

F_x — коэффициент расширения, равный k/1,40;

H — фактор, определенный изготовителем для вычисления верхней точки процедуры испытаний для постоянного испытательного давление нагнетания;

k — отношение удельной теплоемкости применяемого для газлифта газа;

m_{bf} — угол наклона прямой линии наилучшего соответствия;

P_1 — входное избыточное давление испытательной секции, выраженное в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм);

P_2 — выходное избыточное давление испытательной секции, выраженное в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм);

P_{iod} — рабочее избыточное давление нагнетания на глубине установки устройства для регулирования дебита, выраженное в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм);

P_o — входное избыточное давление при постоянном давлении на выходе;

P_{pd} — рабочее избыточное давление нагнетания жидкости устройства для регулирования дебита в скважине, выраженное в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм);

P_{ox} — измеренное или рассчитанное давление для области (A_b минус A_s), которое требуется для начального потока через устройство для регулирования дебита с нулевым отрицательным манометрическим давлением и при исходной температуре, определенной поставщиком/изготовителем.

Примечание — Давление открытия устройства для регулирования дебита при исходной температуре, выраженное в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм);

P_{tro} — измеренное или расчетное манометрическое давление для области (A_b минус A_s), требуемое для начального потока через устройство для регулирования дебита с нулевым давлением на выходе при температуре 15,5 °С (60 °F);

Примечание — Давление открытия устройства для регулирования дебита при стандартной температуре, выраженное в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм);

P_{vc} — измеренное или расчетное манометрическое давление при равенстве давлений на входе и выходе, нулевом потоке газа и температуре 15,5 °С (60 °F).

Примечание — Давление открытия устройства для регулирования дебита при стандартной температуре, выраженное в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм);

P_{vcT} — при известной температуре.

Примечание — Давление открытия устройства для регулирования дебита при стандартной температуре, выражается в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм);

P_{vo} — давление открытия клапана;

P_{voT} — измеренное или расчетное манометрическое давление для области (A_b минус A_s), требуемое для начального потока через устройство для регулирования дебита с нулевым давлением на выходе при заданной температуре.

Примечание — Давление открытия устройства для регулирования дебита при стандартной температуре, выражается в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм);

P_{vst} — давление максимального перемещения ствола скважины;

q — измеренный при стандартных условиях дебит, выраженный в кубических метрах в час или кубических футах в час;

q_{gi} — измеренный в стандартных условиях дебит, выраженный в тысячах стандартных кубических метров в сутки или стандартных кубических футов в сутки;

R_{tef} — соотношение, которое выражает «эффект насосно-компрессорной трубы» устройства для регулирования дебита. Формула (1) или альтернативная формула (2).

$$R_{tef} = \frac{\left(\frac{A_s}{A_b}\right)}{\left(1-\frac{A_s}{A_b}\right)}, \quad (1)$$

$$R_{tef} = \frac{(P_{voT} - P_{vcT})}{P_{vcT}}; \quad (2)$$

R_a — неровность, выражается в микрометрах (микродюймах);

S_g — удельный вес газа (значение для воздуха равно 1,0);

t — время, выраженное в секундах;

T_1 — верхняя температура газа, выраженная в градусах Цельсия, Фаренгейта или Кельвина, Ранкина;

T_v — температура устройства для регулирования дебита в скважине, выраженная в градусах Цельсия, Фаренгейта или Кельвина, Ранкина;

R_p — коэффициент давления; измеренный перепад давления в испытательной секции, разделенный на абсолютное давление, выраженное как $dP/(P_1 + 100)$ кПа [$dP/(P_1 + 14{,}7)$ фунт на кв. дюйм];

$R_{p,crt}$ — критический коэффициент перепада давления; коэффициент перепада давления при котором скорость флюида превышает скорость звука.

Примечание — Критический поток образуется, когда Fk · Rp,crt равно или превышает коэффициент давления. Значение определяется, как указано в разделе 5;

F_y — коэффициент расширения;

Z_1 — входной коэффициент сжимаемости.

5 Функциональная спецификация

5.1 Общие положения

Функциональная спецификация должна позволять потребителю/заказчику устанавливать и определять функциональные требования для устройства(в) для регулирования дебита.

Потребитель/заказчик должен подготовить функциональную спецификацию для заказа изделий, которая должна соответствовать требованиям настоящего стандарта. В спецификации должны быть определены требования и условия эксплуатации и/или должно быть идентифицировано конкретное изделие, изготовленное поставщиком/изготовителем. Данные требования и условия эксплуатации должны быть указаны на чертежах в указанном масштабе, в паспорте изделия, на листах данных или в иной соответствующей документации.

5.2 Функциональные спецификации

Устройство для регулирования дебита является устройством, которое удерживается на тросе и закреплено на оправке для съемного клапана ствола скважины.

Устройство для регулирования дебита осуществляет контроль потока или коммуникационного газа и/или жидкости в продуктивной зоне скважины (например, поток газа в кольцевом пространстве НКТ или поток нагнетательной жидкости в обратном направлении и т. д.).

Потребитель/заказчик должен определить следующие функциональные характеристики:

a) функции устройства для регулирования дебита, включая конкретную функцию, при которой используется устройство для регулирования, например: поднятие газа, закачка химикатов, затопление и т. д.;

b) функции, которые потребитель/заказчик должен указать для выбора конкретного устройства для регулирования дебита или функциональные элементы, такие как:

- тип устройства для регулирования дебита: УДН, УПД, материалы установки, эластомеры, тип упаковки, диапазон TRO/PVC и специальное покрытие;
- номинальный размер устройства для регулирования дебита, например 2,54 см (1 дюйм), 3,81 см (1,5 дюйма) и т. д.;
- размер канала;
- тип канала: без скоса кромок, со скосом кромок, трапециевидный, Вентури, переходный;
- максимальное давление в пневмобаллонах;
- защита пневмобаллона;
- максимальная величина нагрузки;
- минимальное передвижение штока устройства для регулирования дебита;
- минимальный/максимальный дебит жидкости при полном открытии;
- обратное устройство для регулирования дебита;
- размер и тип штуцера, если применимо;

c) защелка: размер и/или тип и/или модель(и), которые могут быть использованы для установки и спуска устройства для регулирования дебита в оправке для съемного клапана;

d) отверстие уплотнения: номинальный размер или конфигурация для размещения устройства для регулирования дебита, другого устройства или модели оправки для съемного клапана, в которую должно быть установлено оборудование для управления дебитом или другое оборудование;

e) коммуникационные соединительные каналы: расположение и конфигурация впускных и выпускных каналов на устройстве для регулирования дебита и/или модель устройства для регулирования дебита для установки;

f) каналы трубопровода: присоединительный размер и конфигурация внешних каналов оправки для съемного клапана и выпускных отверстий на боковой стороне колонны для контролирования или нагнетания в трубопровод при подключении. Это является подтверждением, что специальная коммуникация устройства для регулирования дебита и внутренние размеры канала являются совместимыми.

5.3 Параметры скважины

5.3.1 Параметры флюидов скважины

Параметры флюидов скважины, воздействию которых будет подвержено устройство для регулирования дебита в течение всего срока его эксплуатации, должны быть указаны следующим образом:

a) состав флюида, химический состав, удельный вес и т. д.,
- добываемые флюиды (жидкость, углеводородный газ, CO_2, H_2S и т. д.),
- закачиваемый газ (например, углеводородного газа, CO_2, и т. д.),
- закачиваемые флюиды (например, вода, пар, CO_2, химикаты и т. д.),
- раствор для закачивания скважины,
- обработка/жидкость для воздействия на пласт/химикаты;

b) описание экстрактивных веществ (например, парафин, песок, окалин, продукты коррозии и т. д.).

5.3.2 Допустимые операции в скважине

В зависимости от применения должны быть установлены следующие эксплуатационные характеристики:

a) кислотная обработка, включая состав кислоты, давление, температуру и скорость кислотной обработки, а также выдержку и любые другие используемые химикаты во время воздействия;

b) гидроразрыв, включая описание расклинивающего наполнителя, скорость жидкости гидроразрыва, скорость флюида;

c) крепление призабойной зоны в песчаниках.

5.3.3 Информация о коррозии

Если потребитель/заказчик располагает данными о коррозионных свойствах при добыче в определенной среде, основанных на данных за прошлый период или на исследовании, ему следует передать эти сведения поставщику/изготовителю. Либо потребитель/заказчик может известить поставщика/изготовителя о материалах, устойчивых при определенных условиях коррозии.

5.4 Эксплуатационные параметры

Потребитель/заказчик должен указать соответствующие параметры установки, испытаний и эксплуатации, которые применимы к устройствам для регулирования дебита. Данные параметры должны включать, но не ограничиваться следующим:

a) расчетное гидростатическое давление устройства для регулирования дебита;
b) расчетное минимальное и максимальное рабочее давление нагнетания;
c) расчетное минимальное и максимальное рабочее пластовое давление;
d) расчетная минимальная и максимальная рабочая температура;
e) расчетная минимальная и максимальная скорость нагнетания газа или жидкости;
f) расчетный минимальный и максимальный отбор пластового флюида;
g) расчетный максимальный перепад давления;
h) расчетный максимальный перепад давления изнутри от внешней к внутренней части устройства для регулирования дебита;
i) расчетное давление/перепад давлений, при котором закрываются или открываются срезные отверстия;
j) предполагаемые процедуры установки и испытания;
k) предполагаемое размещение устройства для регулирования дебита и методы его извлечения.

Существуют условия эксплуатации (в виде исключения), при которых применяются устройства для регулирования дебита, на которые настоящий стандарт не распространяется. В этом случае потребитель/заказчик и поставщик/изготовитель должны совместными усилиями определить приемлемые изделия, которые будут удовлетворять этим условиям и требованиям настоящего стандарта.

5.5 Совместимость со скважинным оборудованием

Потребитель/заказчик, если допустимо, должен указать конструкцию соединений и требуемые материалы, необходимые требования и внешние/внутренние размерные ограничения для соответствия изделия его применению.

Примерно лист должен включать:

a) размер, тип, материал, конфигурацию и стыковочные размеры соединений между изделием и другим оборудованием скважины;
b) внутренний/внешний профиль/крепление механизма(ов), диаметры уплотнений и места их расположений.

Детали требуемых размеров гладких отверстий оправки для съемного клапана приведены в таблице 1 настоящего стандарта. Устройства для регулирования дебита должны быть выбраны в соответствии с размерами, приведенными в настоящем стандарте. Необходимо заключить письменное соглашение между потребителем/заказчиком и поставщиком/изготовителем в случае, когда для оправки для съемного клапана требуются другие размеры гладкого отверстия по сравнению с указанными в таблице.

5.6 Классы условий эксплуатации

Потребитель/заказчик должен указать один из следующих классов в соответствии с условиями эксплуатации. Если класс не указан, следует применить класс E4. В настоящем стандарте установлены четыре класса условий эксплуатации, предусмотренные в 6.3, в соответствии с приложением B.

- E4 — стандартная эксплуатация;
- E3 — H_2S или кислостойкое исполнение;
- E2 — среда CO_2;
- E1 — среда «особая», при которой потребитель/заказчик должен указать характеристики эксплуатации.

5.7 Классы валидации проекта

Потребитель/заказчик должен определить один из следующих классов валидации проекта. Если класс валидации не указан, следует применить класс V3. В настоящем стандарте установлены три класса валидации, предусмотренные в 6.5, в соответствии с приложением C.

- V3 — базовый уровень валидации проекта;
- V2 — промежуточный уровень валидации проекта;
- V1 — высший уровень валидации проекта.

5.8 Классы функционального испытания изделия

Потребитель/заказчик должен определить один из следующих классов проверки функциональности изделия. Если класс функционального испытания изделия не указан, следует применить класс F3.

В настоящем стандарте установлены три класса функционального испытания изделия, предусмотренные в 6.6, в соответствии с приложением D.

- F3 — базовой уровень проверки функциональности изделия;
- F2 — промежуточный уровень проверки функциональности изделия;
- F1 — высший уровень проверки функциональности изделия.

5.9 Классы контроля качества

Потребитель/заказчик должен определить один из следующих классов контроля качества. Если уровень контроля качества не указан, следует применить класс Q2. В настоящем стандарте установлены два класса контроля качества, предусмотренные в 7.4.

- Q2 — базовый уровень контроля качества;
- Q1 — высший уровень контроля качества.

5.10 Дополнительные необходимые испытания

Потребитель/заказчик может при необходимости оговорить дополнительную верификацию проекта, валидационные испытания проекта и/или функциональное испытание, которые необходимы для конкретного применения. Такие требования являются дополнением перечисленным выше.

6 Техническая спецификация

6.1 Основные требования

6.1.1 Цель

Данная техническая спецификация является руководством поставщика/изготовителя для определения технических требований, которым должно соответствовать устройство для регулирования дебита, разработанное и изготовленное для соответствия функциональным характеристикам потребителя/заказчика.

Поставщик/изготовитель должен предоставить потребителю/заказчику техническую характеристику, соответствующую требованиям, указанным в функциональной спецификации, как установлено в разделе 5. Поставщик/изготовитель также должен предоставить потребителю/заказчику паспорт изделия в соответствии с 7.2.

6.1.2 Группы устройств для регулирования дебита

Существует множество возможных типов и конструкций устройств для регулирования дебита. В целях упрощения валидационного испытания проекта на соответствие требованиям методик испытаний устройства для регулирования дебита и функционального испытания различные типы устройств для регулирования дебита должны быть идентифицированы в соответствии с группами, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 — Описание устройства для регулирования дебита

Группа устройства для регулирования дебита	Типы устройства для регулирования дебита	Описание устройства для регулирования дебита
I	УДН	Устройство для регулирования дебита, управляемое давлением нагнетания
	Сбалансированный УДН	Устройство для регулирования дебита с нулевым «перепадом», т. е. с равными значениями давления раскрытия и закрытия, управляемое давлением нагнетания
	УДН со штуцером	Устройство для регулирования дебита со штуцером, установленное ниже канала, управляемое давлением нагнетания
II	УПД	Устройство для регулирования дебита, управляемое пластовым давлением
	УПД со штуцером	Устройство для регулирования дебита со штуцером, установленное выше канала, управляемое пластовым давлением

Окончание таблицы 1

Группа устройства для регулирования дебита	Типы устройства для регулирования дебита	Описание устройства для регулирования дебита
III	Направляющее устройство	Устройство для регулирования дебита с направляющим устройством и секцией полного открытия, управляемое давлением нагнетания
	Дифференциал	Устройство для регулирования дебита, которое открывается и закрывается в зависимости от разницы между давлениями нагнетания и выхода
IV	Устье трубы	Устройство для регулирования дебита, которое не может быть закрыто
	Насадка	Устройство для регулирования дебита, которое не может быть закрыто и имеющее канал с насадкой Вентури
	Срезное отверстие	Устройство для регулирования дебита, которое изначально закрыто; когда оно открыто, оно не может быть закрыто повторно
	Глушение	Устройство для регулирования дебита, которое изначально закрыто; при его открытии оно не может быть закрыто повторно. Эти клапаны имеют очень большие каналы и не имеют обратных клапанов, обеспечивающих высокую скорость нагнетания при глушении скважины
V	Пробка	Пустотелое устройство, которое устанавливается на оправках для съемного клапана для предотвращения потока или обеспечения гидравлической связи межтрубного пространства и системы труб
VI	Закачка химических реагентов	Устройство для регулирования дебита, используемое для закачки химических реагентов со специальной линией нагнетания в трубопровод, управляемое давлением нагнетания
	Закачка химических реагентов пружинного типа	Устройство для регулирования дебита пружинного типа, используемое для закачки химических реагентов со специальной линией нагнетания в трубопровод
VII	Управляемый с поверхности — гидравлический	Устройство для регулирования дебита, которое открывается и закрывается, используя гидравлическое давление с поверхности
	Управляемый с поверхности — электрический	Устройство для регулирования дебита, которое открывается и закрывается, используя электрический сигнал с поверхности
	«Smart»	Устройство для регулирования дебита, которое содержит бортовые логические схемы. Может использоваться для регулирования градуса открытия/закрытия
VIII	Нагнетание жидкости	Устройство для регулирования дебита, используемое для управления скорости нагнетания жидкости с рассчитанным диапазоном
IX	Другое	Устройства, которые не предназначены для управления дебитом, но могут быть установлены в оправки для съемных клапанов. Например: приборы для измерения давления, температуры, мониторинга коррозии, измерения дебита, подключенные к другим устройствам и обеспечивающие логический контроль

6.2 Технические характеристики

6.2.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен спроектировать и изготовить устройство для регулирования дебита, которое удовлетворяет функциональным критериям 6.2.2–6.2.6.

6.2.2 Установка устройства для регулирования дебита

Устройство для регулирования дебита устанавливается в указанном месте и остается в таком положении, если не определено иначе.

6.2.3 Функциональные требования

При расположении в оправке для съемного клапана устройство для регулирования дебита должно соответствовать требованиям специальной технической спецификации.

6.2.4 Требования к проведению инструмента

Устройство для регулирования дебита на оправке съемного клапана, где это применимо, должно функционировать в соответствии с функциональными спецификациями и не должно ставить под угрозу работы в скважине.

6.2.5 Требования к коррозийной и химической стойкости

Если поставщик/изготовитель определил, что еще один материал, который при применении может в равной степени или лучше отвечать требованиям потребителя/заказчика к коррозийной и химической стойкости (см. 5.3.3), потребитель/заказчик должен быть уведомлен, что характеристики выбранного материала отвечают всем параметрам, заданным для данной скважины, и параметрам откачки/закачки (см. 5.4). Такое условие применяется к металлическим и неметаллическим деталям. Необходимо заключить соглашение при изменении материалов, выбранных потребителем/заказчиком.

6.2.6 Эксплуатационные параметры

Устройство для регулирования дебита должно работать в соответствии с эксплуатационными параметрами и характеристиками, указанными в функциональной спецификации.

6.3 Критерии проектирования

6.3.1 Общие положения

При проектировании устройства для регулирования дебита поставщик/изготовитель должен пользоваться критериями, предъявляемыми к проекту, приведенными в 6.3.2–6.3.11.

6.3.2 Классификация материалов в зависимости от класса условий эксплуатации

Поставщик/изготовитель должен учитывать требования в зависимости от условий эксплуатации, установленных потребителем/заказчиком. Необходимые требования к конструкции должны сочетаться с каждым классом условий эксплуатации, приведенных в приложении В.

6.3.3 Эксплуатационные показатели

Поставщик/изготовитель должен установить значения давления, температуры и другие рабочие параметры устройства для регулирования дебита.

6.3.4 Размеры гладких отверстий

Номинальные значения размеров гладких отверстий оправки для съемного клапана приведены в таблице 1. Устройство для регулирования дебита должно быть спроектировано и совместимо с размерами в соответствии с настоящим стандартом. Однако могут быть случаи, когда при проектировании устройств для регулирования дебита требуются другие размеры гладких отверстий по сравнению с указанными в таблице. В этих случаях необходимо дополнительно заключить письменное соглашение между потребителем/заказчиком и поставщиком/изготовителем.

6.3.5 Взаимозаменяемость

Компоненты и узлы каждого типа, модели и размеры устройства для регулирования дебита должны быть спроектированы, изготовлены и идентифицированы с учетом обеспечения взаимозаменяемости в рамках проектного семейства изготовителя. Штанги и упоры должны быть неразъемными, чтобы соответствовать форме рассматриваемых компонентов в рамках настоящего пункта.

6.3.6 Совместимость

Поставщик/изготовитель должен предоставить документацию о скважинных оправках для съемного клапана и защелках, которые совместимы с устройством для регулирования дебита. Уровень документации должен зависеть от класса валидации проекта и/или класса функционального испытания, выбранных потребителем/заказчиком.

6.3.7 Размеры

Допустимые отклонения размеров компонентов и узлов должны быть такими, чтобы суммарные допускаемые отклонения не помешали надлежащей эксплуатации в соответствии с требованиями по проверке испытуемого образца.

6.3.8 Уплотнения, уплотнительные кольца и сальниковые уплотнения

6.3.8.1 Допустимые эластомерные материалы

Поставщик/изготовитель должен предложить эластомерные материалы, которые соответствуют классу условий эксплуатации, указанному потребителем/ заказчиком. В случае необходимости, следует

рассмотреть взаимодействие эластомерных материалов с ароматическими соединениями, и долей углеводорода с молекулярной массой не более 120. Поставщик/изготовитель должен задокументировать процедуру, используемую для выбора совместимых эластомерных материалов.

6.3.8.2 Размеры уплотнений гладкого отверстия

Диаметры уплотнений всех устройств для регулирования дебита должны быть спроектированы, учитывая размеры гладкого отверстия, приведенные в настоящем стандарте, или по специальному соглашению между потребителем/заказчиком и поставщиком/изготовителем.

6.3.8.3 Испытание утверждения проекта

Испытания уплотнений, уплотнительных колец и сальниковых уплотнений должны соответствовать требованиям к валидационным испытаниям в соответствии с 7.4.8.2.

6.3.9 Общепринятые нормы проектирования

Примеры общепринятых норм проектирования:

- определить входное отверстие для прохода газа в устройстве для регулирования дебита в канале для отвода газов в оправке для съемного клапана;
- предусмотреть округлые или скошенные внешние поверхности во избежание проблем при спуске и извлечении устройств для регулирования дебита в скважину и из нее;
- предусмотреть конструкцию, предотвращающую возможные проблемы с размещением устройства для регулирования дебита при проведении других устройств через оправку съемного клапана.

6.3.10 Способы проектирования

Устройства для регулирования дебита должны быть спроектированы, используя все или некоторые из приведенных методов:

- анализа прочности используемых материалов методом конечных элементов;
- расчета гидродинамики для определения характеристик потока;
- запатентованных уравнений;
- стандартных уравнений;
- экспериментального анализа напряжений;
- экспериментального анализа потока;
- анализа результатов контрольных испытаний.

Настоящий стандарт не определяет особые методы, уравнения или процедуры для целей проектирования. Используемые методы проектирования должны быть документально оформлены процедурами поставщика/изготовителя.

Все компоненты под давлением должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдержать давление при испытании поставщиком/изготовителем и соответствовать требованиям, определенным в функциональной спецификации. Допущения, расчеты и/или прочие критерии проектирования должны быть указаны в проектном документе соответствующей продукции.

Все характеристики потока, относящиеся к проекту, которые рассчитываются при помощи расчета гидродинамики, должны быть оценены посредством испытаний, использования соответствующих уравнений, анализа потока, моделирования или иными способами в соответствии с настоящим стандартом и действующими нормативными документами в отношении валидации потоков.

6.3.11 Масштабирование проекта

6.3.11.1 Квалифицированные проектные семейства

Для проектирования возможно масштабирование только между максимальными и минимальными размерами конкретных портов устройства для регулирования дебита.

Изделия могут быть сгруппированы в проектные семейства, если они имеют взаимозаменяемые детали и если их конфигурация, размеры и применение являются достаточно схожими с учетом единой методологии установления проектных семейств.

По требованию потребителя/заказчика поставщик/изготовитель должен предоставить следующую документацию к изделиям, которые были проверены проектной организацией:

- свод всех записей по проверенным проектам и/или продукции проектного семейства;
- анализ трендов или диаграммы разброса, демонстрирующие, что эффективность методов проектирования и анализа достаточна для их использования для проверки других проектов;
- ограничения по проектным параметрам в рамках утвержденного проектного семейства. Они определяются таким образом, что за рамками ограничений исходные проекты не считаются утвержденными организацией и, следовательно, не являются частью утвержденного проектного семейства.

6.3.11.2 Новые варианты конструкции

Новые проекты могут быть добавлены к уже существующим проектным семействам, если их конфигурации, материалы и применение задокументированы и утверждены поставщиком/изготовителем

в рамках единой методологии для создания авторского исполнения для изделий этого проектного семейства. Эти проекты должны рассматриваться как изменения в области применения существующего проектного семейства. Если конструкция проектного семейства является квалифицированной, новые проекты могут быть рассмотрены ассоциацией как квалифицированные.

6.4 Допустимые изменения конструкции

6.4.1 Общие положения

При определенных обстоятельствах могут допускаться изменения конструкции. Любые изменения конструкции устройства для регулирования дебита должны производиться в соответствии с процедурами, перечисленными в 6.4.2 и 6.4.3.

6.4.2 Изменения конструкции

Изменения в проекте существующего изделия внутри одного проектного семейства, которое отвечает нижеприведенным требованиям, не должны изменять статус изделия как представителя семейства и его проверочный статус.

- Изменения в проекте не требуют изменения в общей методологии для установления проектных показателей внутри проектного семейства.
- Эксплуатационные параметры изделия, которые подвергаются проектным изменениям, должны соответствовать эксплуатационным параметрам проектного семейства.
- Изменения размера места посадки не учитывают изменения конструкции устройства для регулирования дебита, если меняется расчетный ход штока и позиция мембраны не менее чем на 5 % от начальной позиции для механического упора.

Проект, который подвергается существенным изменениям, становится новым проектом и требует утверждения. Обоснование для определенного изменения конструкции должно быть документально оформлено.

Новая функция для устройств для регулирования дебита с уникальными или несколькими функциями, которые не представляют собой существенных изменений в конструкции и конфигурации изделия, должна испытываться в соответствии с задокументированными требованиями поставщика/изготовителя, необходимыми для утверждения проекта. Критерии приемлемости и результаты должны быть документально оформлены.

6.4.3 Дополнительные условия проверки пригодности

Устройства для регулирования дебита с уникальными или несколькими дополнительными функциями, которые не представляют собой существенных изменений в проекте, должны испытываться в соответствии с документированными требованиями поставщика/изготовителя по проектной оценке этой функции. Критерии приемки и результаты оценки должны быть задокументированы.

6.5 Верификация проекта и требования к валидации

6.5.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен использовать процедуры верификации проекта и процедуры валидации для того, чтобы каждое проектное семейство устройства для регулирования дебита соответствовало функциональным требованиям.

6.5.2 Верификация проекта

Верификация проекта должна осуществляться в соответствии с утвержденными процедурами поставщика/изготовителя для каждого проектного семейства устройства для регулирования дебита. Верификация проекта должна включать такие действия, как: проектная экспертиза, проектные расчеты, физические испытания, сопоставление с аналогичными проектами и данными об определенных условиях эксплуатации.

6.5.3 Валидация проекта

6.5.3.1 Испытание

Валидационные испытания проекта должны проводиться для каждого проектного семейства для подтверждения того, что устройство для регулирования дебита удовлетворяет техническим характеристикам поставщика/изготовителя. Технические требования для валидационных испытаний приведены в обязательных приложениях А–М.

6.5.3.2 Таблица классов валидации проекта

В таблице А.2 классов валидации проекта указаны процессы валидации проекта(ов), процедур(ы) и испытания(й), которые должны соблюдаться для каждого класса валидации проекта.

6.5.4 Дополнительное испытание при валидации проекта

Некоторые виды эксплуатации могут требовать дополнительного испытания по валидации проекта. Данные требования должны быть определены потребителем/заказчиком в функциональной характеристике.

6.6 Требования к функциональным испытаниям изделия

6.6.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен использовать испытание(я) и/или процесс(ы) для подтверждения того, что каждое изготовленное устройство для регулирования дебита соответствует спецификации проекта.

6.6.2 Таблица классов функционального испытания изделия

В таблице А.2 классов функционального испытания изделия указаны процессы и процедуры, которые должны быть проведены для каждого класса функционального испытания изделия.

6.6.3 Дополнительное функциональное испытание продукции

Некоторые виды эксплуатации могут требовать дополнительного функционального испытания изделия. Это должно быть указано потребителем/заказчиком в функциональной спецификации.

7 Требования к поставщику/изготовителю

7.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен соблюдать требования при проектировании, производстве, испытании и поставке устройств для регулирования дебита, которые попадают под действие настоящего стандарта.

Раздел 7 содержит подробное описание требований для подтверждения того, что каждое изготовленное изделие соответствует требованиям функциональной спецификации, указанной в разделе 5, и технической спецификации, указанной в разделе 6. Необходимо принять во внимание как минимум положения 7.2–7.9.

7.2 Документация и контроль данных

7.2.1 Общие требования

Поставщик/изготовитель должен разработать и поддерживать задокументированные процедуры управления всеми документами и данными, которые относятся к требованиям, включая требования обязательных приложений настоящего стандарта. Документы и данные должны вестись и храниться для подтверждения соответствия установленным требованиям. Они должны храниться в помещениях, которые обеспечивают подходящие условия для предотвращения повреждения или ухудшения состояния и утраты. Документы и данные могут храниться в любой форме на любом носителе, как на бумажных, так и на электронных. Все документы и данные должны быть доступны для просмотра и проверки потребителем/заказчиком.

7.2.2 Требования к документации

Поставщик/изготовитель должен иметь необходимую документацию по валидации проекта, процедурам и протоколы испытаний. Документ должен содержать результаты испытаний и/или расчеты по валидации проекта. Проектная документация может быть пересмотрена и проверена квалифицированным лицом, отличным от создателя проекта.

7.2.3 Требования к документации по конкретному испытанию изделия по валидации проекта

Существует три типа требований к документации по испытаниям изделия по валидации проекта, классов V3, V2 и V1. Они приведены в таблице А.2 и в требованиях приложений, ссылающихся на таблицу А.2. В некоторых случаях требований 7.2 достаточно. В других случаях требуется специальная документация, что должно указываться соответствующим образом в приложениях.

7.2.4 Устройства, прошедшие испытания до даты публикации настоящего стандарта

Требования к документации могут быть соблюдены для устройств для регулирования дебита, которые были изготовлены до публикации настоящего стандарта, если поставщик/изготовитель может документально подтвердить успешное выполнение необходимых испытаний данных устройств для подтверждения эквивалентных требований валидационных испытаний, одобренных квалифицированным персоналом. Если процедуры отличаются от установленных в настоящем стандарте, поставщик/изготовитель должен представить письменные доказательства о процедуре (процедурах) испытания, чтобы гарантировать, что они соответствуют или превосходят эти требования.

7.2.5 Проектная документация

Результаты испытания по валидации проекта должны быть четко идентифицированы как классы V3, V2 или V1.

Результаты функционального испытания изделия должны быть четко идентифицированы как классы F3, F2 или F1.

Все проектные документы, данные, результаты проверки испытаний образцов и результаты первоначальных функциональных испытаний продукции должны храниться в течение пяти лет с даты изготовления:

a) функциональные и технические спецификации;

b) руководство по качеству поставщика/изготовителя;

c) необходимый класс документации по QC (контроль качества), как указано в 5.8;

d) один полный комплект чертежей, письменных спецификаций и проектных расчетов и стандартов;

e) руководства по эксплуатации для безопасной установки и использования устройства для регулирования дебита. В этом документе указываются операции, которые разрешены и не исключают те операции, которые могут привести к аварии и/или несоблюдению функциональных и эксплуатационных требований;

f) тип материала, предел текучести и идентификация соединений для концевых соединений, которые идут в комплекте с устройством для регулирования дебита (если применимо);

g) спецификация процедуры сварки (СПС);

h) процедура квалификационной оценки качества сварки (ПКОКС);

i) уровень подготовки сварщика (УПС).

7.2.6 Документация по функциональным испытаниям изделия

7.2.6.1 Документы по испытаниям

Поставщик/изготовитель должен иметь полный комплект документов по испытаниям, содержащий все требуемые процедуры по функциональным испытаниям поставщика/изготовителя и протоколы функциональных испытаний с утвержденной приемкой каждого из них. Комплект документов также должен содержать результаты испытаний и (или) расчеты, которые подтверждают функциональность изделия, прошедшего испытания.

7.2.6.2 Требования к документам для специальных функциональных испытаний изделия

Существует три типа требований к документации по функциональным испытаниям продукции, один для каждого класса функциональных испытаний: F3, F2 и F1. Они определены в таблице А.2 и в технических требованиях приложений, ссылающихся на таблицу А.2.

7.2.7 Документация потребителя/заказчика

Каждый заказ должен поставляться потребителю/заказчику с паспортом на каждого изделие, как определяется классом качества.

Примечание — Целью этого является предоставление отдельного технического паспорта для каждого уникального изделия или изделий, которые являются частью особого проектного семейства.

Технический паспорт должен содержать следующую минимальную информацию:

a) наименование и адрес поставщика/изготовителя;

b) заводской номер поставщика/изготовителя;

c) наименование изделия поставщика/изготовителя;

d) тип изделия;

e) эксплуатационные параметры согласно 5.4;

f) металлические материалы;

g) неметаллические материалы;

h) общая длина;

i) диапазон температур для номинального давления;

j) номинальное давление;

k) верхних(ие) фитинг (фитинги);

l) способ спуска;

m) максимальный OD, включая оборудование для спуска, если применимо;

n) способ подъема;

o) класс контроля качества;

p) класс валидации проекта;

q) класс функционального испытания изделия;

r) регистрационный номер технического руководства/руководства по эксплуатации.

7.2.8 Техническое руководство/руководство по эксплуатации

Для продукции, поставляемой в соответствии с настоящим стандартом, должно поставляться техническое руководство/руководство по эксплуатации, которое должно содержать как минимум следующую информацию:

a) номер и редакция руководства;

b) технический паспорт изделия;

Примечание — Пример технического паспорта приведен в ISO 17078-4.

c) порядок эксплуатации;

d) процедуры проверки перед установкой оборудования;

e) рекомендации по хранению;

f) основные чертежи (чертежи с технической информацией) с указанием основных размеров (OD, ID и длины);

g) специальные предупреждения и инструкции по работе;

h) список всех устройств, совместимых с устройством для регулирования дебита.

7.3 Требования к идентификации изделия

7.3.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен четко определить и отметить каждое устройство для регулирования дебита в соответствии с требованиями 7.3.

7.3.2 Идентификация изделия

Каждое изделие, изготовленное в соответствии с настоящим стандартом, должно быть идентифицировано при помощи маркировочных устройств без напряжения, которые наносят точечную маркировку или гравировку закругленным резцом, высекательным штампом, вибрационным способом и лазером. Поставщик/изготовитель должен определить участок маркировки и ее методы. Минимальный объем информации, который наносится на устройство для регулирования дебита, должен включать:

a) наименование или знак поставщика/изготовителя;

b) дату изготовления (месяц или год);

c) заводской номер детали поставщика/изготовителя и уникальный прослеживаемый серийный номер.

7.4 Требования к контролю качества

7.4.1 Общие положения

В настоящем стандарте устанавливается два класса контроля качества. Требование для каждого класса приведены в 7.4.6.

7.4.2 Квалификация персонала по контролю качества

Весь персонал, осуществляющий контроль качества непосредственно в отношении материалов и качества продукции, должен иметь квалификацию в соответствии с документированными требованиями поставщика/изготовителя.

7.4.3 Дефекты производства

Поставщик/изготовитель должен разработать и применять документированные процедуры для обеспечения того, чтобы узлы или компоненты, которые не соответствуют указанным требованиям, не могли допускаться к использованию или установке. Такой контроль должен обеспечивать идентификацию, документирование, оценку, разделение (если применимо) и удаление несоответствующих требованиям узлов и компонентов.

Ответственность за проверку и полномочия на удаление несоответствующих требованиям узлов и компонентов определяются поставщиком/изготовителем. Несоответствующие узлы и компоненты могут быть:

- переделаны для достижения соответствия с указанными требованиями;

- детали, допущенные без ремонта по разрешению уполномоченного персонала поставщика/изготовителя при нарушении условий производства, несоответствующие критерию приемки продукции;

- отклонены или отправлены на переработку.

Отремонтированные и/или переделанные узлы или компоненты должны пройти проверку в соответствии с применимым классом контроля качества.

7.4.4 Проверка размеров компонентов

Компоненты и узлы должны пройти проверку размеров для обеспечения надлежащей работы и соответствия проектным критериям или техническим спецификациям. Частота таких проверок должна

соответствовать требованиям к функциональным испытаниям и документально оформленным требованиям поставщика/изготовителя.

7.4.5 Прослеживаемость

Поставщик/изготовитель отвечает за прослеживаемость, документацию и состояние изделия, поставляемого потребителю/заказчику.

