ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 55850– 2013 (ISO 15136-2:2006)

НЕФТЯНАЯ И ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Системы винтовых насосов для механизированной добычи. Часть 2 Установки насосные винтовые с наземным приводом Общие технические требования

ISO 15136-2:2006
Petroleum and natural gas industries – Progressing cavity pump systems for artificial lift – Part 2: Surface-drive systems
(MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «ТЕХНОНЕФТЕГАЗ» (ООО «ТЕХНОНЕФТЕГАЗ») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4.

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 23 «Техника и технологии добычи и переработки нефти и газа».

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1889-ст.

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 15136-2:2006 «Нефтяная и газовая промышленность. Системы винтовых насосов кавитационного типа для механизированной добычи. Часть 2. Системы с поверхностным приводом» (ISO 15136-2:2006 «Petroleum and Natural Gas Industries – Progressing cavity pump systems for artificial lift – Part 2: Surface-drive systems»).

Дополнительные положения и требования, а также сноски, включенные в текст настоящего стандарта для учета потребностей национальной экономики и особенностей российской национальной стандартизации, выделены курсивом.

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «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 (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

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 Сокращения ... 4
5 Функциональная спецификация ... 4
6 Техническое описание ... 6
7 Требования поставщика/изготовителя ... 8
8 Ремонт ... 12
9 Подготовка к транспортировке ... 13
10 Изменение сферы применения изделия ... 13
Приложение А (обязательное) Требования к эластомерам и неметаллическим материалам ... 14
Приложение В (справочное) Метод оценки тормозной системы ... 16
Приложение С (справочное) Инструкции по установке ... 26
Приложение D (справочное) Инструкции по эксплуатации ... 28
Приложение Е (справочное) Инструкции по выбору оборудования ... 30
Приложение F (справочное) Бланк функциональной спецификации потребителя/заказчика ... 31
Приложение G (справочное) Методы испытаний тормозной системы ... 33
Приложение Н (справочное) Выбор и использование насосно-компрессорных штанг в установках погружных винтовых насосах ... 35
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов Российской Федерации международным и региональным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте ... 39
Библиография ... 40

ИСО (Международная организация по стандартизации) является всемирной федерацией национальных органов по стандартизации (стандартизующих органов членов ИСО). Подготовка международных стандартов обычно проводится в технических комитетах ИСО. Каждый национальный орган по стандартизации, являющийся членом ИСО и заинтересованный в области, для которой был создан технический комитет, имеет право участвовать в деятельности этого комитета. В этой работе также участвуют международные, правительственные и неправительственные организации, имеющие соответствующие соглашения о сотрудничестве с ИСО. ИСО тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в электротехнике.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, приведенными в Директивах ISO/IEC, Часть 2.

Основной задачей технических комитетов является подготовка международных стандартов. Проекты Международных стандартов, принятых техническими комитетами, рассылаются национальным органам по стандартизации стран-членов ИСО для голосования. Публикация в качестве международного стандарта требует его утверждения не менее 75% национальных органов по стандартизации стран-членов ИСО, участвующих в голосовании.

Необходимо иметь в виду, что некоторые элементы настоящего документа могут быть объектом патентного права. ISO не несет ответственность за идентификацию какого-либо отдельного или всех таких патентных прав.

ИСО 15136-2 подготовлен Техническим Комитетом ISO/TC 67, «*Материалы, оборудование и морские конструкции для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности*», Подкомитет SC 4, «*Буровое и эксплуатационное оборудование*».

ИСО 15136 состоит из следующих частей:

- Нефтяная и газовая промышленность – *Системы винтовых насосов для механизированной добычи – Часть 1: Насосы*;
- Нефтяная и газовая промышленность – *Системы винтовых насосов для механизированной добычи – Часть 2: Системы наземного привода.*

Введение

Настоящая часть стандарта является модифицированной по отношению к международному стандарту ИСО 15136-2:2006 «Промышленность нефтяная и газовая. Системы винтовых насосов для механизированной добычи – Часть 2: Системы наземного привода», который был разработан потребителями/заказчиками и поставщиками/изготовителями винтовых насосов и предназначен для использования в нефтяной и газовой промышленности всего мира. Настоящая часть стандарта устанавливает требования и содержит информацию по вопросам выбора, изготовления, проведения испытаний и эксплуатации наземных приводов. Кроме того, настоящая часть стандарта содержит требования к поставщику/изготовителю, устанавливающие минимальные параметры, которые он должен соблюдать, чтобы продукция соответствовала настоящему стандарту.

Настоящая часть стандарта структурирована по уровням повышенных требований к контролю качества и утверждению проектов. Такие уровни позволяют потребителю/заказчику выбирать тот уровень, который необходим в каждом конкретном случае применения.

В документации по контролю качества существуют два уровня, которые дают возможность потребителю/заказчику выбирать требования, отвечающие их предпочтению или условиям эксплуатации. Уровень Q2 в документации по контролю качества – это стандартный предлагаемый уровень, а уровень Q1 – расширенные требования к качеству. Потребитель/заказчик при желании может указать дополнительные требования.

При пользовании этим документом, необходимо иметь в виду, что в отдельных случаях могут потребоваться дополнительные – специфические требования, кроме изложенных. Целью настоящей части стандарта не является запретить или помешать поставщику/изготовителю предлагать или пользователю/покупателю использовать альтернативное оборудование или инженерные решения. Это особенно применимо в случае, если имеет место внедрение инновационной или усовершенствованной технологии. Если предлагается альтернатива, то именно поставщик/изготовитель ответственен за то, чтобы ясно и полностью изложить любые отклонения от требований данной части стандарта.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НЕФТЯНАЯ И ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.

Системы винтовых насосов для механизированной добычи
Часть 2
Установки насосные винтовые с наземным приводом
Общие технические требования

Petroleum and natural gas industries - Progressing cavity pump systems for artificial lift - Part 2: Surface-drive systems - General technical requirements

Дата введения – 2014–07–01

1 Область применения

Настоящая часть стандарта (далее стандарт) распространяется на системы наземного привода винтовых насосов, используемых в нефтяной и газовой промышленности и устанавливает требования по проектированию, проверке правильности проектирования, приемочному контролю, изготовлению, контролю данных, функциональной оценке, ремонту и подготовке к транспортировке. Настоящий стандарт распространяется на изделия, которые подпадают под определение системы наземного привода. Кроме того, настоящий стандарт содержит информацию по выбору, установке и эксплуатации тормозной системы, выбору и использованию насосных штанг.

Настоящий стандарт не распространяется на:

– скважинные приводные системы;
– насосные штанги;
– зажимы полированных штоков;
– сальники;
– системы управления электроприводом;
– контрольно-измерительные приборы;
– устройства внешней силовой трансмиссии;
– сопутствующее оборудование: ремни, шкивы и предохранительные устройства, если только они не является неотъемлемыми по проекту. Требования к указанным устройствам должны устанавливаться или нет в других международных стандартах.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 7512–82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 9012–59 (ИСО 410–82, ИСО 6506–81) Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю

ГОСТ 9013–59 (ИСО 6508–86) Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу

ГОСТ 14782–86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

ГОСТ 21105–87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод

ГОСТ 22727–88 Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля

ГОСТ 23055–78 Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля

ГОСТ Р ИСО 2859-1–2007 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества

Издание официальное

ГОСТ Р ИСО 6507-1–2007 Металлы и сплавы. Измерение твердости по Виккерсу. Часть 1. Метод измерения

ГОСТ Р ИСО 9000–2008 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

ГОСТ Р ИСО 9712–2009 Контроль неразрушающий. Аттестация и сертификация персонала

ГОСТ Р ЕН 13463-1–2009 Оборудование неэлектрическое, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р 50779.72–99 (ИСО 2859-2–85) Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 2. Планы выборочного контроля отдельных партий на основе предельного качества LQ

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **вспомогательное оборудование** (auxiliary equipment): Оборудование или детали, на которое не распространяется настоящий стандарт и которое обычно выбирается и/или устанавливается потребителем/заказчиком, например шкивы и ремни, двигатели, крепежные детали полированных штоков, предохранительные устройства, регуляторы скорости двигателя, ограничители крутящего момента.

3.2 **входная мощность** (input power rating): Максимально допустимая мощность, которую можно подвести к системе наземного привода.

3.3 **выступающая часть полированного штока** (polished-rod stick-up): Отрезок полированного штока, находящегося над верхней частью зажима.

3.4 **гидравлический крутящий момент** (hydraulic torque): Крутящий момент, вызванный перепадом давления в насосе и зависящий от площади поперечного сечения его рабочей пары (ротор – статор).

3.5 **гидравлический привод** (hydraulic drive): Тип системы наземного привода от первичного гидромотора.

3.6 **главный вал** (main shaft): Центральный вал наземного привода, который соединен с колонной привода.

3.7 **диапазон регулирования рабочей скорости** (operating speed range): Диапазон, определенный минимальной и максимальной рабочими скоростями для системы наземного привода, заданный поставщиком/изготовителем.

3.8 **диапазон рабочей температуры** (operating temperature range): Диапазон, определенный минимальной и максимальной рабочими температурами для системы наземного привода, заданный поставщиком/изготовителем.

3.9 **динамический уровень рабочей жидкости** (dynamic fluid level): Глубина от устья скважины до вершины столба жидкости в затрубном пространстве обсадной колонны и насосно-компрессорных труб в динамическом режиме.

3.10 **допускаемая осевая нагрузка** (axial-load capacity): Максимальная осевая нагрузка, которая может поддерживаться данной системой независимо от возможностей вспомогательного оборудования.

3.11 **колонна привода** (drive string): Устройство, передающее энергию (обычно – насосными штангами) между системой наземного привода и погружным винтовым насосом.

3.12 **момент сил сопротивления обратному вращению** (backspin-resisting torque): Крутящий момент, прилагаемый к колонне привода для сопротивления обратному вращению.

3.13 **максимальная скорость обратного вращения** (maximum backspin speed): Максимально допустимая скорость обратного вращения на главном валу, при которой не нарушается целостность системы наземного привода и вспомогательного оборудования.

3.14 **максимальный динамический уровень жидкости** (maximum dynamic fluid level): Измеренный от поверхности забоя максимальный уровень рабочей жидкости в затрубном пространстве, который гарантирует, что после остановки насоса частота вращения не превысит максимальную частоту обратного вращения для системы наземного привода.

3.15 **максимальный рабочий крутящий момент** (maximum operating torque): Максимально допустимый крутящий момент на главном валу привода во время работы, указанный поставщиком/изготовителем.

3.16 **момент инерции** (moment of inertia): Отношение крутящих моментов, прилагаемых к вращающимся деталям системы наземного привода, к угловому ускорению деталей, вращающихся вокруг общей оси.

3.17 **момент сил трения** (friction torque): Момент сил сопротивления вращению колонны привода внутри насосно-компрессорных труб и ротора внутри статора, который зависит от различных факторов, включая (но не ограничивая) глубину скважины и ее профиль, характеристики пары ротор – статор насоса и натяг между ротором и статором, а также характеристику гидравлического сальника.

3.18 **напор жидкости** (fluid head): Давление, выраженное высотой столба жидкости относительно выбранного уровня отсчета, или энергия, отнесенная к единице веса жидкости.

3.19 **обратное вращение** (backspin): Процесс, при котором погружной винтовой насос, наземный привод и силовой блок работают в противоположном нормальной работе направлении, что обусловлено направлением движения жидкости и потенциальной энергии.

3.20 **ограничитель крутящего момента** (torque-limiting device): Приспособление, которое препятствует системе наземного привода приложить к колонне привода крутящий момент выше заданного значения.