Все компоненты, сварные конструкции и оборудование, поставляемые в соответствии с настоящим стандартом, должны иметь возможность прослеживаемости партии, в отношении компонентов и сварных изделий которой должны быть определены номер плавки или партии. Все компоненты и сварные изделия из партии садки или партии компонентов должны быть отклонены от приемки, если какая-либо партия не соответствует указанным требованиям. Необходимо обеспечить идентификацию отдельных компонентов для упрощения прослеживаемости до завершения поставщиком/изготовителем окончательной проверки.

7.4.6 Выбор класса контроля качества

7.4.6.1 Общие положения

В настоящем стандарте устанавливаются два класса контроля качества устройств для регулирования дебита. Потребитель/заказчик должен указать в функциональной спецификации класс контроля качества и/или дополнительные требования (при необходимости). По требованию документация по контролю качества должна быть представлена потребителю/заказчику.

7.4.6.2 Класс Q2. Базовый класс контроля качества устройства для регулирования дебита

Потребитель/заказчик может потребовать документацию, которая должна содержать документ, подтверждающий соответствие устройства для регулирования дебита в рамках данной партии устройств для регулирования.

7.4.6.3 Класс Q1. Высший класс контроля качества устройства для регулирования дебита

Документация должна включать в себя документ, подтверждающий соответствие устройств для регулирования дебита в партии компонентов. Она также должна включать в себя документ, подтверждающий соответствие каждого компонента, за исключением металлоизделий общего применения, как указано в подпункте. Кроме того, она должна включать в себя результаты всех функциональных испытаний оборудования в рамках данной партии устройств для регулирования дебита.

Примеры металлоизделий, которые могут быть исключены:

- цилиндрические штифты;
- медные прокладки;
- пружинные запорные кольца;
- материалы покрытия;
- сердечники клапана.

Изделие должно поставляться с классом контроля качества Q2, если потребитель/заказчик не указал класс Q1.

Потребитель/заказчик может также назначить дополнительную процедуру подтверждения соответствия и качества, применимую к оборудованию, на которое распространяется настоящий стандарт.

Каждый класс контроля качества требует соответствующую документацию. Эта документация должна быть сохранена в документах по контролю качества производства и процедуре контроля. По требованию потребителя/заказчика ему должна быть предоставлена данная документация.

7.4.7 Калибровка измерительного/испытательного оборудования

7.4.7.1 Общие положения

Измерительное и испытательное оборудование должно соответствовать или превышать точность измерений, установленную критериями приемки для оценки или испытаний.

7.4.7.2 Калибровка

7.4.7.2.1 Общие положения

Средства измерения и испытательное оборудование, которое используется для процедуры приемки, должно быть идентифицировано, проверено, откалибровано и отрегулировано с определенными интервалами в соответствии с ANSI/NCSL Z540-1 и настоящим стандартом.

7.4.7.2.2 Приборы для измерения давления

Приборы для измерения давления должны быть:

a) обеспечены возможностью снятия данных с точностью до ± 0,5 % от полной шкалы или менее, в зависимости от необходимых измерений;

b) откалиброваны с точностью ± 2 % точности от полной шкалы или менее, в зависимости от необходимых измерений.

Приборы для измерения давления должны использоваться только в откалиброванном диапазоне.

Приборы для измерения давления должны быть откалиброваны с помощью прибора измерения эталонного давления или грузопоршневого манометра. Сроки калибровки не должны превышать трех месяцев до момента составления плана проведения калибровки. Сроки калибровки должны устанавливаться на основе частоты, интенсивности использования и задокументированной истории калибровки.

7.4.8 Эластомерные материалы и конструкция уплотнения

7.4.8.1 Требования по контролю качества для герметизации, уплотнительных колец и уплотнительных материалов

7.4.8.1.1 Общие положения

Все уплотнения, уплотнительные кольца и сальниковые уплотнения для устройства для регулирования дебита должны проверяться в соответствии с 7.4.

7.4.8.1.2 Эластомерные материалы

Все компоненты из эластомерных материалов должны соответствовать документально оформленным спецификациям поставщика/изготовителя. Оборудование, поставляемое поставщиками/изготовителями в соответствии с такими спецификациями, должно соответствовать следующим требованиям:

a) допуски по уплотнительным кольцам должны соответствовать SAE AS 568A. Прочие элементы уплотнения должны соответствовать допускам по размерам, определенным документально оформленными спецификациями поставщика/изготовителя. Процедура отбора изделий для проверки и основание приемки или отказа от приемки партии изделий должны соответствовать MIL-STD-1916, общего уровня проверки II, который должен быть на уровне 2,5 AQL для уплотнительных колец и 1,5 AQL для прочих уплотнительных элементов;

b) прочность уплотнительных колец по дюрометру измеряется в соответствии с ASTM D2240 и ASTM D1415. Предпочтительным способом является проведение испытаний на прочность на образце из каждой партии и образца из каждого цикла отверждения, чем испытание отдельных уплотнений. Если данные испытания должны проводиться на отдельных уплотнениях, порядок отбора образцов для проверки и основание для приемки или отказа от приемки партии должны соответствовать требованиям, указанным в 7.4 для уплотнительных колец и прочих уплотнительных элементов соответственно;

c) визуальный осмотр уплотнительных колец должен проводиться в соответствии с MIL STD-413C. Прочие уплотнительные элементы должны быть подвергнуты осмотру в соответствии с документально оформленными изготовителем процедурами осмотра. Осмотр должен включать в себя проверку на предмет повреждения краев, изоляции, гидроразрывов, трещин и прочих видимых повреждений;

d) материалы, используемые в уплотнительных устройствах, таких как уплотнительные кольца и прочие уплотнительные элементы, требуют применения особых процедур транспортировки и хранения. Поставщик/изготовитель должен иметь документально оформленные спецификации, которые определяют требования к транспортировке и хранению, включая срок хранения для каждого из материалов.

7.4.8.1.3 Прочие материалы

Неметаллические материалы, не являющиеся эластомерами, должны соответствовать спецификациям, документально оформленным поставщиком/изготовителем.

7.4.8.1.4 Прослеживаемость

Требования по прослеживаемости должны быть документально оформлены поставщиком/изготовителем и подтверждать, что все детали изготавливаются из материалов, удовлетворяющих спецификациям, документально оформленным поставщиком/изготовителем. Прослеживаемость деталей требуется только до использования их в узлах или их элементах. Трассируемость узлов или их элементов не предусматривается указанными спецификациями.

7.4.8.2 Испытание уплотнительного устройства для валидации проекта

7.4.8.2.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен выполнять и документировать валидационные испытания проекта для каждого размера, конструкции и материала уплотнительного устройства, используемого в каждом устройстве для регулирования дебита. После того как уплотнительное устройство успешно пройдет валидационные испытания проекта, оно является одобренным для применения в ряде изделий аналогичных размеров, температуры и перепадов давлений.

Все уплотнительные устройства должны быть испытаны давлением с учетом предполагаемых условий эксплуатации и требований к конструкции. Для уплотняющих устройств, соответствующих

ISO 10432 или ANSI/API Spec 14A, могут использоваться требования к валидационным испытаниям проекта настоящего стандарта при условии, что документация этих испытаний соответствует требованиям к испытаниям настоящего стандарта.

7.4.8.2.2 Характеристики стендов

Стенды должны соответствовать следующим требованиям:

a) испытанные уплотнительные устройства, оправки, сердечник и уплотняющие поверхности цилиндра должны быть идентичной конфигурации, размеров и допусков, используемых для изготовления изделия;

b) приспособления стенда должны обеспечивать давление, температуру и нагрузки, соответствующие изготавливаемому изделию;

c) испытание компонентов/флюидов должно быть предназначено для выполнения процедуры испытания в пределах установленных параметров;

d) конструкция уплотнительного устройства, материалы, результаты испытания, испытательное давление, испытательная температура и описание флюида должны быть задокументированы.

7.4.8.2.3 Процедура испытаний

Для проведения испытания необходимо:

a) установить уплотнительное устройство на испытательный стенд в соответствии с процедурами поставщика/изготовителя. Проверить, что все оборудование и флюиды отвечают требованиям в части температуры, давления и точности;

b) провести настройку и стабилизацию собранного испытательного стенда в пределах $^{+10}_{0}$% от максимальной номинальной температуры уплотнительных устройств. Настройка и стабилизация перепада давления в уплотнительном устройстве до (25 ± 2) % максимального номинального давления. Следует записывать значения температуры и давления не менее 15 мин. Значения давления и температуры должны оставаться в пределах допусков, установленных в методике испытания. Если есть проблемы при проведении испытаний с низкой температурой, это должно быть отражено в специальной процедуре испытания;

c) повторить шаг b) при (100 ± 2) % от максимального номинального давления без изменения других параметров;

d) сбросить давление;

e) повторить шаг b) при максимальной номинальной температуре $^{+10}_{0}$% без изменения других параметров;

f) повторить шаг e) при (100 ± 2) % максимального номинального давления;

g) сбросить давление.

7.4.8.2.4 Критерии приемки

Для проведения приемки необходимо чтобы:

a) уплотнительное устройство соответствовало требованиям методики испытаний и оставалось в требуемых пределах;

b) при визуальном контроле уплотнительного устройства после испытания должно быть подтверждено, что устройство отвечает критериям приемки.

7.4.9 Сертификация материалов

7.4.9.1 Сертификат об испытаниях

Сертификат поставщика/изготовителя о заводских испытаниях исходного материала или процедура сертификации на основании результатов испытаний являются приемлемыми при условии, что сертификат включает в себя результаты испытаний механических свойств и химического состава такой партии (плавки) материала. Если материал подвергается изменениям в ходе последующих процессов, которые изменяют его свойства, критерии приемки должны основываться на результатах испытаний твердости или механических свойств в соответствии с ASTM A370 из соответствующей садки материалов. Данные испытания должны проводиться с использованием цикла термической обработки, для которой предназначен материал. Если первоначальные испытания образцов не дадут положительного результата, нужно провести дополнительные испытания для утверждения материала. Материал следует отбраковать, если результаты дополнительных проверок не будут соответствовать установленным требованиям. Если окончательная приемка осуществляется на основании прочности, соотношение «твердость — прочность» должно быть задокументировано поставщиком/изготовителем для данного типа материала.

Приемка всех материалов должна быть указана либо на материалах, либо в маршрутных записях прослеживаемости материалов.

Перечень документов, содержащих характеристики сырья, используемого при изготовлении компонентов:

a) сертификат соответствия с указанием на то, что сырье соответствует документальным спецификациям поставщика/изготовителя;

b) отчет об испытаниях материала для определения поставщиком/изготовителем того, что сырье соответствует документальным спецификациям поставщика/изготовителя.

7.4.9.2 Механические свойства

Механические свойства материалов должны быть следующими:

a) процедуры и практика проведения испытаний механических свойств металлических материалов, которые используются для прослеживаемости компонентов, должны соответствовать ASTM A370;

b) процедуры и практика проведения испытаний механических свойств эластомеров и неметаллических составляющих должны соответствовать задокументированным требованиям 7.4 настоящего стандарта.

7.5 Требования к оборудованию для термической обработки

Ниже приведены требования к термической обработке.

a) Термическая обработка промежуточных деталей должна осуществляться при помощи оборудования термической обработки, которое было откалибровано и проверено.

b) Каждая печь должна проверяться в течение года до проведения термической обработки. Если печь подвергалась ремонту или реконструкции, необходимо провести новую проверку до термической обработки.

c) Печи для термической обработки периодического и непрерывного действия должны быть откалиброваны в соответствии с одной из нижеуказанных процедур:

1) процедуры, приведенные в SAE AMS-H-6875;

2) процедуры, приведенные в BS 2M 54;

3) письменные спецификации поставщика/изготовителя, в том числе с учетом критериев приемки, которые устанавливают требования не менее строгие, чем приведенные выше.

7.6 Требования к сварке

7.6.1 Общие положения

Система контроля сварки поставщика/изготовителя должна включать в себя требования по мониторингу, повышению и контролю квалификации сварщиков/операторов сварочных аппаратов и использование сварочных спецификаций. Инструменты, используемые для определения температуры, напряжения и силы тока, должны обслуживаться и калиброваться в соответствии с письменными процедурами поставщика/изготовителя для устройств для регулирования дебита.

Все сварочные процедуры, сварщики и операторы сварочных аппаратов должны быть утверждены в соответствии с нормами ASME для котлов и сосудов высокого давления, раздел IX. Базовые металлы, которые не относятся к группе ASME с номером P, должны классифицироваться как неопределенные металлы в соответствии с ASME раздел IX, QW-424.1.

7.6.2 Сварочные материалы

Материалы для сварки должны удовлетворять требованиям AWS или спецификациям поставщика/изготовителя. Поставщик/изготовитель должен иметь письменную процедуру отбора, хранения и контроля расходных сварочных материалов.

Материалы с низким содержанием водорода должны храниться и использоваться в соответствии с рекомендациями изготовителя для сохранения их низководородных свойств.

7.6.3 Процедуры сварки / квалификационные протоколы

Сварка должна выполняться, в соответствии с письменными техническими спецификациями процесса сварки и квалифицироваться в соответствии со статьей II ASME по котлам и сосудам высокого давления, раздел IX. СПС должна описывать все существенные и несущественные переменные, как указано в ASME, коды по котлам и сосудам высокого давления, раздел IX. Процедура квалификационной оценки качества сварки должна содержать все основные параметры, определенные ASME, раздел IX, в отношении процедуры сварки, используемой для квалификационных испытаний. Образцы сварных изделий для испытания на прочность должны пройти такую же термическую обработку после сварки, что и окончательное изделие.

Для устройства для регулирования дебита с классом условий эксплуатации E2 испытания на прочность сварного соединения, основного материала и зоны термического влияния поперечного

сечения должны быть выполнены в соответствии с ASTM E18 и зарегистрированы как часть требований к ПКОКС. Максимальные значения прочности для класса условий эксплуатации Е3 не должны превышать значений по ISO 15156.

Примечание — Для целей настоящего положения NACE MR0175 эквивалентенISO 15156.

7.6.4 Уровни подготовки сварщиков/операторов сварочных аппаратов

Сварщики и операторы сварочных аппаратов должны иметь квалификацию в соответствии с ASME BPVC-IX, статья III. Протоколы проверки УПС должны включать в себя все параметры сварки, как предусмотрено ASME BPVC-IX .

7.7 Требования по неразрушающему контролю

Неразрушающий контроль (NDE) не требуется в соответствии с настоящим стандартом, за исключением требований, указанных в настоящем подразделе. Если NDE должен проводиться для целей внутренних процедур поставщика/изготовителя либо в связи с документально оформленным требованием потребителя/заказчика, то необходимо применять процедуры NDE, установленные в ISO 17078-1.

Если NDE должен проводиться на устройствах для регулирования дебита, поставщик/изготовитель должен подготовить документально оформленные спецификации с соответствующими указаниями.

7.8 Подготовка к хранению и транспортированию

7.8.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен выполнять требования, указанные в 7.8.2–7.8.5 при хранении и транспортировке устройства для регулирования дебита.

7.8.2 Дренирование, очистка и/или осушка

Порядок дренирования, очистки и/или осушки устройства для регулирования дебита после его испытания должен быть определен документально оформленными процедурами поставщика/изготовителя. Минимальным требованием является отсутствие каких-либо посторонних жидкостей и материалов в изделии.

7.8.3 Резьбовые торцевые соединения и уплотнение

Все резьбовые соединения и уплотнения должны быть защищены в соответствии с документально оформленными процедурами поставщика/изготовителя.

7.8.4 Нанесение несмываемой маркировки до покраски

До покраски необходимо нанести все виды несмываемой маркировки, установленной настоящим стандартом. Все виды маркировки должны быть выполнены и расположены в соответствии с документально оформленными процедурами поставщика/изготовителя. Нанесение краски на используемую резьбу или на уплотняемую поверхность не допускается, за исключением покрытия, грунтовки или прочих материалов для обработки поверхностей, определенных поставщиком/изготовителем для таких поверхностей.

7.8.5 Транспортировка герметичных устройств для регулирования дебита

Транспортировка герметичных устройств для регулирования дебита должна соответствовать установленным требованиям по транспортировке.

7.9 Допустимые изменения после завершения производства

Любые изменения в ранее утвержденном и испытанном изделии, помимо настройки и регулировки, как определено в техническом руководстве/руководстве по эксплуатации, являются изменениями конструкции и требуют полной валидации проекта и функциональных испытаний изделия для утверждения соответствия изделия требованиям настоящего стандарта.

7.10 Ремонт устройств для регулирования дебита

Ремонт устройств для регулирования дебита, бывших в эксплуатации, не входит в область применения настоящего стандарта. Однако данный процесс используется в промышленности в соответствии с ISO 17078-4.

Приложение А
(обязательное)

Валидация проекта и требования к функциональному испытанию изделия

А.1 Общие положения

Таблица А.1 является указателем для приложений.

Таблица А.1 — Цель обязательных и справочных приложений

Приложение	Название приложения	Цель приложения[a)]
A	Валидация проекта и требования к функциональному испытанию изделия	Список целей для каждого приложения. Список всех требуемых валидаций проекта и требования к функциональному испытанию изделия
B	Классы условий эксплуатации	Испытания, требуемые для четырех классов условий эксплуатации: E4, E3, E2 и E1
C	Классы валидации проекта	Испытания, требуемые для трех классов валидации проекта: V3, V2 и V1
D	Классы функционального испытания изделия	Испытания, требуемые для трех классов функционального испытания изделия: F3, F2 и F1
E	Требования к испытаниям на совместимость	Валидационные испытания конструкции всех соприкасающихся поверхностей между устройствами для регулирования дебита и другими устройствами, такими как оправка для съемного клапана
F	Требования к испытанию вставки	Валидационные испытания конструкции вставок в устройствах для регулирования дебита и оправок для съемного клапана
G	Ходовое и зондовое испытания и определение величины нагрузки	Валидационные испытания конструкции на максимальное перемещение и величину нагрузки. Функциональное испытание изделия на максимальное перемещение и величину нагрузки
H	Контроль динамического потока и вычисление коэффициента дебита, C_V	Валидационные испытания расчета потока и коэффициента дебита, C_V. Функциональное испытание конструкции для определения потока и коэффициента дебита, C_V
I	Испытания возвратных устройств	Валидационные испытания конструкции возвратного устройства. Функциональное испытание изделия возвратного устройства
J	Испытание давлением на открытие и закрытие	Валидационные испытания проекта на открытие и закрытие. Функциональное испытание изделия на открытие и закрытие
K	Ресурсные испытания срабатывания сильфона	Валидационные испытания проекта в части ресурсных испытаний срабатывания сильфона
L	Требования к эрозийным испытаниям	Валидационные испытания проекта на эффективность эрозии
M	Требования к испытанию на длительное хранение (целостность сильфонов) устройств для контроля расхода, заряженных азотом под давлением	Валидационные испытания проекта на длительное хранение (целостность сильфона). Функциональное испытание изделия на длительное хранение (целостность сильфона)
N	Проведение испытания на определение скорости утечки через канал/отверстие	Валидационные испытания конструкции на скорость утечки через канал/уплотнение при функциональном испытании конструкции на утечку через канал/уплотнение

Окончание таблицы А.1

Приложение	Название приложения	Цель приложения[a)]
O	Проверка эксплуатационных характеристик. Рекомендации для испытания на производительность устройства для регулирования дебита	Рекомендуемые методики для проверки эксплуатационных характеристик устройств для регулирования дебита
P	Проверка эксплуатационных характеристик. Определение корреляций, используя упрощенное устройство для регулирования дебита с моделью рабочих характеристик	Испытания для определения корреляций. Рекомендуемые методики для проверки эксплуатационных характеристик устройств для регулирования дебита

[a)] Цель обязательных приложений (A–M) определена валидацией проекта и требованиями к функциональному испытанию изделия для устройств для регулирования дебита.

А.2 Валидация проекта и требования к функциональному испытанию изделия

Требования к валидации проекта и функциональному испытанию изделия, установленные для каждого класса и типа устройства для регулирования дебита приведены в таблице А.2 (см. 6.1.2 и таблицу 1 для определения каждого устройства для регулирования дебита и его типа). Существует несколько видов испытаний, например: проверка на совместимость, проверка вставок, зондовое испытание и т. д. Однако открытое и закрытое испытания имеют прямое отношение только к валидации проекта и разделенным открытым и закрытым испытаниям только для соответствующего функционального испытания изделия.

Специальные требования для каждого вида испытаний приведены в одном из обязательных приложений E–M. Для каждого класса и типа устройства для регулирования дебита существует три класса валидации проекта (V3, V2 и V1) и три класса функционального испытания изделия (F3, F2 и F1). Также существуют отдельные испытания, необходимые для каждого класса или разовое испытание, использованное более чем для одного класса.

Если графа таблицы А.2 содержит прочерк, испытания не требуются. Если конкретное испытание не устанавливается для класса или типа конкретного устройства для регулирования дебита, испытания не требуются.

В таблице А.2 установлено конкретное испытание для каждого класса. Например, требования испытаний на совместимость для класса устройства для регулирования дебита УДН приведены в приложении E. Валидационные испытания проекта, приведенные в E.2.1, требуются для классов V3 и V2. Валидационные испытания, приведенные в E.2.2, требуются для класса V1.

Функциональное испытание изделия, необходимое для проверки совместимости, не требуется для этого типа устройства для регулирования дебита.

В качестве другого примера требования повторного контроля для устройства для регулирования дебита типа УДН приведены в приложении I. Валидация проекта, приведенная в I.2.2, требуется для класса V1. Функциональное испытание изделия, приведенное в I.3.1, требуется для класса F3. Функциональное испытание изделия, приведенное в I.3.2, требуется для класса F2. Функциональное испытание изделия, приведенное в I.3.3, требуется для класса F1. Закрытое и отрытое испытания проводятся совместно с валидацией проекта. Отдельные закрытое и отрытое испытания требуются для функционального испытания. Поэтому эти испытания отдельно приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 — Требования испытаний

Группа и тип устройства для регулирования дебита (см. 6.1.2)		Валидационные испытания проекта и/или функциональное испытание изделия	Приложение	Валидация проекта и требования к функциональному испытания изделия для каждого класса устройства для регулирования дебита					
				V3 Базовый класс	V2 Промежуточный класс	V1 Высший класс	F3 Базовый класс	F2 Промежуточный класс	F1 Высший класс
I	УДН Сбалансированный УДН УДН со штуцером	Совместимость	E	E.2.1	E.2.1	E.2.2	—	—	—
		Вставка	F	F.2	F.2	F.2	—	—	—
		Зондирование или перемещение	G	G.2	G.2	G.2	—	G.4.2	G.4.3
		Величина нагрузки	G	G.3	G.3	G.3	—	G.5.2	G.5.3

Продолжение таблицы А.2

Группа и тип устройства для регулирования дебита (см. 6.1.2)		Валидационные испытания проекта и/или функциональное испытание изделия	Приложение	Валидация проекта и требования к функциональному испытания изделия для каждого класса устройства для регулирования дебита					
				V3 Базовый класс	V2 Промежуточный класс	V1 Высший класс	F3 Базовый класс	F2 Промежуточный класс	F1 Высший класс
		Поток	H	—	H.2.2	H.2.3	—	—	H.3.4
		Возвратные устройства	I	I.2.1	I.2.2	I.2.3	I.3.1	I.3.2	I.3.3
		Закрытие и открытие	J	J.1.2	J.1.2	J.1.2	—	—	—
		Открытие	J	—	—	—	J.2	J.2	J.2
		Закрытие	J	—	—	—	—	J.3.2	J.3.3
		Цикл срабатывания	K	—	—	K.2.2	—	—	—
		Эрозия	L	—	L.2.2	L.2.2	—	—	—
		Шельф	M	M.2.1	M.2.1	M.2.1	M.3.2	M.3.2	M.3.2
		Скорость утечки через канал/ отверстие	N	N.2.1	N.2.1	N.2.1	N.3.1	N.3.1	N.3.1
II	УПД УПД со штуцером	Совместимость	E	E.2.1	E.2.1	E.2.2	—	—	—
		Вставка	F	F.2	F.2	F.2	—	—	—
		Зондирование или перемещение	G	G.2	G.2	G.2	—	G.4.2	G.4.3
		Величина нагрузки	G	G.3	G.3	G.3	—	G.5.2	G.5.3
		Поток	H	—	H.2.2	H.2.3	—	—	H.3.4
		Возвратные устройства	I	I.2.1	I.2.2	I.2.3	I.3.1	I.3.2	I.3.3
		Закрытие и открытие	J	J.1.2	J.1.2	J.1.2	—	—	—
		Открытие	J	—	—	—	J.2	J.2	J.2
		Закрытие	J	—	—	—	—	J.3.2	J.3.3
		Цикл срабатывания	K	—	—	K.2.2	—	—	—
III	Дифференциал направляющего устройства	Эрозия	L	—	L.2.2	L.2.2	—	—	—
		Шельф	M	M.2.1	M.2.1	M.2.1	M.3.2	M.3.2	M.3.2
		Скорость утечки через канал/ отверстие	N	N.2.1	N.2.1	N.2.1	N.3.1	N.3.1	N.3.1
		Совместимость	E	E.2.1	E.2.1	E.2.2	—	—	—
		Вставка	F	F.2	F.2	F.2	—	—	—
		Поток	H	—	H.2.2	H.2.3	—	—	H.3.4
		Возвратные устройства	I	I.2.1	I.2.2	I.2.3	I.3.1	I.3.2	I.3.3
		Закрытие и открытие	J	J.1.2	J.1.2	J.1.2	—	—	—

Продолжение таблицы А.2

Группа и тип устройства для регулирования дебита (см. 6.1.2)		Валидационные испытания проекта и/или функциональное испытание изделия	Приложение	Валидация проекта и требования к функциональному испытания изделия для каждого класса устройства для регулирования дебита					
				V3 Базовый класс	V2 Промежуточный класс	V1 Высший класс	F3 Базовый класс	F2 Промежуточный класс	F1 Высший класс
		Открытие	J	—	—	—	J.2	J.2	J.2
		Закрытие	J	—	—	—	—	J.3.2	J.3.3
		Цикл срабатывания	K	—	—	K.2.2	—	—	—
		Эрозия	L	—	L.2.2	L.2.2	—	—	—
		Шельф	M	M.2.1	M.2.1	M.2.1	M.3.2	M.3.2	M.3.2
		Скорость утечки через канал/ отверстие	N	N.2.1	N.2.1	N.2.1	N.3.1	N.3.1	N.3.1
IV	Насадка Вентури-срезное отверстие Глушение отверстия	Совместимость	E	E.2.1	E.2.1	E.2.2	—	—	—
		Вставка	F	F.2	F.2	F.2	—	—	—
		Поток	H	—	H.2.2	H.2.3	—	—	H.3.4
		Возвратные устройства	I	I.2.1	I.2.2	I.2.3	I.3.1	I.3.2	I.3.3
		Закрытие и открытие	J	J.1.2	J.1.2	J.1.2	—	—	—
		Эрозия	L	—	L.2.2	L.2.2	—	—	—
		Шельф	M	M.2.1	M.2.1	M.2.1	—	—	—
		Скорость утечки через канал/ отверстие	N	—	—	—	N.3.1	N.3.1	N.3.1
V	Резиновая пробка	Совместимость	E	E.2.1	E.2.1	E.2.2	—	—	—
VI	Химическое нагнетание, пружинного типа	Совместимость	E	E.2.1	E.2.1	E.2.2	—	—	—
		Вставка	F	F.2	F.2	F.2	—	—	—
		Зондирование или перемещение	G	—	—	—	—	G.4.2	G.4.3
		Величина нагрузки	G	—	—	—	—	G.5.2	G.5.3
		Поток	H	—	H.2.2	H.2.3	—	—	—
		Возвратные устройства	I	I.2.1	I.2.2	I.2.3	I.3.1	I.3.2	I.3.3
		Закрытие и открытие	J	J.1.2	J.1.2	J.1.2	—	—	—
		Открытие	J	—	—	—	J.2	J.2	J.2
		Закрытие	J	—	—	—	—	J.3.2	J.3.3
		Цикл срабатывания	K	—	—	K.2.2	—	—	—
		Эрозия	L	—	L.2.2	L.2.2	—	—	—

Окончание таблицы А.2

Группа и тип устройства для регулирования дебита (см. 6.1.2)		Валидационные испытания проекта и/или функциональное испытание изделия	Приложение	Валидация проекта и требования к функциональному испытания изделия для каждого класса устройства для регулирования дебита					
				V3 Базовый класс	V2 Промежуточный класс	V1 Высший класс	F3 Базовый класс	F2 Промежуточный класс	F1 Высший класс
		Шельф	M	M.2.1	M.2.1	M.2.1	M.3.2	M.3.2	M.3.2
		Скорость утечки через канал/ отверстие	N	N.2.1	N.2.1	N.2.1	N.3.1	N.3.1	N.3.1
VII	Гидравлическое и электрическое с дистанционным управлением «Smart»	Совместимость	E	E.2.1	E.2.1	E.2.2	—	—	—
		Вставка	F	F.2	F.2	F.2	—	—	—
		Поток	H	H.2.1	H.2.2	H.2.3	—	H.3.3	H.3.4
		Возвратные устройства	I	I.2.1	I.2.2	I.2.3	I.3.1	I.3.2	I.3.3
		Закрытие и открытие	J	J.1.2	J.1.2	J.1.2	—	—	—
		Открытие	J	—	—	—	J.2	J.2	J.2
		Закрытие	J	—	—	—	J.3.1	J.3.2	J.3.3
		Эрозия	L	—	L.2.2	L.2.2	—	—	—
VIII	Нагнетание жидкости	Совместимость	E	E.2.1	E.2.1	E.2.2	—	—	—
		Вставка	F	F.2	F.2	F.2	—	—	—
		Величина нагрузки	G	—	—	—	—	G.5.2	G.5.3
		Поток	H	—	H.2.2	H.2.3	—	—	—
		Возвратные устройства	I	I.2.1	I.2.2	I.2.3	I.3.1	I.3.2	I.3.3
		Закрытие и открытие	J	J.1.2	J.1.2	J.1.2	—	—	—
		Открытие	J	—	—	—	J.2	J.2	J.2
		Закрытие	J	—	—	—	—	J.3.2	J3.3
		Цикл срабатывания	K	—	—	K.2.2	—	—	—
		Эрозия	L	—	L.2.2	L.2.2	—	—	—
		Шельф	M	M.2.1	M.2.1	M.2.1	M.3.2	M.3.2	M.3.2
IX	Другое: Измерение давления Измерение температуры Контролирование коррозии Соединение остальных устройств Обеспечение логического контроля	Совместимость	E	E.2.1	E.2.1	E.2.2	—	—	—
		Вставка	F	F.2	F.2	F.2	—	—	—

Приложение В
(обязательное)

Классы условий эксплуатации

В.1 Общие положения

Целью данного приложения настоящего стандарта является установление определенных требований по каждому из четырех классов условий среды для устройств для регулирования дебита.

Поставщик/изготовитель должен определить критерии и процедуру выбора материалов, соответствующих требованиям классов условий эксплуатации, приведенных в таблице В.1, или должны использоваться материалы, указанные потребителем/заказчиком.

Таблица В.1 — Классы условий эксплуатации

Классы условий эксплуатации	Характеристики
Класс Е4 — Стандартная эксплуатация (см. В.2)	Условия, не подвергаемые растрескиванию под действием напряжений или CO_2 коррозии
Класс Е3 — Эксплуатация в условиях растрескивания под действием напряжений в сульфидсодержащей среде (см. В.3)	Условия растрескивания под действием напряжений[a)]
Класс Е2 — Эксплуатация в условиях CO_2 (см. В.4)	CO_2 коррозийные среды
Класс Е1 — Специальная эксплуатация (см. В.5)	Специальные условия эксплуатации, определенные потребителем/заказчиком, которые не устанавливаются классами Е4, Е3 или Е2
[a)] Указано в ISO 15156.	

В.2 Класс Е4. Стандартная эксплуатация

Под стандартной эксплуатацией понимается эксплуатация в растворах без CO_2 и с присутствием H_2S с меньшим содержанием по сравнению с установленным в разделе о растрескивании под действием напряжений в сульфидсодержащей среде в соответствии с ISO 15156.

Допускается использовать стандартные материалы: нержавеющая сталь 303, 304, 316 и 17/4 PH. Углерод, низколегированная сталь и нержавеющая сталь серии 200 не должны использоваться. Другие материалы могут использоваться в этой среде только по согласованию с потребителем/заказчиком.

Примечание — Для этого положения NACE MR0175 эквивалентен ISO 15156.

В.3 Класс Е3. Растрескивание под действием напряжений в сульфидсодержащей среде или эксплуатация в условиях H_2S

Под растрескиванием под действием напряжений в сульфидсодержащей среде понимается эксплуатация в растворах без CO_2 и с частичным присутствием H_2S, которые имеют парциальное давление выше указанного для растрескивания под действием напряжений в сульфидсодержащей среде, указанных в ISO 15156. Материалы, используемые в этой среде, должны соответствовать ISO 15156. Углерод, низколегированная сталь и нержавеющая сталь серии 304 не должны использоваться. Другие материалы могут быть пригодны для этих условий эксплуатации, если они предложены поставщиком/изготовителем и одобрены потребителем/заказчиком. Сварочные работы, используемые в этих условиях, должны соответствовать требованиям ISO 15156.

Эти условия эксплуатации имеют два подкласса:

- E3S для технического обслуживания растрескивания вследствие действия напряжений в сульфидсодержащей среде, содержащей сероводород, и обслуживания растрескивания вследствие коррозионного воздействия при наличии хлоридов в среде, содержащей сероводород;
- E3C для технического обслуживания растрескивания вследствие коррозионного воздействия в среде, не содержащей сероводород.

Металлические материалы, подходящие среде подкласса E3S, должны соответствовать требованиям ISO 15156. Металлические материалы, подходящие среде подкласса E3C при обслуживании в среде, не содержащей сероводород, зависят от характерных условий скважины; не существует национального или международного стандарта для применения металлических материалов для этого класса технического обслуживания.

Примечание — Для предложенных целей NACE MR0175 эквивалентно ISO 15156.

B.4 Класс E2. Техническое обслуживание среды, содержащей CO_2

Этот класс оборудования предназначен для использования в скважинах, где в составе раствора, вызывающего коррозию, содержится углекислый газ. Класс оборудования E2 должен быть изготовлен из материалов, менее подверженных коррозии, вызванной CO_2. Металлические материалы, подходящие для класса обслуживания E2, зависят от характерных скважинных условий. Не существует национального или международного стандарта для применения металлических материалов для этого класса технического обслуживания.

Это обслуживание может проводиться с флюидами, которые содержат парциальное давление сероводорода меньше, чем указанное для растрескивания под действием напряжений в среде, содержащей сульфиды, в ISO 15156, но не содержат CO_2.

Примечание — Для этого положения NACE MR0175 эквивалентен ISO 15156.

B.5 Класс E1. Специальная эксплуатация (по заказу потребителя/заказчика)

Данный класс может использоваться потребителем/заказчиком для определения специальных эксплуатационных условий, которые не применимы к классам E4, E3 или E2 настоящего стандарта. Потребитель/заказчик и поставщик/изготовитель могут определить и оговорить требования для сред, содержащих H_2S, CO_2 и других особых сред. Как минимум должны быть соблюдены требования класса E4.

Приложение С
(обязательное)

Классы валидации проекта

С.1 Общие положения

С.1.1 Основные требования

Устройства для регулирования дебита каждой конструкции, типа и размера должны пройти валидационные испытания оборудования по проекту перед продажей потребителю/заказчику в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Эти валидационные испытания проекта должны быть выполнены в соответствии с установленными требованиями данного приложения. Все валидационные испытания должны соответствовать требованиям раздела 7.

Каждый класс валидации проекта требует определенного числа валидационных процедур, процессов и испытаний. Все результаты должны быть занесены в проектные файлы по валидации проекта, быть разборчивыми и доступными (легко находиться). Все испытания продукции должны быть детально описаны, процедуры и результаты детально проведенного испытания должны входить в комплект документации, которую необходимо регистрировать при проектировании оборудования. Проектный файл должен содержать результаты испытания или вычисления, которые подтверждают проект. Проектный файл должен быть рассмотрен и одобрен квалифицированным лицом, не являющимся автором проекта. Рассмотрение должно подтвердить, что как минимум все требования настоящего стандарта соблюдены. Требуемые валидационные испытания проекта (см. 6.5) и протоколы испытаний (см. С.2) должны быть задокументированы.