3.21 **партия товаров** (job lot): Партия материалов или компонентов, которые подвергались одинаковому процессу или ряду процессов.

3.22 **первичный двигатель** (prime mover): Двигатель (обычно электрический, гидравлический или внутреннего сгорания), обеспечивающий силовой блок крутящим моментом.

3.23 **погружной винтовой насос** (progressing cavity pump): Спускаемый в скважину насос, состоящий из статора и ротора, пространственная геометрия которых такова, что создает две или серию линзообразных, спиральных, изолированных полостей.

3.24 **потенциальная энергия жидкости** (fluid potential energy): Энергия, накопленная в системе добычи из-за разности уровней жидкости в колоннах обсадных и насосно-компрессорных труб.

3.25 **привод с редуктором** (gear-reduction drive): Тип системы поверхностных приводов с устройством, преобразующим высокую угловую скорость входного вала (вала двигателя) в более низкую на выходном валу (колонна привода).

3.26 **приводной шкив** (driven sheave): Шкив, установленный на главном валу систем наземного управления с ременным приводом.

3.27 **приложенный крутящий момент** (applied torque): Крутящий момент, приложенный к верхнему сечению колонны привода системой наземного привода.

3.28 **прослеживаемость партии товаров** (job-lot traceability): Способность единицы товара быть идентифицированной как принадлежащая к конкретной партии, из которой она идентифицируется.

3.29 **прямой привод** (direct drive): Тип системы наземного привода, в котором отсутствуют элементы передачи мощности между двигателем и приводимой во вращение нагрузкой.

3.30 **расход жидкости** (flow rate): Количество жидкости, протекающей в единицу времени через живое сечение потока.

3.31 **расчетные параметры упорного подшипника** (thrust-bearing rating): Опубликованные изготовителем статистические паспортные данные упорного подшипника, которые служат рекомендациями при прогнозировании номинального ресурса подшипника в данных условиях.

3.32 **ремонт** (repair): Действия, к которым относятся демонтаж, разборка, повторная сборка и испытание, включая или исключая замену подходящих деталей, а также могут относиться механическая обработка, сварка, термообработка или любые другие производственные работы, в результате которых оборудование восстанавливается до своего первоначального состояния.

3.33 **силовой блок** (power train): Детали системы наземного привода и вспомогательного оборудования, которые передают энергию (крутящий момент) от первичного двигателя колонне привода.

3.34 **система наземного привода** (surface-drive system): Узел оборудования, который передает крутящий момент от первичного двигателя к ротору винтового насоса, воспринимает нагрузки, передаваемые колонной привода и регулирует обратное вращение колонны привода.

3.35 **система нижнего привода** (bottom-drive system): Система привода винтового насоса, в которой используется погружной двигатель.

3.36 **система производственная** (production system): Узел оборудования, к которому относятся установленный насос, колонна привода, колонна насосно-компрессорных труб, обсадная колонна скважины, система наземного привода и вспомогательное оборудование.

3.37 **скорость включения тормозов** (brake-engagement speed): Угловая скорость, при которой тормозная система включается во время обратного вращения.

3.38 **скорость рассеяния тепла** (heat dissipation rate): Скорость, с которой энергия рассеивается от системы наземного привода в окружающую среду в виде тепла.

3.39 **теплоемкость** (heat capacity): Отношение общей энергии, поглощаемой системой наземного привода, к величине изменения температуры в системе наземного привода.

3.40 **тормозная система** (brake system): Система, которая обеспечивает регулируемое сопротивление обратному вращению колонны привода.

3.41 **упорный подшипник** (thrust bearing): Опорное устройство внутри системы наземного привода, которое воспринимает осевую нагрузку, передаваемую колонной привода, позволяя ей при этом вращаться.

3.42 **шкив привода** (driver sheave): Шкив, установленный на валу первичного двигателя в системах наземного управления с ременным приводом.

3.43 **энергия кручения** (torsional energy): Энергия, накопленная в колонне привода из-за упругой деформации, вызванной напряжением кручения.

4 Сокращения

ANSI – Американский национальный институт стандартов
ASME – Американское общество инженеров-механиков
ASTM – Американское общество специалистов по испытаниям и материалам
AQL – Допустимые пределы качества
IEC – Международная электротехническая комиссия
NACE – Национальная ассоциация инженеров-коррозионистов
SAE – Общество инженеров-автомобилистов
SNT (ASNT) – Американское общество по неразрушающему контролю
ВН (PCP) – Винтовой насос
ВнД (ID) – внутренний диаметр
ГПВ (TVD) – глубина подвески насоса по вертикали
ГПС (MD) – глубина подвески насоса по стволу скважины
НД (OD) – наружный диаметр
НК (NDE) – Неразрушающий контроль
НКТ – насосно-компрессорные трубы

5 Функциональная спецификация

5.1 Общие положения

Для заказа изделий потребитель/заказчик должен подготовить функциональную спецификацию и указать требования и эксплуатационные условия и / или определить конкретные изделия поставщика/изготовителя, которые должны соответствовать требованиям настоящего стандарта. Указанная информация используется поставщиком/изготовителем для рекомендации соответствующего насоса и/или деталей. Требования и эксплуатационные условия могут быть представлены в виде чертежа с размерами, проспекта изделия или другой документации, которая соответствует требованиям настоящего стандарта. Образец функциональной спецификации для этой информации приведен в приложении F.

Потребитель/заказчик должен убедиться, что требования к предполагаемой рабочей осевой нагрузке, крутящему моменту, скорости, температуре элементов системы наземного привода (где требуется) не превышают номинальные характеристики данной системы. Максимальный рабочий

крутящий момент и максимальный динамический уровень жидкости зависят от способности системы наземного привода рассеивать энергию, сохраненную в системе добычи после остановки, и могут быть определены с помощью данных, представленных в виде технических требований к аналитической модели обратного вращения, приведенных в приложении В.

5.2 Выбор типа системы наземного привода

Потребитель/заказчик должен выбрать тип системы наземного привода (за исключением типа первичного двигателя):

a) привод с редуктором;

b) прямой привод;

c) гидравлический привод.

5.3 Эксплуатационные характеристики

5.3.1 Общие положения

Потребитель/заказчик должен обеспечить для системы наземного привода рабочую частоту вращения и необходимую входную мощность (крутящий момент), а также осевую нагрузку.

5.3.2 Параметры эксплуатации

Функциональные характеристики должны определяться на основании параметров эксплуатации. Эти параметры должны включать, но не ограничивать:

a) расход жидкости, давление добытого флюида на устье скважины, давление на входе в насос;

b) ожидаемые показатели свойств добытого флюида (плотность, вязкость, температура и др.);

c) предполагаемую модель ВН, которая должна использоваться;

d) глубину подвески ВН;

e) размеры труб/их массу/применяемые материалы;

диаметр колонны привода, тип и материал.

5.4 Совместимость с окружающими условиями

Потребитель/заказчик должен указать требования к совместимости с окружающими условиями. Далее приводятся типичные темы для рассмотрения:

a) температура окружающей среды;

b) температура при пуске наземного привода;

c) высокое воздействие УФ-излучения;

d) высокая относительная влажность (высокая температура конденсации);

e) условия эксплуатации – пыль или песок, механические примеси;

f) условия, вызывающие особое беспокойство относительно вреда, наносимого окружающей среде и безопасности работы;

g) среда с распыленной солью либо с образованием соляных брызг;

h) уровень шума;

i) классификация опасных мест.

5.5 Совместимость со связанным скважинным оборудованием

Потребитель/заказчик должен указать, где приемлемо, модель интерфейсного соединения и требования к материалам, а также ограничения внешних размеров, что необходимо для уверенности в соответствии изделия предполагаемой эксплуатации, а также:

a) размер, тип, материал, конфигурацию и присоединительные размеры между изделием и другим скважинным оборудованием, например, сальником, полированным штоком, устьем и др.;

b) размер, тип и конфигурацию других изделий, которые проходят через или над данным изделием, например, полированный шток, насосные штанги (см. Приложение Н) и др.;

c) размер, тип и конфигурацию других изделий, которые используются вместе или в сочетании с данным изделием;

d) близость к несвязанному оборудованию, которое может повлиять на подачу, установку, работу, обслуживание или извлечение изделия;

e) угол наклона устья от вертикали;

f) требования к блоку связи с первичным двигателем.

5.6 Подтверждение корректности выбираемых изделий и функциональные испытания

Для выбираемых изделий подлежат учету требования, подтверждающие их корректность и надежность, поэтому согласование проекта и проведение функциональных испытаний с целью подтверждения функциональных требований, указанных для этих изделий, потребителю/заказчику не требуется

5.7 Документация по контролю качества

Согласно 7.4 оговорены два уровня документации по контролю качества. Потребитель/заказчик должен указать один из следующих уровней документации по контролю качества:

- Q1: требования к документации по контролю высокого качества, которые включают требования Q2;
- Q2: требования к документации по контролю стандартного качества.

Если не указан ни один из уровней, будет поставлен уровень Q2

6 Техническое описание

6.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен подготовить техническое описание, которое отвечает требованиям, указанным в функциональной спецификации.

6.2 Технические характеристики

Должны быть включены (если применимо) следующие данные с единицами измерения:

a) тип системы наземного привода;

b) диапазон регулирования скорости;

c) максимальный рабочий крутящий момент;

d) допуск, осевая нагрузка;

e) диапазон изменения оборотов насоса сменой шкивов;

f) размеры главного вала;

g) габариты проходимости полированного штока;

h) тип устья/соединения привода;

i) тип главного вала (сравнение полого и цельного);

j) его физические параметры и масса;

k) тип первичного двигателя и требования к блоку трансмиссии, *наличие системы плавного пуска и частотного регулирования*;

l) передаточное отношение силовой передачи;

m) диапазон рабочей температуры;

n) ответные действия на специальные требования, запрашиваемые потребителем/заказчиком в соответствии с разделом 5;

o) максимальное давление на корпус системы, где применимо;

p) напряжение питания и частота тока.

6.3 Критерии проектирования

6.3.1 Материалы

Поставщик/изготовитель должен подтвердить, что указанные материалы имеют такие эксплуатационные характеристики, которые подходят ко всем параметрам, указанным в технических условиях. Это относится к металлическим и неметаллическим деталям. Поставщик/изготовитель должен иметь документально оформленные спецификации на все материалы, которые использовались для изготовления данного изделия.

6.3.2 Технические характеристики

6.3.2.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен установить технические характеристики вращателя наземного привода в инструкциях по эксплуатации изделия, как применимо к системе наземного привода на основании объективных данных и их анализа. Указанные технические характеристики перечислены далее.

6.3.2.2 Характеристики тормозной системы

6.3.2.2.1 Общие положения

Следующие параметры должны предоставляться потребителю/заказчику для помощи при оценке соответствия системы наземного привода условиям конкретной эксплуатации.

6.3.2.2.2 Крутящий момент сопротивления обратному вращению

Математическое выражение или графическое представление крутящего момента; сопротивления обратному вращению, которое формулируется как зависимость скорости обратного вращения и температуры в системе наземного привода, выражаемое в Н·м.

6.3.2.2.3 Скорость теплорассеяния

Математическое выражение или графическое представление скорости рассеяния тепла, выражаемое в Вт/ °С.

6.3.2.2.4 Теплоемкость

Числовое значение физической величины, определяющей отношение бесконечно малого количества теплоты δQ, полученного телом, к соответствующему приращению его температуры δT, выражаемое в Дж/К.

6.3.2.2.5 Скорость включения тормозной системы

Время от начала включения тормозной системы до момента, когда под ее воздействием происходит снижение частоты вращения ротора насоса, выражаемое в с, мин.

6.3.2.3 Момент инерции

Числовое значение величины, инерции во вращательном движении вокруг оси, равное сумме произведений масс на квадрат их расстояний до базового множества (точки, прямой или плоскости), выражаемое в кг·м^2.

6.3.2.4 Номинальная осевая нагрузка упорного подшипника

Числовое значение номинальной осевой нагрузки упорного подшипника для заданных условий эксплуатации, выражаемое в 1 Н = 1 кг·м/с².

6.3.2.5 Номинальная входная мощность

Числовое значение входной мощности, Вт, соответствующей мощности при номинальной частоте вращения ротора.

6.3.2.6 Максимальный рабочий крутящий момент

Числовое значение произведения максимальной силы, действующей во время работы механизма, на плечо ее приложения, выражаемое в Н·м.

6.3.2.7 Диапазон рабочей температуры

Числовое значение двух граничных значений рабочей температуры, определяющих диапазон температур, допустимый механизмом в реальных условиях эксплуатации для любых применений, в том числе когда требуется температура выше номинальной, выражаемой в °С.

6.3.2.8 Диапазон рабочей скорости

Числовое значение двух граничных значений рабочей скорости, определяющих диапазон скоростей, допустимых механизмом в реальных условиях эксплуатации для любых применений, в том числе когда требуется скорость выше номинальной, выражаемой в об/мин, с$^{-1}$.

6.3.3 Вопросы, связанные с защитой окружающей среды

Поставщик/изготовитель должен убедиться, что поставляемое изделие совместимо с требованиями по защите окружающей среды, определенными потребителем/заказчиком согласно 5.4. Благодаря выполнению этих требований система наземного привода должна соответствовать или превышать требования настоящего стандарта.

6.4 Проверка правильности проектирования

Проверка правильности проектирования должна выполняться поставщиком/изготовителем для подтверждения того, что конструкция изделия соответствует техническому описанию. Проверка состоит из документированных работ, например, анализа расчетов конструкции изделия, испытания изделия и сравнения его с другими подобными конструкциями, а также регистрацией определенных эксплуатационных условий в течение всего срока службы таких конструкций. Эти работы должны включать, но не ограничиваться техническими характеристиками по 6.3.2. Эмпирические методы и / или физические испытания, используемые в ходе проверки, должны быть полностью оформлены документально и подкреплены чертежами и техническими требованиями к материалам.

6.5 Приемочный контроль продукции

При проведении приемочного контроля должны выполняться требования согласно 6.4 и 6.6.2, при этом поставщик/изготовитель должен документально подтвердить процессы и результаты функциональных испытаний (согласно 6.6), а также иметь файл, содержащий сертификаты материалов и чертежи, на которых показаны все применимые размеры, материалы и допуски деталей в испытываемом изделии. Если размер, тип или модель не проходит функциональные испытания, то на повторные испытания базовая модель и материалы не должны предоставляться до тех пор, пока изготовитель не определит и документально не подтвердит корректирующие действия. Проверка размеров, которые определены изготовителем, как имеющие решающее значение при эксплуатации, должна проводиться до и после испытания в рамках установленных критериев.

6.6 Функциональное испытание изделия

6.6.1 Требования к испытанию

Каждая система наземного привода, выполненная в соответствии с настоящим стандартом, должна пройти функциональные испытания.

6.6.2 Функциональные испытания изделия

Это испытания, проводимые с целью определения показателей назначения объекта, которые должны подтвердить, что продукция отвечает техническим описаниям поставщика/изготовителя и функциональным описаниям потребителя/заказчика. В функциональных испытаниях должны быть даны детальные оценки работы вращателя привода, выполнены исследования скорости и крутящего

момента обратного вращения, включения тормозной системы. Во время этих работ необходимо проверить каждую характеристику конструкции на соответствие заданным показателям. В случае несоответствия изготовитель должен определить причину такого несоответствия.

Поставщик/изготовитель должен документально подтвердить, что системы наземного привода, выполненные в соответствии с настоящим стандартом, адекватны критериям приемки, что определено процессами функциональных испытаний и результатами испытаний изделия, а также иметь файл, содержащий сертификаты материалов и чертежи, на которых показаны все применимые размеры, материалы и допуски деталей в испытываемом изделии. Оценки, включая критерии приемки, результаты испытаний и факт ликвидации несоответствующих изделий, должны быть документально подтверждены.

6.7 Дополнительное испытание

При необходимости может потребоваться дополнительное испытание, которое должно быть согласовано между потребителем/заказчиком и поставщиком/изготовителем.

6.8 Допустимые изменения конструкции

Все изменения, вносимые в конструкцию, должны быть подтверждены документами и подвергнуты анализу поставщиком/изготовителем посредством сравнения с документами, подтверждающими корректность конструкции и эксплуатационную надежность, чтобы определить существенность изменений. Существенные изменения конструкции – это такие изменения, которые выявлены поставщиком/изготовителем, и влияют на производительность изделия в заданных условиях эксплуатации. Конструкция, которая подвергается значительным изменениям, превращается в новую конструкцию, для которой необходимо провести приемочные испытания согласно 6.4 и оценку надежности согласно 6.5. Изменения в конструкции, признанные несущественными, должны подтверждаться документами. Поставщик/изготовитель должен, как минимум, учитывать следующее при каждом изменении конструкции:

a) напряженность в модернизированных или измененных деталях;
b) существенные изменения;
c) функциональные изменения.

6.9 Масштаб конструкции (компактность конструкции привода)

Масштабирование к наземным приводам не применяется.

7 Требования поставщика/изготовителя

7.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен при проектировании, изготовлении, оценке, испытаниях и доставке установок наземного привода соблюдать приводимые далее требования, которые рассматриваются в настоящем стандарте. В разделе 7 содержатся подробные требования для того, чтобы подтвердить соответствие каждого изготовленного изделия требованиям функциональных и технических спецификаций для этого конкретного изделия.

7.2 Документация и контроль данных

7.2.1 Общие положения

Поставщик/изготовитель должен установить и поддерживать порядок проведения контроля за всеми документами и данными, которые относятся к требованиям настоящего стандарта. Эти документы и данные должны сохраняться с целью иметь возможность доказывать соответствие заданным требованиям. Все документы должны пройти сортировку, быть удобочитаемыми и храниться в соответствующих условиях, чтобы предотвратить их повреждение или ухудшение состояния, а также утерю. Важно также, чтобы они хранились там, откуда их законно и быстро можно получить.

Документы и данные могут находиться в любом виде, например, на электронном диске или ином электронном средстве. Потребитель/заказчик должен иметь доступ к документам и данным и возможность проведения аудита. Документы и материалы проектирования изделия должны сохраняться в течение пяти лет со дня последнего изготовления соответствующего изделия.

Документы должны содержать:

a) чертежи изделия;
b) технические условия;
c) технические требования к материалам;
d) инструкции по монтажу и разборке изделия;
e) результаты проверки корректности выбранного изделия;
f) данные о приемочных испытаниях изделия;
g) руководство по эксплуатации.

7.2.2 Требования к руководству по эксплуатации

Руководство по эксплуатации должно быть доступно потребителю/заказчику на всю продукцию, которая поставляется в соответствии с настоящим стандартом. Руководство по эксплуатации должно содержать, по меньшей мере, следующую информацию:

a) ссылочный номер;

b) ведомость материалов;

c) технические требования, согласно разделу 6;

d) техническую иллюстрацию (иллюстрации), на которой показаны основные детали, основные размеры и конфигурации;

e) порядок проверки до установки и процедуры перед обслуживанием;

f) инструкции по эксплуатации (см. приложение D), включая меры предосторожности, применимые для безопасной и экологически приемлемой работы;

g) инструкции по выбору смазки;

h) требования и процедуры технического обслуживания (включая перечень и требования к запасным деталям, где применимо);

i) наименование и адрес поставщика/изготовителя;

j) маркировка товара поставщиком/изготовителем (в том числе номер и тип товара);

k) габаритные размеры и масса;

l) инструкции по уходу и хранению;

m) инструкции по установке (см. приложение C);

n) детализацию соединений, например, тип резьбы, размер и вес;

o) технические характеристики по 6.3.2.

7.2.3 Документация по доставке

Документация изделия предоставляется потребителю/заказчику при доставке каждой системы наземного привода и должна содержать, как минимум, следующие сведения:

a) наименование и адрес поставщика/изготовителя;

b) маркировку изделия поставщиком/изготовителем (включая номер и тип изделия);

c) документацию по контролю качества и информацию по применению;

d) габаритные размеры и массу;

e) техническое руководство по эксплуатации и идентификации;

f) технические условия изделия;

g) информацию по испытаниям изделия.

7.3 Маркировка изделий

Каждое доставленное изделие в соответствии с настоящим стандартом должно иметь постоянную маркировку в соответствии с техническими условиями поставщика/изготовителя, где указаны тип, метод эксплуатации и расположение маркировок. Далее приводится минимальная информация, которую необходимо иметь на каждом изделии:

a) идентификатор поставщика/изготовителя;

b) дата (месяц, год) окончательной приемки поставщиком/изготовителем;

c) наименование изделия, номер модели/типа и серийный номер поставщика/изготовителя;

d) тип упорного подшипника; номинальная осевая нагрузка на упорный подшипник;

e) максимальный рабочий крутящий момент;

f) максимальная входная мощность;

g) диапазон рабочих скоростей.

7.4 Документация по контролю качества

7.4.1 Общие положения

В настоящем стандарте приводятся объективные данные по двум уровням документации контроля качества, которые должны быть выбраны потребителем/заказчиком. Качество металлической части изделий и процессы изготовления должны оставаться неизменными при выборе Q1 или Q2.

7.4.2 Уровни документации по контролю качества

Q2 – это стандартный уровень, соответствующий требованиям из 7.2 настоящего стандарта. Уровень Q1 обеспечивает потребителя/заказчика документацией по доставке для Q2, а также следующими специфическими документами о товаре: сертификатами качества материалов, актами проверки, документацией дополнительных процессов и инструкциями по эксплуатации. Требования к документации для Q1 должны поддерживаться поставщиком/изготовителем по 7.2.1.

7.4.3 Сырье

7.4.3.1 Сертификаты материалов

Сырье, используемое при изготовлении деталей, должно прослеживаться по одному из следующих документов:

a) сертификат соответствия, удостоверяющий, что сырье отвечает документированным поставщиком/изготовителем техническим условиям;

b) акт испытаний материалов, который подтверждает, что сырье отвечает документированным поставщиком техническим условиям, которые были одобрены поставщиком/изготовителем.

7.4.3.2 Механические и физические свойства

7.4.3.2.1 Изделия из металла

Методика испытаний механических свойств и правила эксплуатации должны соответствовать [1] или эквивалентным национальным либо международным стандартам для изделий из металла. Изготовитель должен иметь документально подтвержденные критерии для приемки после испытаний.

7.4.3.2.2 Эластомеры и неметаллические материалы

Методика испытаний механических свойств и требования к проверке для эластомерных и неметаллических изделий выполняется в соответствии с приложением А.

7.4.3.2.3 Требования к проверке изделий из металла

Проверка изделий из металла должна проводиться в соответствии с методикой, подробно описанной в технических условиях поставщика/изготовителя, куда включены и критерии приемки.