Требуемые процедуры для каждого валидационного испытания проекта должны быть задокументированы поставщиком/изготовителем. Все испытания по определению давления, значения испытательного давления, температура должны постоянно фиксироваться в контролируемом по времени файле (системе), а значения испытательного давления и температурные показатели должны заноситься в файл. Измерение давления должно быть с точностью до 0,25 % от полной шкалы средства измерения давления.

Испытания могут быть сгруппированы для предоставления результатов, которые включают несколько отдельных требований. Поставщик/изготовитель должен иметь документацию, подтверждающую, что результаты испытаний соответствуют требованиям, изложенным в приложениях по валидационным испытаниям проекта.

С.1.2 Отбор оборудования для валидационного испытания

Отбор оборудования для валидационного испытания проводится не менее чем по одному выбранному образцу устройства для регулирования дебита в полном объеме в соответствии с приложением А. Эти испытания проводятся для обеспечения стабильности и совместимости проектов, типов и/или размеров изделий. Образцы для испытаний должны быть изготовлены в соответствии с основными производством и процессами. Не требуется специального образца для испытания. При испытании каждой серии не должен проводиться ремонт и обслуживание отдельных устройств. Причины отказа специфического(их) компонента(ов) устройства для регулирования дебита при соответствующем испытании должны быть скорректированы, а испытание заново повторено.

С.1.3 Классы валидации проекта

Настоящий стандарт рассматривает классы валидации проекта. Эти классы обозначаются V3, V2 и V1. По мере увеличения классов степень и объем требований возрастает. Эти классы должны определяться потребителем/заказчиком при заказе оборудования.

С.2 Требования к валидационным испытаниям изделия

Требования к валидационным испытаниям устройств для регулирования дебита приведены в таблице А.2.

Приложение D
(обязательное)

Классы функционального испытания изделия

D.1 Общие положения

D.1.1 Функциональное испытание

В данном приложении приводятся требования к функциональным испытаням изделия, необходимые для устройств для регулирования дебита. Все функциональные испытания должны соответствовать требованиям разделов 6 и 7.

D.1.2 Основные требования

Потребитель/заказчик должен указать класс функционального испытания продукции для устройства для регулирования дебита. Специальные требования для каждого класса функционального испытания изделия определены в настоящем приложении. Каждый класс функционального испытания изделия требует определенного числа проверочных процедур, процессов и испытаний для подтверждения соответствия требованиям настоящего стандарта. Процедуры и результаты должны быть занесены в файл по производству или контролю качества и должны быть прослеживаемыми как индивидуальное(ые) изделие(я).

Функциональное испытание изделия, установленное испытательное давление, расход жидкости и т. д. должны регистрироваться в соответствии с постоянно синхронизируемой системой сбора информации. Измерение давления должно быть точным до 0,25 % от полной шкалы устройства измерения давления.

Другие виды процедур функционального испытания могут представлять комбинацию результатов с процессом поштучного испытания. Поставщик/изготовитель должен подтвердить и документировать, что результаты испытания отвечают требованиям, приведенным в приложениях функциональных испытаний изделия.

D.1.3 Отбор изделия для функционального испытания

Для подтверждения качества всей партии устройств для регулирования дебита один или более образцов от оцениваемой партии должны пройти функциональные испытания. Образцы должны быть случайно выбраны из указанной партии изделий. Это не требует изготовления или отбора специального образца для испытания. Поставщик/изготовитель должен иметь письменные процедуры по процедуре отбора.

D.1.4 Процедура при отказе устройства при испытании

Если любое устройство отказывает в процессе испытания, то оно должно быть отремонтировано и должно пройти повторное испытание. Кроме того, два или более устройств должны быть случайно отобраны из партии изделий и испытаны. Если критерии испытания не полностью отвечают требованиям двух испытаний, вся партия изделий должна быть испытана. Устройства, соответствующие требованиям испытаний настоящего стандарта, должны быть приняты.

D.1.5 Классы функционального испытания изделия

Настоящий стандарт устанавливает различные классы функционального испытания продукции. Эти классы обозначаются F3, F2 и F1. По мере уменьшения классов, степень и/или объем требований возрастают. Эти классы должны быть указаны потребителем/заказчиком при заказе оборудования.

D.2 Требования к функциональному испытанию изделия

Требования к функциональному испытанию изделия для устройств для регулирования дебита приведены в таблице А.2.

Приложение Е
(обязательное)

Требования испытаний на совместимость

Е.1 Общие положения

В данном приложении приведены требования для испытаний на совместимость каждого класса валидации проекта. Испытание на совместимость должно проводиться для подтверждения того, что специальное устройство для регулирования дебита соответствует и/или подходит для оправок для съемного клапана, спусковых/подъемных инструментов, инструментов для установки газлифтных клапанов, защелок, используемых вместе с устройством. Подтверждение совместимости должно быть представлено в руководстве по эксплуатации поставщика/изготовителя или в каталоге изделия для этого устройства. Положительное окончание данного испытания позволяет поставщику/изготовителю подтвердить совместимость изготовленного оборудования с другим.

Е.2 Требования по валидации проекта

Требования к валидационным испытаниям для классов V3, V2 и V1 установлены в настоящем подразделе.

Е.2.1 Требования для валидации проекта классов V3 и V2

Е.2.1.1 Количество контрольных образцов

Проектная информация об устройствах для регулирования дебита и размеры для устройств, где требуется их совместимость, должны быть использованы для анализа отклонений от проектных параметров месторождений для классов V3 и V2.

Один комплект устройств, для которых требуется совместимость, должен быть использован для механического испытания. Возможны многие сочетания устройств для достижения большей статистической значимости результатов. Результативное испытание одного комплекта устройств должно подтвердить совместимость.

Допускается при необходимости переоснащать внешнюю упаковку исследуемого образца для выполнения требований Е.2.1.2, шаг b).

Е.2.1.2 Процедура испытаний

Требования к испытаниям на совместимость для валидации проекта классов V3 и V2 приведены ниже.

a) Провести следующий анализ отклонений от проектных параметров.

Используйте оправки и защелки для разработки чертежа в масштабе и изучения погрешности в сравнении с чертежом в масштабе и погрешностями устройства для регулирования дебита.

b) Для испытания валидации проекта классов V3 и V2 необходимо:

1) прикрепить устройство для регулирования дебита к присоединяемой заглушке/спусковому устройству/инструменту для установки газлифтных клапанов;

2) вставить устройство для регулирования дебита в боковой карман оправки для съемного клапана;

3) отсоединить спусковое устройство от устройства для регулирования дебита. Кольцо, замыкающее защелку, должно находиться в полном зацеплении под/в выступом оправки;

4) соединить сопутствующее подъемное устройство/инструмент для установки газлифтных клапанов с защелкой и/или с подвижной головкой клапана на устройстве для регулирования дебита;

5) извлечь устройство для регулирования дебита из бокового кармана оправки для съемного клапана;

6) повторить настоящее испытание с каждым соединением оправки для съемного клапана, спускового устройства, подъемного устройства, инструмента для установки газлифтных клапанов и защелки, которые являются совместимыми с устройством для регулирования дебита;

7) провести настоящее испытание с оправкой меньшего размера для съемного клапана, тип которой совместим с устройством для регулирования дебита.

Е.2.1.3 Критерии приемки

Проведение испытания классов V3 и V2 для анализа отклонений от проектных параметров месторождений в наиболее неблагоприятных условиях определяют «проходимое» и «непроходимое» положение, когда полная длина обоих уплотнительных стыков находится на расстоянии не менее 0,16 см (1/16 дюйма) от края отверстия уплотнения оправки для съемного клапана.

При проведении валидационных испытаний проекта должны быть соблюдены следующие критерии:

a) все классы испытания, перечисленные выше (см Е.2.1.2) должны быть успешно закончены;

b) устройство для регулирования дебита, наружная упаковка и защелка не должны быть повреждены таким образом, чтобы была исключена возможность их предполагаемой эксплуатации;

c) усилия вставки и извлечения не должно превышать рекомендованных поставщиком/изготовителем.

E.2.1.4 Документация

В целях соблюдения требований к документации к валидации проекта в соответствии с подразделом 7.2 необходимо дополнить следующей специальной документацией по:

a) определению поставщика/изготовителя, номера детали и заводского номера оправки для съемного клапана с целью разработки чертежа или использовать способность к накоплению данных обо всех необходимых допусках;

b) определению поставщика/изготовителя, номера детали и заводского номера для каждой испытуемой детали;

c) регистрации усилия яса, требуемого для каждого испытания вставки и извлечения;

d) регистрации состояния каждого контрольного образца после завершения испытания, используя метод визуального контроля.

E.2.2 Требования для валидации проекта для класса V1

E.2.2.1 Количество контрольных образцов

Для данных испытаний не требуется новый контрольный образец.

E.2.2.2 Процедура испытаний

Требования к испытаниям на совместимость для валидации проекта класса V1 приведены ниже:

a) соответствие требованиям для валидации проекта классов V3 и V2, как указано в E.2.1.2;

b) способность для анализа отклонений от проектных параметров, включая проектные допуски оправки для съемного клапана, устройства для регулирования дебита и защелки.

E.2.2.3 Критерии приемки

Проведение испытания класса V1 для анализа отклонений от проектных параметров месторождений в наиболее неблагоприятных условиях определяют «проходимое» и «непроходимое» положение, когда полная длина обоих уплотнительных стыков находится на расстоянии не менее 0,16 см (1/16 дюйм) от края отверстия уплотнения оправки для съемного клапана.

E.2.2.4 Документация

В целях соблюдения требований к документации к валидации проекта в соответствии с подразделом 7.2 необходимо дополнить следующей специальной документацией по определению и регистрации поставщика/изготовителя, присвоению уникального номера для оправки для съемного клапана, устройства для регулирования дебита и защелки, используемых для анализа отклонений от проектных параметров.

Приложение F
(обязательное)

Требования к испытанию вставки

F.1 Общие положения

В данном приложении приведены требования к испытанию вставки для трех классов валидации проекта. Испытание должно подтвердить, что установка устройства для регулирования дебита в оправку для съемного клапана не должна вызвать значительных изменений установочного давления и рабочих характеристик устройства для регулирования дебита. Испытание вставки должно быть выполнено с использованием следующих методов, приспособлений и процедур.

F.2 Требования для валидации проекта

F.2.1 Общие положения

Требования к испытанию вставки для валидации проекта классов V3, V2 и V1 приведены в F.2.2–F.2.5.

F.2.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено как минимум на семи устройствах для регулирования дебита каждого типа. Данные условия требуются для подтверждения того, что давление в пневмобаллонах поддерживается и совместимо с проектом.

F.2.3 Процедура испытаний

Это процедура содержит только классы с e)–i), и должна быть выполнена для следующих устройств для регулирования дебита:

- срезное проходное отверстие и выгрузные устройства класса IV;
- класс VI;
- класс VII;
- класс VIII;
- класс IX.

Пока устройство находится в испытательной установке, необходимо подтвердить, что устройство функционирует в соответствии с задокументированными параметрами проекта. Для испытания вставки для валидации проекта классов V3, V2 и V1 необходимо:

a) установить устройство для регулирования дебита как минимум при 75 % от максимального номинального давления, при стандартной номинальной температуре;

b) дать возможность устройству для регулирования дебита и испытательной оправке стабилизироваться до температуры окружающей среды;

c) зарегистрировать давление устройства для регулирования дебита в открытой скважине, P_{tro}, и температуру окружающей среды и аналогичные данные в испытательной установке;

d) присоединить устройство для регулирования дебита к подходящей защелке;

e) подготовить испытательный стенд, как показано на рисунке F.1;

f) присоединить устройство для регулирования дебита и защелку к специальному спусковому устройству, используя подходящий фиксатор;

g) присоединить устройство для регулирования дебита, защелку и спусковое устройство к механическому ясу, как показано на рисунке F.1;

h) используя полный ход яса и свободное падение штанги противовеса, опустить устройство для регулирования дебита в гнездо как минимум с пятью нагнетателями на проволочных канатах. Если защелка установлена в «проходимую» позицию, продолжить спуск до установки;

i) поднять яс для высвобождения спускового устройства из защелки, переместить защелку и устройство для регулирования дебита в испытательную установку;

j) измерить и зарегистрировать P_{tro} и температуру окружающей среды с устройством для регулирования дебита в испытательной установке;

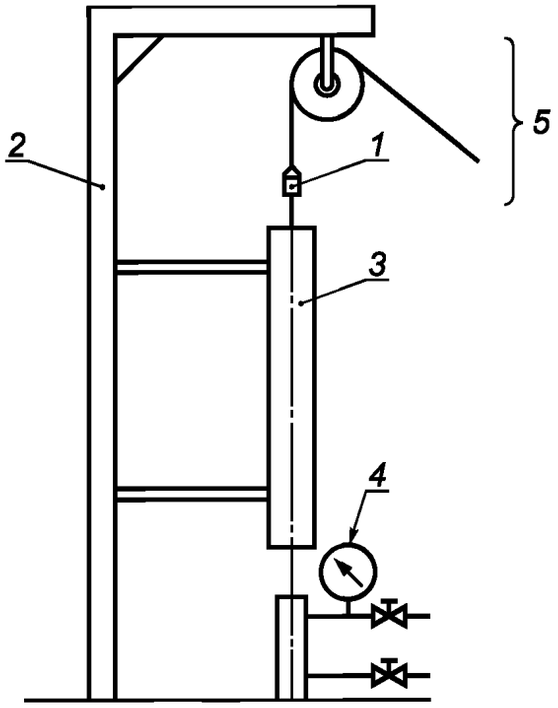
k) зарегистрировать разницу между номинальным P_{tro} и P_{tro} после испытания вставки. Для регистрации результатов испытаний вставки может использоваться форма 1 (см. рисунок F.2) или форма 2 (см. рисунок F.3);

l) вычислить P_{tro} критерии приемки, если успешно, то перейти к этапу o);

m) измерить и зарегистрировать P_{vc} и температуру окружающей среды с устройством для регулирования дебита в испытательной установке;

n) вычислить P_{vc} критерии приемки;

o) извлечь устройство для регулирования дебита из прибора для испытания.



1 — канатный замок; 2 — монтажная мачта; 3 — секция длиной 1,83 м (6 футов) направляющего устройства трубопровода ВД 6,03 см (2 3/8 дюйма) для механических ясов и штанг противовеса; 4 — моделированный карман для газлифтного клапана с измерительной системой для проверки установочного давления клапана; 5 — буровой комплект с:

- стволом ВД от 38,1 мм (1 1/2 дюйма) длиной 1,52 м (5 футов)
- механическим ясом ВД от 38,1 мм (1 1/2 дюйма) с ходом 50,8 см (20 дюймов)
- подходящим спускным устройством

Рисунок F.1 — Испытательный стенд для испытания типовой вертикальной вставки клапана

F.2.4 Критерии приемки

Все семь устройств для регулирования дебита должны соответствовать следующим критериям:

a) P_{tro} не должно изменяться более чем на 1 % от стабильного P_{tro} при корректировке до температуры окружающей среды. Для этого испытания должно быть принято следующее: P_{tro} должно отвечать этому критерию или критерию P_{vc} этапа b);

b) P_{vc} не должно изменяться более чем на 2,0 % от стабильного P_{vc} при корректировке до температуры окружающей среды;

c) если более чем одно устройство из семи исходных испытуемых устройств отказало при испытании, дополнительные семь устройств должны быть выбраны и должны пройти полный процесс испытания. Несрабатывающее устройство должно быть задокументировано и устранения неисправностей должны быть зарегистрированы.

F.2.5 Документация

Дополнительно требуется следующая специальная документация (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта). Следует при необходимости регистрировать результаты испытания вставки в бланке 1 (см. рисунок F.2) или в бланке 2 (см. рисунок F.3).

Бланк 1 испытания вставки											
	Серийный номер клапана	Начальные результаты испытаний				Конечные результаты испытаний (УРД в зажиме)				Изменение P_{tro}, кПа (psi)	Изменение температуры УРД, °C (°F)
		P_{tro}, кПа (psi)	Температура окружающей среды, °C (°F)			P_{tro}, кПа (psi)	Температура окружающей среды, °C (°F)				
			Воздух	УРД	Зажим	TRO	Воздух	УРД	Зажим		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Рисунок F.2 — Бланк 1 испытания вставки для результатов испытания P_{tro}

Бланк 2 испытания вставки											
	Серийный номер клапана	Начальные результаты испытаний				Конечные результаты испытаний (УРД в зажиме)				Изменение P_{vc}, кПа (psi)	Изменение температуры УРД, °C (°F)
		P_{vc}, кПа (psi)	Температура окружающей среды, °C (°F)			P_{vc}, кПа (psi)	Температура окружающей среды, °C (°F)				
			Воздух	УРД	Зажим	TRO	Воздух	УРД	Зажим		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Рисунок F.3 — Бланк 2 испытания вставки для результатов испытания P_{vc}

Приложение G
(обязательное)

Ходовое и зондовое испытания и определение величины нагрузки

G.1 Общие положения

В данном приложении устанавливаются требования для ходового и зондового испытаний и определения величины нагрузки для устройства для регулирования дебита.

G.2 Ходовое или зондовое испытание для валидации проекта

G.2.1 Общие положения

Требования к ходовому или зондовому испытанию для валидации проекта классов V3, V2 и V1 приведены в настоящем приложении.

G.2.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно проводиться как минимум на семи устройствах для регулирования дебита каждого типа.

G.2.3 Процедура испытаний

Процедура испытаний определяет максимально эффективное расстояние хода для каждого устройства в соответствии с G.8.

G.2.4 Критерии приемки

Все семь устройств для регулирования дебита должны соответствовать минимальному расстоянию хода каждого устройства, которое должно быть достаточно большим для обеспечения проходного сечения между поверхностями установочного места и ударной штангой, которая должна быть больше проходного сечения отверстия.

G.2.5 Документация

Дополнительно требуется следующая специальная документация для результатов испытаний вставки (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта). Следует зарегистрировать величину нагрузки для каждого устройства, используя форму данных зондового испытания номер 1 (см. рисунок G.3) или эквивалент.

G.3 Определение величины нагрузки для валидации проекта

G.3.1 Общие положения

Величина нагрузки, требуемая для валидации проекта классов V3, V2 и V1 указана в G.3.2–G.3.5.

G.3.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть проведено как минимум на семи устройствах для регулирования дебита каждого типа.

G.3.3 Процедура испытаний

Необходимо определить величину нагрузки для каждого устройства. Процедура испытаний должна быть определена, как указано в G.8. Результаты испытаний должны быть проанализированы, используя процедуру G.9.

G.3.4 Критерии приемки

Все семь устройств для регулирования дебита должны соответствовать величине нагрузки для каждого устройства для регулирования дебита, которая должна находиться в пределах ± 10 % от средней величины семи нагрузок.

G.3.5 Документация

Дополнительно требуется следующая специальная документация для результатов испытаний вставки (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта). Следует зарегистрировать величину нагрузки для каждого устройства, используя бланк 1 результатов зондового испытания (см. рисунок G.3) или эквивалент.

G.4 Ходовое или зондовое испытание для функционального испытания изделия

G.4.1 Требования для функционального испытания изделия, класс F3

Для функционального испытания изделия класса F3 не установлены ходовое или зондовое испытания.

G.4.2 Требования для функционального испытания изделия, класс F2

G.4.2.1 Общие положения

Ходовое или зондовое испытание, требующееся для функционального испытания изделия класса F2, должно быть выполнено, как указано ниже. Для устройства для регулирования дебита типа VI это испытание требуется только для устройств для ввода химикатов без пружинной фиксации.

G.4.2.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно проводиться как минимум на 5 % изделий любой партии или для трех устройств для регулирования дебита, учитывая которое из чисел большее. Если партия изделий составляет три или несколько устройств, все изделия должны пройти испытание.

G.4.2.3 Процедура испытаний

Максимальный эффективный ход ствола для устройства для регулирования дебита должен быть испытан в соответствии с процедурами, указанными в G.8, с отклонениями, если необходимо. Величина нагрузки должна быть определена в соответствии с процедурами, указанными в G.9

G.4.2.4 Критерии приемки

Максимальный эффективный ход ствола должен быть в пределах ± 10 % допустимого отклонения от максимального эффективного хода ствола, установленного при валидационном испытании проекта.

G.4.2.5 Документация

Дополнительно требуется следующая специальная документация для результатов испытаний вставки (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта). Следует зарегистрировать максимальный эффективный ход ствола.

G.4.3 Требования для функционального испытания изделия, класс F1

Ходовое или зондовое испытание, требуемое для функционального испытания изделия класса F1, аналогично испытаниям для класса F2. Это испытание должно проводиться на 100 % устройств для регулирования дебита из любой партии.

G.5 Требования для определения величины нагрузки для функционального испытания изделия

G.5.1 Требования для функционального испытания изделия, класс F3

Для функционального испытания изделия класса F3 не установлено испытание по определению величины нагрузки.

G.5.2 Требования для функционального испытания изделия, класс F2

G.5.2.1 Общие положения

Испытание величины нагрузки, требующееся для функционального испытания изделия класса F2, должно быть выполнено, как указано ниже. Для устройства для регулирования дебита типа VI данное испытание требуется только для инструментов для ввода химикатов без пружинной фиксации.

G.5.2.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно проводиться как минимум на 5 % изделий любой партии или для трех устройств для регулирования дебита, учитывая которое из чисел большее. Если партия изделий составляет три или несколько устройств, все изделия должны пройти испытание.

G.5.2.3 Процедура испытаний

Величина нагрузки устройства для регулирования дебита должна быть испытана в соответствии с процедурами, указанными в G.8, с отклонениями, если необходимо. Величина нагрузки должна быть рассчитана в соответствии с процедурами, указанными в G.9.

G.5.2.4 Критерии приемки

Величина нагрузки должна быть в пределах ± 10 % допустимого отклонения от средней величины нагрузки, установленной при валидационном испытании проекта.

G.5.2.5 Документация

Следует зарегистрировать величину нагрузки (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта).

G.5.3 Требования для функционального испытания изделия, класса F1

Испытание величины нагрузки, требуемое для функционального испытания изделия класса F1, аналогично с испытанием для класса F2. Это испытание должно проводиться на 100 % устройств для регулирования дебита любой партии.

G.6 Введение к зондовому и ходовому испытанию устройства для регулирования дебита

Данное испытание определяет относительную прочность устройства для регулирования дебита и максимально эффективное перемещение штанги. Когда газ под давлением подается в испытательную установку, давление должно действовать на полную площадь пневматической опоры устройства для регулирования дебита, чтобы приподнять штангу от опоры. Когда давление увеличивается, штанга отрывается от опоры. При зондовом испытании устройства для регулирования дебита (см. рисунок G.1) может быть определено давление в зависимости от измеренного перемещения штанги и результаты занесены в таблицу и на линейную диаграмму. Пример оборудования для ходового испытания устройства для регулирования дебита приведен на рисунке G.1.

Давление приведено на графике в виде ординаты (вертикальная ось), а перемещение штанги как абсцисса (горизонтальная ось), эффективность перемещения штанги соответствует прямой линии. Угол этой линии обозначает жесткость устройства для регулирования дебита. Числовое обозначение угла называется «величина нагрузки мембранной коробки сильфона», B_{lr} и измеряется в килопаскалях на сантиметр (фунт на квадратный дюйм). В данном случае мембранные коробки включают пневматическую опору и механизм устройства для регулирования дебита, который применяет при нагрузке для удержания штанги устройства для регулирования дебита на опоре. При большей величине нагрузки устройство для регулирования дебита должно быть более жестким.

Если приведенное выше испытание проводится с аналогичным устройством для регулирования дебита с измененным давлением открытия (напряжение купола или настройка пружины), то влияние давления нагрузки

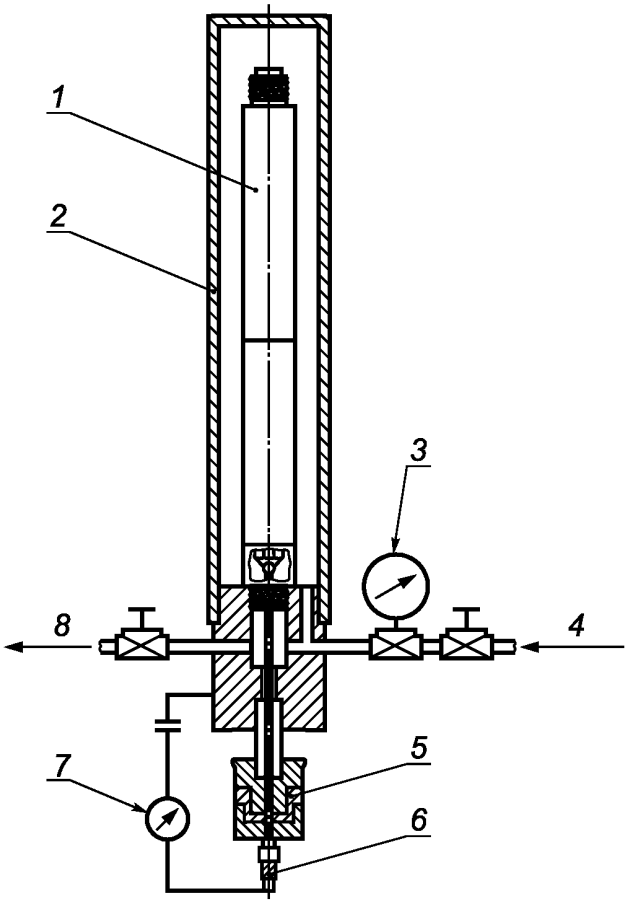
купола или настройки пружины на величину нагрузки мембранной коробки можно сравнить с аналогичным типом устройства для регулирования дебита при различных давлениях открытия.

Максимально эффективное перемещение штанги и величина нагрузки на мембранную коробку являются значениями, используемыми для сравнения различных типов устройств для регулирования дебита или для определения схожего устройства для регулирования дебита при различных условиях нагрузки и при проектировании установки.

G.7 Оборудование для зондового и ходового испытания

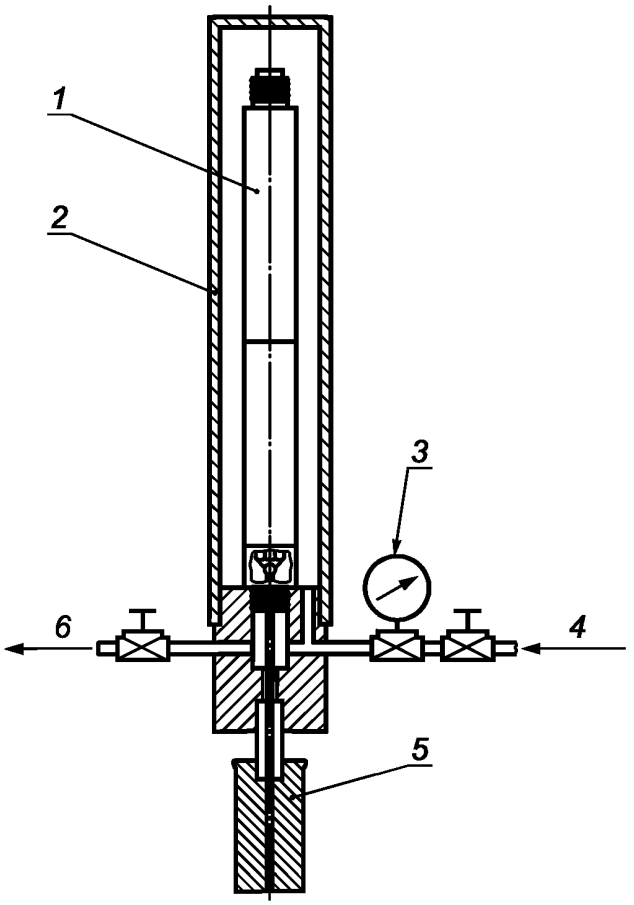
G.7.1 Испытательный стенд

Испытательный стенд должен иметь средства для измерения и контроля давления, применимые к соединительной муфте устройства для регулирования дебита. Стенд, приведенный на рисунке G.1, является примером испытательного стенда, пригодного для зондового испытания. Стенд, показанный на рисунке G.2, является альтернативным устройством, которое использует линейный дифференциальный преобразователь скорости (ЛДПС) для определения положения.



1 — устройство для регулирования дебита; *2* — испытательная установка; *3* — манометр; *4* — прибор для контроля газа; *5* — изолирующая втулка; *6* — микрометр; *7* — омметр; *8* — выделение газа

Рисунок G.1 — Стандартная испытательная установка для зондового испытания устройства для регулирования дебита



1 — устройство для регулирования дебита; *2* — испытательная установка;
3 — манометр; *4* — прибор для контроля газа; *5* — ЛДПС; *6* — выделение газа

Рисунок G.2 — Стандартная испытательная установка
для зондового испытания устройства для регулирования дебита с ЛДПС

G.7.2 Соединительная муфта устройства для регулирования дебита

Соединительная муфта должна передавать давление от источника к устройству для регулирования дебита без значительных утечек. Давление источника должно быть передано на верхнюю и нижнюю опоры устройства для регулирования дебита, когда устройство закрыто.

G.7.3 Определение положения устройства для регулирования дебита

Для ручного метода определение положения устройства (см. рисунок G.1) проводится микрометром, предназначенным для точного измерения перемещения штанги. Метод измерения должен допускать определение положения золотника в пределах ± 0,127 мм (0,005 дюйма). Для автоматического метода, определение положения устройства (см. рисунок G.2) проводится ЛДПС, который предназначен для точного измерения перемещения штанги.

G.8 Зондовое испытание

G.8.1 Требования

Поставщик/изготовитель должен подготовить письменную методику для проведения зондового испытания с учетом выполнения процедур, приведенных в G.8.2–G.8.4.

G.8.2 Подготовка для испытания устройства для регулирования дебита

Устройства для регулирования дебита с азотом и комбинированные устройства для регулирования дебита (пружинные и с азотом) должны пройти зондовое испытание при давлении открытия, P_{voT}, 5515 кПа (800 Psi), 8274 кПа (1200 Psi) и при максимальном рекомендуемом номинальном значении давления.

Устройства для регулирования дебита пружинного типа должны пройти зондовое испытание при максимальном давлении открытия, P_{vo}, или закрытия, P_{vc}, которое рекомендовано поставщиком.

G.8.3 Сборка испытательного оборудования

Сборка испытательного оборудования должна проводиться в соответствии с письменной методикой испытаний.

G.8.4 Выполнение зондового испытания

Шаги для выполнения зондового испытания в испытательной установке показаны на рисунке G.1. Если используется автоматическая процедура испытаний в соответствии с рисунком G.2, или подобным методом, то это должно быть указано в письменной методике испытаний и каждый пункт, определенный ниже, должен быть рассмотрен. Все применяемые давления, температуры и измерения должны быть зарегистрированы в этом отчете.

Зондовое испытание необходимо выполнять в следующем порядке:

a) медленно повышать давление соединительной муфты, пока устройство определения координат не зарегистрирует отрыв штанги от опоры. Речь идет о давлении, при котором устройство для регулирования дебита открывается, когда испытательное давление действует на полную площадь пневматической опоры, P_{vcT};

b) установить устройство определения координат для определения нового положения золотника. Выполнить зондирование используя микрометр баррелей до соприкосновения упора штанги устройства для регулирования дебита. Это указывает на значительное снижение показания сопротивления омметра;

c) зарегистрировать давление и положение золотника, используя бланк данных зондового испытания номер 1 (см. рисунок G.3) или эквивалентный метод электронного метода записи данных (см. 7.2 для требований обеспечения документацией валидационного испытания проекта на соответствие техническим требованиям);

d) повторить шаги a) и b), используя аналогичное увеличение давления. Данные увеличения давления должны быть зарегистрированы минимум пять раз в пределах диапазона максимального эффективного перемещения штанги. Не следует повышать давление, если испытательное давление падает ниже значения заданного давления; продолжать регистрировать давление при испытании;

e) снизить давление до испытательной втулки в значениях 69 кПа (10 Psi), 103 кПа (15 Psi), 138 кПа (20 Psi) или 172 кПа (25 Psi). Перед снижением давления переместить назад щуп, перевернув мерный инструмент для предотвращения соприкосновения наконечника штанги при понижении давления. Если испытательное давление падает до значения ниже, чем заданное давление, не повышать давление; продолжить испытание, регистрируя давление;

f) установить устройство измерения положения золотника для определения нового положения золотника. Выполнить зондирование с микрометром баррелей до соприкосновения упора штанги с устройством для регулирования дебита. Это может указывать на значительное понижение показания сопротивления омметра;

g) зарегистрировать давление и положение золотника, используя бланк данных зондового испытания номер 1 (см. рисунок G.3).

Повторить шаги с e) до g), используя аналогичное повышение давления, пока штанга устройства для регулирования дебита примкнет к упору [начальный микрометр показания ± 0,127 мм (0,005 дюйма)]. Не менее пяти положений золотника должно быть зарегистрировано в пределах диапазона максимального эффективного перемещения штанги.

Если испытательное давление падает до значения ниже, чем заданное давление, не нужно повышать давление; продолжить испытание, регистрируя давление.

Бланк данных зондового испытания 1	
1	Приложить сборочный чертеж стенда для зондового испытания
2	Тип устройства для измерения давления
	Точность
3	Обозначение ISO устройства для регулирования дебита
	Инвентарный номер поставщика/изготовителя устройства для регулирования дебита
	Приложить датированный сборочный чертеж устройства для регулирования дебита
4	Результаты испытаний: Установленное давление устройства для регулирования дебита, килопаскали (фунт на квадратный дюйм)
	– P_{vo} или P_{vc}
5	Приложить график, показывающий испытательное давление, положение штанги, наилучшее приближение к прямой линии и максимально эффективное перемещение штанги
6	Величина нагрузки мембранной коробки, B_{lr}, кПа/см (psi /дюйм)
7	Дата выполнения испытания
8	Лицо, выполняющее испытание

Рисунок G.3 — Бланк данных зондового испытания 1, лист 1

№ испытания	Испытательное давление, кПа (psi)	Фактическое измерение штанги
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Рисунок G.3 — Бланк данных зондового испытания 1, лист 2

G.9 Определение величины нагрузки устройства для регулирования дебита

G.9.1 Регистрация данных

Необходимо наносить данные на линейную диаграммную бумагу с замерами давления на вертикальной оси и замерами положения золотника на горизонтальной оси, как приведено на рисунке G.4. На рисунке G.4 показано две отдельных зоны нанесения с различными углами. Зона, обозначенная буквой А, является эффективно работоспособным диапазоном перемещения устройства для регулирования дебита. Зона, обозначенная буквой В, является диапазоном перемещения, в котором на мембраны действует значительное сопротивление при перемещении и указанные перемещения обычно не годны для применения. Дополнительное сопротивление при перемещении может быть вызвано многими факторами, но обычно оно происходит из-за укладки мембран или остановки пневматических опор.

Зона угла А должна иметь границы от нулевого перемещения штанги до точки, в которой угол величины нагрузки поднимается резко вверх. Эта точка должна быть визуально указана. Нанести наиболее подходящую прямую линию по данным соответствующим зоне угла А. См. рисунок G.5 для примера.

G.9.2 Расчет угла

Примечание — См. рисунок G.5.