7.4.4 Дополнительные процессы, применяемые к изделиям

7.4.4.1 Сертификаты материалов

Сертификаты процессов, применяемых при изготовлении изделий (деталей), например, термическая обработка, сварка, нанесение покрытий и другие, должны отвечать следующим требованиям:

a) сертификат соответствия должен подтверждать, что материалы и процессы удовлетворяют техническим условиям, документально подтвержденным поставщиком/изготовителем, и критериям приемки;

b) акт испытаний материалов должен подтверждать, что материалы и процессы отвечают документированным поставщиком техническим условиям и критериям приемки.

7.4.4.2 Нанесение покрытий и наплавленных слоев

Нанесение покрытий и наплавленных слоев должно контролироваться в соответствии с документально подтвержденными поставщиком/изготовителем инструкциями по обработке, в которые включены и критерии приемки.

7.4.4.3 Сварка и пайка

Процессы сварки и пайки, а также подготовка персонала должны выполняться в соответствии с [2] – [4].

Поставщик/изготовитель должен иметь документально подтвержденные критерии для приемки.

7.4.4.4 Требования к термической обработке

Термическая обработка деталей, находящихся в производстве, должна выполняться на оборудовании для термообработки, которое оснащено приборами, калибровано и осмотрено в соответствии с [5] или [6].

7.4.5 Контролепригодность партии товаров

Все детали, сварные изделия, сборочные узлы, блоки должны быть пригодны для контроля. Партии деталей и сварных изделий должны быть опознаваемы. Все детали и сварные изделия должны быть признаны непригодными, если партия этих товаров не соответствует заданным требованиям.

7.4.6 Системы калибрования

Измерительные приборы и оборудование следует выбирать и проверять на возможность выполнения требуемого типа и диапазона измерений в соответствии с требованиями по эксплуатации. Калибровка измерительного оборудования, используемого для окончательной приемки, должна быть опознаваема, управляема и приспособлена к требуемым условиям в соответствии с требованиями национальных или международных стандартов для необходимых диапазонов измерения и точности.

Интервалы калибровки должны быть установлены на основании повторяемости и степени применения. Интервалы калибровки должны составлять не менее трех месяцев до тех пор, пока не будет установлена предыстория тарировки. Интервалы подлежат продлеванию или укорочению на основании документально оформленной повторяемости, числа применений и предыстории тарировки. Интервал калибровки нельзя увеличивать более чем вдвое относительно предыдущего интервала.

7.4.7 Требования неразрушающего контроля

7.4.7.1 Общие положения

Если НК и проверки указаны поставщиком/изготовителем или потребителем/заказчиком, то их следует выполнять и принимать в соответствии с документально оформленными спецификациями поставщика/изготовителя, в которых должны содержаться требования по 7.4.7. Когда в технических условиях поставщика/изготовителя указано, что следует проверять отдельные изделия из партии товара, они должны составлять 5 % от всей партии, и как абсолютный минимум – одно изделие.

Инструкции НК должны подробно излагаться в документально подтвержденных процедурах поставщика/изготовителя и соответствовать настоящему стандарту. Критерии приемки НК и результаты отдельных испытаний должны быть документально оформлены и должны получить одобрение уполномоченного специалиста. Все инструкции НК должны быть одобрены экспертом с квалификацией III уровня по *ГОСТ Р ИСО 9712,* применяемого изготовителем.

Примечание - Для целей данного положения [7] эквивалентен *ГОСТ Р ИСО 9712.*

Все сварные швы и примыкающие околошовные зоны пробной партии должны проходить испытание НК одним или более из следующих методов: радиографический метод, магнитно-порошковый метод, ультразвуковая дефектоскопия или капиллярная дефектоскопия, как указано в технических условиях поставщика/изготовителя.

Если одно из изделий оказалось бракованным, следует произвести осмотр еще одного дополнительного изделия из данной партии товара. Если и оно оказалось бракованным, необходимо проверить все 100 % изделий в данной партии товара. Любое бракованное изделие должно быть удалено, а если было подвергнуто ремонту, то оно должно быть повторно осмотрено с использованием исходного метода НК и критериев приемки.

7.4.7.2 Приемка

Приемка всех материалов/документов должна указываться либо на материалах (в документах), либо в учетно-отчетных материалах, в которых они регистрируются.

7.4.7.3 Испытание металлических деталей на твердость

Испытание на твердость и преобразование твердости в другие единицы измерения следует выполнять в соответствии с [8] или *ГОСТ 9012–59 (ИСО 410–82, ИСО 6506–81), ГОСТ Р ИСО 6507–1*, [9] или *ГОСТ 9013–59 (ИСО 6508–86),* [10] либо эквивалентными национальными и международными стандартами с исключениями, о которых упомянуто в [11] (все части) для материалов, предназначенных к использованию в скважинах, в которых, как предполагается, корродирующие вещества могут вызвать коррозионное растрескивание. Изготовитель должен иметь документально подтвержденные критерии для приемочных испытаний на твердость.

Примечание – Для целей данного положения [12] эквивалентен [8] или *ГОСТ 9012–59 (ИСО 410–82, ИСО 6506–81),* [13] эквивалентен [9] или *ГОСТ 9013–59 (ИСО 6508–86),* [14] эквивалентен *ГОСТ Р ИСО 6507-1* и [15] (все части) эквивалентен [11] (все части).

7.4.7.4 Радиографический метод контроля

Радиографический метод контроля должен отвечать требованиям [16] *или ГОСТ 7512, ГОСТ 23055.* Критерии приемки должны быть установлены в соответствии с [6] *или нормативной документацией на конкретное изделие.* У изготовителя должны быть документально подтвержденные критерии для приемки радиографическим методом.

7.4.7.5 Ультразвуковая дефектоскопия

Ультразвуковая дефектоскопия должна отвечать требованиям [18] *или ГОСТ 14782, ГОСТ 22727.* Критерии приемки должны соответствовать [19] *или нормативной документации на конкретное изделие.* У изготовителя должны быть документально подтвержденные критерии для приемки ультразвуковой дефектоскопией.

7.4.7.6 Магнитнопорошковый метод контроля

Контроль магнитнопорошковым методом должен выполняться в соответствии с [20] *или ГОСТ 21105*. У изготовителя должны быть документально подтвержденные критерии для приемки магнитнопорошковым методом.

7.4.7.7 Капиллярная дефектоскопия

Капиллярная дефектоскопия подлежит выполнению в соответствии с [21] *или ГОСТ 18442*. У изготовителя должны быть документально подтвержденные критерии для приемки методом капиллярной дефектоскопии.

7.4.7.8 Контроль качества поверхности

Прежде чем приступать к сборке, поставщик/изготовитель должен провести визуальный контроль всех доступных поверхностей, чтобы убедиться в их соответствии техническим условиям. Изготовитель должен иметь документально подтвержденные критерии для контроля качества поверхности.

7.4.7.9 Степень квалификации персонала

Персонал, выполняющий НК и принимающий решения с целью оценки и интерпретации результатов, должен быть квалифицирован в соответствии с *ГОСТ Р ИСО 9712,* как минимум, на уровень II. Персонал, выполняющий визуальный контроль в соответствии с установленным порядком, должен ежегодно проверять зрение в соответствии с *ГОСТ Р ИСО 9712*.

Примечание – Для целей данного положения [7] эквивалентен *ГОСТ Р ИСО 9712*.

7.4.8 Размерный контроль деталей

Все детали должны пройти размерный контроль, чтобы убедиться в их соответствии критериям расчета и техническим условиям. Контроль следует выполнять во время и после изготовления деталей, но до сборки. Этот контроль должен быть документально подтвержден.

7.4.9 Несоответствие изготовлению

Поставщик/изготовитель должен разработать и поддерживать документированные процедуры, чтобы гарантировать, что узел или изделие, которое не соответствует установленным требованиям, не могло быть непреднамеренно использованным или установленным. Такой контроль должен обеспечивать идентификацию, изоляцию, оценку, документирование и утилизацию несоответствующих изделий или узлов.

Ответственность за анализ и полномочия на утилизацию несоответствующих изделий должны быть определены поставщиком/изготовителем.

7.5 Проверка правильности проектирования

7.5.1 Общие положения

Проверка правильности проектирования должна выполняться в соответствии с разделом 6.

7.5.2 Проверка пригодности

Проверка пригодности должна проводиться с использованием калиброванного и поверенного испытательного оборудования, а все заявленные эксплуатационные характеристики изделия (по 6.3.2) должны подвергаться испытаниям, а результаты подлежат регистрации, датированию и подписи квалифицированным персоналом, выполняющим испытания. Порядок тестирования и критерии приемки определяет и документально подтверждает поставщик/изготовитель. Процедуры проверки для определения характеристик тормозной системы приведены в приложении G.

7.6 Функциональные испытания

Функциональные испытания должен выполнять поставщик/изготовитель для каждого изделия, которое изготовлено в соответствии с настоящим стандартом. Результаты функциональных испытаний подлежат регистрации, датированию и подписи квалифицированным персоналом, выполняющим испытания. Порядок тестирования и критерии приемки должен определять и документально подтверждать поставщик/изготовитель. Процедуры проверки должны соответствовать, как минимум, 6.6, но не ограничиваться ими.

8 Ремонт

Системы наземного привода после ремонтных работ должны быть возвращены в состояние, отвечающее требованиям, указанным в настоящем стандарте либо в состояние, которое соответствовало первоначальному изготовлению. Прежде чем транспортировать каждое отремонтированное изделие, следует провести успешное и подтвержденное документами испытание на проверку пригодности в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Каждое отремонтированное изделие должно иметь постоянную маркировку для идентификации. Изготовитель должен в подробностях документировать процесс для регистрации и отслеживания ремонта. Документация ремонта должна включать, как минимум, название ремонтного центра, дату и тип ремонта, осмотра и запись результатов испытаний.

9 Подготовка к транспортировке

Системы наземного привода должны быть упакованы для транспортировки в соответствии с письменно оформленными техническими требованиями изготовителя во избежание загрязнения оборудования и повреждения от возникающих нагрузок. В этих технических условиях должна быть предусмотрена защита незащищенных резьбовых соединений и отверстий от загрязнения. Все компоненты, которые предназначены для защиты во время транспортировки, должны быть отчетливо обозначены в качестве таковых. Перед применением изделия защита должна удаляться.

10 Изменения сферы применения изделия

Системы наземного привода предназначены для конкретного применения; их перевод в новые условия требует детальной оценки потребителя/заказчика, чтобы удостовериться в том, что система будет работать должным образом в любой ситуации в этих новых условиях. Процесс, используемый для этой оценки, должен быть документирован, одобрен и содержать требования, не менее строгие, чем те, которые предъявлялись для первоначального применения.

Приложение А
(обязательное)

Требования для эластомеров и неметаллических материалов

А.1 Общие положения

Все эластомеры и неметаллические материалы подлежат проверке в соответствии с требованиями данного приложения.

А.2 Эластомерные и неметаллические материалы

Материал каждой детали должен соответствовать техническим условиям поставщика/изготовителя, который, обеспечивая оборудованием по этим техническим условиям, должен нести ответственность за следующее: иметь методики и документы результатов испытаний по герметическим свойствам материалов до пределов, на которые рассчитано это оборудование. Технические условия поставщика/изготовителя на не содержащие металл соединения должны определять те характеристики, которые имеют решающее значение для применяемого материала, например:

a) тип соединения;
b) механические свойства, как минимум:
1) предел прочности на разрыв (при растяжении);
2) удлинение (при растяжении);
3) условно-равновесный модуль (Модуль Юнга) (при нагрузке 50% или 100%, как применимо);
c) усадка при сжатии;
d) твердость по твердомеру или по международному стандарту;
e) химическое сопротивление воздействию продукта;
f) допустимый диапазон температурного режима.