Угол, m_{bf}, данной прямой линии наилучшего соответствия вычислен по формуле (G.1):

$$m_{bf} = \frac{(P_1 - P_2)}{\mathrm{d}x}, \qquad (G.1)$$

где P_1 — относительное входное давление испытательной секции, выраженное в кПа (фунт на квадратный дюйм);

P_2 — относительное выходное давление испытательной секции, выраженное в кПа (фунт на квадратный дюйм);

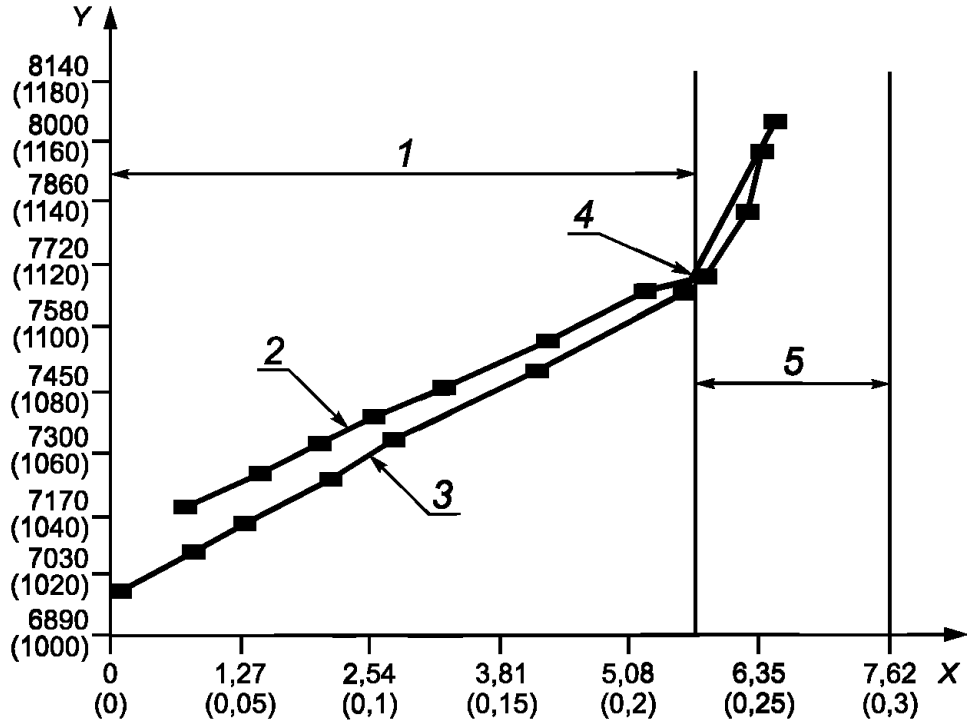
Угол этой линии является величиной нагрузки на соединения сильфона устройства для регулирования дебита, B_{ir}.

В документацию величины нагрузки на соединения сильфона, B_{ir}, должен быть включен график, показывающий все базовые координаты, наиболее подходящая прямая линия и расчет B_{ir}.

G.10 Определение максимального эффективного перемещения штанги

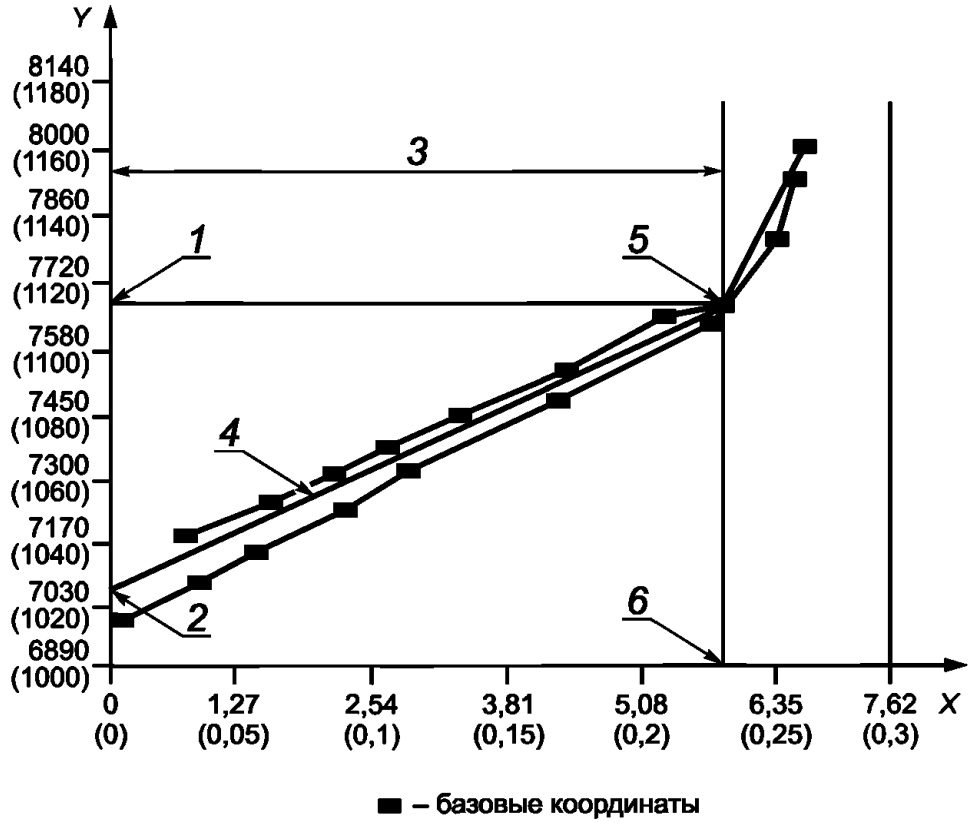
Максимально эффективное перемещение штанги является самым большим перемещением, допустимым в пределах угла А, как показано на рисунке G.5.

Примечание — См. G.9 для подробного объяснения величины нагрузки и расчета максимального эффективного перемещения штанги.



X — перемещение штанги, мм (дюймы); Y — испытательное давление, килопаскали (фунт на квадратный дюйм);
1 — зона угла A; *2* — повышение испытательного давления;
3 — понижение испытательного давления; *4* — точка, в которой изменяется угол; *5* — зона угла B

Рисунок G.4 — Пример нанесения данных перемещения штанги



X — перемещение штанги, мм (дюймы); Y — испытательное давление, килопаскали (фунт на квадратный дюйм);
1 — точка, в которой y = P_1; *2* — точка, в которой y = P_2;
3 — зона угла A; *4* — метод наилучшего приближения прямой линии данных зоны угла A;
5 — визуальное обозначение точки, в которой изменяется угол;
6 — максимально эффективное перемещение штанги, *dLVT*

Примечание – Величина нагрузки, B_{lr}, равна $(P_1 - P_2)/d_{st}$

Рисунок G.5 – Пример диаграммы для определения величины нагрузки мембраны

G.11 Документация зондового испытания

Должны быть задокументированы следующие данные, которые рекомендуется регистрировать в соответствии с формой данных 1 зондового испытания (см. рисунок G.3):

a) сборочный чертеж оборудования для зондового испытания;

b) тип и точность манометра или преобразователя;

c) тип испытуемого устройства для регулирования дебита согласно ISO, наименование поставщика/изготовителя устройства для регулирования дебита, номер по каталогу и датируемый сборочный чертеж устройства для регулирования дебита;

d) включая результаты испытаний:

1) установленное давление устройства для регулирования давления;

2) испытательное давление;

3) положение штанги;

e) изображенный график:

1) измеренное давление и положение штанги;

2) наиболее подходящая прямая линия;

f) величина нагрузки на соединения сильфона, B_{ir};

g) максимально эффективное перемещение штанги;

h) дата выполнения испытания;

i) лицо, ответственное за испытание.

Приложение Н
(обязательное)

Контроль динамического потока и вычисление коэффициента дебита

Н.1 Общие положения

В данном приложении устанавливаются требования для коэффициента дебита, C_v, при контроле динамического потока устройства для регулирования дебита.

Н.2 Требования для валидации проекта

Н.2.1 Требования для валидации проекта, класс V3

Н.2.1.1 Общие положения

Требования для валидации проекта класса V3 приведены в Н.2. Для класса V3 должны быть испытаны только устройства для регулирования дебита типа VII, управляемые с поверхности.

Н.2.1.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно проводиться как минимум на одном устройстве для регулирования дебита. Назначением данного испытания является подтверждение коэффициента дебита, C_v, этого устройства.

Н.2.1.3 Процедура испытаний

Каждое устройство для регулирования дебита должно быть испытано для определения коэффициента дебита, C_v, в соответствии с методикой испытаний, указанной в Н.5.

Н.2.1.4 Критерии приемки

Коэффициент дебита должен соответствовать зарегистрированным техническим условиям поставщика/изготовителя.

Н.2.1.5 Документация

Коэффициент дебита, C_v, должен быть представлен как функция клапана на расстоянии перемещения штанги от позиции полного закрытия (см. 7.2 в части требований к документации для валидации проекта).

Н.2.2 Требования для валидации проекта, класс V2

Н.2.2.1 Количество контрольных образцов

Измерение потока должно проводиться как минимум на одном устройстве для регулирования дебита каждого испытуемого типа. Данное испытание определяет коэффициент дебита, C_v, при различных размерах канала.

Н.2.2.2 Процедура испытаний

Каждое устройство для регулирования дебита должно быть испытано для определения коэффициента дебита, C_v, в соответствии с методикой испытаний, указанной в Н.5. Диаметры канала (обычно выражаются как номинальные размеры в дюймах, например 3,17 мм (1/8 дюйма); 4,76 мм (3/16 дюйма); 6,35 мм (1/4 дюйма); 7,94 мм (5/16 дюйма); 9,53 мм (3/8 дюйма); 11,11 мм (7/16 дюйма) и 12,70 мм (1/2 дюйма)) должны быть проверены. Как минимум должны быть проверены минимальный и максимальный размеры отверстия. Если разница между минимальным и максимальным размерами канала более 3,17 мм (1/8 дюйма), дополнительная проверка должна быть выполнена для каждого увеличения размера канала на 3,17 мм (1/8 дюйма). Процедура, указанная поставщиком/изготовителем, должна быть использована для интерполирования C_v из-за увеличений размеров канала.

Устройства для регулирования дебита, предназначенные для установки штуцеров (например: устройство для регулирования дебита типа I или II), должны иметь дополнительные испытания дебита, C_v, динамические испытания дебита для каждого размера канала, которые проверяются, используя минимальный и максимальный размеры штуцера, который может быть установлен.

Н.2.2.3 Критерии приемки

Результаты испытания коэффициента дебита, C_v, должны соответствовать задокументированным спецификациям поставщика/изготовителя.

Н.2.2.4 Документация

Необходимо регистрировать C_v для каждого устройства для регулирования дебита и/или устройства для регулирования дебита/комбинации штуцера, который испытывается (см. 7.2 в части требований к документации к функциональным испытаниям изделия).

Н.2.3 Требования к валидационным испытаниям проекта, класс V1

Н.2.3.1 Основные требования

Требования к валидационным испытаниям проекта класса V1 приведены в Н.2.3. Следует зарегистрировать коэффициент дебита, C_v, рассчитанного по результатам испытаний (см. 7.2 в части требований к документации к функциональным испытаниям изделия).

Н.2.3.2 Количество контрольных образцов

Измерение дебита должно проводиться как минимум на одном устройстве для регулирования дебита каждого испытуемого типа. Данное испытание определяет коэффициент дебита, C_v, данного устройства при различных размерах канала.

H.2.3.3 Процедура испытаний

Для каждого устройства для регулирования дебита необходимо чтобы:

a) коэффициент каждого дебита, C_v, отвечал требованиям испытаний для валидации проекта класса V2;

b) на объекте проводилось динамическое испытание дебита с использованием методики испытаний, указанной в H.6.

H.2.3.4 Критерии приемки

Результаты динамического испытания должны соответствовать задокументированным спецификациям поставщика/изготовителя.

H.3 Требования для функционального испытания изделия

H.3.1 Общие положения

Требования к функциональному испытанию изделия трех классов приведены в H.3.2 и H.3.3. Испытание коэффициента дебита, C_v, требуется для устройства для регулирования дебита типа VII. Динамические испытания должны определяться в зависимости от класса функционального испытания для каждого типа устройства для регулирования дебита. Процедура динамического испытания приведена в H.11 и приложении P.

H.3.2 Требования для функционального испытания изделия, класс F3

Требования к функциональному испытанию изделия класса F3 для измерения дебита отсутствуют.

H.3.3 Требования для функционального испытания изделия, класс F2

H.3.3.1 Измерение дебита

Измерение дебита при функциональном испытании изделия класса F2 требуется только для устройств для регулирования дебита типа VII.

H.3.3.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно выполняться для 100 % изделий любой партии.

H.3.3.3 Процедура испытаний

Устройство для регулирования дебита должно быть испытано для определения коэффициента дебита, C_v, с использованием методики испытаний, указанной в H.5.

H.3.3.4 Критерии приемки

Коэффициент дебита, C_v, каждого устройства для регулирования дебита должен быть в пределах ± 10 % значения, установленного для валидационных испытаний проекта.

H.3.4 Требования для функционального испытания изделия, класс F1

H.3.4.1 Измерение дебита

Измерение дебита при функциональном испытании изделия класса F1 должно проводиться как указано в H.3.4.2–H.3.4.4.

H.3.4.2 Количество контрольных образцов

Данное испытание должно быть выполнено для 100 % изделий любой партии.

H.3.4.3 Процедура испытаний

Устройство для регулирования дебита должно пройти динамическое испытание в соответствии с H.6 для определения расхода дебита устройства для регулирования дебита.

H.3.4.4 Критерии приемки

Расход дебита устройства для регулирования дебита должен быть в пределах ± 15 % результата испытания, определенного при валидационном испытании проекта для аналогичных условий испытания.

H.4 Пояснение коэффициента пропускной способности

H.4.1 Общие положения

Данная процедура определяет пропускную способность устройства для регулирования дебита как функцию перемещения штанги. Данные этого испытания позволяют точно вычислить дебит газа и/или жидкости при любом давлении. Дебит устройства для регулирования дебита как функция давления зависит от геометрии устройства для регулирования дебита и, таким образом, подходит только для конкретной конфигурации контрольного образца.

Метод определения коэффициента дебита, C_v, включает контроль входного и выходного давления. Испытания показывают, что медленные и постоянные изменения давления (наклонный метод) требуют меньшее количество газа и дают более точные результаты, чем при резком изменении давления (традиционный метод).

В настоящем стандарте представлен только наклонный метод. Однако другие методы, включая традиционный метод, могут быть использованы, если поставщик/изготовитель может продемонстрировать, что точность этих методов не меньше, чем при использовании наклонного метода.

Наклонный метод требует, чтобы была определена постоянная система и данные были собраны при помощи преобразователей и аппаратуры приема данных.

Способ определения постоянной системы указан в H.11. После завершения данных испытаний в соответствии с настоящим стандартом максимальная погрешность, связанная с расчетом коэффициента дебита, C_v, должна быть не более 10 %, и максимальная погрешность, связанная с расчетом фактора перепада давления при критической скорости, должна быть не более 12 %.

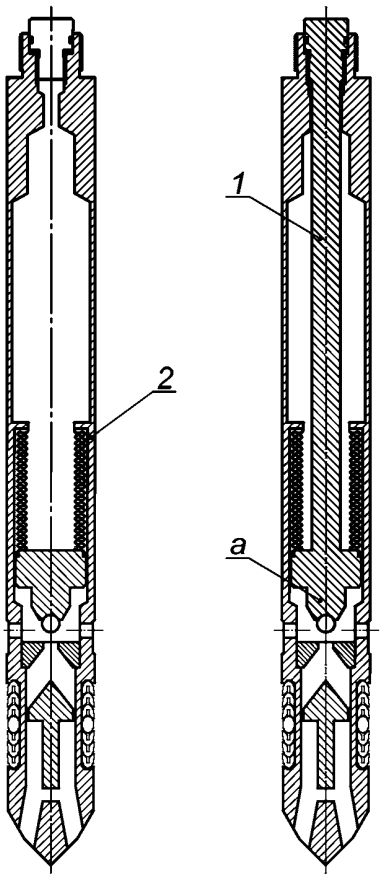
Н.4.2 Контрольный образец для проведения измерений дебита

Контрольный образец должен отвечать следующим требованиям:

a) устройство для регулирования дебита должно быть модифицировано для данного испытания, включая функцию точного механического регулирования штанги относительно упора устройства для регулирования дебита. Данная функция не должна влиять на путь нормального прохождения дебита через устройство для регулирования дебита. Если устройство для регулирования дебита обычно включает реверсное устройство для регулирования дебита, рекомендованное поставщиком/изготовителем реверсное устройство для регулирования дебита должно быть комплектующим устройства для регулирования дебита (см. рисунок Н.1);

b) совместимая предохранительная защелка должна быть прочно соединена с устройством для регулирования дебита. Защелка может быть модифицирована для облегчения доступа к регулировочному приспособлению штанги при условии, что модификация не уменьшит способность создания узла, совместимого с приемным резервуаром, при креплении защелки с помощью резьбового или болтового соединения к устройству для регулирования дебита;

c) устройство для регулирования дебита и защелка должны быть вставлены в совместимый приемный резервуар.



1 — модифицированный клапан с регулирующей штангой; *2* — стандартный клапан с реверсивным клапаном;
a — внутренний трубопровод не может быть изменен по сравнению со стандартной конфигурацией

Рисунок Н.1 — Схема испытаний стандартного и модифицированного клапана

Н.4.3 Измерение положения штанги

Регулировочное приспособление штанги должно позволять измерение положения штанги относительно упора в пределах ± 0,076 мм (± 0,003 дюйма). Положение штанги относительно упора должно быть определено при полном закрытии, когда расход дебита через устройство для регулирования дебита не более 5,66 СКМС (200 СКФС) при режиме испытательного давления. Когда устройство полностью закрыто, положение штанги должно быть до упора (расстояние между ними должно составлять 0 см (0 дюймов).

Н.4.4 Испытания требуемых положений штанги

Должно быть испытано не менее пяти положений штанги для каждой специальной конструкции устройства для регулирования дебита и конфигурации штанги/упора. Должно быть проведено не менее одного испытания

штанги с максимально эффективным ходом от упора не более 10 % и с максимально эффективным ходом 100 %. Для определения максимального эффективного хода необходимо руководствоваться G.10.

Должно быть испытано не менее трех положений штанги, которые должны быть проведены в положениях штанги примерно 30 %, 50 % и 70 % от их максимального эффективного хода. Дополнительные или другие промежуточные положения штанги могут быть выбраны, если поставщик/изготовитель может продемонстрировать, что более точные данные пропускной способности могут быть получены в диапазоне перемещения, где дебит изменяется значительно.

H.5 Определение коэффициента дебита

H.5.1 Общие положения

Для определения коэффициента дебита, C_v, для устройств для регулирования дебита должны быть выполнены подразделы H.5.2–H.5.5.

H.5.2 Измерение дебита

См. H.10 для расчетов дебита.

H.5.3 Диапазон испытательного давления

Для каждого положения штанги должны быть определены минимум пять коэффициентов давления *(R_p)*. Коэффициент давления, R_p, равен измеренному перепаду давления на испытательном участке, разделенному на абсолютное входное давление d*P*/(*P*$_1$ +100) кПа [d*P*/(*P*$_1$ +14,7) фунт на квадратный дюйм]. Анализ результатов испытаний может потребовать дополнительных испытаний. Для пояснения потенциальной необходимости дополнительных испытаний рекомендуется использовать раздел H.4.

H.5.4 Измерение

Измерить дебит для каждого коэффициента давления, R_p; температуру газа в верхнем отделе, T_1; входное давление, P_1; выходное давление, P_2; и положение штанги. Измерения положения штанги должны быть проведены, как указано в H.4.

H.5.5 Процедура испытаний

Для определения коэффициента дебита в устройствах для регулирования дебита должен быть использован следующий метод испытаний:

a) входное и выходное испытательные давления, P_1 и P_2, должны быть уравнены до давления не менее 689 кПа (100 psi) перед каждым испытанием. Разность показаний устройств измерения входного и выходного давления должна быть в пределах менее 2 %, и устройство измерения дебита должно показывать дебит не менее чем 5,66 СКМС (200 СКФС);

b) вызванный приток через устройство для регулирования дебита должен иметь коэффициент давления, R_p, более 0,05. Записать результаты испытаний;

c) коэффициент давления, R_p, должен быть увеличен до наблюдаемого критического режима потока. Критический режим потока происходит, когда дебит скважины больше не увеличивается при постоянном входном давлении и понижении выходного давления. Это выполняется поддержанием постоянного входного давления при медленном и постоянном понижении выходного давления. См. H.11 для информации о скорости изменения давления. Записать данные в соответствии с H.12;

d) должны быть зарегистрированы не менее трех значений коэффициента давления, R_p, в диапазоне от 10 % до 90 % коэффициента давления, R_p, наблюдаемых при критическом режиме потока, в соответствии с H.12.

H.6 Испытание пропускной характеристики

H.6.1 Общие положения

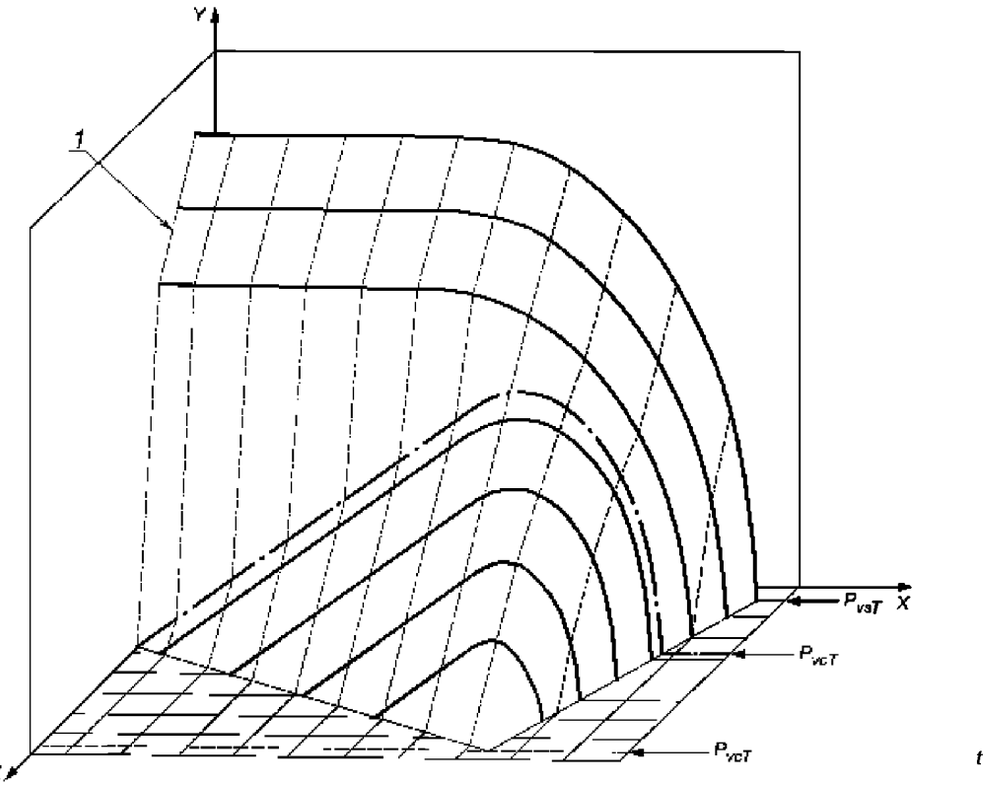
Существует два метода испытаний пропускной характеристики устройств для регулирования дебита. Данные методы: уравновешенного пластового давления и постоянного давления нагнетания. Следует выбрать предпочтительный метод, основываясь на типе испытуемого устройства. Применение метода не должно ограничиваться каким-либо конкретным типом клапана.

При первом методе пластовое давление поддерживается постоянным при нескольких значениях. При каждом значении устанавливается давление нагнетания для определения работоспособности устройства для регулирования дебита при изменении давления нагнетания. Данное давление является постоянным испытательным пластовым давлением (ПИПД).

При втором методе давление нагнетания поддерживается постоянным при нескольких значениях. При каждом значении устанавливается пластовое давление для определения работоспособности устройства для регулирования дебита при изменении пластового давления. Данное давление является постоянным испытательным давлением нагнетания (ПИДН).

На рисунке O.1 изображена диаграмма основных систем измерения дебита. Данные испытания должны быть выполнены на оборудовании, которое аналогично или похоже на оборудование, описанное в приложении O. Испытуемое устройство для регулирования дебита может быть азотным, пружинным или комбинированным. Это может быть устройство, управляемое давлением нагнетания (УДН) или управляемое пластовым давлением (УПД). Устройство должно соответствовать контрольному образцу, описанному в 2.3.

На рисунке Н.2 приведены характеристики пропускной способности типичного устройства для регулирования дебита в трехмерном графике входного давления, P_1, выходного давления, P_2, и дебита, q_{gi}. Данные, полученные от испытания постоянного давления нагнетания или от испытания постоянного пластового давления, могут быть представлены в трехмерном графике. Рисунок Н.2 показывает, как поток движется через устройство для регулирования дебита от дросселированного режима потока через фазовый переход к отверстию по мере увеличения значения P_1. Когда значения q_{gi} и P_2 представлены в вертикальной плоскости, в вертикальной плоскости имеется конкретное значение P_1. Также, когда значения q_{gi} и P_1 представлены в вертикальной плоскости, в вертикальной плоскости имеется конкретное значение P_2. Это значение может быть представлено как пунктирные изобары.



X — P_2, выражается в килопаскалях (фунтах на квадратный дюйм); *Y* — q_{gi}, выражается в СКМС (СКФС); *Z* — P_1, выражается в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм); *1* — изобары

Рисунок Н.2 — Трехмерный чертеж входного давления, выходного давления и дебита

На рисунке Н.2 приведены результаты испытания при постоянном пластовом давлении, используя пунктирную изобару как постоянное пластовое давление, P_2, и давление нагнетания, P_1, которое меняется. Также показаны результаты испытания при постоянном давлении нагнетания, используя сплошную линию, как изобару постоянного давления нагнетания, P_1, и как пластового давления, P_2, которое меняется.

Как и в случае испытания коэффициента дебита, C_v, линейный метод описан в настоящем стандарте. Поставщик/изготовитель может использовать другие методы, если будут показаны результаты не хуже, чем результаты линейного метода. Линейный метод требует, чтобы была определена постоянная система (см. Н.11) и были обработаны данные, полученные при помощи датчиков или электронного оборудования сбора информации.

Н.6.2 Подготовка к испытанию при постоянном пластовом давлении

Для выполнения испытания, описанного в Н.7, необходимо выполнить следующие шаги:

a) установить максимальное перемещение штанги устройства для регулирования дебита (ХШУ). Это используется для расчета увеличения давления нагнетания при постоянном пластовом давлении. Максимальный ХШУ является меньшим значением, чем максимально эффективное перемещение штанги при зондовом испытании (МЭХШ) или геометрии перемещения штанги при полном открытии (ГПС). МЭХШ указан при зондовом испытании устройства для регулирования дебита (см. G.4). ГПС основан на физической геометрии наконечника штанги устройства для регулирования дебита (обычно карборундовый шарик) и его опоры, как приведено в шаге d). ГПС является ХШУ, требуемым для получения эквивалентной площади (площадь поверхности прямого кругового конуса, образованного движением наконечника от опоры), которая равна площади отверстия клапана;

b) рассчитать требуемый максимальный перепад, dP_{max}, входного давления в испытательной секции, P_1, превышающей входное избыточное давление открытия клапана, P_o, для достижения максимального ХШУ при

постоянном выходном давлении в испытательной секции, P_2. Данный максимальный перепад нагнетания, dP_{max}, является постоянным для данного устройства для регулирования дебита и для всех значений P_2. Если максимальный ХШУ не меньше, чем МЭХШ, dP_{max} следует увеличить по сравнению с расчетным манометрическим давлением клапана, P_{vc}, чтобы значение МЭХШ при зондовом испытании достигло значения, вычисленного в соответствии с формулой (Н.1):

$$dP_{max} = 1{,}2\left(dP_{pr}\right) \Big/ \left[1-\left(A_s \Big/ A_b\right)\right], \quad (Н.1)$$

где dP_{pr} — изменение зондового давления;

A_b — эффективная площадь сильфона, выраженная в квадратных сантиметрах (квадратных дюймах);

A_s — площадь, основанная на диаметре контакта штанги с упором, выраженная в квадратных сантиметрах (квадратных дюймах).

Если ХШУ меньше, чем ГПС, максимальный перепад давлений, dP, вычисляют от величины нагрузки, B_{ir} при зондовом испытании и ГПС по формуле (Н.2):

$$dP_{max} = 1{,}2 d_{VST} B_{Ir}, \quad (Н.2)$$

где d_{VST} — расстояние перемещения штанги устройства для регулирования дебита;

c) вычислить значение перепада давления, dP, которое выше входного избыточного давления открытия клапана, P_o, при постоянном выходном давлении испытательной секции, P_2. Если требуется, в процессе испытаний необходимо определить минимум четыре равные промежуточные значения dP по всему диапазону, включая максимальный, dP_{max}, рассчитанный по шагу b). Например, используйте 25 %, 50 % и 75 % от максимального, dP_{max}, и минимальный, dP_{min};

d) установить устройство для регулирования дебита в испытательную секцию и определить давление открытия, P_{voT}, при известной температуре в испытательной секции, с выходным давлением испытательного участка, P_2, равным 0 кПа (0 psi). Записать P_{voT};

e) сложно точно измерить давление закрытия устройства для регулирования дебита, P_{vcT}, в испытательной секции. Поэтому следует вычислить, P_{voT}, для выбранных значений выходного давления, P_2, в испытательной секции согласно шагу f) по формуле (Н.3):

$$P_{vcT} = P_{voT}\left[1-\left(A_s/A_b\right)\right]; \quad (Н.3)$$

f) вычислить не менее четырех равных пространственных значений для входного давления испытательного участка, P_1, основанных на давлении закрытия устройства для регулирования дебита, P_{vcT}. Рассчитать значения P_1 для полного диапазона операции с 20 %, 40 %, 60 % и 80 % от P_{vcT}.

Н.7 Процедура испытания постоянного пластового давления

Для выполнения процедуры испытаний постоянного пластового давления необходимо:

a) настроить входные и выходные клапаны контроля на нулевой расход газа через устройство для регулирования дебита для расчета выходного давления испытательной секции, P_1. Записать входное избыточное давление, P_o, и его соответствие P_2;

b) вычислить входное давление испытательной секции, P_1, базирующееся на начальном входном избыточном давлении, P_o, для задания константы выходного давления испытательной секции, P_2, согласно шагу a) и значения перепада давления, dP, шага c) по формуле (Н.4):

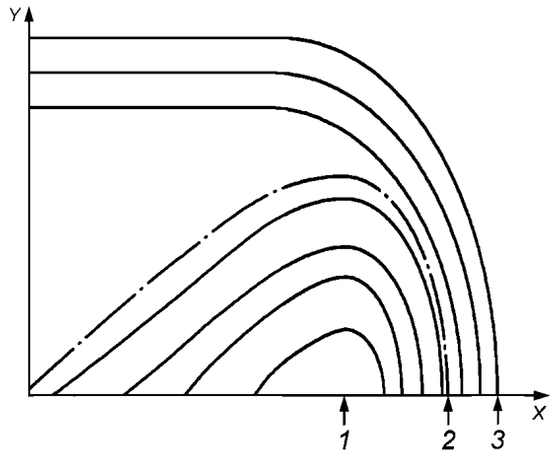
$$P_1 = P_o + dP; \quad (Н.4)$$

c) увеличение входного давления в испытательной секции, P_1, от P_o до $P_1 = P_o + dP_{max}$ должно быть медленным и непрерывным. Период времени для испытания должен быть в пять раз больше постоянной времени, и повышение P_1 должно быть по возможности постоянным. См. Н.11 для описания этого метода;

d) проверить давление открытия устройства для регулирования дебита при нулевом выходном давлении, P_{voT}, самое высокое конечное выходное давление должно базироваться на максимальном dP_{max} для постоянного испытательного выходного давления, P_2, выраженного в мм (дюймах). Если P_{voT} меняется более чем на 0,5 % от P_{voT}, полученного при испытании согласно шагу d) Н.6.2, то следует повторить испытание, начиная с шага c) до последнего P_2;

e) определить следующее выходное давление, P_2, и повторить шаги с a) — d) до конечного постоянного P_2 при котором была завершена серия испытаний;

f) нанести на диаграмму исходное выходное давление открытия устройства для регулирования дебита, P_o, с шага a), и рассчитать дебит, q_{gi}, для каждого испытания и нанести на график данные входного давления, P_1, как функцию q_{gi} для каждого постоянного выходного давления, P_2. Кривые показаны на рисунке Н.3.



X — P_1, выражается в килопаскалях (фунтах на квадратный дюйм);
Y — q_{gi}, выражается в СКМС (СКФС); *1* — P_{vcT}; *2* — P_{voT}; *3* — P_{vst}

Рисунок Н.3 — Пример дебита относительно давления через устройство для регулирования дебита

Н.8 Процедура нагнетания постоянного рабочего давления

Для выполнения процедуры испытаний постоянного рабочего давления необходимо:

a) поместить контрольный образец в испытательную секцию. Измерить давление открытия устройства для регулирования дебита, P_{voT}, при температуре. Записать P_{voT} и температуру. Давление закрытия устройства для регулирования дебита, P_{vcT}, сложно измерить точно в испытательной секции. Таким образом, вычислить P_{vcT} по формуле (Н.5) и зарегистрировать вычисленное значение P_{vcT}.

$$P_{vcT} = P_{voT}\left[1-\left(A_s/A_b\right)\right]; \quad \text{(Н.5)}$$

b) наполнить испытательную секцию потока с устройством для регулирования дебита при давлении открытия, P_{voT}, при температуре. Закрыть уравнительное устройство для регулирования дебита (УУРР) после наполнения секции. Устройство для регулирования дебита должно быть открыто при входном и выходном P_{voT}:

1) вычислить входное давление, P_1, равное $[P_{voT} - 0{,}1(P_{voT} - P_{vcT})]$ при понижении выходного давления, P_2, от P_{voT} до $0{,}9P_1$. Стабилизировать P_2 при $0{,}9P_1$. Записать полученное значение согласно бланку 1 динамических результатов испытаний, оформленному в соответствии с рисунком Н.4;

2) медленно понизить выходное давление испытательной секции, P_2, с P_1 до 0. Период времени для испытания должен быть в пять раз больше постоянной времени, и повышение P_2 должно быть по возможности постоянным. Следует записать не менее шести значений дебита при наземных испытаниях;

3) входное давление, P_1, должно быть в пределах 34,5 кПа (5 psi) от заданной величины испытательного выходного давления, P_2, которое указано в Н.8 b) 2);

4) проверить P_{voT} после испытания. P_{voT} должно быть с погрешностью 0,5 % от исходного P_{voT}. Записать P_{voT} и температуру при окончании испытания;

5) повторить шаги с Н.8 b) 2) по Н.8 b) 4). Повторно наполнить испытательную установку жидкостью при входном давлении, P_1, равном $[P_{voT} - 0{,}25(P_{voT} - P_{vcT})]$. Понизить выходное давление, P_2, до $0{,}9P_1$ и стабилизировать его. Записать должное значение согласно бланку 1 результатов динамических испытаний, оформленному в соответствии с рисунком Н.4;

6) повторно наполнить испытательную секцию потока при входном давлении, P_1, равном $[P_{voT} - 0{,}5(P_{voT} - P_{vcT})]$. Понизить выходное давление, P_2, до $0{,}9P_1$ и стабилизировать его. Записать должное значение согласно бланку 1 результатов динамических испытаний, оформленному в соответствии с рисунком Н.4;

7) повторно наполнить испытательную секцию потока при входном давлении, P_1, равном $[P_{voT} - 0{,}65(P_{voT} - P_{vcT})]$. Понизить выходное давление, P_2, до $0{,}9P_1$ и стабилизировать его. Записать должное значение согласно бланку 1 результатов динамических испытаний, оформленному в соответствии с рисунком Н.4;

c) испытать устройство для регулирования дебита при входном давлении, P_1, большем, чем давление открытия, P_{voT}, (отверстие режима потока). Вычислить максимальное dP_{max}, превышающее P_{voT} согласно Н.10.2:

1) повторно наполнить испытательную секцию потока при входном давлении, P_1, равном $P_{voT} + dP_{max}$. Понизить выходное давление, P_2, до $0{,}9P_1$ и стабилизировать. Записать определенные значения согласно бланку 1 динамических результатов испытания, оформленному в соответствии с рисунком Н.4. Повторить шаги с Н.8 b) 2) по Н.8 b) 4). Достигнуть значения не менее P_{2S}, значение которого меньше, чем половина входного давления;

2) повторно наполнить испытательную секцию потока при входном давлении, P_1, равном P_{voT} + 0,5 dP_{max}. Понизить выходное давление, P_2, до 0,9 P_1 и стабилизировать. Записать определенные значения согласно бланку 1 динамических результатов испытания, оформленному в соответствии с рисунком Н.4. Повторить шаги с Н.8 b) 2) по Н.8 b) 4). Достигнуть значения не менее P_{2S}, значение которого меньше, чем половина входного давления;

3) если устройство для регулирования дебита предназначено поставщиком/изготовителем для устройства, использующегося в скважине только при дросселированном потоке, только в максимально мелкой фракции, dP_{max}, может быть использован в шаге Н.8 c) 1);

d) записать данные, которые должны соответствовать бланку на рисунке Н.7. Включить значение давления закрытия клапана, P_{voT}, как неотъемлемую часть полученных данных;

e) сбор данных: если данные собраны вручную, следует использовать бланк 1 для записи результатов динамических испытаний, оформленный в соответствии с рисунком Н.4.

Результаты динамических испытаний. Бланк 1		
Требуемая информация		
1	Обозначение устройства для регулирования дебита по ISO	
	Наименование поставщика/изготовителя	
	Каталожный номер устройства для регулирования дебита	
	Описание устройства для регулирования дебита	
	Предусмотренный рабочий режим потока: полностью открытый, дроссельный или комбинированный	
2	Информация об устройстве для регулирования дебита	
	Установленное давление, P_{vo}, выраженное в килопаскалях при 15,6 °C (фунт на квадратный дюйм при 60 °F)	
	Площадь пневматической опоры, выраженная в квадратных сантиметрах (квадратные дюймы)	
	Площадь опоры штанги, выраженная в квадратных сантиметрах (квадратные дюймы)	
	Диаметр расточенного отверстия, выраженный в сантиметрах (дюймы)	
	Данные зондового испытания	
	Максимально эффективное перемещение штанги, выраженное в сантиметрах (дюймы)	
	Перепад давления для максимального перемещения штанги, выраженный в сантиметрах (дюймы)	
	Средняя величина нагрузки мембранных коробок, выраженная в килопаскалях на сантиметр (фунт на квадратный дюйм)	
	Имя специалиста, выполняющего испытание	
	Дата выполнения испытания	
	ID трубы, выраженный в сантиметрах (дюймы)	
	Плотность газа	
	Время начала испытания	
	Начальное P_{voT}, выраженное в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм)	
	Начальная температура, выраженная в градусах Цельсия (градусах Фаренгейта)	
	Время окончания испытания	
	Конечное P_{voT}, выраженное в килопаскалях (фунт на квадратный дюйм)	
	Конечная температура, выраженная в градусах Цельсия (градусах Фаренгейта)	

Рисунок Н.4 — Бланк 1 результатов динамических испытаний, лист 1

Данные									
№ испытания	Данные внутреннего диафрагмового счетчика					Данные установки устройства для регулирования дебита			
	ID отверстия, см (дюйм)	Манометр, кПа (psi)	Перепад давления, см (H_2O)	Температура расхода, °C (°F)	Вычисление дебита газа, $м^3$/день (СКФС)	Входное давление, кПа (psi)	Выходное давление, кПа (psi)	Температура впуска, °C (°F)	dP по УРД, кПа (psi)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

Рисунок Н.4, лист 2

Н.9 Анализ данных коэффициента дебита

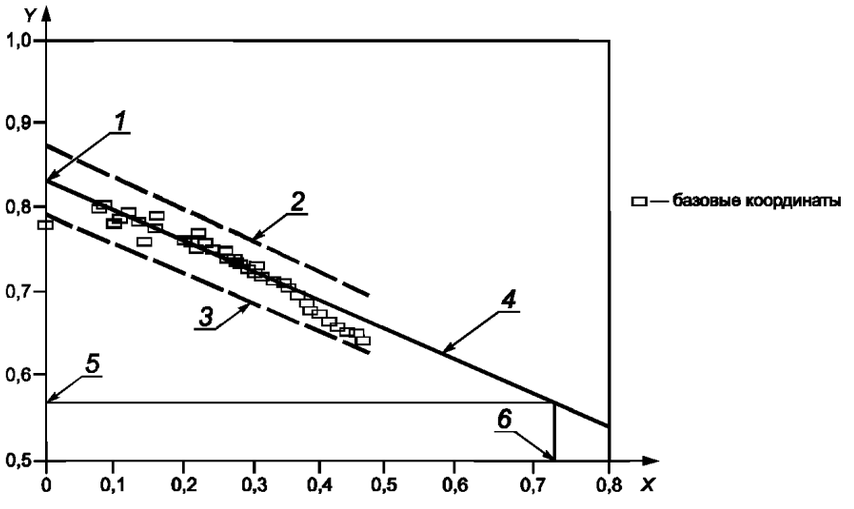
Н.9.1 Введение

В разделе Н.9 описывается процедура анализа собранных результатов испытаний согласно Н.6. Данная процедура определяет коэффициент дебита, C_v, и коэффициент перепада давления, Rp,crt, для данного значения при данном ходе штанги, dst, в соответствии с рисунком Н.5.

a) После того как данные собраны, соответствующей является максимально выравненная линия.

b) Две дополнительных линии проведены на 5 % больше значения ($F_Y \cdot C_v$) и на 5 % меньше значения ($F_Y \cdot C_v$), чем прямая линия наилучшего соответствия.

Все точки должны находиться между верхней и нижней предельной линией.



X — коэффициент давления, $R_{p,crt}$; Y — $F_Y \cdot C_v$; 1 — точка A для коэффициента дебита, C_v; 2 — верхняя 5 % ограничительная линия: $y = F_Y \cdot C_v \cdot 1{,}05$; 3 — нижняя 5 % ограничительная линия: $y = F_Y \cdot C_v \cdot 0{,}95$; 4 — максимальное соответствие прямой линии: $y = m_{bf} \cdot R_{p,crt} + C_v$; 5 — точка, в которой $F_Y \cdot C_v = 0{,}667 \cdot C_v$; 6 — точка B коэффициента перепада давления, $R_{p,crt}$

Рисунок Н.5 — Пример стандартных данных C_v

Н.9.2 Вычисление

Для каждого коэффициента давления, $R_{p,crt}$, следует найти изделие со значением ($F_Y \cdot C_v$) в международной системе единиц по формуле (Н.6) или в американской системе мер и весов по формуле (Н.7)

$$F_Y C_v = q \left[\frac{\left(S_g T_1 Z_1 \frac{1}{R_p} \right)^{\frac{1}{2}}}{4{,}17 P_1} \right], \qquad \text{(Н.6)}$$

где q — дебит, выраженный в стандартных кубических метрах в час;

S_g — удельный вес газа (значение для воздуха равно 1,0);

T_1 — температура входного газа, выраженная в кельвинах;

P_1 — входное избыточное давление испытательной секции, выраженное в килопаскалях;

Z_1 — входной коэффициент сжимаемости;

R_p — коэффициент давления.

$$F_Y C_v = q \left[\frac{\left(S_g T_1 Z_1 \frac{1}{R_p} \right)^{\frac{1}{2}}}{1360 P_1} \right], \qquad \text{(Н.7)}$$

где q — дебит скважины, выраженный в стандартных кубических футах в час;

T_1 — температура входного газа, выраженная в градусах Ранкина;

P_1 — входное избыточное давление испытательной секции, выраженное в фунтах на квадратный дюйм.

Н.9.3 Анализ

Значения, рассчитанные как ($F_Y \cdot C_v$) должны быть нанесены на координатную бумагу с ($F_Y \cdot C_v$) на вертикальной оси и коэффициентом давления, $R_{p,crt}$, на горизонтальной оси. Прямая линия должна максимально согласовываться с данными. Если любая точка результатов испытания отклоняется более чем на 5 % от прямой линии, то для определения того, что экземпляр действительно показывает аномальные свойства, должны быть взяты дополнительные результаты испытания в пределах коэффициента давления, $R_{p,crt}$.

Точность собранных данных при очень низком коэффициенте давления и малом перемещении штанги сомнительна. Данные базовые координаты могут быть не учтены, если менее пяти дополнительных базовых координат соответствуют критериям, описанным выше.

Н.9.4 Определение коэффициента дебита

Значение коэффициента дебита, C_v, должно быть отмечено, как точка на вертикальной оси, пересечения прямой линии с вертикальной осью. Эта точка является точкой А, показанной на рисунке Н.5.

Н.9.5 Определение коэффициента падения давления

Критический коэффициент перепада давления, $R_{p,crt}$, определен проектированием горизонтальной линии от вертикальной оси при значении $F_Y \cdot C_v = 0{,}667 C_v$ до пересечения с прямой линией. Затем проводится вертикальная линия от этого пересечения до горизонтальной оси. Данное значение $R_{p,crt}$ отмечено на горизонтальной оси, как точка пересечения вертикальной линии и горизонтальной оси. Эта точка является точкой В, показанной на рисунке Н.5.

В качестве альтернативы может быть использована формула (Н.8) для вычисления $R_{p,crt}$, если известен наклон прямой линии, m_{bfl}.

$$R_{p,crt} = \frac{\left[0{,}667 (F_Y C_v) - C_v \right]}{m_{bfl}}. \qquad \text{(Н.8)}$$

Н.9.6 Вычисление коэффициента расширения

Значение коэффициента расширения, F_Y, вычисляется по формуле (Н.9):

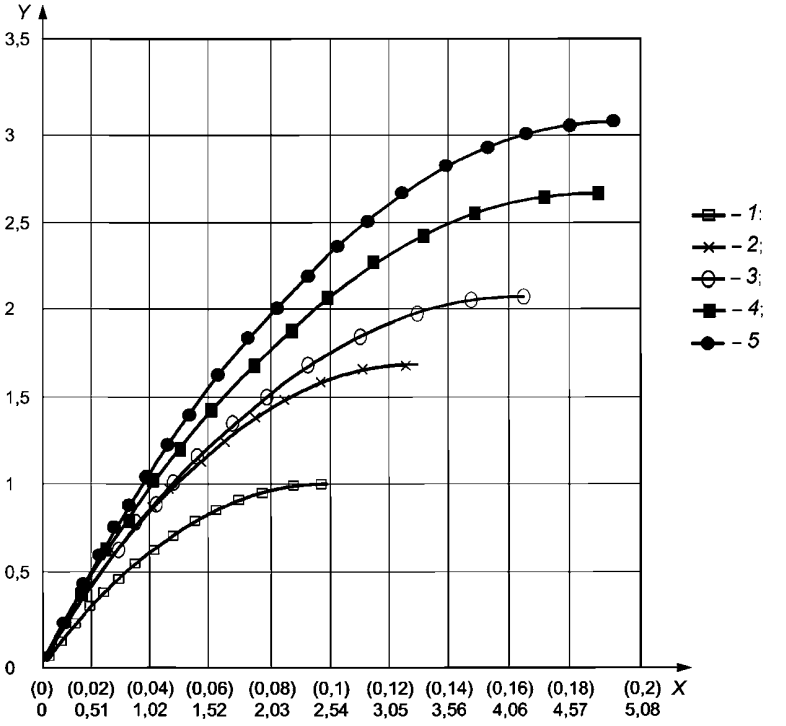
$$F_Y = 1 - \left(\frac{R_p}{3 F_k R_{p,crt}} \right). \qquad \text{(Н.9)}$$

Вычисленное значение коэффициента расширения, F_Y, должно быть не менее 0,667 и не более 1,0. Кроме того, если F_p более чем $F_k R_{p\,crt}$, значением, которое будет использовано для R_p, является $F_k R_{p\,crt}$.

H.9.7 Запись коэффициента дебита относительно перемещения штанги

График коэффициента дебита, C_v, относительно перемещения штанги должен быть сделан на координатной бумаге с C_v на вертикальной оси и ходом штанги на горизонтальной оси. Диапазон оси перемещения штанги должен начинаться от 0,000 и распространяться на максимально эффективное перемещение штанги, как указано в G.10.

Каждая контрольная точка должна быть указана символом. Кривая должна быть нанесена по базовым координатам с использованием метода, принятого поставщиком/изготовителем для получения коэффициента расхода без испытания. См. рисунок H.6 для примера записи коэффициента расхода относительно перемещения штанги для различных размеров отверстия в миллиметрах (дюймах).



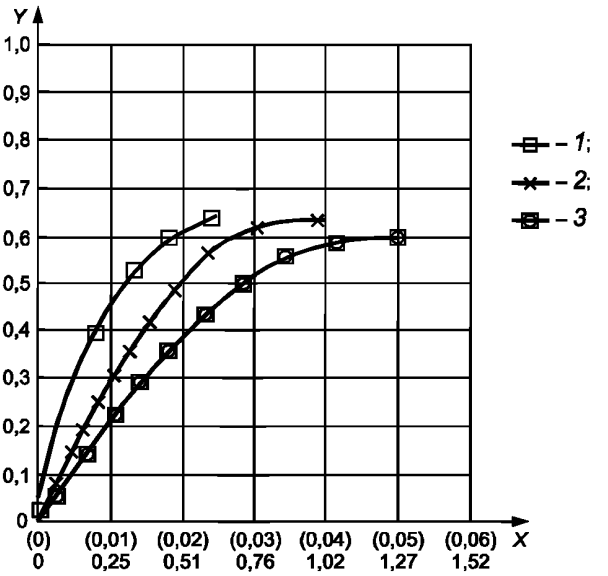
X — перемещение штанги, выраженное в миллиметрах (дюймах); Y — коэффициент дебита;
1 — размер отверстия: 4,76 мм (3/16 дюйма); 2 — размер отверстия: 6,35 мм (1/4 дюйма); 3 — размер отверстия: 7,94 мм (5/16 дюйма); 4 — размер отверстия: 9,53 мм (3/8 дюйма); 5 — размер отверстия: 11,11 мм (7/16 дюйма)

Рисунок H.6 — Коэффициент дебита относительно перемещения штанги

H.9.8 Запись коэффициента падения давления относительно перемещения штанги

График критического коэффициента перепада давления, $R_{p,crt}$, относительно перемещения штанги должен быть сделан на координатной бумаге с C_v на вертикальной оси и ходом штанги на горизонтальной оси. Диапазон оси перемещения штанги должен начинаться от 0,00 мм и распространяться на максимально эффективное перемещение штанги, как указано в G.10.

Каждая контрольная точка, должна быть указана символом. Кривая должна быть нанесена по базовым координатам с использованием метода, принятый поставщиком/изготовителем для получения коэффициента падения давления без испытания. См. рисунок H.6 для примера записи коэффициента расхода относительно перемещения штанги для различных размеров отверстия в миллиметрах (дюймах).



X — перемещение штанги, выраженное в миллиметрах (дюймах); *Y* — предельный коэффициент давления;
1 — размер отверстия: 3,18 мм (1/8 дюйма); *2* — размер отверстия: 4,76 мм (3/16 дюйма);
3 — размер отверстия: 6,35 мм (1/4 дюйма)

Рисунок Н.7 — Предельный коэффициент давления относительно перемещения штанги

Н.10 Использование результатов испытаний C_v и $R_{p,crt}$

Н.10.1 Использование коэффициента дебита

Коэффициент дебита, C_v, может быть использован для вычисления дебита, q_{gi}, по формуле (Н.10) для международной системы единиц и по формуле (Н.12) для американской системы мер и весов.

$$q_{gi} = 0{,}1C_v\left(P_{iod} + 100{,}0\right)F_Y\left(\frac{R_p}{S_g T_v Z_1}\right)^{\frac{1}{2}}, \qquad \text{(Н.10)}$$

где R_p — коэффициент давления, вычисляемый по формуле (Н.11):

$$R_p = \frac{P_{iod} - P_{pd}}{P_{iod} + 100}, \qquad \text{(Н.11)}$$

P_{iod} и P_{pd} — давления, выражаются в килопаскалях;
S_g — удельный вес газа (значение для воздуха равно 1,0);
T_v — температура устройства для регулирования дебита в скважине, выражается в кельвинах;
q_{gi} — измеренный дебит в стандартных условия, выражается в СКМС.

$$q_{gi} = 32{,}64C_v\left(P_{iod} + 14{,}7\right)F_Y\left(\frac{R_p}{S_g T_v Z_1}\right)^{\frac{1}{2}}, \qquad \text{(Н.12)}$$

где R_p — коэффициент давления, вычисляемый по формуле (Н.13):

$$R_p = \frac{P_{iod} - P_{pd}}{P_{iod} + 14{,}7}, \qquad \text{(Н.13)}$$

P_{iod} и P_{pd} — давления, выраженные в фунтах на квадратный дюйм;
T_v — температура устройства для регулирования дебита в скважине, выражается в градусах Ранкина;
q_{gi} — измеренный дебит в стандартных условия, выражается в СКФС.

В верхнем уравнении используется фактический коэффициент давления, R_p, если коэффициент меньше $F_k R_{p,crt}$; в иных случаях использовать $F_k R_{p,crt}$, как значение R_p.

H.10.2 Пример использования C_v и $R_{p,crt}$ для вычисления дебита

H.10.2.1 Общие положения

Для вычисления дебита через устройство для регулирования дебита с помощью формулы необходимо знать количество ходов штанги для режимов давления. Режимы можно определить, используя упрощенный метод (см. P.3.5) или любое другое соотношение, которое рассчитывает перемещение штанги. Также необходимо знать соотношение удельной теплоемкости материала, используемого для испытания коэффициента дебита. См. пример вычислений ниже.

H.10.2.2 Данные

Рисунок H.6 является графиком C_v относительно перемещения штанги для данного устройства для регулирования дебита.

Рисунок H.7 является графиком $R_{p,crt}$ относительно перемещения штанги для данного устройства для регулирования дебита.

Испытание материала относительно удельной теплоемкости равно 1,4.

Входное давление, P_{iod}, равно 6895 кПа (1000 psi).

Выходное давление, P_{pd}, равно 5860 кПа (850 psi).

Удельный вес природного газа, S_g, равен 0,65.

Температура, T_v, равна 65,6 °C (150 °F).

Перемещение штанги устройства для регулирования дебита равно 0,635 мм (0,025 дюйма).

Размер отверстия устройства для регулирования дебита равен 6,350 мм (1/4 дюйма).

H.10.2.3 Вычисление

Используя данные, приведенные выше, вычисление должно быть выполнено, как указано далее.

a) Расчет коэффициента давления, R_p:

$$R_p = \frac{6895 - 5860}{6895 + 100} = 0,148, \qquad \left(R_p = \frac{1000 - 850}{1000 + 14,7} = 0,1478 \right)$$

b) По рисунку H.7, определить $R_{p,crt}$ устройства для регулирования дебита при ходе 0,635 мм (0,025 дюйма). $R_{p,crt}$ = 0,45.

c) Определить отношение F_k. Испытуемый материал, использующий газ с удельной теплоемкостью в 1,4. Природный газ имеет удельную теплоемкость в 1,3; следовательно,

$$F_k = \frac{1,3}{1,4} = 0,929.$$

d) Определить, находится ли устройство для регулирования дебита в режиме критического дебита. Если R_p больше, чем $R_{p,crt} F_k$, должен быть использован R_p для вычисления дебита.

$$R_{p,crt} F_k = 0,45 \cdot 0,928 = 0,418, \qquad R_{p,crt} F_k = 0,45 \cdot 0,928 = 0,418.$$

Фактический коэффициент давления, 0,148 (0,1478), является меньшим, чем предельный фактор коэффициента давления, 0,417, следовательно, устройство для регулирования дебита не находится в режиме критического расхода и фактический коэффициент давления может быть использован для вычисления расхода и коэффициента расширения.

e) Вычислить коэффициент расширения, F_Y:

$$F_Y = 1 - \left(\frac{R_p}{3 F_k R_{p,crt}} \right) = 1 - \frac{0,1478}{3(0,929)(0,45)} = 0,882, \qquad \left[F_Y = 1 - \frac{0,1478}{3(0,929)(0,45)} = 0,882 \right].$$

f) По рисунку H.6 определить C_v устройства для регулирования дебита при ходе 0,635 мм (0,025 дюйма). C_v = 0,60.

g) Вычислить коэффициент сжимаемости для давления равного 6900 кПа (1000 psi) и температуры, T_v, равной 65,6 °C (150 °F). Результирующее значение Z_1 равно 0,95.

h) Вычислить дебит:

$$q_{gi} = 0,1 \cdot 0,60 (6900 + 100,0) \cdot 0,882 \left[\frac{0,1478}{0,65 \cdot (65,6 + 273,15) \cdot 0,95} \right]^{\frac{1}{2}} = 9,846 \text{ MSCMD},$$

$$\left\{ q_{gi} = 32,64 \cdot 0,60 (1000 + 14,7) \cdot 0,882 \left[\frac{0,1478}{0,65 \cdot (150 + 460) \cdot 0,95} \right]^{\frac{1}{2}} = 347,25 \right\}. \text{ MSCFD}.$$

Н.11 Описание применения линейно-возрастающей функции при динамическом испытании устройства для регулирования дебита

Н.11.1 Общие положения

В разделе Н.11 определяется как проектировать и использовать изменения постоянного давления (линейный метод) для коэффициента расхода и динамического измерения потока. Этот метод гарантирует, что данные точно представляют поведение устройства для регулирования дебита при стабильных условиях. Данные, собранные во время линейного метода, должны быть зарегистрированы в электронном виде. Данные, записанные вручную, не достаточно точны для проведения линейного метода.

Н.11.2 Справочные сведения и теория приближения

Описание «устойчивого положения» и «постоянной времени системы».

a) Устойчивое положение

Компоненты испытательной системы для устройства для регулирования дебита (например, устройство для регулирования дебита, устройства измерения давления, плети труб и т. д.) не реагируют мгновенно на изменения давления в системе. Для данных компонентов существует не особенно большая задержка между временем ступенчатого изменения внешнего давления, которое применяется, и временем, которое требуется, чтобы система достигла «устойчивого положения».

Теоретически система достигает «устойчивого положения» только после очень большого отрезка времени. Однако для практических целей испытательная система устройства для регулирования дебита способна достигнуть «устойчивого положения», когда значения P_1 (входное давление нагнетания), P_2 (выходное пластовое давление) и дебит изменяются при небольших случайных колебаниях. Предполагается, что случайная погрешность не может значительно повлиять на вычисления. Для определения, важны ли эти случайные колебания, может потребоваться анализ зависимости при расчетах специального проекта устройства для регулирования дебита.

b) Постоянная времени система

Исследование, проведенное с использованием фактического устройства для регулирования дебита и испытательной секцией, показало, что переходный режим данной системы может быть приближен к приемистости первой степени.

Основная формула для приемистости первой степени приведена в (Н.14) для системы разгрузки, т. е. для постоянного испытательного давления нагнетания.

$$P_2(t) = P_{1,\max} \cdot e^{\left(\frac{-t}{C_t}\right)} \qquad \text{(Н.14)}$$

где $P_2(t)$ — выходное давление системы, выраженное в килопаскалях (фунтах на квадратный дюйм), как временная функция;

$P_{1,\max}$ — предельное входное давление системы, выраженное в килопаскалях (фунтах на квадратный дюйм);

T — время, выраженное в секундах;

C_t — постоянная времени системы, выраженная в секундах.

- Постоянная времени системы, C_t, — физический параметр, который изменяется с геометрией системы и физическими свойствами газа. Данная постоянная времени может быть использована для определения измеренного значения к значению при устойчивом положении. Например, после прошедшего промежутка времени в 1, 2, 3, 4 и 5 секунд испытательная система достигла 63,2 %, 85,6 %, 95 %, 98 % и 99 % от относительно устойчивого положения.

- Точность вычислений может быть улучшена при использовании экспериментальных данных второй степени. Этот анализ требует, чтобы кривая соответствовала экспериментальным данным и вычислениям нескольких эмпирических постоянных. Например, в случае разряжения испытательной системы формула второй степени приведена в (Н.15).

$$P_2(t) = C_1 \cdot e^{\left(\frac{-t}{C_{t,1}}\right)} + C_2 \cdot e^{\left(\frac{-t}{C_{t,2}}\right)}, \qquad \text{(Н.15)}$$

где $P_2(t)$ — выходное давление системы, выраженное в килопаскалях (фунтах на квадратный дюйм) как временная функция;

t — время, выраженное в секундах;

$C_{t,1}$ и $C_{t,2}$ — постоянные времени системы, определенные нахождением данных сближения с кривой.

Увеличение емкости промежуточных резервуаров и увеличение общего объема трубопроводов в испытательной системе способствуют глушению неустойчивых колебаний давления. Это облегчает оператору контроль давления в системе, считывание данных с устройств измерения давления и расходомера при проведении динамического испытания. Однако увеличение объема системы постоянно повышает постоянную времени системы. Так как в это время постоянная возрастает, требуются длинные периоды времени для подтверждения, что измеренные данные характеризуют установившийся режим. Конечным результатом является увеличение требуемого времени и объема газа.

Н.11.3 Постоянная времени измерительной системы

Н.11.3.1 Общие положения

В Н.11.3 устанавливается процедура измерения постоянной времени системы для стандартной испытательной системы. Данный пример предполагает анализ зависимости первой степени. Данное испытание должно быть выполнено с использованием состава оборудования испытательной установки для испытаний устройства для регулирования дебита. Не устанавливайте устройство для регулирования дебита в испытательную секцию для данного испытания. Закройте перепускные клапаны перед началом испытания.

Для процедуры измерения постоянной времени системы для стандартной испытательной системы необходимо:

a) закрыть выходной клапан в испытательной секции;

b) открыть входной клапан таким образом, чтобы входное и выходное давление равнялось 5860 кПа (850 psi), т. е. $P_{1,max} = P_2(t)$ при $t = 0$;

c) запустить оборудование сбора информации и данных при частотах не более чем в два интервала. Открыть выходной клапан как можно быстрее;

d) завершить испытание, когда $P_2(t)$ будет равно атмосферному давлению или будет изменяться при небольших случайных колебаниях;

e) P_2 отмечено как функция времени, приведенная на рисунке Н.8.

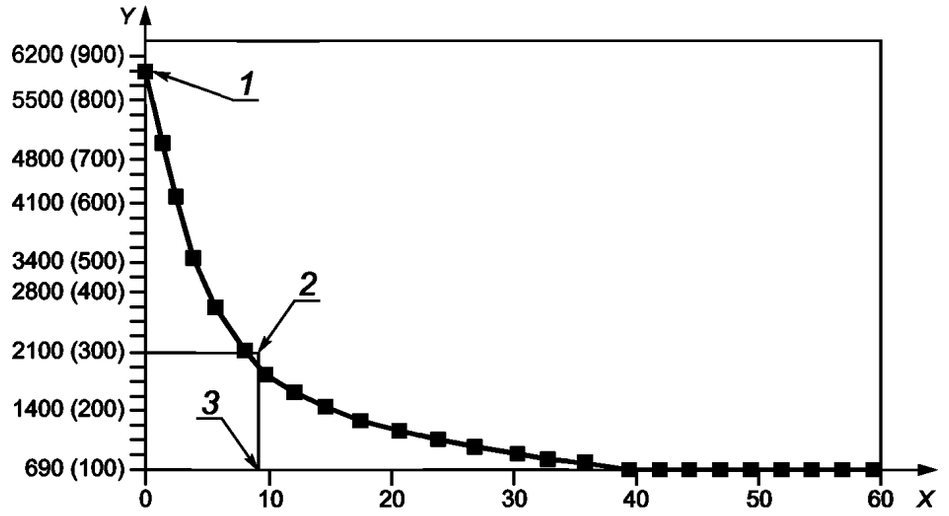
Вычислить постоянную константу первой степени, C_t, определяя время, требуемое для понижения до исходного значения, равного

$$P_2 = P_{1,max}, \text{ при } t = 0 \text{ до } P_2(t) = \frac{100 - 63,2}{100} P_{1,max} - P_{2,min}(t).$$

Пример: $P_2(t) = \frac{100 - 63,2}{100}(5860 - 0) = 2227$ *измерительный прибор в килопаскалях;*

$[P_2(t) = \frac{100 - 63,2}{100} \cdot (850 - 0) = 313$ *фунтов на квадратный дюйм*$]$

В качестве альтернативы, данные могут измениться согласно формуле (Н.15). Давление выражается в килопаскалях (фунтах на квадратный дюйм).



X — время, выражается в секундах; *Y* — выходное давление, выражается в кПа (psi);
1 — $P_{1,max} = P_2$ = 5860 кПа (850 psi); *2* — P_2 = 227 кПа (323 psi); *3* — одна (1) постоянная константа, равная 9 сек

Рисунок Н.8 — Пример срабатывания испытательной установки

Н.11.3.2 Применение системы постоянной во времени для проектирования линейно-нарастающей функции при динамическом испытании.

Следует применять систему постоянной константы для испытания коэффициента расхода согласно Н.11.3.1. Это может использоваться для проектирования линейно-нарастающей функции при испытании по определению коэффициента расхода или динамическом испытании расхода.

Постоянный дебит есть линейно-нарастающая функция при понижении выходного давления, $P_2(t)$, в течение времени, когда входное давление, $P_{1,max}$, поддерживается постоянным. Это необходимо, чтобы продолжительность этого линейного изменения была не менее пятикратной постоянной времени для подтверждения, что данные зарегистрированы в пределах 99 % от установленного положения. Как правило, чем больше про-

должительность этого отклонения, тем больше уверенность, что данные характеризуют систему в устойчивом состоянии. Рисунок Н.8 показывает линейную функцию, спроектированную в точке, в которой постоянная времени 9 с.

Отклонения от прямой линейной функции может быть причиной невозможности поддержания постоянного входного давления, $P_{1,max}$, или быстрого изменения выходного давления. Эти отклонения линейности могут вызвать ошибку в результатах испытаний. Для снижения вероятности ошибки предназначена длинная наклонная с пологим уклоном.

Н.12 Документация

Н.12.1 Общие положения

Для записи выполнения испытания по определению коэффициента дебита, C_v, должна быть подготовлена следующая документация, соответствующая бланку 2 записи данных коэффициента дебита (см. рисунок Н.9) (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта):

a) тип устройства для регулирования дебита, идентификация и номер детали и датированный сборочный чертеж;

b) изображение модифицированного устройства для регулирования дебита;

c) максимальное эффективное перемещение устройства для регулирования дебита (см. G.10);

d) тип и точность измерения дебита;

e) тип и точность измерения давления;

f) тип и точность измерения температуры;

g) ход штанги;

h) результаты испытаний для включения следующих значений испытания;

1) входное давление, P_1;

2) выходное давление, P_2;

3) входная температура, T_1;

4) дебит;

i) вычисление следующих значений:

1) коэффициент давления для каждой контрольной точки, R;

2) $F_Y \cdot C_v$ для каждой контрольной точки, как указано в I.9;

3) коэффициент максимального соответствия прямой линии (т. е. коэффициента A и B уравнения $y = mx+b$, которое больше подходит к данным);

4) для каждой контрольной точки используется ограничение в +5 %;

5) для каждой контрольной точки используется ограничение в –5 % для максимального соответствия прямой линии;

j) график контрольных точек и максимального соответствия прямой линии;

k) коэффициент дебита, C_v;

l) критический коэффициент перепада давления, $P_{p,crt}$;

m) график коэффициента дебита, C_v, относительно перемещения штанги;

n) график критического коэффициента перепада давления, $P_{p,crt}$, относительно перемещения штанги;

o) расположение испытательной установки и оператора испытательной установки;

p) устройство, используемое для испытания;

q) проверенные данные и лица, ответственные за испытание.

Н.12.2 Документация эксплуатационного испытания расхода

В данном подразделе определяется необходимая документация для проведения испытания расхода. Для документирования эксплуатационного испытания расхода необходимо:

a) привести описание клапана, включая наименование поставщика/изготовителя, сборку, значение инвентарного номера для испытанного устройства для регулирования дебита. Зарегистрировать номер версии или дату изготовления устройства для регулирования дебита;

b) указать размеры штанги, упора и мембраны, включая эффективную площадь мембраны, внутренний диаметр канала, описание наконечника штанги и конфигурацию фаски;

c) указать характеристику клапана, включая отношение контактной области упора штанги к эффективным площадям мембран (A_s/A_b);

Данные коэффициента дебита — Требуемая информация. Бланк 2		
1	ISO обозначение устройства для регулирования дебита	
	Инвентарный номер поставщика/производителя устройства для регулирования дебита	
	Датированный сборочный чертеж присоединенного устройства для регулирования дебита	
2	Изображение модифицированного присоединенного устройства для регулирования дебита	
3	Максимальное эффективное перемещение устройства для регулирования дебита	
4	Тип устройства для измерения расхода:	
	Точность:	
5	Устройство измерения входного давления:	
	Точность:	
	Устройство измерения выходного давления:	
	Точность:	
	Устройство измерения перепада давления:	
	Точность:	
6	Устройство измерения входной температуры:	
7	Перемещение штанги	
8	Коэффициент A соответствия прямой линии:	
	Коэффициент B:	
9	График, показывающий контрольные точки и соответствие прямой линии	
10	Коэффициент дебита, C_v	
11	Критический коэффициент перепада давления, $P_{p,crt}$	
12	График коэффициента дебита относительно перемещения штанги	
13	График коэффициента давления относительно перемещения штанги	

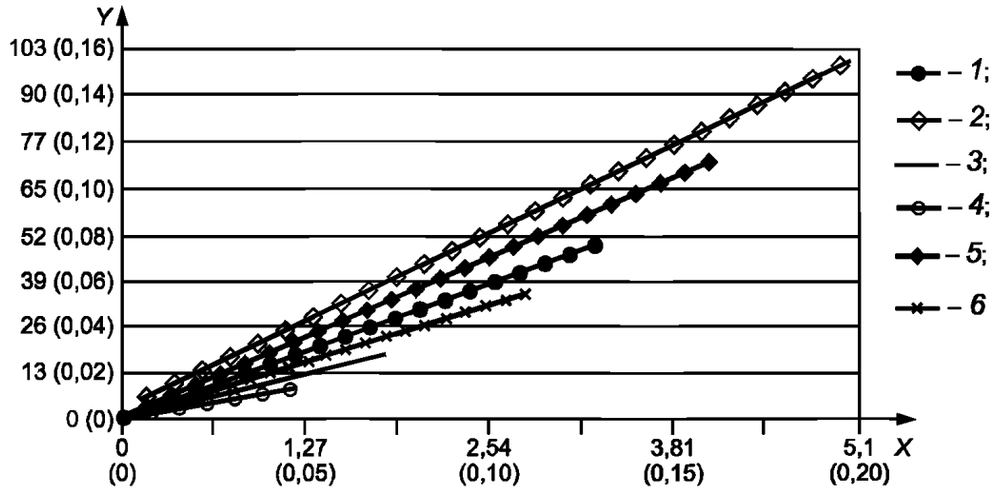
Номер испытания	Входное давление	Выходное давление	Перепад давления	Входная температура	Дебит
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Количество вычислений		Коэффициент давления R_p	$F_Y \cdot C_v$	+ 5 % отклонения	– 5 % отклонения
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Рисунок H.9 — Бланк 2 данных коэффициента дебита

d) определить профиль эквивалентного сечения потока по отношению к перемещению штанги в виде кривой, представляющей эквивалентное сечение потока по отношению к перемещению штанги по площади поверхности усеченного прямого кругового конуса штанги и геометрии сечения от нулевого перемещения штанги до максимально эквивалентной площади расхода равной площади канала. Эта кривая определяет полное открытие при ходе штанги. Рисунок Н.10 является примером эквивалентной площади потока относительно перемещения штанги, для размеров канала, выраженных в дюймах;

e) определить в фунтах на квадратный дюйм при температуре 15,5 °С (60 °F) установленное давление для клапана при испытании стойки. Установленное давление клапана может быть P_{vo} или P_{vc}, как указано поставщиком/изготовителем;

f) указать зондовое испытание клапана, как определено в приложении Н, должно быть проведено и копия бланка 1 динамических результатов испытаний (см. рисунок Н.4) должна быть включена в документацию.