А.3 Допуски

Допуски круглых уплотнительных колец (О-колец) должны соответствовать [22]. Другие уплотнительные элементы должны отвечать размерным допускам, указанным в технических условиях изготовителя. Методика отбора образцов для контроля и основа для приемки или браковки партии товаров должны соответствовать [23]. Общий уровень контроля II при 2,5 AQL для О-колец и при 1,5 AQL для других уплотнительных элементов - *ГОСТ Р ИСО 2859-1* или *ГОСТ Р 50779.72.*

Примечание - Для целей данного положения [24] эквивалентен [22].

А.4 Твердость

Твердость по твердомеру или по международному стандарту для эластомерных материалов должна измеряться в соответствии с [25] или [26]. Предпочтительный метод состоит в том, чтобы проводить испытание на твердость на испытательном образце от каждой партии и от цикла вулканизации, а не испытывать отдельные уплотнения. Если такие испытания проводятся на отдельных уплотнениях, методика отбора проб для испытания и основа для приемки или браковки партии товаров должны соответствовать уже приведенной методике для колец круглого сечения или других уплотнительных элементов, соответственно.

А.5 Визуальный контроль

Кольца круглого сечения (О-кольца) должны проходить визуальный контроль в соответствии с [27]. Другие уплотнительные элементы должны осматриваться визуально в соответствии с методикой изготовителя и включать, например, выступы, соединения внахлестку, разломы, трещины и другие видимые повреждения. Методика отбора проб для контроля и основа для приемки или браковки партии товаров должна соответствовать документированным планам приемки материалов, по которым должны определяться применимые AQL - уровни, так как они имеют отношение к частоте бракуемых деталей.

А.6 Уход и хранение

Многие эластомерные и неэластомерные материалы требуют соблюдения определенных процедур ухода и хранения. Технические условия изготовителя должны включать расчет уплотнения, требования по уходу и хранению, в том числе сроки хранения, соответствующие каждому конкретному составу.

А.7 Другие материалы, не содержащие металл

Неметаллические материалы, отличающиеся от эластомеров, должны соответствовать техническим условиям изготовителя, в которые должны быть включены требования к составу материалов, механическим свойствам, проверкам, допускам, уходу, хранению и контролепригодности.

А.8 Контролепригодность

Требования к контролепригодности должны быть документально подтверждены изготовителем и должны быть достаточными для того, чтобы убедиться и подтвердить соответствие материалов, из которых изготовлены отдельные детали, техническим условиям изготовителя. Контролепригодность отдельных деталей требуется только до тех пор, пока детали используются в сборочных узлах или блоках.

А.9 Размерный контроль

Уплотнительные элементы должны пройти размерный контроль в соответствии с методикой контроля, разработанной изготовителем, включая все соответствующие аспекты проектирования в соответствии с чертежом. Методика отбора проб для контроля и основа для приемки или браковки должна соответствовать документированному плану приемки материалов, по которому определяются уровни AQL (где требуется), так как они имеют отношение к частоте бракуемых деталей.

Приложение В
(справочное)

Метод оценки тормозной системы

В.1 Общие положения

В данном приложении описывается один из методов оценки работоспособности тормозной системы установки наземного привода в конкретном применении. Работоспособность тормозной системы подлежит оценке с учетом скорости и продолжительности обратного вращения, повышения температуры в установке наземного привода и остаточной накопленной энергии. Применение должно определяться профилем скважины, типом тормозной системы и эксплуатационными условиями скважины. Могут применяться другие методы оценки тормозной системы. Метод, представленный в данном приложении, отражает основные инженерные представления, которые должны рассматриваться при оценке этих систем. Результаты этих методов могут положительно повлиять на оценку соответствия тормозной системы тому или иному конкретному применению.

Многие факторы влияют на количество накопленной энергии и скорости, при которой она может высвобождаться из производственной системы во время обратного вращения. Эта скорость освобождения энергии определяет требования для тормозной системы. Поэтому необходимо использовать всеобъемлющую числовую модель обратного вращения для определения требований к тормозной системе для каждого применения установки наземного привода. Указанный анализ должен выполняться потребителем/заказчиком или поставщиком/изготовителем на основании информации, предоставленной по 6.3.2.

Установки наземного привода погружного винтового насоса накапливают значительное количество энергии в системе в процессе стандартной работы. Когда скважина останавливается по какой-либо причине, энергия кручения, накопленная в колонне привода, и потенциальная энергия флюида в эксплуатационной колонне насосно-компрессорных труб, может освободиться, поворачивая колонну привода и подвижные элементы установки наземного привода в обратном направлении. Обычно тормозная система устанавливается в наземном приводе, чтобы безопасно рассеять накопленную энергию. Тормозная система должна:

- ограничивать скорость обратного вращения для того, чтобы ни один элемент установки наземного привода не превысил номинальную скорость этого элемента во время обратного вращения;
- ограничивать длительность обратного вращения для сведения к минимуму влияния на эксплуатацию скважины;
- минимизировать энергию, накопленную в установке наземного привода и в производственной системе, по завершении обратного вращения привода;

рассеивать или поглощать энергию, освобожденную из производственной системы, не нагревая ни один элемент установки наземного привода или производственной системы до температуры, превышающей допустимую для условных эксплуатационных взрывоопасных атмосфер, как предусмотрено национальным или международным стандартом, например, [28] или *ГОСТ Р ЕН 13463-1.*

В.2 Теоретическое моделирование процесса обратного вращения

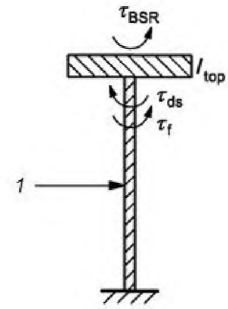
В.2.1 Общие положения

Обратное вращение может происходить в двух случаях: при работе насоса с заклинившим рабочим органом и стандартном завершении работы. Теоретические модели для этих двух случаев приведены в В.2.2 и В.2.3. Определение символов, используемых в уравнениях, дано в таблице В.7.

В.2.2 Случай с заклинившим рабочим органом насоса

В случае с заклинившим рабочим органом насоса единственной энергией, которая освобождается, является энергия кручения, накопленная в колонне привода.

Физическую систему для случая насоса с заклинившим рабочим органом следует представить в виде системы с дисковой пружиной, как показано на рисунке В.1.



1 – пружина

Рисунок В.1 — Насос с заклинившим рабочим органом

Единственным нагружающим моментом обратного вращения в случае насоса с заклинившим рабочим органом является крутящий момент τ_{ds}, накопленный в колонне привода. Во время обратного вращения на этот крутящий момент действует сопротивление кручению, которое вырабатывается тормозом (τ_{BSR}) и трением в производственной системе (пружине 1). Эффективный крутящий момент τ_{acctor}, применимый для ускорения силовой передачи, можно выразить по формуле

$$\tau_{acctor} = \tau_{ds} - \tau_{BSR} - \tau_{f} . \quad (B.1)$$

Число скручиваний эластичного материала в колонне привода зависит от крутящего момента в колонне привода. Для колонн привода с плотным круглым сечением полярный момент

$$J = \frac{\pi}{32} D_{ds}^4 . \quad (B.2)$$

При остановке количество скручиваний в колонне привода

$$\theta_{\text{shutdown}} = \frac{\tau_{\text{shutdown}}}{Gj} L_{ds} . \quad (B.3)$$

Во время обратного вращения эти скручивания освобождаются, вызывая снижение крутящего момента в колонне привода. Для данного числа скручиваний θ_{top} колонны привода во время обратного вращения оставшийся крутящий момент

$$\tau_{ds} = \frac{Gj}{L_{ds}} (\theta_{\text{shutdown}} - \theta_{\text{top}}) . \quad (B.4)$$

Сопротивление обратному вращению τ_{BSR}, выработанное тормозной системой является функцией скорости обратного вращения и, в некоторых случаях, температуры привода, как показано в формуле

$$\tau_{BSR} = f(\theta_{top} \cdot T_{drv}) . \quad (B.5)$$

Работоспособность тормозной системы определяется по информации о характеристиках наземного привода, предоставленной поставщиком/изготовителем по 6.3.2. Сопротивление обратному вращению τ_{BSR} более точно определяется по 6.3.2.2.2. Трение в системе добычи τ_f также препятствует обратному вращению. Сюда относится трение в упорном подшипнике, сальниках, между штангой и НКТ.

Ускорение привода, шкивов, двигателя и колонны привода выражено формулой

$$\theta_{top} = \tau_{acctor} / I_{top} . \quad (B.6)$$

Общий момент инерции I_{top} включает несколько различных элементов силового блока, которые могут вращаться с различной скоростью во время обратного вращения. Для момента инерции I_{i} каждого элемента эталоном должна служить скорость полированного штока в зависимости от коэффициента скорости (передаточного отношения) N_i, определяется по формуле

$$I_{top} = I_1 + N_2^2 I_2 + N_2^2 N_3^2 I_3 + \ldots , \quad (B.7)$$

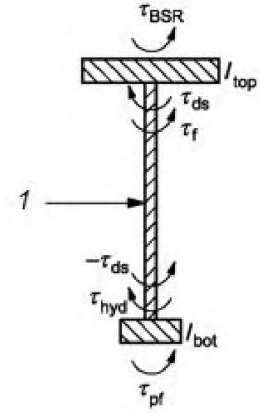
где I_1 – момент инерции оборудования, вращающегося при скорости полированного штока;

I_2 – момент инерции оборудования, вращающегося при скорости N_2, умноженной на скорость элемента I_{n-1};

$$N_i = \frac{\theta_i}{\theta_{i-1}}$$ – постоянное движение.

В.2.3 Стандартное завершение работы

Физическую систему стандартного завершения работы следует представить в виде системы с двухдисковой пружиной согласно рисунку В.2.



1 – пружина

Рисунок В.2 — Стандартное завершение работы

В процессе стандартного завершения работы гидравлический крутящий момент (вызванный перепадом давления в насосе) вместе с крутящим моментом колонны привода действует на силовой блок и на колонну привода. Жидкость в эксплуатационной колонне насосно-компрессорных труб течет через насос и в затрубное пространство скважины. Предполагается, что жидкость течет из затрубного пространства в коллектор и что уровень жидкости в затрубном пространстве не меняется от уровня рабочей жидкости непосредственно перед остановкой. Уравнения динамики для второй стадии обратного вращения представлены в формулах:

$$\tau_{acctor} = \tau_{ds} - \tau_{BSR} - \tau_F ; \quad \text{(В.8)}$$

$$\tau_{acctor} = \tau_{hyd} - \tau_{ds} - \tau_{pf} . \quad \text{(В.9)}$$

Поскольку ротор насоса вращается, крутящий момент τ_{ds} в колонне привода становится функцией числа поворотов верхней части колонны привода θ_{top} и ротора θ_{bot} согласно формуле

$$\tau_{ds} = \frac{Dj}{L_{ds}}[\theta_{\text{shutdown}} - (\theta_{\text{top}} - \theta_{\text{bot}})]. \quad \text{(В.10)}$$

Гидравлический крутящий момент τ_{hyd} зависит от геометрии насоса (как предусмотрено поставщиком/изготовителем насоса) и является функцией перепада давления в насосе, выражаемой уровнем жидкости над насосом L_{fluid} согласно формуле

$$\tau_{hyd} = f(L_{fluid}) . \quad \text{(В.11)}$$

Трение τ_{pf} в насосе препятствует повороту ротора в статоре.

Ускорение ротора и колонны привода составляет

$$\theta_{bot} = \tau_{accbot} / I_{bot} . \quad \text{(В.12)}$$

Ускорение привода, шкивов, двигателя и колонны привода выражено формулой (В.6).