X — перемещение штанги, выраженное в миллиметрах (дюймах);
Y — испытательное давление, выраженное в килопаскалях (фунтах на квадратный дюйм);
1 — размер канала: 7,9 мм (5/16 дюйма); *2* — размер канала 11,11 мм (7/16 дюйма);
3 — размер канала: 4,8 мм (3/16 дюйма); *4* — размер канала: 3,2 мм (1/8 дюйма);
5 — размер канала: 9,5 мм (3/8 дюйма); *6* — размер канала: 6,4 мм (1/4 дюйма)

Рисунок Н.10 — Пример аналогичного проходного сечения относительно перемещения штанги

Приложение I
(обязательное)

Испытания возвратных устройств

I.1 Общие положения

Данные испытания определены для обратных или возвратных клапанов в устройствах для регулирования дебита. Данные клапаны могут быть испытаны как элементы. Данные устройства предназначены для предотвращения обратного потока через устройство для регулирования дебита. Они не являются элементом защитной системы и не обеспечивают высокую герметичность уплотнения.

Существует четыре типа испытаний, которые должны быть выполнены полностью для подтверждения использования возвратных клапанов в газлифтной установке. Каждое следующее испытание, в свою очередь, квалифицирует возвратный клапан как устройство обратного потока. Эти четыре испытания: механическое функционирование, гермитичность, активация и эрозия.

- Механическое функциональное испытание (I.4) подтверждает, что заглушка или механизм закрытия способны соединиться с опорной поверхностью без вмешательства оператора.
- Испытание на целостность противотока (I.5 с водой и I.6 с газом) подтверждает, что возвратный клапан может быть использован как обратный клапан, когда возникает гидравлическое давление или давление газа от обратного направления нормального потока.
- Испытание на активацию (I.7 и I.8) определяет минимальное количество обратного потока, требуемого для активации механизма закрытия и препятствия потока флюида в обратном направлении нормального потока.
- При эрозийном испытании (I.9) возвратный механизм подвергается гидравлическому потоку в нормальном направлении (как при процессе разгрузки газлифтной скважины) и определяет способность возвратного клапана функционировать с его первоначальным назначением.

I.2 Требования для валидации проекта

I.2.1 Требования для валидации проекта, класс V3

I.2.1.1 Общие положения

Требования к испытаниям для валидации проекта класса V3 приведены в I.2.1.2–I.2.1.5.

I.2.1.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено как минимум на семи устройствах для регулирования дебита каждого типа.

I.2.1.3 Процедура испытаний

Для подтверждения требований валидации проекта должна быть выполнена следующая процедура испытаний:

a) функциональное механическое испытание должно быть выполнено в соответствии с I.4;

b) испытание на целостность противотока должно быть выполнено при максимальном номинальном давлении в соответствии с I.5.

I.2.1.4 Критерии приемки

Для проведения приемки необходимо, чтобы:

a) критерии приемки для функционального механического испытания соответствовали I.4;

b) критерии приемки испытания на противоток соответствовали I.5.

I.2.1.5 Документация

Записать результаты каждого функционального механического испытания и испытания на целостность противотока.

I.2.2 Требования для валидации, класс V2

I.2.2.1 Общие положения

Требование к испытаниям для валидации проекта класса V2 приведено в I.2.2.2–I.2.2.5.

I.2.2.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено как минимум на семи устройствах для регулирования дебита каждого типа.

I.2.2.3 Процедура испытаний

Следующее испытание должно быть выполнено для подтверждения выполнения следующих требований:

a) соответствие всем требованиям к испытанию для валидации проекта класса V3;

b) испытание на целостность противотока с использованием газа должно быть выполнено в соответствии с I.6;

c) минимальная норма расхода жидкости и перепад давления при испытании активации должны быть определены в соответствии с I.7;

d) для пружинных возвратных клапанов определить перепад давления, требуемый для открытия клапана, в соответствии с I.8;

e) для пружинных обратных клапанов и клапанов, активируемых потоком, убедиться, что заглушка не перекрывает гнездо клапана. Для этого повторите функциональное механическое испытание, приведенное в I.4, после испытаний, приведенных выше.

I.2.2.4 Критерии приемки

Критерии приемки целостности противотока с использованием газа должны определяться в соответствии с I.6, минимальная норма расхода жидкости и перепад давления при испытании на активацию клапана с использованием газа должны быть определены в соответствии с I.7, испытания пружинных возвратных клапанов должны определяться с I.8, и испытания возвратной заглушки должны определяться с I.4.

I.2.2.5 Документация

Следует задокументировать следующие результаты:

a) испытания целостности противотока;

b) минимальный дебит жидкости и перепад давления при испытании на активацию клапана;

c) испытание пружинных возвратных клапанов;

d) повтор механических функциональных испытаний.

Примечание — См. 7.2 для требований к документации для валидации проекта.

I.2.3 Требования для валидации проекта, класс V1

I.2.3.1 Общие положения

Требования к валидационным испытаниям проекта класса V1 приведены в I.2.2.2–I.2.2.5.

I.2.3.2 Количество контрольных образцов

Требования для контрольных образцов, как указано далее.

a) Данное испытание должно быть выполнено как минимум на семи устройствах для регулирования дебита каждого типа. Если более одного устройства из семи испытуемых не прошло испытания, должны быть выбраны дополнительные семь устройств и процесс испытания должен быть полностью выполнен на семи новых устройствах.

b) Эрозийное испытание возвратного устройства должно быть выполнено на одном устройстве для регулирования дебита.

I.2.3.3 Процедура испытаний

Для подтверждения требований при валидации проекта должно быть выполнено следующее:

a) соответствие всех требований испытания для валидации проекта класса V2;

b) на устройстве для регулирования дебита повторить испытание на целостность обратного потока согласно I.5, при максимальной номинальной температуре $^{+5}_{0}$ %. Это испытание должно быть выполнено при низком перепаде давления (689 + 34,5) кПа [(100 + 5) psi];

c) провести определение минимального дебита жидкости и испытание активации перепада давления, определенных в I.7 с номинальным давлением, указанным поставщиком/изготовителем, в $^{+5}_{0}$ %;

d) на одном устройстве для регулирования дебита выполнить эрозийное испытание возвратного устройства, установленное в I.9.

I.2.3.4 Критерии приемки

Для проведения приемки необходимо, чтобы:

a) испытания на целостность обратного потока считались положительными в том случае, если они отвечают требованиям к испытаниям, указанным в задокументированной методике испытаний поставщика/изготовителя. Если одно или более устройств отказало, испытание не пройдено;

b) испытания по определению минимального дебита жидкости и активации дифференциального давления считались положительными в том случае, если они отвечают требованиям к испытаниям, указанным поставщиком/изготовителем в задокументированной методике испытаний. Если одно или более устройств отказало, испытание не пройдено;

c) эрозийное испытание возвратного устройства считалось положительным в том случае, если возвратное устройство в течение 10 мин поддерживает не менее 90 % дифференциального давления, требуемого для активации. В противном случае испытание не пройдено.

I.2.3.5 Документация

Зарегистрировать все результаты. См. 7.2 для требований к документации для валидации проекта. Для определения совместимости обратного потока следует записать минимальный дебит жидкости и перепад давления при испытании активации и возвратного клапана при эрозийном испытании.

I.3 Требования для функционального испытания изделия

I.3.1 Требования для функционального испытания изделия, класс F3

I.3.1.1 Общие положения

Требования к испытаниям для функционального испытания проекта, класса F3, приведены в I.3.1.2–1.3.1.5.

I.3.1.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено для 100% любой партии изделий.

I.3.1.3 Процедура испытаний

Следующее испытание должно подтвердить соответствие требований к валидации проекта и функциональному испытанию изделия:

a) должно быть выполнено механическое функциональное испытание как указано в I.4;

b) должно быть выполнено испытание на герметичность азотом (N_2) соединений возвратного устройства в соответствии с I.6.

I.3.1.4 Критерии приемки

Критерии приемки, как указано далее.

a) Механические функциональные испытания считаются положительными, если проверяющий наконечник свободно двигается от открытой до закрытой позиции; от закрытой до открытой позиции без вмешательства оператора. Если одно или более устройств отказало, испытание не пройдено.

b) Испытания на герметичность азотом (N_2) соединений возвратного устройства считаются положительными, если скорость утечки не превышает 1 СКМС (35 СКФС) при перепаде давления (689 ± 69) кПа [(100 ± 10) psi] в обратном клапане. Если скорость утечки превышает это значение, испытание не пройдено.

I.3.1.5 Документация

Необходима следующая документация:

a) зарегистрированные результаты каждого испытания. См. 7.2 для требований к документации для валидации проекта;

b) описанные механическое функциональное испытание и испытания на герметичность N_2 соединений возвратного устройства.

I.3.2 Требования для функционального испытания изделия, класс F2

Испытание, требуемое для функционального испытания изделия класса F2, аналогично функциональному испытанию изделия класса F3.

I.3.3 Требования для функционального испытания изделия, класс F1

I.3.3.1 Общие положения

Испытание, требуемое для функционального испытания изделия, класс F1, приведено в I.3.3.2–I.3.3.5.

I.3.3.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено для 100% изделий любой партии.

I.3.3.3 Процедура испытаний

Для соответствия техническим условиям функционального испытания должно быть проведено следующее:

a) выполнены все требования к функциональным испытаниям изделия, которые требуются для функционального испытания изделия класса F3;

b) должны быть определены минимальная и максимальная скорость активации возвратного устройства/давления, как указано в I.7.

I.3.3.4 Критерии приемки

Для приемки результатов испытаний максимальной и минимальной скорости активации возвратного устройства/давления данные результаты должны быть в пределах, указанных поставщиком/изготовителем.

I.3.3.5 Документация

Необходимо зарегистрировать результаты испытаний максимальной и минимальной скорости активации возвратного устройства, давления и дополнительную требуемую документацию (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта).

I.4 Механическое функциональное испытание

I.4.1 Общие положения

Для устройств для регулирования дебита обычно используются два типа возвратных устройств: пружинного типа и с гидравлическим приводом. Пружинные наконечники иглы клапана удерживаются в гнезде за счет пружины. Для наконечников с гидравлическим приводом для фиксации наконечника используется поток. Механическое испытание для каждого типа приведено в I.4.2 и I.4.3 соответственно.

I.4.2 Пружинные наконечники

I.4.2.1 Общие положения

Настоящий метод активации наконечника используется для клапана ввода химических реагентов. Данный тип возвратных клапанов является нормально закрытым.

I.4.2.2 Процедура испытаний

Для подтверждения соответствия требований к пружинным наконечникам иглы клапана в процессе проведения механического функционального испытания должно быть выполнено следующее:

a) устройство для регулирования дебита должно быть испытано в испытательной оправке аналогичной фиксатору, используемому для испытания давлений закрытия и открытия (см. рисунок J.1);

b) гидравлическое давление, действующее на мембраны, должно быть повышено до давления активации устройства для регулирования дебита;

c) поток флюидов при гидравлическом испытании должен быть очевидным на выходе из устройства для регулирования дебита;

d) давление, действующее на мембраны, должно быть понижено до атмосферного и осмотр наконечника должен указать размещение наконечника иглы.

I.4.2.3 Критерии приемки

Механические функциональные испытания считаются положительными, если испытываемый наконечник свободно двигается от открытой до закрытой позиции; от закрытой до открытой позиции — без вмешательства оператора. Если одно или более устройств отказало, испытание не пройдено.

I.4.3 Наконечники с гидравлическим приводом

I.4.3.1 Общие положения

Данный тип возвратных клапанов является нормально открытым. Некоторые наконечники с гидравлическим приводом имеют слабые пружины, с помощь которых он удерживается на опоре. Это снижает обратный поток, необходимый для активации возвратного клапана. Все устройства для регулирования дебита, которым для активации необходим обратный поток, должны проходить испытание, как указано в I.4.3.2.

I.4.3.2 Процедура испытаний

Для подтверждения соответствия требований к наконечникам с гидравлическим приводом в процессе проведения механического функционального испытания, необходимо:

a) удерживать устройство для регулирования дебита в нормальном состоянии, когда устройство расположено в оправке для съемного клапана;

b) осмотреть выпускное отверстие устройства для регулирования дебита и убедиться, что испытываемый наконечник расположен в крайнем нижнем положении;

c) перевернуть устройство для регулирования дебита и осмотреть его для подтверждения того, что испытываемый наконечник образует уплотнение с поверхностью.

I.4.3.3 Критерии приемки

Критерии приемки, как указано далее.

a) Механические функциональные испытания считаются положительными, если испытываемый наконечник свободно двигается от открытой до закрытой позиции; от закрытой до открытой позиции без вмешательства оператора. Если одно или более устройств отказало, испытание не пройдено.

b) Повторное механическое функциональное испытание, требуемое по I.2.2.3 считается положительным, если испытываемый наконечник свободно двигается от открытой до закрытой позиции; от закрытой до открытой позиции — без вмешательства оператора. Если одно или более устройств отказало, испытание не пройдено.

I.5 Проверка целостности обратного потока

I.5.1 Процедура испытаний

Для соответствия требованиям проверки целостности обратного потока необходимо:

a) применить гидравлическое давление к обратному или возвратному клапану устройства для регулирования дебита в направлении, противоположном нормальному потоку через устройство;

b) провести испытание при максимальном номинальном давлении $^{+10}_{0}$%, указанном поставщиком/изготовителем;

c) поддерживать давление не менее 1 мин;

d) убедиться, что обратный клапан не касается первичного/вторичного уплотнения после завершения испытания проверки целостности обратного потока для активизации обратных клапанов потоком.

I.5.2 Критерии приемки

Испытания проверки целостности обратного потока считаются положительными, если они отвечают требованиям к испытаниям, указанным в задокументированной методике испытаний поставщика/изготовителя. Как минимум устройство не должно проявлять перепадов давления за 1 минимальный период.

I.6 Испытательные газы

I.6.1 Процедура испытаний

Для соответствия требованиям к испытательным газам необходимо:

a) использовать воздух, азот, гелий или другой сжатый газ при перепаде давления (689 ± 34,5) кПа [(100 ± 10) psi] в обратном или возвратном клапане устройства для регулирования дебита, в противоположном направлении нормальному потоку через устройство;

b) испытание в соответствии с письменными спецификациями поставщика/изготовителя.

I.6.2 Критерии приемки

Критерии приемки следующие:

a) для принятия комплексного испытания обратного потока, используя газ, каждый результат испытания должен отвечать требованиям испытания, указанным поставщиком/изготовителем в письменной процедуре испытаний;

b) скорость утечки не должна превышать 1 СКМС (35 СКФС). По соображениям безопасности вышеуказанные негорючие газы должны быть использованы для всех испытаний клапана.

I.7 Измерение расхода для активации обратного или возвратного клапана

I.7.1 Общие положения

Данное испытание определяет минимальный гидростатический расход жидкости, необходимый для активации (закрытия) обратного или возвратного клапана потоком.

I.7.2 Процедура испытаний

Для соответствия требованиям активации обратного или возвратного клапана потоком необходимо:

a) произвести измерение потока в направлении, противоположном нормальному потоку, через устройство для регулирования дебита;

b) данное испытание может быть выполнено на собранном или разобранном устройстве для регулирования дебита с необходимыми деталями для сборки обратного или возвратного клапана;

c) минимальный расход жидкости и перепад давления, которые необходимы для закрытия обратного или возвратного клапана, должны соответствовать требованиям испытаний, указанным поставщиком/изготовителем в письменной процедуре испытаний.

I.8 Испытание для определения перепада давления для активации пружинного обратного или возвратного клапана

I.8.1 Общие положения

Данное испытание определяет минимальный перепад давления, необходимый для активации (открытия) обратного или возвратного клапана для плотного закрытия пружинных возвратных клапанов.

I.8.2 Процедура испытаний

Для соответствия требованиям активации пружинного обратного/возвратного клапана необходимо:

a) произвести измерение потока в направлении, противоположном нормальном потоку через устройство для регулирования дебита;

b) данное испытание может быть выполнено на собранном или разобранном устройстве для регулирования дебита с необходимыми деталями для сборки обратного или возвратного клапана;

c) минимальный расход жидкости и перепад давления, которые необходимы для закрытия обратного или возвратного клапана, должны быть в пределах допусков, указанных поставщиком/изготовителем.

I.8.3 Критерии приемки

Для приемки результатов испытаний пружинных возвратных клапанов, перепад давления для открытия клапана должен быть в пределах, указанных поставщиком/ изготовителем.

I.9 Эрозийное испытание обратного клапана

I.9.1 Общие положения

Данное испытание предусматривает возможность испытания обратного клапана для подтверждения функциональных свойств после воздействия эрозийного потока.

Целью данного испытания является определение способности обратного клапана функционировать должным образом после эрозийных испытаний.

I.9.2 Процедура испытаний

См. приложение L для методов эрозийных испытаний и критерий приемки.

Приложение J
(обязательное)

Испытание давления открытия и закрытия

J.1 Испытание

J.1.1 Назначение

Следующие испытания должны быть успешно проведены для определения давления открытия и закрытия устройства для регулирования дебита. Настоящие испытания должны подтвердить, что механические параметры устройства для регулирования дебита совместимы с теоретически рассчитанными эксплуатационными параметрами, определенными поставщиком/изготовителем.

J.1.2 Общие положения

J.1.2.1 Определение испытания

Требования к испытанию на закрытие и открытие для валидации проекта классов V3, V2 и V1 должны быть выполнены, как указано в J.1.2.2–J.4.5.

J.1.2.2 Количество контрольных образцов

Для настоящего испытания должны быть отобраны не менее семи устройств для регулирования дебита каждого типа. Если более чем одно устройство из семи испытуемых устройств не прошло испытание, должны быть дополнительно отобраны еще семь устройств и вся процедура испытания должна быть выполнена на новых устройствах.

J.1.2.3 Процедура испытаний

Для соответствия требованиям к давлению открытия и закрытия необходимо:

a) выполнить испытания на давление открытия и закрытия, как указано в J.4.4 и J.4.5. Пример испытательного стенда приведен на рисунках J.1 и J.2. Испытания должны быть выполнены не менее пяти раз;

b) определить значение R_{tef} в соответствии с формулой (J.1), используя измеренные давления закрытия и открытия, указанные в J.4.4 и J.4.5:

$$R_{tef} = \left(\frac{P_{voT} - P_{vcT}}{P_{vcT}} \right) \qquad \text{(J.1)}$$

где P_{vcT} — измеренное или вычисленное входное манометрическое давление, когда выходное давление равно входному и расход газа почти нулевой при известной температуре;

P_{voT} — измеренное или вычисленное входное манометрическое давление приемлемое для требуемой области, ($A_b - A_s$), чтобы инициировать поток через устройство для регулирования дебита с нулевым выходным манометрическим давлением при известной температуре.

J.1.2.4 Критерии приемки

Критерии приемки следующие.

a) Для приемки определяют значение R_{tef}, применяя измеренные давления открытия и закрытия, величина рассчитанного R_{tef} для каждого испытания должна быть в пределах ± 5 % от средних значений всех результатов испытания.

b) Вычисленное значение R_{tef}, в зависимости от измеренных давлений, должно быть в пределах ± 5 % от заданного значения R_{tef}, на основе механических измерений, как определено по формуле (J.2):

$$R_{tef} = \left(\frac{A_s / A_b}{1 - A_s / A_b} \right), \qquad \text{(J.2)}$$

где A_b — эффективная площадь сильфона, выраженная в квадратных сантиметрах (квадратных дюймах);

A_s — площадь, основанная на диаметре канала, в котором штанга контактирует с опорой, выражается в квадратных сантиметрах (квадратных дюймах).

J.1.2.5 Документация

В качестве дополнительной документации требуется записать значение R_{tef}, вычисленное на основе измеренных давлений, и значение R_{tef}, вычисленное на основе механических измерений (см. 7.2 к требованиям по документации для валидации проекта).

J.2 Требования к испытанию на открытие для функционального испытания изделия

J.2.1 Определение испытания

Требования к испытанию на открытие для функционального испытания изделия классов F3, F2 и F1 должны быть выполнены, как указано в J.2.2–J.2.5.

J.2.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено на 100 % изделий от любой партии.

J.2.3 Процедура испытаний

Выполнить испытание на открытие при заданном давлении открытия, как указано в J.4.4.

J.2.4 Критерии приемки

Для приемки испытания на открытие устройство для регулирования дебита должно быть открыто на 5 % от заданного давления открытия.

J.2.5 Документация

Следует записать значение давления открытия, P_{tro}.

J.3 Требования к испытанию на закрытие для функционального испытания изделия

J.3.1 Требования для функционального испытания изделия, класс F3

J.3.1.1 Общие положения

Требование к испытанию на закрытие для функционального испытания изделия класса F3 должно быть выполнено, как указано в J.3.1.2–J.3.1.5. Данное испытание требуется только для VII типа устройств для регулирования дебита.

J.3.1.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено на 100 % изделий от любой партии.

J.3.1.3 Процедура испытаний

Для соответствия требованиям к испытаниям на закрытие необходимо:

a) послать сигнал «закрытия» устройству для регулирования дебита и убедиться, что устройство закрывается;

b) выполнить проверку скорости утечки (см. N.4) для подтверждения того, что устройство для регулирования дебита полностью закрыто.

J.3.1.4 Критерии приемки

Если расход жидкости через устройство для регулирования дебита больше, чем 1 СКМС (35 СКФС), то считается, что изделие прошло испытание.

J.3.1.5 Документация

Записать расход жидкости через устройство для регулирования дебита.

J.3.2 Требования для функционального испытания изделия, класс F2

J.3.2.1 Общие положения

Требование к испытанию на закрытие для функционального испытания изделия класса F2 должно быть выполнено в соответствии с J.3.2.2–J.3.2.5.

J.3.2.2 Количество контрольных образцов

Данное испытание должно быть выполнено на 5% изделий от любой партии или на трех устройствах для регулирования дебита, которое из чисел больше. Если партия изделий содержит одно или два устройства, все устройства должно пройти испытание.

J.3.2.3 Процедура испытаний

Для выполнения требований к испытанию на закрытие для функционального испытания изделия класса F2 необходимо:

a) открыть устройство для регулирования дебита;

b) закрыть выходное отверстие на устройстве для регулирования дебита;

c) повышать входное давление до верхнего P_{tro} устройства;

d) уравнять входное и выходное давления;

e) медленно снижать выходное давление до закрытия устройства для регулирования дебита;

f) измерить давление закрытия при P_{vcT}.

J.3.2.4 Критерии приемки

Точка активации закрытия должна быть в пределах 5 % от точки активации, определенной от указанного давления открытия, P_{vcT}, и значения R, определенного при валидационных испытаниях проекта. Если иначе, то считается, что изделие не прошло испытание.

J.3.2.5 Документация

Зарегистрировать точку активации закрытия для устройства для регулирования дебита (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта).

J.3.3 Требования для функционального испытания изделия, класс F1

J.3.3.1 Общие положения

Требование к испытанию на закрытие для функционального испытания изделия класса F1 и F6 должно быть выполнено, как указано в J.3.3.2–J.3.3.5. Данное испытание не требует устройства для регулирования дебита IV типа, устройств для глушения и нагнетания воды.

J.3.3.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено на 100 % изделий от любой партии.

J.3.4 Процедура испытаний

Для выполнения требований к испытанию на закрытие для функционального испытания изделия класса F1 необходимо:

a) выполнить все требования к испытанию на закрытие для функционального испытания класса F2;

b) используя результаты испытания давления открытия J.2 и результаты давления закрытия функционального испытания изделия класса F2, вычислить и записать значение R_{tef}, применяя формулу (J.3):

$$R_{tef} = \frac{P_{voT} P_{vcT}}{P_{vcT}} \qquad (J.3)$$

J.3.4.1 Критерии приемки

Значение R_{tef}, вычисленное от измеренных давлений, должно быть в пределах +5 % от установленного значения R_{tef}, которое основано на механических измерениях.

$$\left[R_{tef} = \left(\frac{A_s / A_b}{1 - A_s / A_b} \right) \right].$$

Если иначе, то считается, что изделие не прошло испытание.

J.3.4.2 Документация

Записать значение R_{tef}, основанное на измеренном давлении, и значение R_{tef}, основанное на механических измерениях устройства для регулирования дебита. См. 7.2 для требований к документации для валидации проекта.

J.4 Процедура испытания открытия и закрытия

J.4.1 Основные требования

Процедура для выполнения испытания открытия и закрытия приведена в J.4. Для выполнения данных испытаний используется испытательный блок. Испытательные блоки могут быть представлены в двух видах: стандартное кольцевое приспособление и стандартное инкапсулированное приспособление.

Для проведения испытания открытия и закрытия необходимо выполнение следующих требований:

a) для данных испытаний устройство для регулирования дебита должно быть установлено, как указано в G.7;

b) приборы в испытательном блоке, измеряющие давление, должны быть поверены, как указано в 7.4.7;

c) испытания открытия и закрытия должны быть выполнены последовательно для лучшего поддержания исходной температуры устройства для регулирования дебита;

d) последовательное вращение и продолжительность испытания могут привести к изменению температуры и настройки устройства для регулирования дебита.

Предоставить отдельные процедуры для устройств для регулирования дебита, управляемых давлением нагнетания (УДН) и управляемых пластовым давлением (УПД). При испытании устройства для регулирования дебита УДН давление приложено на входное отверстие устройства. При испытании устройства для регулирования дебита УПД давление приложено на выходное отверстие устройства.

J.4.2 Испытание на открытие для управления давлением нагнетания устройств для регулирования дебита

Для выполнения данного испытания необходимо:

a) впустить газ под давлением в устройство для регулирования дебита. Выход устройства для регулирования дебита не должен быть перекрыт и должен находиться под атмосферным давлением;

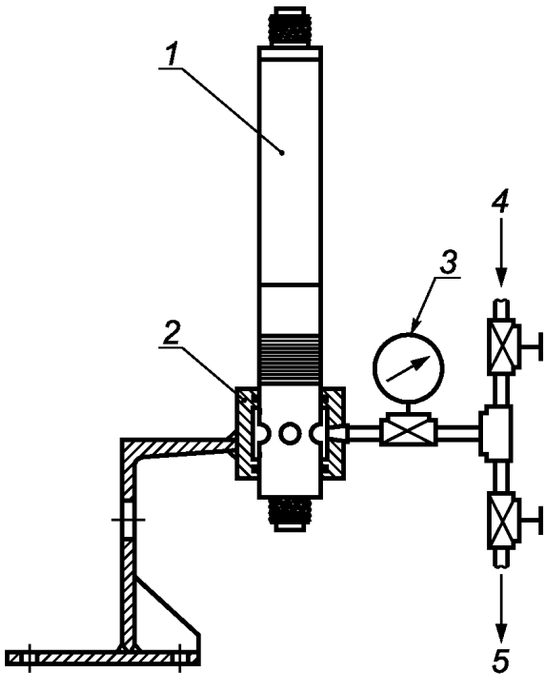
b) давление следует подавать в впускное отверстие устройства для регулирования дебита медленно, но постоянно. Важно, чтобы давление медленно повышалось до устойчивого уровня для подтверждения точного открытия. При быстром открытии источника давления газа могут быть не приняты во внимание результаты полученного давления открытия при ошибочно показанном входящем давлении. Давление возрастает до уровня, при котором устройство для регулирования дебита медленно открывается, постоянный поток (шипящий звук) газа выходит из устройства для регулирования дебита;

c) давление, при котором начинается данный поток газа, которое идентифицируется устройством для измерения давления источника газа испытательного блока, означает давление открытия устройства для регулирования дебита.

J.4.3 Испытание закрытия для рабочего давления нагнетания устройств для регулирования дебита

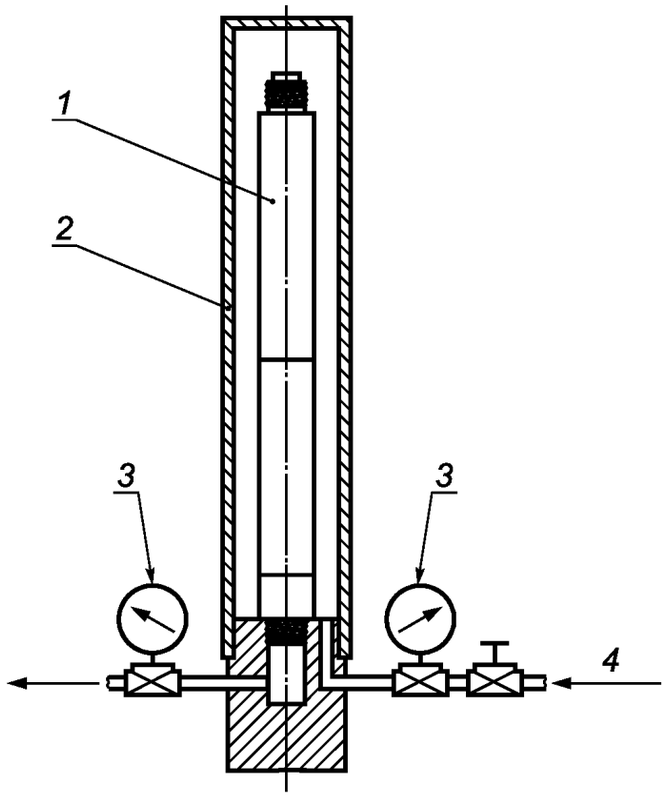
Для выполнения данного испытания необходимо:

a) если устройство для регулирования дебита находится в открытом положении, закрыть выходное отверстие устройства для регулирования дебита блокировочным клапаном таким образом, чтобы блокировать выпускное отверстие устройства для регулирования дебита;



1 — устройство для регулирования дебита; *2* — кольцевое приспособление;
3 — манометр; *4* — подводящий трубопровод; *5* — стравливание давления

Рисунок J.1 — Стандартное испытательное кольцевое приспособление



1 — устройство для регулирования дебита; *2* — измеритель; *3* — манометр;
4 — подводящий трубопровод

Рисунок J.2 — Стандартное испытательное инкапсулированное приспособление

b) продолжать нагнетание газа через впускной блокировочный клапан до стабилизации давления до значения не менее давления открытия;

c) закрыть впускной блокировочный клапан. Входное и выходное давление устройства для регулирования дебита может стабилизироваться и контролироваться средствами для измерения входного и выходного давлений;

d) медленно открыть выходной клапан управления испытательного блока, чтобы позволить медленный, стабильный приток газа к выходному отверстию. Быстрый разряд источника давления газа может быть причиной давления, превышающего давление закрытия, что может привести к неточному измерению давления. При выходе газа из испытательной оправки давление снижается на выходном и входном устройстве измерения давления до посадки штанги устройства для регулирования дебита;

e) давление, при котором понижение давления на входе останавливается, а давление на выходе продолжает уменьшаться, как измерено испытательным устройством измерения давления на входе, — это есть давление закрытия устройства для регулирования дебита.

J.4.4 Испытание открытия устройств для регулирования дебита, управляемых пластовым давлением

Для выполнения данного испытания необходимо:

a) применить давление газа для впуска газа устройства для регулирования дебита. Выходное отверстие устройства для регулирования дебита не должно быть перекрыто и на него должно действовать атмосферное давление;

b) применять давление медленно, таким образом, чтобы давление входило в впускное отверстие устройства для регулирования дебита медленно, но постоянно. Важно, чтобы давление повышалось медленно, равномерный ход для подтверждения, что получено точное измерение давления открытия. Быстрое открытие источника давления газа может привести к давлению, которое превосходит результирующее давление открытия при аварийном определении давления открытия. Давление возрастает до точки, в которой устройство для регулирования дебита медленно открывается, постоянный поток (шипящий звук) выходящего газа из устройства для регулирования дебита;

c) давление при котором начинается поток газа, как указано в испытании источника газа блоком устройства измерения давления, является давлением открытия устройства для регулирования дебита.

J.4.5. Испытание закрытия устройств для регулирования дебита, управляемых пластовым давлением

Для выполнения данного испытания необходимо:

a) если устройство для регулирования дебита в открытом положении, закрыть выходное отверстие устройства для регулирования дебита блокировочным клапаном таким образом, чтобы блокировать выпускное отверстие устройства для регулирования дебита;

b) продолжать нагнетание газа через впускной блокировочный клапан до тех пор, пока давление не окажется равным или большим, чем вычисленное давление открытия;

c) закрыть впускной блокировочный клапан. Входное и выходное давление устройства для регулирования дебита может стабилизироваться и контролироваться испытательными устройствами для измерения входного и выходного давлений;

d) медленно открыть выходной клапан управления для постоянного потока газа к выходному отверстию. Быстрый разряд источника давления газа может быть причиной давления, которое превышает давление закрытия, что вызовет неточное измерение давления. При выходе газа из испытательной оправки давление снижается на выходном и входном устройстве измерения давления до посадки штанги устройства для регулирования дебита;

e) давление, при котором понижение давления на входе останавливается, а давление на выходе продолжает уменьшаться, как измерено испытательным устройством измерения давления на входе, — это есть давление закрытия устройства для регулирования дебита.

Приложение К
(обязательное)

Ресурсные испытания срабатывания сильфона

К.1 Общие положения

В настоящем приложении рассматриваются процедуры, которые должны быть проведены для ресурсных испытаний сильфона устройства для регулирования дебита.

К.2 Требования для валидации проекта

К.2.1 Требования для валидации проекта, классы V3 и V2

Требования к ресурсным испытаниям срабатывания сильфона для валидации проекта классов V3 и V2 отсутствуют.

К.2.2 Требования для валидации проекта, класс V1

К.2.2.1 Общие положения

Требования к ресурсным испытаниям срабатывания сильфона для валидации проекта класса V1 должны быть установлены согласно К.2.2.2–К.2.2.5.

Должны быть соблюдены следующие требования:

a) указанное производителем испытание и критерии приемки;

b) требования К.3 и К.4 для определения срока службы.

Примечание — Это испытание применимо только для сильфонного устройства для регулирования дебита.

К.2.2.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено не менее чем на семи устройствах для регулирования дебита каждого типа. Если более чем одно устройство из семи испытуемых не отвечает требованиям К.4, должны быть дополнительно отобраны еще семь устройств и вся процедура испытания должна быть выполнена на новых устройствах.

К.2.2.3 Процедура испытаний

Это испытание должно быть проведено в соответствии с процедурами, указанными в К.3.

К.2.2.4 Рабочие характеристики

Каждое устройство для регулирования дебита должно быть испытано до отказа сильфона. Отказ должен быть определен в соответствии К.4.

К.2.2.5 Документация

Требуется следующая дополнительная документация (см. 7.2 к требованиям по документации для валидации проекта):

a) зарегистрированные результаты испытания всех семи устройств для регулирования дебита. Среднее число циклов до отказа и среднее отклонение должны быть определены путем вычисления среднего значения цикла для испытуемых устройств для регулирования дебита;

b) минимальное число циклов до отказа должно быть определено на устройстве для регулирования дебита, которое отказало после наименьшего количества циклов. Число циклов до отказа данного устройства для регулирования дебита является минимальным числом отказов;

c) максимальное число циклов до отказа должно быть определено на устройстве для регулирования дебита, которое отказало после наибольшего числа циклов. Число циклов до отказа данного устройства для регулирования дебита является максимальным числом отказов.

К.3 Процедура ресурсных испытаний срабатывания сильфона

К.3.1 Цикл испытательного давления

Определить давление цикла для подтверждения полного открытия или полного закрытия. Зондовое испытание и испытание величины нагрузки в соответствии с приложением Н должны быть предварительно выполнены при максимальном номинальном давлении, которое указано поставщиком/изготовителем.

К.3.2 Повышенное испытательное давление

Повышенное испытательное давление определяется с использованием соответствующей нагрузки, умноженной на максимальное полное перемещение устройства для регулирования дебита. Величину нагрузки определяют, основываясь на максимальной нагрузке на купол, которая указана поставщиком/изготовителем. Это значение умножается на 1,25 и добавляется к установленному давлению купола устройства для регулирования дебита в 6895 кПа (1000 psi). Это значение является минимальным повышенным давлением, которое применимо для испытания срока эксплуатации.

K.3.3 Пониженное испытательное давление

Пониженное испытательное давление определяется путем умножения давления закрытия для испытуемого устройства для регулирования дебита на 0,75. Это значение является максимальным пониженным давлением, которое применимо для ресурсных испытаний.