В.3 Начальные условия

Условия в начале обратного вращения даны в формулах:

$$t = 0;$$

$$\tau_{ds} = \tau_{shutdown};$$

$$\theta_{top} = \theta_{bot} = 0 ; \quad \text{(В.13)}$$

$$\theta_{top} = \theta_{bot} = 0 .$$

В.4 Работа тормозной системы

В.4.1 Сопротивление кручению при обратном вращении

Сопротивление кручению при обратном вращении играет ключевую роль в процессе обратного вращения. Как представлено в формуле (В.4), оно связано со скоростью обратного вращения колонны привода и с температурой в наземном приводе. Функциональная зависимость между этими тремя переменными должна определяться методами испытания, приведенными в приложении G.

В.4.2 Рассеяние тепла

В процессе обратного вращения высвобождаются энергия кручения, накопленная в колонне привода, и потенциальная энергия жидкости. Эта энергия поглощается наземным приводом, вызывая повышение температуры привода. Когда температура наземного привода превышает температуру окружающей среды, тепло рассеивается в окружающей среде. Температура привода в любое время непосредственно связана с количеством энергии, которую может поглотить привод (теплоемкость), и со скоростью рассеяния тепла в окружающей среде.

Теплоемкость наземного привода и скорость рассеяния тепла также должны определяться испытаниями, приведенными в приложении G.

В.5 Входные параметры

В.5.1 Общие положения

Заданные условия для расчета эксплуатационных характеристик наземного привода можно классифицировать как относящиеся к системе поверхностного привода либо к ее применению.

В.5.2 Наземная система приводов

Наземная система приводов подлежит классификации по следующим критериям:

– момент инерции наземного вращающегося оборудования, включая зубчатую передачу, шкивы и двигатель;

– сопротивление кручению при обратном вращении как зависимость скорости и температуры;

– теплоемкость;

– скорость рассеяния тепла.

В.5.3 Применение

Для применения устройств наземного привода необходимо определение следующих критериев:

– размер колонны привода и НКТ;
– свойства материалов колонны привода;
– геометрия скважины;
– глубина подвески насоса;
– подача насоса;
– объемный КПД насоса;
– трение в насосе и в других элементах системы привода;
– крутящий момент остановки;
– начальная температура наземного привода;
– температура окружающей среды;
– уровень рабочей жидкости;
- плотность и вязкость жидкости.

В.6 Этапы расчета

Необходимые для оценки скорости обратного вращения и длительности как функции энергии, накопленной в производственной системе, должны охватывать следующие этапы расчета:

a) Начать с начальными условиями, приведенными в формулах (В.13).

b) Рассчитать ускорение составных частей системы, пользуясь формулами (В.1) – (В.7)

или (В.8) – (В.12).

c) Рассчитать скорость обратного вращения ведомого шкива и ротора в течение короткого времени [на основании ускорения вращения, вычисленного в (b)].

d) Рассчитать сопротивление кручению при обратном вращении, пользуясь формулой (В.5).

e) Рассчитать работу, выполненную тормозным устройством.

f) Рассчитать скорость рассеяния тепла.

g) Заново рассчитать температуру тормозного устройства (на основе теплоемкости тормозного устройства).

h) Заново рассчитать углы поворотов (верхняя и нижняя части колонны привода).

i) Заново рассчитать уровень жидкости в колонне насосно-компрессорных труб.

j) Заново рассчитать крутящий момент колонны привода, пользуясь формулами (В.4) или (В.10) и формулой гидравлического крутящего момента (В.11).

k) Повторять процесс [начиная с этапа (b)] до момента прекращения обратного вращения.

В.7 Результаты моделирования

Результаты моделирования должны включать:

a) скорость обратного вращения как функцию времени;

b) температуру наземного привода/тормозного устройства как функцию времени;

c) остаточный уровень жидкости в конце обратного вращения.

На основе этой информации должны быть получены следующие параметры:

- максимальная скорость обратного вращения;
- максимальная температура наземного привода;
- продолжительность обратного вращения;
- уровень столба жидкости в колонне насосно-компрессорных труб.

Эти результаты можно использовать для оценки пригодности тормозной системы наземного привода для планируемой эксплуатации, сравнивая прогнозируемую максимальную скорость обратного вращения и температуру привода с их номинальными значениями.

Следует учитывать неопределенность, связанную с каждой входной переменной, чтобы определить величину влияния этой неопределенности на результаты моделирования.

В.8 Проверка модели

В.8.1 Общие положения

Любые модели, разработанные для оценки тормозных систем, подлежат проверке по примерам эталонного теста, которые приводятся далее. В каждом примере установлены входные данные, характеризующие профиль скважины и эксплуатационные условия, даются ориентировочные результаты теоретического моделирования на основании метода, описанного в этом приложении. Диапазон требований к тормозным системам, которые типичны для применений винтовых насосов охватывают четыре сценария.

В.8.2 Примеры с заклинившим рабочим органом насоса

В.8.2.1 **Пример 1 – Заклинивший рабочий орган насоса, низкий момент вращения**

Технические характеристики оборудования и эксплуатационные условия для остановки насоса с заклинившим рабочим органом приведены в таблице В.1.

Т а б л и ц а В.1 — Входные данные модели

Эксплуатационные параметры	Значение
Геометрия скважины	Вертикальная
D_{ds}	25,4 мм
G	75 ГПа (GPa)
Dнкт	Отсутствует
L_{ds}	914 м
$V(pump)$	Отсутствует
$\varepsilon_{(pump)}$	То же
τ_{pf}	– » –
τ_f	13,6 Н·м (Nm)
$\tau_{shutdown}$	1 088 Н·м (Nm)
T_{trv}	40 °С
T_{amb}	20 °С
$L_{(fluid)}$	Отсутствует
$\rho_{(fluid)}$	То же
$\mu_{(fluid)}$	– » –
I_{bot}	– » –
Параметры наземного привода	
I_{top}	33,71 кг/м^2
C_{drv}	127 кДж/ °С

Момент, вырабатываемый тормозной системой наземного привода, подлежит расчету для восьми различных частот вращения и пяти различных начальных температур. Значения тормозного момента приведены в таблице В.2. Скорость рассеяния тепла подлежит расчету для трех различных температур. Значения скорости приведены в таблице В.3.

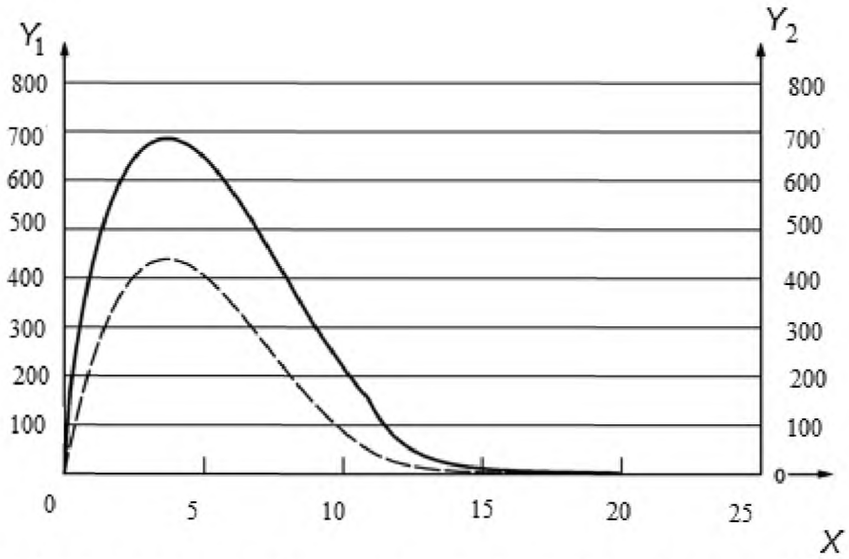
Т а б л и ц а В.2 – Тормозной момент в наземном приводе

Частота вращения штанг, об/мин	Тормозной момент на штанге Н·м (Nm)				
	Температура, °С				
	0	25	50	75	100
0	0	0	0	0	0
50	220	171	145	129	118
100	350	267	221	194	175
200	578	434	354	306	410
300	782	584	475	407	362
400	974	724	586	502	445
600	1327	984	793	677	599
700	1496	1106	891	759	673
800	1664	1228	988	842	764

Т а б л и ц а В.3 — Скорость рассеяния тепла в наземном приводе

Дифференциальная температура, Δ °С	40	80	120
Скорость рассеяния тепла, kW	0,42	0,84	1,25

На рисунке В.3 представлены результаты моделирования, при которых максимальная частота обратного вращения составляет 439 об/мин, а максимальный тормозной момент наземного привода – 686 Н·м (N·m).



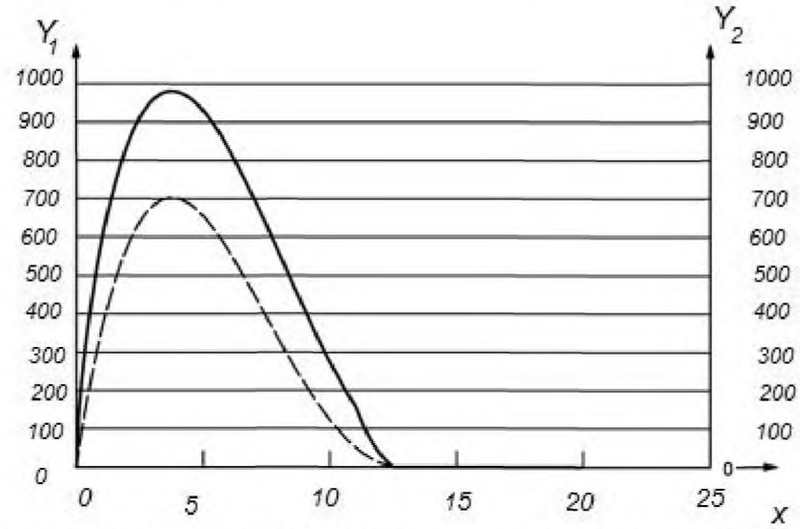
X – время от начала обратного вращения, с; Y_1 – момент сопротивления обратному вращению, Н·м; Y_2 – частота вращения в момент сопротивления обратному вращению, об/мин; ——— – сопротивление крутящему моменту; – – – – частота вращения.

Рисунок В.3 — Результаты моделирования насоса с заклинившим рабочим органом (Пример 1)

В.8.2.2 Пример 2 — насос с заклинившим рабочим органом, высокий рабочий момент

Входные параметры такие же, как и в примере 1, за исключением того, что момент остановки повысился до 1627 Н·м (N·m).

На рисунке В.4 представлен пример моделирования, при котором максимальная частота обратного вращения составляет 703 об/мин, а максимальный тормозной момент наземного привода – 981 Н·м (N·m).



X – время от начала обратного вращения, с; Y_1 – момент сопротивления обратному вращению, Н·м; Y_2 – частота вращения, в момент сопротивления обратному вращению, об/мин; ——— – сопротивление крутящему моменту; – – – – частота вращения.

Рисунок В.4 — Пример моделирования насоса с заклинившим рабочим органом (Пример 2)

В.8.3 Пример стандартного завершения работы — Пример 3 — Стандартное завершение работы

В таблице В.4 приведены технические характеристики оборудования и эксплуатационные условия для стандартного завершения работы. В таблицах В.5 и В.6 приведены характеристики тормозного момента и скорости рассеяния тепла.

Т а б л и ц а В.4 — Входные данные модели

Эксплуатационные параметры	Значение
Геометрия скважины	Вертикальная
D_{ds}	25,4 мм
G	75 ГПа (GPa)
Dнкт	76 мм
L_{ds}	914 м
$V(pump)$	95 м^3/сут//100 об/мин
$\varepsilon_{(pump)}$	75 %
τ_{pf}	136 Н·м (Nm)
τ_f	13,6 Н·м (Nm)
$\tau_{shutdown}$	1 627 Н·м (Nm)
T_{trv}	45 °С
T_{amb}	35 °С
$L_{(fluid)}$	914 м
$\rho_{(fluid)}$	1000 кг/м^3
$\mu_{(fluid)}$	1 сПуаз = 1 mPa-s
I_{bot}	1,66 кг·м^2
Параметры наземного привода	
I_{top}	33,71 кг·м^2
C_{drv}	127 кДж/ °С

Т а б л и ц а В.5 — Тормозной момент в системе наземного привода

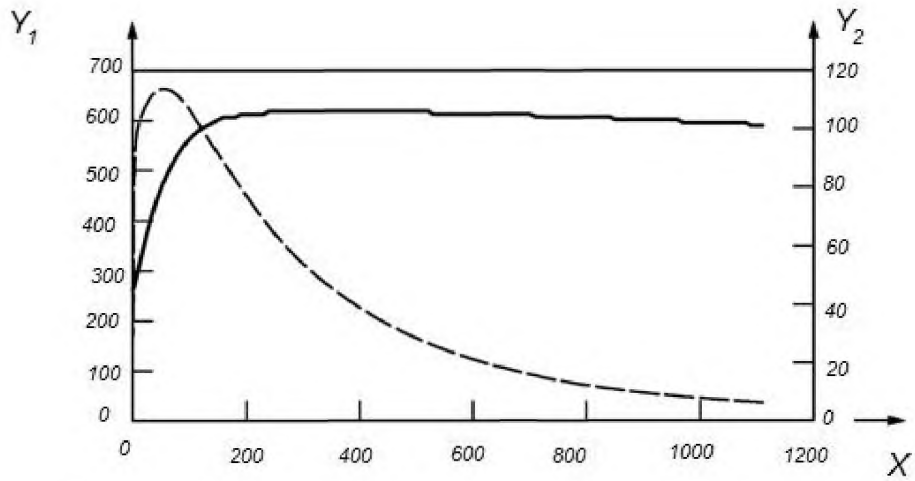
Частота вращения штанг, об/мин	Тормозной момент на штанге, Н·м (Nm)				
	Температура, °С				
	0	25	50	75	100
0	0	0	0	0	0
50	220	171	145	129	118
100	350	267	221	194	175
200	578	434	354	306	410
300	782	584	475	407	362
400	974	724	586	502	445
600	1327	984	793	677	599
700	1496	1106	891	759	673
800	1664	1228	988	842	764

Т а б л и ц а В.6 — Скорость рассеяния тепла в устройстве наземного привода

Дифференциальная температура, Δ °С	40	80	120
Скорость рассеяния тепла, kW	0,42	0,84	1,25

П р и м е ч а н и е – Предполагается, что уровень жидкости в затрубном пространстве скважины остается постоянным в процессе обратного вращения.

На рисунке В.5 представлены результаты моделирования, при которых максимальная температура в приводе составляет 105 °С, а максимальная частота обратного вращения – 672 об/мин.



X – время, с; Y_1 – частота обратного вращения привода, об/мин; Y_2 – температура привода, °С; ——— – температура привода; – – – – частота вращения привода

Рисунок В.5 — Результаты моделирования стандартной остановки привода (Пример 3)

Таблица В.7 — Таблица обозначений

Обозначение	Наименование	Единицы
C_{drv}	Теплоемкость наземного привода	кДж/ °С (kJ/°C)
D_{ds}	Диаметр колонны привода	мм (mm)
D_{tub}	Внутренний диаметр эксплуатационной колонны насосно-компрессорных труб	мм (mm)
G	Модуль жесткости	Па (Pa)
J	Полярный момент инерции поперечного сечения колонны привода	$м^4$ (m^4)
I_{top}	Общий момент инерции привода, шкивов, двигателя и колонны привода	$кг·м^2$ ($kg·m^2$)
I_{bot}	Общий момент инерции ротора насоса и колонны привода	$кг·м^2$ ($kg·m^2$)
I_i	Общий момент инерции отдельных деталей силового блока, которые вращаются во время обратного вращения	$кг·м^2$ ($kg·m^2$)
L_{fluid}	Чистый уровень жидкости	м (m)
L_{ds}	Длина колонны привода	м (m)
N_i	Отношение скоростей между элементом силового блока (*i*) и элементом (*i*-1)	
t	Время	сек (s)
T_{amb}	Температура окружающей среды	°С

Окончание таблицы В.7

Обозначение	Наименование	Единицы
T_{drv}	Температура привода	°С
$V_{(pump)}$	Подача насоса	$м^3$/сутки/100 об/мин m^3/day per 100 r/min
τ_{accbot}	Крутящий момент для ускорения ротора насоса и колонны привода	Н·м (N·m)
τ_{acctop}	Крутящий момент для ускорения привода, шкивов, двигателя и колонны привода	Н·м (N·m)
τ_{BSR}	Сопротивление кручению при обратном вращении, выработанное тормозной системой	Н·м (N·m)
τ_{ds}	Крутящий момент нагрузки при обратном вращении, действующий на наземный привод из-за упругой деформации колонны привода	Н·м (N·m)
τ_f	Крутящий момент, необходимый для преодоления трения в производственной системе (исключая трение в насосе)	Н·м (N·m)
τ_{hyd}	Крутящий момент нагрузки, производимый потоком жидкости через насос	Н·м (N·m)
τ_{pf}	Крутящий момент, необходимый для преодоления трения в насосе	Н·м (N·m)
$\tau_{shutdown}$	Крутящий момент, приложенный к колонне привода непосредственно перед остановкой	Н·м (N·m)
ε_{pump}	Объемный КПД	%
θ_{top}	Угол поворота наземного привода от положения остановки	рад (rad)
$\dot{\theta}_{top}$	Частота обратного вращения наземного привода	рад/с (rad/s)
$\ddot{\theta}_{top}$	Ускорение наземного привода	рад/$с^2$ (rad/s^2)
θ_{bot}	Угол поворота ротора от положения остановки	рад (rad)
$\dot{\theta}_{bot}$	Частота обратного вращения ротора	рад/с (rad/s)
$\ddot{\theta}_{bot}$	Ускорение ротора	рад/$с^2$ (rad/s^2)
$\theta_{shutdown}$	Общий угол поворота (число скручиваний) колонны привода во время остановки	рад (rad)
$\rho_{(fluid)}$	Плотность жидкости в эксплуатационной колонне насосно-компрессорных труб	кг/$м^3$ (kg/m^3)
$\mu_{(fluid)}$	Вязкость жидкости в эксплуатационной колонне насосно-компрессорных труб	сПуаз = mPa-s

Приложение С
(справочное)

Инструкции по монтажу

С.1 Общие положения

Для установки любой системы наземного привода необходим детальный план, где отражены соответствующие меры предосторожности по безопасности и эксплуатации, которые отвечают требованиям всего связанного с ней оборудования и всех применимых инструкций. Устраивают систему наземного привода и вспомогательного оборудования в соответствии с требованиями, предусмотренными поставщиком/изготовителем этого оборудования.

Следующие вопросы предлагаются в качестве предварительного перечня основных проблем, которые нужно рассмотреть. Это не всеобъемлющий перечень, так как, вероятно, есть другие темы для рассмотрения и учета местных требований. Однако настоятельно рекомендуется, чтобы к продукции и к установленному оборудованию применялись правила эксплуатации, определенные для конкретного оборудования и применения. С целью выбора соответствующей системы наземного привода и вспомогательного оборудования необходимо, чтобы учитывались и оценивались конструктивные возможности контролировать скорость обратного вращения и передачу энергии для обеспечения безопасной и надежной эксплуатации системы.

С.2 Подъем установки наземного привода

Во избежание повреждения оборудования и нанесения травм персоналу, следует соблюдать осторожность при подъеме установки наземного привода. На многих установках есть заданные точки для подъема, обеспечивающие балансировку груза. Там, где возможно, желательно, чтобы стропы и захваты были прикреплены, по крайней мере, в двух точках. Затем установку наземного привода можно уравновесить для подъема с помощью «запирающей» петли (хомута) на соответствующем месте строп (примерно на середине).

С.3 Установка уплотнительного элемента

До установки уплотнительного элемента на устье необходимо решить, насколько должен выступать полированный шток над фонтанным тройником. Чтобы сделать это, необходимо сначала определить общую высоту установки наземного привода, включая уплотнительный узел и зажим полированного штока. Следите, чтобы выступающая часть над зажимом полированного штока была как можно меньше (менее 0,3 м). Чрезмерно длинная выступающая часть может вызвать серьезное эксцентричное ударное нагружение во время обратного вращения. Установку ведут с учетом следующих требований.

a) Смазать полированный шток, перед тем как устанавливать уплотнение в соответствии с инструкциями поставщика/изготовителя.

b) Использовать инструкцию поставщика/изготовителя, при движении уплотнения через головку полированного штока, чтобы предотвратить повреждение уплотнения и резьбы штока. Плавно переместить уплотнение вдоль полированного штока и соединить с фонтанным тройником в соответствии с инструкцией.

С.4 Установка ремней привода и шкивов

При установке шкивов в систему наземного привода чаще всего удобнее монтировать вкладыши зажимного конуса на тыльной стороне шкивов. Оси канавок шкива приводного механизма и ведомого шкива должны располагаться на одном уровне.

Клиновые ремни следует натягивать увеличением расстояния между центрами ведомого шкива и шкива приводного механизма до тех пор, пока ремень не станет плотно прилегать к боковым сторонам шкивов.

Запустить установку наземного привода на несколько минут, чтобы ремни «сели» в шкивы. Вести наблюдения за установкой наземного привода в условиях наивысшей нагрузки (обычно при пуске). Незначительный прогиб со стороны сбегания ремней обычно должен указывать на правильное натяжение. Если сторона сбегания остается туго натянутой во время наивысшей нагрузки, ремни натянуты слишком туго. Избыточный прогиб или проскальзывание указывают на недостаточное натяжение. Привод следует остановить и натянуть ремни.

Часто проверять натяжение ремней, следя за стороной сбегания ремня. Через несколько дней работы ремни «усядутся» в шкив и возникнет необходимость их подтянуть для устранения излишнего прогиба на стороне сбегания.

С.5 Установка зажима полированного штока

Обычно зажим полированного штока входит в зацепление с двумя механически обработанными поверхностями в нижней части вала привода и двумя поверхностями верхней части полированного штока. Затягивая зажим полированного штока, необходимо следить за тем, чтобы с целью обеспечения соосности сохранялся равномерный зазор между зажимаемыми поверхностями полированного штока и плоскостями вала привода. Зажим полированного штока не может надежно удерживать полированный шток, если зажат только вал привода.

С.6 Установка системы опорных колонн и опорной пластины

При необходимости использования опорных колонн они решают две цели: предотвратить резьбовые соединения устья от развинчивания во время цикла обратного вращения и компенсировать боковую нагрузку, создаваемую смещенным первичным электродвигателем.

Опорные колонны обычно расширяются в сторону опорной плиты, которая прикреплена болтами к верхней части фланца.

С.7 Обратный клапан выкидной линии (запорный клапан трубопровода потока)

Рекомендуется, чтобы потребитель/заказчик установил обратный клапан в выкидную линию, вниз по течению от устья скважины, чтобы гарантировать, что жидкость не может течь обратно из приемного резервуара или выкидной линии в скважину при выключении системы ВН.

Неконтролируемый поток в НКТ и через скважинный насос продлевает время обратного вращения и вызывает потенциальное снижение производительности тормозной системы

Приложение D
(справочное)

Инструкции по эксплуатации

D.1 Общие положения

Для выбора соответствующей системы наземного привода и вспомогательного оборудования необходимо учитывать и оценивать возможности контроля скорости обратного вращения и передачи энергии для обеспечения безопасной и надежной эксплуатации системы. С целью эксплуатации установки наземного привода необходим детальный план, отражающий соответствующие меры предосторожности по безопасности и эксплуатации, которые отвечают требованиям всего связанного с ней оборудования и всех применимых инструкций. Установки наземного привода и вспомогательного оборудования должны эксплуатироваться в соответствии с требованиями, предусмотренными поставщиком/изготовителем этого оборудования.

Следующие вопросы предлагаются в качестве предварительного перечня основных проблем, которые необходимо рассмотреть. Это не всеобъемлющий перечень, так как, вероятно, есть другие темы для рассмотрения и учета местных требований. Сюда включены, как минимум, предупреждения на случай следующих опасностей.

D.2 Остаточная энергия

Если после обратного вращения энергия, накопленная в производственной системе, рассеялась не полностью, она может высвободиться, когда установку наземного привода демонтируют. Настоятельно рекомендуется, чтобы операторы и персонал по обслуживанию скважины знали и полностью выполняли действия по высвобождению остаточной энергии контролируемым и безопасным способом.

D.3 Перегрев наземного привода

Тормозные системы наземного привода могут перегреваться из-за высокой температуры окружающей среды или повторяемых действий по запуску насоса с заклинившим рабочим органом. Температуры тормозной системы или наземного привода, превышающие рекомендуемую рабочую температуру, могут ухудшить характеристики тормозов и стать угрозой для взрыва, если есть контакт со взрывоопасными газовыми смесями. Усиленно рекомендуется, стремиться к тому, чтобы система не эксплуатировалась при температурах, которые выходят за рамки режимов рабочих температур, указанных поставщиком/изготовителем наземного привода.

D.4 Эксплуатация при низкой температуре

Низкие температуры окружающей среды могут препятствовать включению тормозной системы наземного привода и/или работе привода. В руководстве по эксплуатации для конкретной установки наземного привода должен быть четко указан диапазон рабочих температур. Необходимо приложить максимум усилий для предотвращения работы установки при температурах, которые выходят за рамки режимов рабочих температур, указанных поставщиком/изготовителем наземного привода.

D.5 Тормозные системы с ручной регулировкой

Тормозные системы с регулировкой вручную делают возможной регулировку тормозов для соответствия текущим требованиям к тормозным системам. Потенциальная опасность существует в том случае, если диапазон регулировки позволяет потребителю «запирать» энергию, прекратив обратное вращение до того как потенциальная энергия достаточно высвобождена. Эта остаточная энергия может быть неожиданно высвобождена при подрегулировке тормоза или при демонтаже установки наземного привода. Более того, неправильная регулировка тормоза может привести к тому, что скорости обратного вращения будут выше максимальной рабочей скорости, создавая таким образом опасность. Рекомендуется выполнять меры предосторожности во избежание неправильной регулировки этих тормозных систем.

D.6 Выступающий конец полированного штока

Во время обратного вращения высокие центробежные силы могут вызвать изгиб выступающей над креплением полированного штока части штока в то время, когда колонна привода продолжает вращаться, создавая серьезную угрозу для безопасности. Рекомендуется, чтобы выступающий конец полированного штока был не длиннее предлагаемого поставщиком/изготовителем (обычно менее 0,3 м).

D.7 Изменение эксплуатационных условий

Изменения эксплуатационных условий в скважине, например, свойств флюида, частоты вращения насоса, уровня флюида, давления и размера рабочей пары насоса, могут повлиять на скорость и продолжительность обратного вращения. При изменении эксплуатационных условий оператор должен подтверждать их соответствие техническим условиям и инструкциям по эксплуатации для установки наземного привода.

D.8 Изменение условий окружающей среды

Изменение условий окружающей среды в скважине, например, температуры окружающей среды, воздушного потока, воздействия ультрафиолетового излучения, содержание пыли или песка, распыленная соль или другие явления, имеющие к этому отношение, могут повлиять на характеристики установки наземного привода. Перед установкой и эксплуатацией наземного привода в новых условиях оператор должен подтвердить соответствие этих условий инструкциям по эксплуатации для установки наземного привода.

D.9 Изменения вспомогательного оборудования

Изменения в комплектации вспомогательным оборудованием могут сократить срок службы установки наземного привода. Любые изменения вспомогательного оборудования, отличные от тех, которые разрешены инструкциями, должны быть изложены в руководстве по эксплуатации этого оборудования и одобрены компетентным в конкретной области специалистом.

D.10 Проблемы, связанные с эксплуатацией или безопасностью

Любые дополнительные проблемы, связанные с эксплуатацией или безопасностью, которые не были рассмотрены ранее, потребитель/заказчик должен определить и подробно описать, чтобы охватить все требования оператора и местных органов власти.

Приложение Е
(справочное)

Инструкции по выбору оборудования

Е.1 Общие положения

Для выбора соответствующей системы наземного привода и вспомогательного оборудования с целью обеспечения их безопасной и надежной эксплуатации необходима возможность учета и контроля скорости обратного вращения и мощности привода. Следующие вопросы предлагаются в качестве предварительного перечня основных проблем, которые необходимо рассмотреть. Это не всеобъемлющий перечень, так как, вероятно, имеются другие темы для рассмотрения. Однако настоятельно рекомендуется, чтобы поставщик/изготовитель подтвердил, что продукция и выбранное для конкретной эксплуатации оборудование соответствуют определенным требованиям нагрузки.

Е.2 Установка наземного привода

Потребитель/заказчик должен убедиться, что предполагаемые осевая нагрузка, крутящий момент, скорость, мощность и температура установки наземного привода во время работы не превышают расчетные значения. Потребитель/заказчик также должен убедиться, что тормозная система соответствует планируемому применению. Максимальный рабочий крутящий момент и максимальный динамический уровень жидкости являются функцией способности тормозной системы рассеивать энергию, накопленную в производственной системе после остановки, и ее можно определить, используя данные, содержащиеся в технических условиях наземного привода в аналитической модели обратного вращения, например, той, характеристика которой приведена в приложении В. В качестве альтернативы может не потребоваться никакая тормозная система, если доказано, что скорость обратного вращения не превышает максимальную рабочую скорость установки наземного привода без тормоза в стандартных рабочих условиях.

Е.3 Приспособления для ограничения крутящего момента

Вместе с установкой наземного привода и с целью исключения превышения максимального рабочего крутящего момента и / или входного номинального крутящего момента колонны привода должны быть установлены приспособления, ограничивающие крутящий момент. Аналогичным образом во избежание превышения максимального рабочего крутящего момента следует контролировать максимальное гидравлическое давление на наземный привод с гидравлическим управлением.

Е.4 Шкивы

Рекомендуется выбирать наименьший диаметр ведомого шкива в соответствии с техническими условиями поставщика/изготовителя ремней и шкивов. В любом редукторном приводе частота вращения шкива приводного механизма всегда выше частоты вращения полированного штока. В большинстве случаев шкивы выполнены из чугуна, и максимально допустимая окружная скорость для них составляет примерно 1900 м/мин (максимальное значение частоты вращения указывается на шкиве).

Приложение F
(справочное)

Бланк функциональной спецификации потребителя/заказчика

Цель

Далее приводится форма бланка, который может использоваться потребителем/заказчиком для облегчения определения эксплуатационных требований к установке наземного привода, которую он собирается приобрести. Требования к эксплуатационным характеристикам должны выполняться в соответствии с разделом 5. Эта форма обеспечивает удобный метод сбора данных, но не содержит полный перечень всех требований.

Компания

Подготовлена:				Компания:			
Дата:				Дата поставки:			
Выбор типа установки наземного привода							
Редукторный привод с зубчатой передачей							
Тип первичного двигателя							
Электрический		Гидравлический		Внутреннего сгорания		Другой	
Функциональные характеристики системы наземного привода							
Предполагаемая рабочая частота вращения ВН (об/мин)							
Предполагаемая мощность установки наземного привода (кВт)							
Предполагаемый рабочий крутящий момент на креплении полированного штока (Н·м)							
Предполагаемая максимальная осевая нагрузка (Н)							
Параметры применения (включая единицы измерения)							
Предполагаемый расход (дебит)							
Предполагаемое давление в НКТ, на устье и на входе в насос							
Состав добываемой жидкости (плотность, вязкость, % CO_2, % N_2, % H_2S и т. д.)							
Насос, который планируется использовать (изготовитель, модель):							
Глубина подвески насоса (ГПВ, ГПС):							
НКТ (НД, ВнД, масса, сорт)							
Колонна привода (НД, тип, сорт)							
Совместимость с окружающей средой (проверить все, что подходит)							
Температура окружающей среды св. 33 °С				Температура запуска до минус 40 °С			
Высокое воздействие ультрафиолетового излучения				Наивысшая относительная влажность (высшая точка росы)			
Содержание пыли и песка				Смещение от вертикали			
Участки с уникальными проблемами, связанными с загрязнением окружающей среды и безопасностью				Районы с солеными брызгами			
Классификация опасных участков				Предполагаемый шум			
Совместимость с имеющим отношение скважинным оборудованием							
Конечный потребитель должен указать: размер, тип, материал, конфигурацию и присоединительные размеры соединений между наземным приводом и другим скважинным оборудованием, например:							
Сальник							
Полированный шток							
Устье							
Другие							
Размер, тип и конфигурация других изделий, которые должны проходить через или над данным изделием, например, полированный шток, насосная штанга и т. д.							

Размер, тип и конфигурация других изделий, которые должны использоваться вместе или в сочетании с данным изделием (Примечание: номинальная характеристика опорной рамы – это предмет обсуждения, связанный со стыковкой)
Близость с несвязанным оборудованием, которое может повлиять на поставку, установку, работу, обслуживание или удаление данного изделия
Угол отклонения устья от вертикали к положению для установки
Требования к соединению первичного двигателя
Выбор уровней документации по контролю качества (группа один)

Q1	**Q2**
Требования к документации по высокому контролю качества	Требования к документации по стандартному контролю качества

Приложение G
(справочное)

Методы испытания тормозной системы

G.1 Цель

В данном приложении дается описание методики испытаний с целью определить эксплуатационные характеристики тормозной системы в установке наземного привода, используемой для погружных винтовых насосов.

G.2 Содержание

Методика испытаний предназначена для определения следующих характеристик установки наземного привода:

a) теплоемкость;
b) скорость рассеяния тепла;
c) соотношение сопротивления кручению при обратном вращении и скорости.

G.3 Установка для испытаний

G.3.1 Установка наземного привода должна монтироваться прочно и в вертикальном рабочем положении.

G.3.2 Поток воздуха вокруг установки наземного привода должен ограничиваться для создания условий «неподвижного воздуха».

G.3.3 Температура окружающей среды должна быть в пределах плюс 15 °С – плюс 25 °С.

G.3.4 Все препятствия и другие ловушки для тепла (например, стены и потолки) должны быть расположены на расстоянии, как минимум, 0,5 м от установки наземного привода.

G.3.5 Вся изоляция и / или рубашки системы охлаждения должны быть расположены на расстоянии, как минимум, 0,5 м