K.4 Измерения при испытаниях

K.4.1 Общие положения

Требования K.4.2–K.4.5 должны контролироваться и регистрироваться во время испытания в электронной системе сбора информации.

K.4.2 Критерии отказа давления в куполе

Давление в куполе должно постоянно регистрироваться при испытании. Это давление должно быть использовано как индикатор отказа сильфона. Изменение повышенного или пониженного давления в куполе более чем на 25 % от исходных значений указывает на то, что сильфон устройства для регулирования дебита не прошел испытание и не может быть использован при испытаниях на циклические нагрузки.

K.4.3 Регистрация продолжительности цикла

Продолжительность каждого цикла должна постоянно регистрироваться при испытании. Продолжительность каждого цикла должна быть не менее 20 с и не более 120 с.

K.4.4 Рабочее давление

Рабочее давление должно постоянно регистрироваться при испытании. Циклы изменения давления между минимальным повышенным испытательным давлением и максимальным пониженным испытательным давлением.

K.4.5 Число циклов

Число циклов до отказа должно быть зарегистрировано.

K.5 Представление результатов

K.5.1 Среднее число циклов до отказа и среднее отклонение

Результаты всех семи устройств для регулирования дебита должны быть сообщены. Среднее число циклов до отказа и стандартное отклонение должны быть определены путем вычисления среднего значения результатов испытания семи устройств для регулирования дебита.

K.5.2 Минимальное число циклов до отказа

Минимальное число циклов до отказа должно быть определено на устройстве для регулирования дебита, которое отказало после наименьшего количества циклов. Число циклов до отказа данного устройства для регулирования дебита является минимальным числом отказов.

K.5.3 Максимальное число циклов до отказа

Максимальное число циклов до отказа должно быть определено на устройстве для регулирования дебита, которое отказало после наибольшего числа циклов. Число циклов до отказа данного устройства для регулирования дебита является максимальным числом отказов.

K.6 Испытательные приборы

K.6.1 Регистрация данных

Испытательные приборы должны обеспечить возможность для записи данных давления в куполе, рабочего давления, продолжительности каждого цикла и количества циклов до отказа. Эти данные должны быть зарегистрированы непосредственно в электронной системы сбора информации.

K.6.2 Применение рабочего давления

Рабочее давление может быть циклически применимо для использования гидравлического давления в диапазоне от минимального рабочего давления до максимального рабочего давления. Рабочее давление должно действовать на верхнюю и нижнюю опоры одновременно.

Приложение L
(обязательное)

Требуемые испытания на эрозию

L.1 Общие положения

L.1.1 Эрозийное испытание

Настоящее приложение определяет требования, процедуры и критерии приемки для эрозийного испытания устройств для регулирования дебита. После эрозийного испытания выполняется разрушающее испытание, которое требуется только для валидационного испытания проекта на соответствие техническим требованиям.

L.1.2 Эрозийное испытание области применения и метод

Ресурсное испытание выполняется для определения способности обратного клапана и и/или отверстия устройства для регулирования дебита функционировать надлежащим образом после воздействия потенциального эрозийного потока жидкости. Для этого испытания необходимо устройство, которое способно формировать и регистрировать расход жидкости через обратный клапан или отверстие устройства в направлении номинального потока. Это испытание демонстрирует способность устройства выдержать эрозию, которая может образоваться при нормальном разгруженном состоянии.

В установке для эрозийного испытания требуется насос, который способен формировать и поддерживать дебит в 0,16 $м^3$/мин (1 баррель/мин).

Подходит любой метод, соответствующий этим требованиям. Требуются повышенное давление обратного клапана, измеритель расхода и устройство для измерения давления. Измерение дебита должно проводиться с точность в ± 2 % при постоянном наблюдении с интервалами, не превышающими 10 с.

L.2 Требования для валидации проекта

L.2.1 Требования для валидации проекта, класс V3

Для валидационного испытания проекта на соответствие техническим требованиям класса V3 эрозийное испытание не требуется.

L.2.2 Требования для валидации проекта, класс V2 и V1

L.2.2.1 Общие положения

Эрозийное испытание, требуемое для валидационного испытания проекта на соответствие техническим требованиям классов V2 и V1, должно быть выполнено, как указано ниже. Это испытание не требуется, если устройство для регулирования дебита однократно открыто, не требует закрытия и не имеет обратного клапана. Это относится, например, к сбросному клапану.

Испытание проводится в открытой системе с пресной водой и без ограничения температуры.

L.2.2.2 Количество контрольных образцов

Испытание должно быть выполнено на одном устройстве для регулирования дебита. Это испытание не проводится на отказывающих устройствах. Это демонстрирует, что устройство может выдержать эрозию, которая может образоваться при нормальном разгруженном состоянии.

L.2.2.3 Процедура испытаний

Выполнить испытание, как приведено в L.3 и/или L.4, в зависимости от обстоятельств.

L.2.2.4 Критерии приемки

Для приемки устройство для регулирования дебита должно соответствовать критериям приемки, указанным в N.4.

L.2.2.5 Документация

Предоставить результаты испытания (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта).

L.3 Эрозийное испытание обратного клапана

L.3.1 Общие положения

Эрозийное испытание обратного клапана выполняется для определения способности обратного клапана нормально функционировать после воздействия эрозийного потока жидкости. Для проведения данного испытания на одном или более устройствах для регулирования дебита, которые прошли испытание на герметичность (см. приложение I), необходимо:

a) перед эрозийным испытанием обратный клапан должен быть испытан для определения способности препятствовать потоку обратного направления. Испытание выполняется в соответствии с I.7;

b) обратный клапан должен быть установлен в испытательной оправке таким образом, чтобы поток проходил через обратный клапан в направлении, которое позволяет свободный поток;

c) эрозийное испытание должно быть проведено путем выполнения потока пресной воды и настройки клапанов управления или насоса таким образом, чтобы постоянный дебит в 0,16 $м^3$/мин (1 баррель/мин) был достигнут и поддерживался;

d) данный дебит должен поддерживаться до полного прохождения жидкости, не менее 63,6 $м^3$ (400 баррелей), через обратный клапан;

e) обратный клапан должен пройти испытание повторно для определения способности препятствовать потоку обратного направления. Испытание выполняется в соответствии с I.7;

f) поддержание дифференциального давления требуется для активации обратного клапана и записи потери давления после временного интервала в 10 мин.

L.3.2 Критерии приемки эрозийного испытания

Эрозийное испытание обратного клапана считается не прошедшим, если обратный клапан не в состоянии поддерживать по крайней мере 90 % дифференциального давления, требуемого для его активации после промежутка времени 10 мин.

L.4 Эрозийное испытание канала

L.4.1 Общие положения

Эрозийное испытание канала проводится для определения способности поверхности опоры отверстия/опоры штанги нормально функционировать после воздействия эрозийного потока жидкости. Для проведения данного испытания на одном или более устройствах для регулирования дебита, которые прошли испытание герметичности отверстия, необходимо:

a) перед эрозийным испытанием отверстие устройства для регулирования дебита должно быть испытано на герметичность в соответствии с N.4;

b) устройство для регулирования дебита должно быть установлено в испытательной оправке так, чтобы поток проходил через обратный клапан в направлении, которое позволяет свободный поток;

c) эрозийное испытание должно быть проведено путем выполнения потока пресной воды и настройки клапанов управления или насоса таким образом, чтобы постоянный расход жидкости в 0,16 $м^3$/мин (1 баррель/мин) был достигнут и поддерживался;

d) этот расход жидкости должен поддерживаться до полного прохождения жидкости, не менее 63,6 $м^3$ (400 баррелей), через отверстие устройства для регулирования дебита;

e) отверстие устройства для регулирования дебита должно быть повторно испытано на герметичность в соответствии с N.4.

L.4.2 Критерии приемки эрозийного испытания

Устройство для регулирования дебита должно соответствовать критериям приемки, указанным в N.4.5.

Приложение М
(обязательное)

Требования к испытаниям на длительное хранение (целостность сильфонов) устройств для регулирования дебита, заряженных азотом под давлением

М.1 Общие положения

Испытание, описанное в настоящем приложении, определено для устройств для регулирования дебита, чтобы определить целостность элементов, на которые действует давление.

М.2 Требования для валидации проекта

М.2.1 Требования испытания на длительное хранение

М.2.1.1 Общие положения

Требования к испытанию на длительное хранение для валидации проекта классов V3, V2 и V1 должны соответствовать М.2.1.2–М.2.1.5.

М.2.1.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено как минимум на семи устройствах для регулирования дебита каждого типа.

М.2.1.3 Процедура испытаний

Испытание на длительное хранение должно быть выполнено, как указано в М.3.

М.2.1.4 Критерии приемки

Давление открытия должно изменяться не более чем на 1 %. Если изменение превышает это значение, то испытание не пройдено.

М.2.1.5 Документация

Зарегистрировать давление открытия в начале и конце испытания (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта).

М.3 Требования для функционального испытания изделия

М.3.1 Общие положения

Перед доставкой пользователю/покупателю каждое устройство для регулирования дебита с азотным наддувом должно быть испытано в соответствии с процедурой, указанной в М.3.2.

М.3.2 Требования для функционального испытания изделия

М.3.2.1 Общие положения

Испытание на длительное хранение, требуемое для функционального испытания изделия класса F3, F2 и F1, должно быть выполнено, как указано в М.3.2.2–М.3.2.5. Следует отметить, что для устройства для регулирования дебита типа VIII, это испытание требуется только для устройств химического нагнетания.

М.3.2.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено для 100% любой партии изделий.

М.3.2.3 Процедура испытаний

Для проведения данного испытания на длительное хранение необходимо:

a) выполнить испытание только на устройствах для регулирования дебита с заряженным сильфоном. Не существует требований для выполнения испытания на устройстве с незаряженным сильфоном. Для этих устройств целостность сильфона определена при испытании срока службы, как указано в М.4;

b) выполнить процедуру стабилизации сильфона, как указано в М.4, с устройством для регулирования дебита, установленным при минимальном испытательном стенде давления открытия 5516 кПа (800 psi) при заданной температуре, указанной поставщиком/изготовителем;

c) записать давление открытия испытуемой иглы клапана и дату хранения, а устройство для регулирования дебита должно быть помещено на хранение как минимум на 5 дней;

d) проверить установленное давление каждого устройства для регулирования дебита при заданной температуре, указанной поставщиком/пользователем, после 5 дней хранения.

М.3.2.4 Критерии приемки

Давление открытия не должно изменяться более чем на 1 %. Если изменение превышает этот показатель, то испытание не пройдено.

М.3.2.5 Документация

Зарегистрировать давление открытия в начальной и конечной стадиях испытания (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта).

М.3.3 Испытательное оборудование

Оборудование, которое используется для поддержания давления открытия устройства для регулирования дебита, должно соответствовать требованиям, указанным в приложении J.

М.4 Установка устройства для регулирования дебита и стабилизация сильфона

М.4.1 Начальная подготовка

Необходимо извлечь концевые заглушки и зарядить сильфон до давления зарядки 344,7 кПа (50 psi) больше, чем давление, рекомендованное поставщиком/изготовителем, P_{tro}, с минимальным P_{tro}, равным 5516 кПа (800 psi). Следует не превышать номинальное давление устройства для регулирования дебита. Поместить устройство для регулирования дебита в водяную ванну с постоянной температурой на 15 мин.

М.4.2 Начальное регулирование давления

Извлечь устройство для регулирования дебита из водяной ванны с постоянной температурой и поместить в фиксатор.

ОСТОРОЖНО — Не удерживайте устройство для регулирования дебита в куполе таким образом, чтобы тепло купола послужило причиной неправильно установленного давления.

Применить давление газа для открытия устройства для регулирования дебита. Измерить давление, требуемое для открытия устройства для регулирования дебита. Если требуется более 30 с для измерения давления открытия, извлечь устройство для регулирования дебита из испытательного прибора, поместить в водяную ванну с постоянной температурой и повторить этот процесс.

М.4.3 Осмотр/замена уплотнений концевой заглушки газлифтного клапана

Осмотреть все эластомерные уплотнения, которые используются для герметизации концевой заглушки газлифтного клапана. Если используются металлические уплотнения, то заменить их, если это требует характеристика поставщика/изготовителя. Осмотреть поверхность уплотнения концевой заглушки газлифтного клапана для подтверждения, что поверхности гладкие и не имеют инородных предметов. Установить концевые заглушки газлифтного клапана для подтверждения надлежащего уплотнения площади купола.

М.4.4 Первое следствие износа устройства для регулирования дебита

Расположить устройство для регулирования дебита в вертикальной позиции в камере повышенного давления или в зажимном приспособлении с концевой заглушкой газлифтного клапана концом вверх. Повысить давление в камере до 34473,8 кПа (5000 psi) и поддерживать не менее 5 мин. Сбросить давление и повторить цикл изменения/поддержания давления на два раза больше. Позволить стечь камере и удалить устройство для регулирования дебита. Удалить концевую заглушку газлифтного клапана из устройства для регулирования дебита и поместить клапан водяную ванну с постоянной температурой на минимальный период в 15 мин.

М.4.5 Этап 2. Установленное давление устройства для регулирования дебита

Извлечь устройство для регулирования дебита из водяной ванны и установить в фиксатор. Не удерживайте устройство для регулирования дебита куполом из-за нагревания купола и некорректного установления давления. Применить давление газа для открытия устройства для регулирования дебита. Сравнить исходное зарегистрированное давление с новым давлением открытия. Если давление понижается более чем на 172,4 кПа (25 psi), повторить цикл стабилизации, описанный в М.4.4. Если давление повышается более чем на 172,4 кПа (25 psi), устройство для регулирования дебита может быть неисправным и должно быть осмотрено и заменено.

Отрегулировать давление купола для достижения заданного давления закрытия, P_{voT}. Если требуется более 30 с для получения требуемого давления закрытия, извлечь устройство для регулирования дебита из испытательного прибора и поместить в водяную ванну с постоянной температурой.

М.4.6 Осмотр/замена уплотнений концевой заглушки газлифтного клапана

Осмотреть все эластомерные уплотнения, которые используются для герметизации концевой заглушки газлифтного клапана. Если используются металлические уплотнения, то заменить их, если это требуется характеристикой поставщика/изготовителя. Осмотреть поверхность уплотнения концевой заглушки газлифтного клапана для подтверждения, что поверхности гладкие и не имеют инородных предметов. Установить концевые заглушки газлифтного клапана для подтверждения надлежащего уплотнения площади купола.

М.4.7 Срок службы устройства для регулирования дебита

Расположить устройство для регулирования дебита в вертикальной позиции в камере повышенного давления или в старом приборе с концевой заглушкой газлифтного клапана концом вверх. Повысить давление в камере до 34473,8 кПа (5000 psi) и поддерживать не менее 5 мин. Сбросить давление и повторить цикл изменения/поддержания давления на два раза больше. Позволить стечь камере и удалить устройство для регулирования дебита. Удалить концевую заглушку газлифтного клапана из устройства для регулирования дебита и поместить клапан в водяную ванну с постоянной температурой на минимальный период в 15 мин.

М.4.8 Точная регулировка давления

Извлечь устройство для регулирования дебита из водяной ванны с постоянной температурой, установить устройство в испытательный прибор и проверить давление открытия. Если давление открытия изменено более чем на 34,5 кПа (5 psi), повторить шаги, описанные в М.4.5–М.4.7, пока давление не изменится более чем на 34,5 кПа (5 psi).

М.4.9 Окончательная сборка устройства для регулирования дебита и маркировка

Установить новое медное уплотнение на концевую заглушку всякий раз при удалении концевой заглушки. Установить нижнюю набивку и осмотреть обшивку устройства для регулирования дебита для любых острых поверхностей. Осмотреть обратный клапан и проверить прилегание уплотнения, плавность движения и удостовериться, что уплотнение не содержит инородных предметов. Собрать проверенное устройство для регулирования дебита, как указано в порядке, рекомендованном поставщиком/производителем. Установить верхнее уплотнение.

Приложение N
(обязательное)

Проведение испытания на определение скорости утечки через канал/отверстие

N.1 Общие положения

Данное приложение содержит требования, процедуры и критерии приемки для проведения испытаний на определение интерфейсной утечки через канал и штангу/отверстие на устройствах для регулирования дебита.

N.2 Требования для валидации проекта

N.2.1 Определение утечки через канал/отверстие

N.2.1.1 Общие положения

Испытание на определение скорости утечки через канал/отверстие, требуемое для классов валидации проекта V3, V2 и V1, должно быть выполнено, как указано ниже.

N.2.1.2 Количество контрольных образцов

Данное испытание должно быть проведено как минимум на семи устройствах для регулирования дебита каждого типа.

N.2.1.3 Процедура испытаний

Для проведения данного испытания необходимо соблюдать процедуру, описанную в N.4, а также следующее:

a) данное испытание должно быть проведено на минимальном и максимальном размерах каждого типа испытуемого устройства;

b) скорость утечки должна быть определена и усреднена.

N.2.1.4 Критерии приемки

Если расход жидкости через любое устройство для регулирования дебита более 1 СКМС (35 СКФС), то считается, что изделие не прошло испытание.

N.2.1.5 Документация

В качестве дополнительной документации требуется составить отчет о скорости утечки через каждое устройство для регулирования дебита и о средней скорости утечки всех испытанных устройств (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта).

N.3 Требования для функционального испытания изделия

N.3.1 Определение утечки через канал/отверстие

N.3.1.1 Общие положения

Определение скорости утечки, требуемое для функционального испытания изделия классов F3, F2 и F1, должно быть выполнено, как указано в N.3.1.2 и N.3.1.5.

N.3.1.2 Количество контрольных образцов

Это испытание должно быть выполнено для 100% изделий любой партии.

N.3.1.3 Процедура испытаний

Это испытание должно быть выполнено в соответствии с процедурой, установленной в N.4.

N.3.1.4 Критерии приемки

Если дебит через любое устройство для регулирования дебита более 1 СКМС (35 СКФС), то считается, что изделие не прошло испытание.

N.3.1.5 Документация

В качестве дополнительной документации требуется составить отчет о скорости утечки через каждое устройство для регулирования дебита (см. 7.2 для требований к документации для валидации проекта).

N.4 Испытание клапана на герметичность

N.4.1 Введение

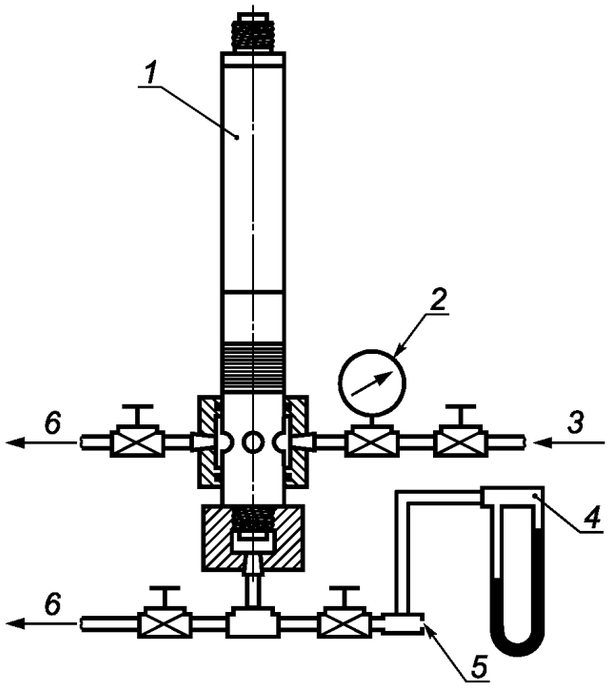
У испытательного стенда для данного испытания должна быть предусмотрена возможность измерения низких значений дебита газа на стороне выпуска устройства для регулирования дебита. Рисунки N.1 и N.2 изображают два таких стенда.

N.4.2 Испытательная температура

Испытание должно быть выполнено при температуре окружающей среды.

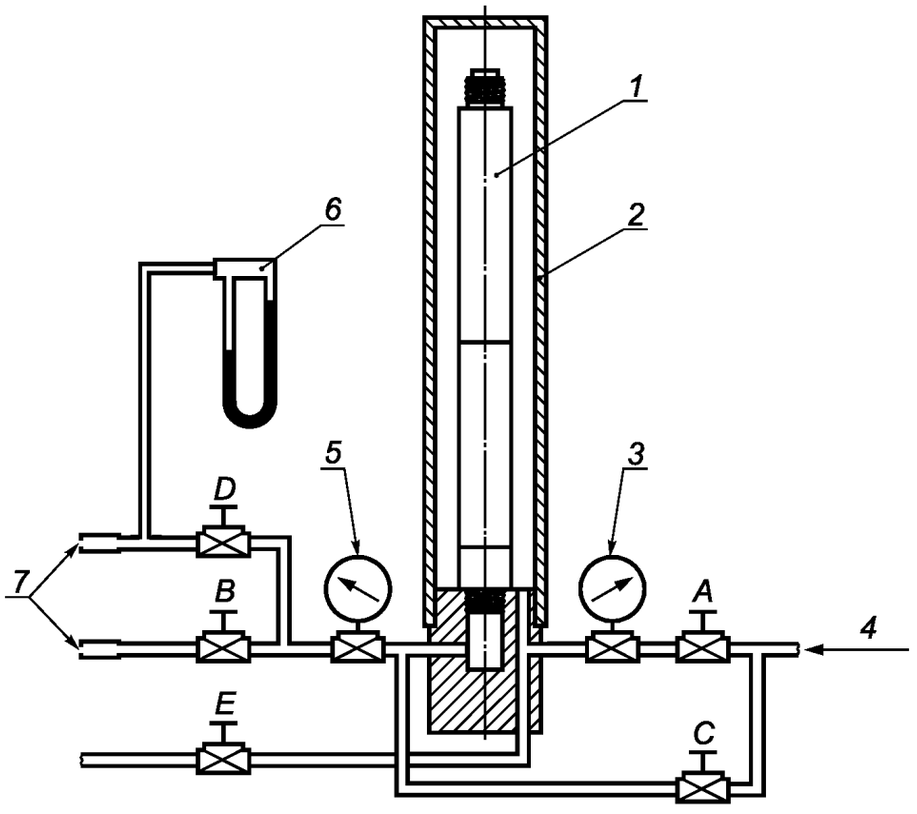
N.4.3 Подготовка отверстия

На штанге и/или канале не должно быть масла, воды или других смазывающих или уплотняющих материалов.



1 — устройство для регулирования дебита; *2* — манометр; *3* — подводящий трубопровод; *4* — манометр; *5* — дренажное отверстие; *6* — выпуск давления

Рисунок N.1 — Стенд для испытания клапана на герметичность — Вариант 1



1 — устройство для регулирования дебита; *2* — колпак; *3* — манометр (газ); *4* — подводящий трубопровод; *5* — манометр (изделие); *6* — манометр; *7* — дренажное отверстие

Рисунок N.2 — Стенд для испытания клапана на герметичность — Вариант 2

N.4.4 Испытание для определения утечки

Для выполнения данного испытания необходимо:

a) определить давление открытия устройства для регулирования дебита, P_{voT}, с атмосферным давлением, приложенным ниже канала устройства;

b) рассчитать давление закрытия устройства для регулирования дебита, P_{vcT};

c) открыть устройство для регулирования дебита, применяя входное давление равное P_{voT};

d) закрыть устройство для регулирования дебита, понижая входное давление до значения не менее P_{vcT};

e) направить выпускное отверстие устройства для регулирования дебита к стороне выпуска устройства измерения потока.

N.4.5 Критерии приемки

Если расход жидкости через любое устройство для регулирования дебита более 1 СКМС (35 СКФС), то считается, что изделие не прошло испытание и штанга или отверстие должны быть забракованы.

Приложение О
(справочное)

Эксплуатационные испытания. Рекомендации к оборудованию для эксплуатационных испытаний устройства для регулирования дебита

О.1 Общие положения

Настоящее приложение содержит информацию для эксплуатационных испытаний устройств для регулирования дебита. Приложение содержит рекомендации к оборудованию для эксплуатационных испытаний устройств для регулирования дебита.

О.2 Рекомендации для определения места проведения испытания

О.2.1 Введение

В О.2 описывается оборудование, необходимое для испытания устройств для регулирования дебита, для определения:

a) коэффициента дебита устройства для регулирования дебита, C_v;

b) коэффициента перепада давления, $R_{p,crt}$;

c) рабочих характеристик устройства для регулирования дебита.

Определенный тип испытания требует большого объема, источника высокого давления газа. Предполагается, что устройство для хранения газа должно быть вместимостью не менее 2,83 м^3 (100 футов^3) и давление должно быть не менее 10432 кПа (1500 psi).

Применяемые нормы и способы должны быть учтены при сборке испытательного стенда; монтаж, испытание и отбор устройства для регулирования дебита должны соответствовать стандартам на трубопроводы и сосуды.

Уравнительные емкости или другие сосуды с диаметром не более 152 мм (6 дюймов) должны быть отнесены к ANSI/ASME, Коды по котлам и сосудам высокого давления, раздел VIII. Данные правила предусматривают требования для проектирования, изготовления, проверки и подтверждения соответствия применимых сосудов.

Трубопроводы, состоящие из материалов, толщина стенок и относительное номинальное значение давления должны быть отнесены к ANSI/ASME B31.8. Материалы трубопровода должны быть указаны как марка B. Фланцы должны быть отнесены к ANSI/ASME B16.5; устройства для регулирования дебита — к ANSI/ASME B16.34. Следует отметить, что могут использоваться API на устройства для регулирования дебита и фланцы, но только те, на которые есть ссылки в API Spec 6D (ISO 14313:2007). Данные API на фланцы не могут быть заменены ANSI/ASME на фланцы.

Расчетное давление трубопроводов, устройств для регулирования дебита, фланцев или сосудов под давлением при испытаниях должно быть на 20 % выше предполагаемого максимального давления. Когда испытания проведены, на испытательном стенде, описанном в данном разделе, погрешность, связанная с расчетом дебита, должна быть не более 6 %.

О.2.2 Общее описание

Испытательная установка для определения расхода включает как минимум элементы, приведенные на рисунке О.1.

О.2.3 Контрольный образец. Устройства для регулирования дебита, извлекаемые на канате

Контрольный образец состоит из компонентов, перечисленных в О.2.4 и показанных рисунке О.2.

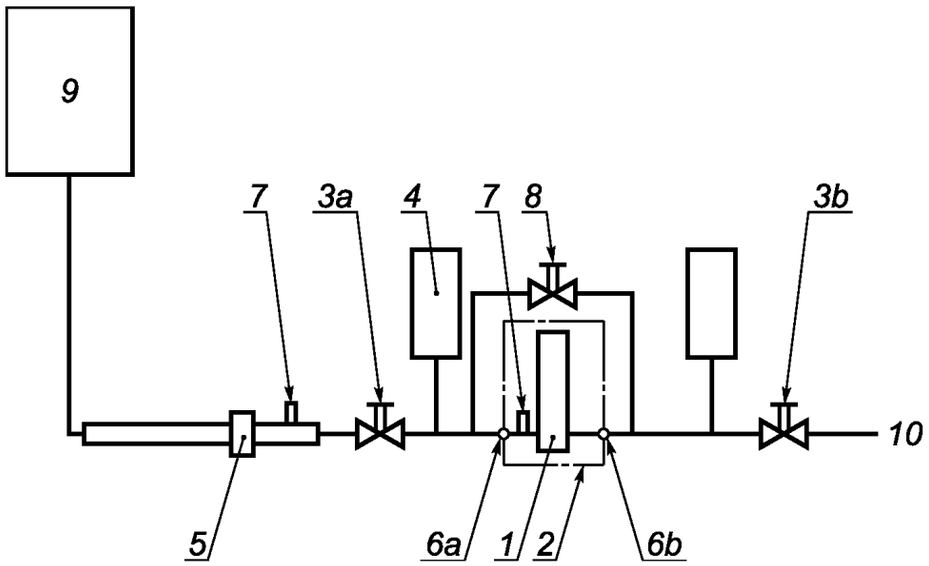
Образец включает полностью собранное испытуемое устройство для регулирования дебита, включая обратный клапан, рекомендованный поставщиком/изготовителем. Он включает защелку, которая совместима с приемным резервуаром и устройством для регулирования дебита. Образец устанавливается и фиксируется в совместимом резервуаре. Разрешается замена наружного V-образного уплотнительного кольца альтернативными уплотнительными системами.

Резервуар устройства для регулирования дебита должен быть совместим с устройством для регулирования дебита и защелкой; должен выполнять функцию верхнего и нижнего уплотнения впускных каналов устройства для регулирования дебита. Площадь впускного канала и минимальное проходное сечение межтрубного пространства между резервуаром и впускным каналом устройства для регулирования дебита должны быть зарегистрированы.

О.2.4 Испытательная секция

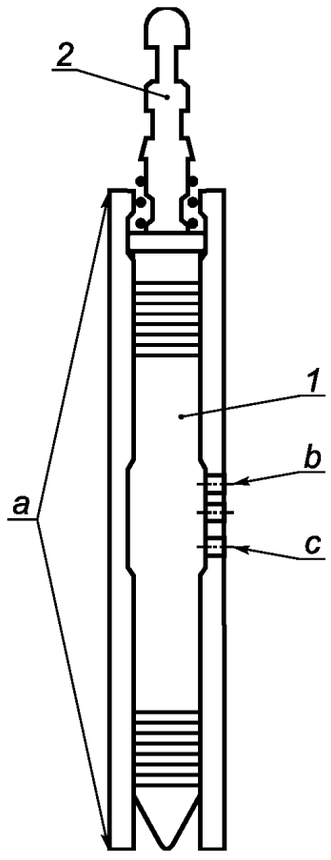
О.2.4.1 Общие положения

Испытательная секция включает контрольный образец и все фиксаторы, расположенные между устройствами для измерения входного и выходного давления. Линия расхода через испытательную секцию не должна проходить через штуцера, колена закрытого радиуса или крестовины, линия должна быть свободна от внутренних препятствий. Колена труб должны иметь радиус не более 10,16 см (4 дюйма). На рисунке О.3 приведен пример испытательной секции, отвечающей этим требованиям.



1 — контрольный образец; *2* — рабочая область; *3a* — входной клапан управления; *3b* — выходной клапан управления; *4* — защита от перепадов давления; *5* — измеритель расхода; *6a* — отверстие входного давления; *6b* — отверстие выходного давления; *7* — температура отверстий; *8* — распределяющий клапан управления; *9* — источник; *10* — выпуск

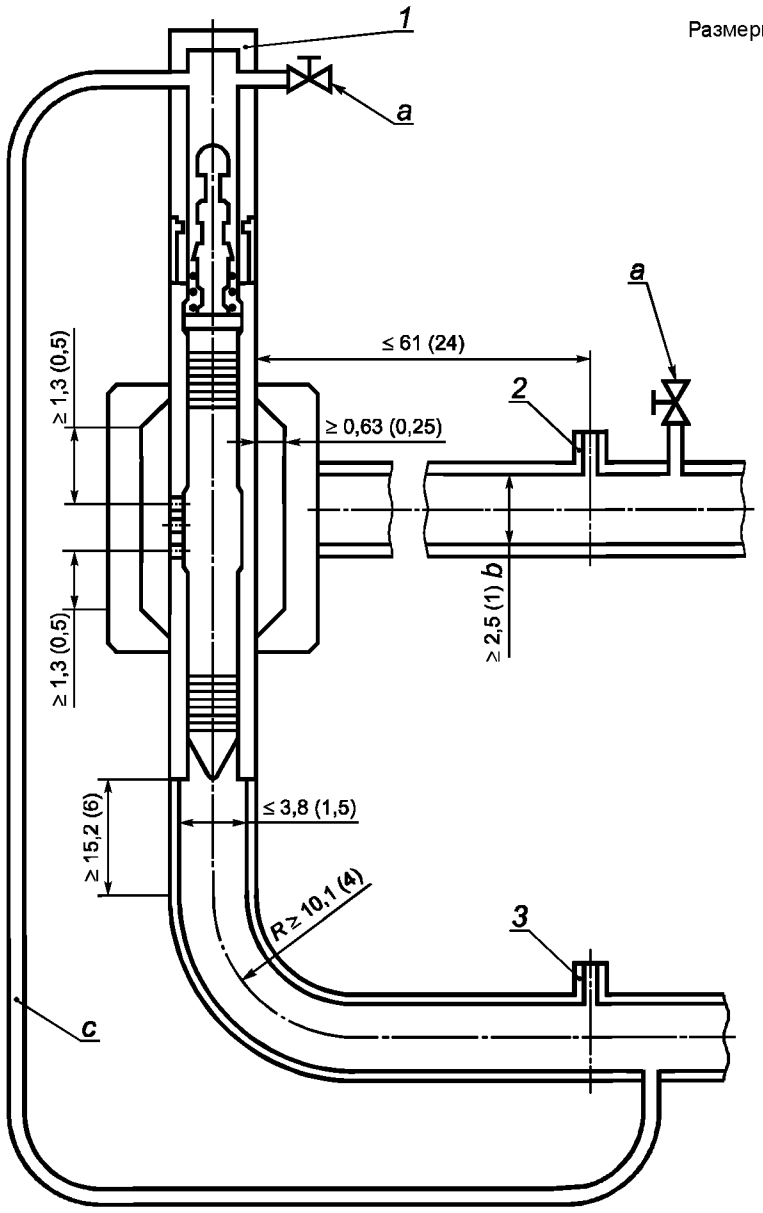
Рисунок О.1 — Схема испытательной установки измерения расхода



1 — полностью собранный клапан для испытаний; *2* — стандартная защелка с плотной резьбой сборочного клапана; *a* — верхний и нижний концы секции оправки должны быть изменены; *b* — зарегистрировать площадь впускного отверстия; *c* — зарегистрировать проходное сечение межтрубного пространства

Рисунок О.2 — Компоненты контрольного образца

Размеры в сантиметрах (дюймах)



1 — предохранительная головка; *2* — входное давление и датчики температуры; *3* — выходное давление и опционные датчики температуры; *a* — выпуск в атмосферу перед извлечением клапана (контрольный образец); *b* — ≤ 61 см (24 дюйма) от контрольного образца; *c* — уравнительный трубопровод, рекомендованный при применении предохранительной головки

Рисунок О.3 — Установка для эксплуатационных испытаний устройства для регулирования дебита — Пример для клапанов, извлекаемых на канате

О.2.4.2 Верхняя испытательная секция

Верхняя испытательная секция контрольного образца должна иметь размеры не более 60,96 см (24 дюйма) размера контрольного образца и должна иметь минимальный внутренний диаметр расхода не менее 2,54 см (1 дюйм). Верхняя испытательная часть должна быть установлена вертикально к контрольному образцу таким образом, чтобы вокруг впускных отверстий контрольного образца образовалась свободная кольцевая камера. Данная камера должна иметь размеры не менее 1,27 см (1/2 дюйма) размеров верхнего и нижнего впускного канала контрольного образца и должна иметь высоту не менее 0,64 (1/4 дюйма).

О.2.4.3 Нижняя испытательная секция

Нижняя испытательная секция контрольного образца должна быть размером не более 60,96 см (24 дюйма) от размера контрольного образца и должна иметь минимальный внутренний диаметр расхода не менее 3,81 см (1,5 дюйма). Нижняя испытательная секция должна быть расположена таким образом, чтобы осевая линия образца и секции были параллельными и одноцентровыми. Нижняя испытательная секция должна иметь размеры не менее 15,24 см (6 дюймов) длины начального контрольного образца.

О.2.5 Дроссельно-регулирующие клапаны

О.2.5.1 Общие положения

В соответствии с О.2.5 рекомендуются процедуры для проверки эксплуатационных характеристик дроссельных устройств для регулирования дебита. Входные и выходные клапаны дроссельно–регулирующие используются для контроля давления, действующего на испытательную секцию. Нет ограничений на тип клапана.

О.2.5.2 Мощность

Оба клапана управления должны быть с достаточным дебитом и мощностью давления, превышающими дебит и мощность давления контрольного образца.

О.2.6 Защита от гидравлического удара

О.2.6.1 Общие положения

Защита от гидравлического удара рекомендуется на входной и выходной сторонах испытательной секции. Защитой от перенапряжения давления является снижение воздействий всплеска давления, которые являются результатом эксплуатации устройства для регулирования дебита. Всплеск давления может вызвать серьезные повреждения устройств измерения давления, датчиков и значительно препятствовать способности контроля и мониторинга при испытании.

О.2.6.2 Уравнительный резервуар

Уравнительный резервуар должен использоваться для достижения достаточной защиты от гидравлического удара. Эти резервуары должны быть прикреплены к испытательной установке с внешней стороны испытательной секции таким образом, чтобы каждый резервуар независимо имел полную гидравлическую связь с выходным и входным давлениями, действующими на испытательную секцию. Опциональные клапаны управления могут быть расположены в трубопроводе, соединяющем уравнительные резервуары с испытательной установкой.

Объем уравнительных резервуаров должен быть не менее 0,057 м^3 (2 футов^3). Рекомендуется, чтобы уравнительный резервуар выходного давления имел объем в два раза больше объема уравнительного резервуара входного давления.

О.2.6.3 Альтернативные методы

Допускается применять альтернативные системы защиты от гидравлического удара, которые понижают перепады давления в контрольном образце, не более 69 кПа/сек (10 psi/сек).

О.2.7 Методы измерения расхода и точность

Инструментом для измерения расхода может быть любое устройство, которое соответствует нормативной точности.

Дебит должен быть определен с погрешностью не более ± 6 % от фактического дебита. Метод является разрешенным и стабильным, когда измерения находятся в пределах ± 1 % от фактического дебита. Данные значения удовлетворяют требования методов отчета AGA № 8 для расчета дебита вместе с подтвержденной расходомерной установкой.

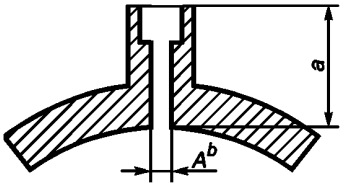
Примечание — AGA Report No. 8 эквивалентен сборнику стандартов по измерениям в нефтяной промышленности API, глава 14.2, и GPA 8185—90.

О.2.8 Точки отбора давления

О.2.8.1 Общие положения

Рекомендации к расположению и ориентации дренажных точек отбора давления приведены в О.2.8.

Для измерения входного и выходного давлений, действующих на контрольный образец, требуются две точки отбора давления. Данные точки должны находиться в начале и в конце испытательной установки. Геометрия точек должна соответствовать размерам, приведенным на рисунке О.4. Кромка отверстия должна быть чистой и заостренной или немного закругленной и не иметь заусениц и других неровностей. Ни в одном из случаев не должно быть выступов фитинга в трубу.



a — минимальное расстояние, 2,5*A*; рекомендуемое расстояние, 5*A*; *b* — размеры *A* как функция размера трубы:

Размер трубы, см (дюйм)	A
< 5,08 (2) 5,08 по < 10,16 (2 по < 4) 10,16 по 20,32 (4 по 8)	0,0635 ≤ *A* ≤ 0,3175 (1/4 ≤ *A* ≤ 1/8) 0,9525 ≤ *A* ≤ 0,3175 (3/8 ≤ *A* ≤ 1/8) 1,27 ≤ *A* ≤ 0,3175 (1/2 ≤ *A* ≤ 1/8)

Рисунок О.4 — Геометрия отвода к манометру

О.2.8.2 Расположение и ориентация

Точки отбора входного и выходного давления должны быть расположены как можно ближе к контрольному образцу, но не дальше чем на 60,96 см (24 дюйма) от контрольного образца. При расположении в горизонтальном положении входные и выходные точки должны располагаться выше горизонтальной плоскости, находящейся на осевой линии трубы. Осевая линия точки должна быть перпендикулярна осевой линии трубы.

О.2.9 Измерение давления, точность и требования к отчетности

Рекомендации в части требований к отчетности и измерению давления приведены в О.2.9.

Все измерения давления и перепада давления должны быть выбраны таким образом, чтобы погрешности измерения не превышали ± 1 % от фактического значения. Устройства измерения давления должны быть откалиброваны не реже одного раза каждые три месяца или более часто, если это требуется для поддержания нормативной точности. Испытательная секция для измерения входного и выходного давлений должна быть под постоянным наблюдением операторов, контролирующих испытательное давление.

Должен быть составлен письменный отчет по результатам измеренных давлений во входных и выходных точках отбора в испытательной секции. Давления должны быть в пределах точности ±2 % устройств измерения давления.

О.2.10 Температурные датчики, расположение и ориентация

О.2.10.1 Общие положения

Рекомендации к положению и ориентации датчиков для измерения температуры приведены в О.2.10.

Требуется два датчика для измерения температуры: один на напорной стороне испытательной секции и другой для устройства измерения дебита. Опциональный клапан выходной температуры должен быть расположен на нагнетательной стороне испытательной секции.

О.2.10.2 Расположение и ориентация

Выходной датчик должен быть установлен на напорной стороне испытательной секции. Температурный датчик, использующийся для измерения дебита, должен быть установлен по рекомендациям поставщика/изготовителя устройства для измерения дебита. Нет рекомендаций для размещения дополнительного выходного температурного датчика, однако рекомендуется, чтобы один датчик использовался и был размещен на нагнетательной стороне испытательной секции.

При размещении в горизонтальном положении температурный датчик должен быть расположен в горизонтальной плоскости, проходящей через осевую линию трубы.

О.2.11 Измерение температуры, точность и требования к отчетности

Приборы для измерения температуры должны быть с точностью ± 1,1 С (± 2 °F) от фактического значения. Температура газа должна измеряться устройством для измерения дебита на входной части испытательного участка. Температуры, измеренные на устройстве измерения дебита и в верхней части испытательного участка, должны быть зарегистрированы с точностью до ± 2 % от измеряемой температуры.

О.2.12 Уравнительные клапаны

Выходное и входное давления должны быть уравнены до проведения испытания. Уравнительный клапан должен быть расположен между верхней и нижней испытательными секциями, а также должен предоставлять возможность обхода контрольного образца.

О.2.13 Газоснабжение

Воздух или другой сжимаемый газ должны быть использованы в качестве флюида в данной процедуре испытаний. Пары, которые могут достичь температуры конденсации в местном сужении потока контрольного образца, не подходят. Нельзя использовать жидкости и твердые вещества в газоснабжении при испытании.

О.2.14 Документация

Для демонстрации соответствия результатов испытаний требуется и должна быть доступна информация, перечисленная ниже. Бланк 1 документации направления потока может быть использован для этой цели. Документация должна соответствовать требованиям 7.2.

Информация содержит следующее:

a) схематический макет и расположение главных позиций с 1 по 10 на рисунке О.1 и подпись лица, ответственного за испытание;

b) детальный чертеж испытательной секции:

1) расстояние от верхней части испытательной секции до контрольного образца;

2) расстояние от нижней части испытательной секции до контрольного образца;

3) число и размер впускных каналов и проходного сечения межтрубного пространства между устройством для регулирования дебита и извлекаемых на канате фиксаторов;

4) расположение и размер кольцевой камеры вокруг контрольного образца;

c) тип и емкость клапанов дроссельно–регулирующих;

d) тип и размер защиты от гидравлического удара;

e) тип и точность устройства измерения расхода;

f) тип и точность устройства измерения давления;

g) тип и точность плоттера, регистрирующего давление;

h) тип и точность устройства измерения температуры;

i) тип и точность плоттера, регистрирующего температуру.

Бланк 1 документации направления потока		
Требуемая информация		
	Предоставить схемы испытательной аппаратуры	
1	Определить главные позиции с 1 по 10 на рисунке О.1	
2	Прикрепить детальный чертеж испытательной секции	
	Расстояние от контрольного образца до устройства измерения входного давления, выражается в сантиметрах (дюймах)	
	Расстояние от контрольного образца до устройства измерения выходного давления, выражается в сантиметрах (дюймах)	
	Число входных каналов	
	Диаметр впускного канала приемного резервуара, выражается в сантиметрах (дюймах)	
	Проходное сечение между УРД и держателем, выражается в сантиметрах (дюймах)	
	Расстояние от OD контрольного образца до ID кольцевой камеры вокруг контрольного образца, выражается в сантиметрах (дюймах)	
	Расстояние от впускных каналов образца до круглого уплотнителя камеры, выражается в сантиметрах (дюймах)	
3	Описание входного клапана управления	
	Пропускная способность входного клапана управления в полностью открытом положении, выражается в кубических метрах в день (тысячах кубических футов в день)	
	Описание входного клапана управления	
	Пропускная способность выходного клапана управления в полностью открытом положении, выражается в кубических метрах в день (тысячах кубических футов в день)	
4	Тип устройства защиты от перенапряжения входного давления	
	Тип устройства защиты от перенапряжения выходного давления	
5	Тип устройства измерения для расхода	
	Точность устройства для измерения расхода	
6	Устройство измерения входного давления	
	Точность	
	Устройство измерения выходного давления	
	Точность	
	Устройство измерения перепада давления	
	Точность	
7	Метод отчетности и регистрации результатов измерения давления	
	Точность устройства для записи давления	
8	Устройство измерения входной температуры	
	Точность	
	Устройство измерения выходной температуры	
	Точность	
9	Метод отчетности и регистрации измерения температуры	
	Точность устройства для записи температуры	

Рисунок О.5 — Документация направления потока, бланк 1

Приложение Р
(справочное)

Эксплуатационные испытания. Прогноз корреляций с применением упрощенной модели устройства для регулирования дебита

Р.1 Общие положения

Настоящее приложение содержит рекомендуемые испытания для разработки прогноза корреляций для устройства для регулирования дебита (см. Р.2), использование упрощенной модели устройства для регулирования дебита (см. Р.3) и метод анализа данных зондового испытания (см. Р.4).

Р.2 Испытания для развития эффективности корреляций

Р.2.1 Общие положения

Использование результатов испытания для прогнозирования устройства для регулирования дебита в условиях, отличных от условий испытаний, требует проектирования моделей или корреляций. Настоящее приложение описывает требуемые испытания и процедуру данных испытаний. Все или часть испытаний могут быть использованы для проектирования модели. Рекомендации по количеству испытаний, требуемых для разработки модели, приведены в Р.2.2–Р.2.5.

Р.2.2 Зондовые испытания

Процедура для определения величины нагрузки на соединения сильфона устройства для регулирования дебита, B_{lr}, и максимально эффективного перемещения штанги клапана описана в приложении G. Оно также устанавливает количество испытаний и испытательное давление.

Р.2.3 Испытания для определения коэффициента дебита

Приложение Н описывает процедуры для определения коэффициента дебита устройства для регулирования дебита, C_v, и коэффициента перепада давления, $R_{p,crt}$, как функцию максимально эффективного перемещения штанги. Рекомендации по количеству испытаний, необходимых для определения полного спектра работы устройства для регулирования дебита, приведены в приложении Н. Приложение Н устанавливает данные, применимые к любому диапазону давления и к любому типу газа.

Р.2.4 Эксплуатационные испытания

Приложение Н описывает процедуры для получения динамических эксплуатационных характеристик устройства для регулирования дебита с указанным установленным давлением. Для получения данных, достаточных для проектирования модели, требуются дополнительные испытания при различных установленных давлениях. Процедура испытаний, описанная в приложении Н, должна быть проведена на устройстве для регулирования дебита минимум при трех установленных давлениях. Два из данных установленных давлений, указанных поставщиком/изготовителем, должны быть максимальным и минимальным, разница между ними должна быть не менее 1379 кПа (200 psi). Например, устройство для регулирования дебита, рекомендуемое для работы в диапазоне установленных давлений 4137 кПа (600 psi) и 12410 кПа (1800 psi) должно быть испытано при 4137 кПа (600 psi), 8274 кПа (1200 psi) и 12410 кПа (1800 psi).

Р.2.5 Применение результатов испытания

Процедуры испытаний, описанные в предыдущих разделах, дают достаточно данных для разработки модели устройства для регулирования дебита, которое может быть использовано для прогнозирования прохода газа при других условиях, отличных от испытанных. Пример модели представлен в Р.3.

Также возможны дополнительные модели. Упрощенная модель, представленная в п.3, использует результаты испытаний, полученные в соответствии с приложением G. Данная модель делает несколько предположений относительно положения штанги при эксплуатации и не может подходить для прогнозирования прохода газа при любых обстоятельствах. Данная упрощенная модель не требует сбора данных в соответствии с приложением Н. Если данные собраны, в соответствии с приложением Н они могут быть использованы для изменения упрощенной модели за счет динамического давления внутри клапана и, таким образом, проектирования более точной модели. Метод, применяемый для сбора данных для модификации упрощенной модели, приведенный в приложении Н, не представлен в настоящем стандарте.

Р.3 Упрощенная модель устройства для регулирования дебита

Р.3.1 Упрощенная модель

В Р.3 представлена упрощенная модель устройства для регулирования дебита. Данная модель использует собранные данные, как приведено в приложении G. Модель основана на следующих предположениях:

а) измеренное выходное давление испытательной секции предназначено для работы на контактной области опоры/шара;

b) площадь, на которую действуют входное и выходное давления, остается постоянной;

c) статистическое уравнение равновесия сил используется для определения положения штанги.

Количество ошибок при расчете положения штанги увеличивается по мере увеличения размеров каналов. Точность прогнозирования дебита составляет приблизительно +30 % для каналов размером 0,48 см (3/16 дюйма) или менее. Данное утверждение точности основано на ограниченном сравнении испытанных устройств для регулирования дебита от 2,54 см (1 дюйм) УДН клапана.

Упрощенная модель может быть улучшена, используя собранные данные, в соответствии с приложением Н для определения более точного динамического места положения штанги при эксплуатации.

Р.3.2 Определение положения штанги

Определить статистическое положение штанги устройства для регулирования дебита, d_{st}, для заданного давления скважины и условий температуры, используя статистическое уравнение равновесия сил, как указано в формулах (Р.1) и (Р.2), которые включают значения хода и величины нагрузки устройства для регулирования дебита. Например, статистическое уравнение равновесия сил для пружинного или азотного устройства для регулирования дебита следующее:

$$P_{vcT}A_b + B_{lr}A_b d_{st} = P_{iod}(A_b - A_s) + P_{pd}A_s, \quad (Р.1)$$

$$d_{st} = \frac{P_{iod}(A_b - A_s) + (P_{pd}A_s) - (P_{vcT}A_b)}{B_{lr}A_b}. \quad (Р.2)$$

Формулы (Р.1) и (Р.2) действительны для международной системы единиц и для американской системы измерения.

Р.3.3 Определение C_v и $R_{p,crt}$

Взять с графика C_v относительно перемещения штанги (см. рисунок Н.6), коэффициент дебита, C_v, для вычисленного в Н.9 статистического перемещения штанги. Взять с графика $R_{p,crt}$ относительное перемещение штанги (см. рисунок Н.7), коэффициент перепада давления, $R_{p,crt}$, для вычисленного в Н.9 статистического перемещения штанги.

Р.3.4 Расчет дебита

Дебит, q_{gi}, вычисляется по формуле (Р.3) и выражается в международной системе единиц.

$$q_{gi} = 0,1C_v(P_{iod} + 100,0)(F_Y)\left(\frac{R_p}{T_v \times S_g \times Z_1}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad (Р.3)$$

где q_{gi} — дебит, выраженный в СКМС;

P_{iod} — измеренное рабочее избыточное давление нагнетания установки устройств для регулирования дебита в скважине, выраженное в килопаскалях;

T_v — температура устройства для регулирования дебита в скважине, выраженная в кельвинах;

R_p — равно меньшему $\frac{P_{iod} - P_{pd}}{P_{iod} + 100,0}$ или $F_k R_{p,crt}$;

F_Y — равно $1-(\frac{R_p}{3F_k R_{p,crt}})$ при $F_k = \frac{k}{1,40}$;

k — отношение удельной теплоемкости применяемого для газлифта газа.

Дебит, q_{gi}, вычисляется по формуле (Р.4) и выражается в американской системе измерения.

$$q_{gi} = 32,64C_v(P_{iod} + 14,7)F_Y\left(\frac{R_p}{T_v S_g Z_1}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad (Р.4)$$

где q_{gi} — дебит, выражается в СКФС;

P_{iod} — измеренное рабочее давление нагнетания установки устройств для регулирования дебита в скважине, выраженное в квадратных дюймах;

T_v — температура устройства для регулирования дебита в скважине, выраженная в градусах Ранкина;

R_{p-} — равно меньшему $\frac{P_{iod} - P_{pd}}{P_{iod} + 100,0}$ или $F_k R_{p,crt}$;

F_Y — равно $1-(\frac{R_p}{3F_k R_{p,crt}})$ при $F_k = \frac{k}{1,40}$;

k — отношение удельной теплоемкости применяемого для газлифта газа.

Р.3.5 Пример использования упрощенного метода

Р.3.5.1 Общие положения

Предположим, клапан УДН размером 2,54 см (1 дюйм) с каналом размера 0,476 см (3/16 дюйма) и следующими параметрами:

- входное давление: P_{iod} = 6378 кПа (925 psi);
- выходное давление: P_{pd} = 3103 кПа (450 psi);
- P_{tro} = 5688 кПа (825 psi);
- температура в скважине: T_v = 65,6 °С (150 °F);
- удельный вес газа: k = 0,65;
- величина нагрузки в 65,6 °С (150 °F) по данным поставщика/изготовителя: B_{lr} = 2538 кПа /см (935 psi /дюйм).

Рисунок Н.6 может быть использован как кривая коэффициента давления и рисунок Н.7 может быть использован как кривая критического коэффициента давления. Пример вычислений в Р.3.5.2–Р.3.5.4 приведен только для иллюстрации.

Р.3.5.2 Определение положения золотника

Вычислить P_{voT} при температуре 65,6 °С (150 °F), применяя приближенное значение, данное в формуле (Р.5).

$$P_{voT} = \frac{P_{tro}(Z_1)(T_v + 273{,}15)}{15{,}6 + 273{,}15} = \frac{5688 \cdot 0{,}95 \cdot (65{,}6 + 273{,}15)}{15{,}6 + 273{,}15} = 6339, \text{ выраженное в килопаскалях;} \quad (Р.5).$$

$$[P_{voT} = \frac{P_{tro}(Z_1)(T_v + 460)}{60 + 460} = \frac{825 \cdot 0{,}95 \cdot (150 + 460)}{60 + 460} = 919, \text{ выраженное в фунтах на кв. дюйм}].$$

Лучше использовать таблицу корректировки температуры, указанную поставщиком/изготовителем, если она доступна, чем приближенное значение, данное в уравнении (Р.5). Также таблица коэффициента сжимаемости азота может использоваться для определения Z_1.

P_{vcT} при температуре 65,6 °С (150 °F) вычисляется по формуле (Р.6) и результаты приближения — по формуле (Р.5):

$$P_{vcT} = \frac{P_{voT}(A_b - A_s)}{A_b} = \frac{6339(2 - 0{,}178)}{2} = 5775, \text{ выраженное в килопаскалях} \quad (Р.6)$$

$$[P_{vcT} = \frac{P_{voT}(A_b - A_s)}{A_b} = \frac{919(0{,}31 - 0{,}0276)}{0{,}31} = 837{,}5, \text{ выраженное в фунтах на кв. дюйм}].$$

Положение штанги вычисляется по статистическому уравнению равновесия. При P_{vcT} в 5775 кПа (837,5 psi), данное устройство для регулирования дебита имеет величину нагрузки в 2538 кПа/см (935 psi/дюйм). Можно использовать устройство для регулирования дебита, испытанное поставщиком/изготовителем при температуре и величине нагрузке. Данное устройство для регулирования дебита имеет эффективное перемещение штанги 0,216 см (0,085 дюйма).

Применение уравнения (Р.2):

$$d_{st} = \frac{6378(2 - 0{,}178) + (3103 \cdot 0{,}178) - (5775 \cdot 2)}{2538 \cdot 2} = 0{,}123$$

$$\left[d_{st} = \frac{925(0{,}31 - 0{,}0276) + (450 \cdot 0{,}0276) - (837{,}5 \cdot 0{,}31)}{935 \cdot 0{,}31} = 0{,}048 \right].$$

Вычисленное расстояние перемещения штанги, d_{st}, равное в данном случае 0,123 см (0,048 дюйм), не может превышать расстояние максимально эффективного перемещения штанги, МЭХШ, равное 0,216 см (0,085 дюйма). Однако когда значение вычисленного перемещения штанги является большим, чем МЭХШ, МЭХШ должно быть использовано вместо d_{st} в формулах, которые приведены в Р.3.5.3 и Р.3.5.4.

Р.3.5.3 Определение C_v и $R_{p\,crt}$

Для определения коэффициента дебита, C_v, следует использовать кривые поставщика/изготовителя на рисунке Н.6 для перемещения штанги, как для вычисленного выше значение 0,123 см (0,048 дюйма).

Считать C_v = 0,7.

Для определения кривой критического коэффициента перепада давления $R_{p,crt}$, использовать кривую на рисунке Н.7 для перемещения штанги, как для вычисленного выше значение 0,123 см (0,048 дюйма).

Считать $R_{p,crt}$ = 0,63.

P.3.5.4 Определение дебита, q_{gi}

P.3.5.4.1 Расчет коэффициента давления, R_p

$$R_p = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_1 + 100)} = \quad \left[R_p = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_1 + 14,7)} = \right]$$
$$= \frac{6378 - 3103}{6378 + 100} = 0,505 \quad \left[= \frac{925 - 450}{925 + 14,7} = 0,505 \right]. \qquad (P.7)$$

P.3.5.4.2 Определение критичности устройства для регулирования дебита

Если R_p больше, чем $R_{p,crt}$, устройство для регулирования дебита находится в критическом потоке и $R_{p,crt}$ должно использоваться взамен R_p для вычисления дебита. В данном примере $R_{p,crt}$ = 0,63, что больше, чем фактический коэффициент давления, R_p, который равен 0,505. Таким образом, клапан не находится в критическом потоке и R_p должна использоваться в формулах (P.8) и (P.9).

P.3.5.4.3 Вычисление коэффициента расширения, F_Y

$$F_Y = 1 - \frac{R_p}{3F_k R_{p,crt}} = \quad \left[F_Y = 1 - \frac{R_p}{3F_k R_{p,crt}} = \right]$$
$$= 1 - \frac{0,505}{3 \cdot \left(\frac{1,3}{1,4} \right) \cdot 0,63} = 0,712 \quad \left[= 1 - \frac{0,505}{3 \cdot \left(\frac{1,3}{1,4} \right) \cdot 0,63} = 0,712 \right]. \qquad (P.8)$$

P.3.5.4.4 Определение коэффициента сжимаемости, Z_1

Определить коэффициент сжимаемости для натурального газа с 6378 кПа (925 psi) и 65,5 °C (150 °F) путем вычисления или взятия значений из таблицы.

Z_1 = 0,95

P.3.5.4.5 Расчет дебита, q_{gi}

Дебит вычисляется по формуле (P.9). Если R_p больше $R_{p,crt}$, $R_{p,crt}$ должно использоваться для вычисления дебита. В ином случае использовать R_p.

$$q_{gi} = 0,1 C_v (P_{iod} + 100) F_Y \sqrt{\frac{R_p}{(T_v + 273,15) S_g Z_1}} =$$
$$= 0,1 \cdot 0,70 (6378 + 100) \cdot 0,712 \cdot \sqrt{\frac{0,505}{(65,6 + 273,15) \cdot 0,65 \cdot 0,95}} = 17,72 \text{ MSCMD} \qquad (P.9)$$

$$\left[q_{gi} = 32,64 C_v (P_{iod} + 14,7) F_Y \sqrt{\frac{R_p}{(T_v + 460) S_g Z_1}} = \right]$$
$$\left[= 32,64 \cdot 0,70 \cdot (925 + 14,7) \cdot 0,712 \cdot \sqrt{\frac{0,505}{(150 + 460) \cdot 0,65 \cdot 0,95}} = 625 \text{ MSCFD} \right].$$

P.4 Метод анализа результатов зондового испытания

P.4.1 Общие положения

Упрощенный метод вычисления предназначен для определения величины нагрузки и МЭХШ для устройства для регулирования дебита. Значения данных, необходимых для выполнения этого вычисления, получены при зондовом испытании, приведенном в приложении G. Применение данного технического приема позволяет получить стабильные, воспроизводимые значения для величины нагрузки и МЭХШ. Также данная процедура может быть запрограммирована на компьютере.

P.4.2 Предположения

Использованы следующие предположения:

a) требуется не менее четырех точек для измерения значений;

b) каждая точка измерения должна представлять уникальное значение перемещения штанги/значение давления пара системы;

Примечание — Не учитывать точки измерения, если данные точки показывают большое (почти бесконечное) увеличение наклона угла при минимальных значениях перемещения штанги.

c) все точки в наборе данных должны постоянно возрастать, начиная с наименьших значений перемещения штанги и давления в системе;

d) все данные ниже точки МЭХШ наносятся в форме линейной зависимости ($y = m_A x + b_A$). Также все данные выше точки наносятся в форме отдельной линейной зависимости ($y = m_B x + b_B$), где m_A и m_B являются углами этих двух линий, а b_A и b_B являются точками пересечения этих линий;

e) измеренные углы и пересечения не должны повторяться, т. е. m_A не должно быть равно m_B, и b_A не должно быть равно b_B.

Р.4.3 Гистерезис

Измеренные данные систем повышения и понижения давления обычно показывают гистерезис в данных. Возможная(ые) причина(ы) не была(и) задокументирована(ы) в отрасли. Предлагаемым способом поддержания многокомпонентных данных является отдельный анализ массива данных и расчет среднего значения величины нагрузки и МЭХШ.

Р.4.4 Процедура вычисления

Результаты зондового испытания наносятся на диаграмму в координатах x-y. Значения давления системы наносятся на вертикальную ось (y), значения перемещения штанги на горизонтальную ось (x). Предполагается, что имеется n-ное число точек измерения.

a) Отсортировать данные от меньшего до большего значения перемещения штанги. Точка измерения 1 имеет меньшее значение перемещения штанги, а точка n — большее значение.

b) Использовать две последние точки для определения исходного приближения к линии B. Вычислить наклон и пересечения, как указано в формулах (Р.10) и (Р.11), относительно.

$$m_B = \frac{y_n - y_{n-1}}{x_n - x_{n-1}} \quad (Р.10)$$

$$b_B = y_n - (m_B x_n), \quad (Р.11)$$

где n — число точек измерения.

c) Если массив данных содержит всего четыре точки измерения, вычислить угол и пересечение линии A, как указано в формулах (Р.12) и (Р.13), относительно.

$$m_A = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, \quad (Р.12)$$

$$b_A = y_1 = (m_A x_1). \quad (Р.13)$$

d) Если в массиве более четырех точек, определить следующую линию после ($n - 2$) точек измерения. Выполнить линейную регрессию точек измерения ($n - 2$, $n - 3$, $n - 4$, ... 1) для вычисления m_A и b_A линии A по формуле $y = m_A x + b_A$.

e) Вычислить самое короткое расстояние от точки ($n - 2$) до линий A и B, применяя следующую формулу, где i = A для линии A и i = B для линии B, как указано в формулах (Р.14) по (Р.19):

$$x_i = \frac{y_{n-2} - b_i}{m_i}, \quad (Р.14)$$

$$y_i = m_i x_{n-2} + b_i, \quad (Р.15)$$

$$x = |x_i - x_{n-2}|, \quad (Р.16)$$

$$y = |y_i - y_{n-2}|, \quad (Р.17)$$

$$a = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right), \quad (Р.18)$$

$$d = x \sin(a), \quad (Р.19)$$

где d — самое короткое расстояние между точкой ($n - 2$) и линией i.

f) Если расстояние между линией B и точкой ($n - 2$) менее, чем расстояние между линией A и точкой ($n - 2$), предположительно (n – 2) принадлежит линии B. В ином случае точка ($n - 2$) принадлежит линии A.

g) Выполнить анализ линейной регрессии повторно для перерасчета угла и пересечения линий A и B. Включить точку измерения *(n – 2)* в соответствующую линию, как определено в шаге f).

h) Повторить шаги d), e), f) и g) для точек измерения (n – 3, $n - 4$, $n - 5$, ... 3), вместо точки измерения (n – 2) до нахождения точки, принадлежащей линии A.

Примечание — Во многих случаях число точек измерения для определения линии B меньше, чем число точек для определения линии A. Начиная с точки измерения ($n-2$) и продвигаясь назад к точке измерения 3, общее число требуемых вычислений может уменьшиться.

i) Вычислить значение x для точки пересечении линий A и B, используя формулу (P.20) (см. также рисунок G.5):

$$d_{LST} = \frac{b_B - b_A}{m_A - m_B}, \tag{P.20}$$

где значение угла наклона, m_A, линии A является величиной нагрузки.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам (международным документам)

Таблица ДА

Обозначение и наименование международного стандарта (международного документа)	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
ISO 9000 Системы менеджмента качества. Общие положения и словарь	IDT	ГОСТ ISO 9000—2011 Система менеджмента качества. Основные положения и словарь
ISO 15156 (все части) Промышленность нефтяная и газовая — Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при нефте- и газодобыче	IDT	ГОСТ ISO 15156-1—2012, ГОСТ ISO 15156-2—2012, ГОСТ ISO 15156-3—2012, Нефтяная и газовая промышленность. Материалы для использования в средах, содержащих H_2S, при добыче нефти и газа.
ISO 17078-1:2004 Промышленность нефтяная и газовая — Буровое и эксплуатационное оборудование — Часть 1: Оправки для съемного клапана	IDT	ГОСТ ISO 17078-1–201_ (проект) Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование буровое и эксплуатационное. Часть 1. Оправки для съемного клапана
ANSI/NCSL Z540-1 Основные требования к проверочным лабораториям, измерительному и испытательному оборудованию	—	*
ASME Стандарт по котлам и сосудам высокого давления. Раздел IX. Квалификация сварки и пайки твердым припоем	—	*
ASTM A370 Стандартные методы испытания и определения для механического испытания для стальной продукции	—	*
ASTM D1415 Стандартный метод испытания свойств каучука — Твердость в международных единицах	—	*
ASTM D 2240 Стандартный метод испытания свойств каучука — Измерение твердости дюрометром	—	*
BS 2M 54 Спецификация для контроля температуры при термической обработке металлов	—	*
MIL-STD-1916 DOD Предпочитаемые методы приемки продукции	—	*
MIL-STD-413C Руководство по визуальному осмотру упругих уплотнительных колец	—	*
SAE AMS-H-6875 Термическая обработка стальных металлов	—	*
SAE AS568B Стандартный размер уплотнительных колец	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
IDT — идентичные стандарты.

Библиография

ISO 17078-3	Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment — Part 3: Running, pulling, and kick-over tools, and latches for side-pocket mandrels (Нефтяная и газовая промышленность. Буровое и эксплуатационное оборудование. Часть 3. Устройства для спуска и подъема, инструмент для установки газлифтных клапанов и защелки оправок с боковым карманом)
ISO 17078-4	Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment — Part 4: Practices for side-pocket mandrels and related equipment (Нефтяная и газовая промышленность. Буровое и эксплуатационное оборудование. Часть 4. Рекомендации по применению оправок с боковым карманом и оборудования, связанного с ними)
ISO 17050 (all parts)	Conformity assessment — Supplier's declaration of conformity (Оценка соответствия. Декларация поставщика о соответствии)
ISO 31-0	Quantities and units — Part 0: General principles (Величины и единицы измерения. Часть 0. Общие принципы)
ISO 80000-4	Quantities and units — Part 3: Mechanics (Величины и единицы. Часть 3. Механика)
ASNT SNT-TC-1A	Non-destructive Testing (Неразрушающий контроль)
API RP 11V5	Operation, Maintenance, and Trouble-Shooting of Gas-Lift Installations (Эксплуатация, техническое обслуживание и выявление неисправностей газлифтных установок)
BSR/API RP 11V6	Design of Continuous Flow Gas Lift Installations Using Injection Pressure Operated Valves (Проектирование постоянного потока газлифтных установок, применяя клапаны давления нагнетания)
API RP 11V8	Recommended Practice for Gas Lift System Design and Performance Prediction (Рекомендуемые практики для проектирования газлифтной системы и эксплуатационных характеристик)
NACE MR0175	Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H_2S-containing environments in oil and gas production (Нефтяная и газовая промышленность. Материалы для использования в сульфидсодержащих средах в нефтегазовой промышленности)
AGA Report No. 8	Compressibility Factors of Natural Gas and Related Hydrocarbon Gasses (Коэффициент сжимаемости природного газа и углеводородных газов)
ISO 6506-1	Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method (Материалы металлические. Определение твердости по Бринеллю. Часть 1. Метод испытания)
ISO 6508-1	Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 1: Test method (Scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) (Материалы металлические. Испытание на твердость по Роквеллу. Часть 1. Метод испытаний (шкалы A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T))
ISO 6892	Metallic materials — Tensile testing at ambient temperature (Материалы металлические. Испытания на растяжение при температуре окружающей среды)
ISO 9712	Non-destructive testing — Qualification and certification of personnel (Неразрушающий контроль. Квалификация и аттестация персонала)
ISO 11960	Petroleum and natural gas industries — Steel pipes for use as casing or tubing for wells (Нефтяная и газовая промышленность. Трубы стальные для применения в скважинах в качестве обсадных и насосно-компрессорных)
ANSI/ASME B1.20.1	Pipe Threads, General Purpose (Inch) (Газования резьба, общее назначение (дюйм))
ANSI/ASME B1.20.5	Gauging for Dryseal Pipe Threads (Inch) (Измерение трубной резьбы для соединения трубопроводов (дюйм))
ANSI/ASME B16.5	Pipe Flanges and Flanged Fittings (Фланцы труб и фланцевые фитинги)
ANSI/ASME B16.34	Valves Flanged, Threaded, and Welding End (Фланцы клапанов, резьбовые и свариваемые края)
ANSI/ASME B31.8, 2004	Gas Transmission Distribution and Piping Systems (Распределение перекачивания газа и трубопроводная система)
ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section V	Nondestructive Examination (Коды по котлам и сосудам высокого давления, Раздел V, Неразрушающий контроль)
ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII	Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1 (Коды по котлам и сосудам высокого давления. Раздел VIII. Правила конструкции резервуаров под давлением, категория 1)

ASTM E140	Standard Hardness Conversion Tables for Metals Relationship Among Brinell Hardness, Vickers Hardness, Rockwell Hardness, Superficial Hardness, Knoop Hardness, and Scleroscope Hardness (Стандарт переводной таблицы шкал твердости для металлов относящихся к твердости по Бринеллю, твердости по Викерсу, твердости по Роквеллу, твердости поверхности, твердости по Кнупу и твердости по Шору)
API Spec 6D	Specification for Pipeline Valves[1)] (Спецификация проходного клапана)
ANSI/API Spec 14A	Subsurface Safety Valve Equipment (Оборудование подземного предохранительного клапана)
GPA 8185-90	Compressibility Factors of Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Gases (Коэффициент сжимаемости природного газа и другие углеводородные газы АНИ)
API MPMS	Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 14.2, Natural Gas Fluids Measurement — Compressibility Factors of Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Gases (Руководство по стандартам измерения в нефтяной промышленности. Глава 14.2. Измерение флюидов природного газа. Коэффициент сжимаемости природного газа и других связанных углеводородных газов)
ISO 10432	Petroleum and natural gas industries — Downhole equipment — Subsurface safety valve equipment (Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование скважинное. Скважинный предохранительный клапан с оснасткой)
ISO 14313:2007	Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems — Pipeline valves (Промышленность нефтяная и газовая. Системы трубопроводного транспорта. Арматура трубопроводная)
ASTM E18	Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials (Стандартные методы испытания твердости металлических материалов)

[1)] Смотри также ISO 14313:2007.

УДК 668.14-452.2:006.354 МКС 75.180.10 IDT

Ключевые слова: Устройство для регулирования дебита, контроль качества, нагрузка на сжатие, классификация условий среды, проверка на внешнее давление, условия эксплуатации, валидация проекта, классы проверки функциональности изделия, классы контроля качества

Редактор *С.А. Кузьмин*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Г.В. Яковлева*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 09.11.2015. Подписано в печать 15.12.2015. Формат 60 ×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 11,63. Уч.-изд. л. 10,58. Тираж 42 экз. Зак. 4162.

Набрано в ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во
ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru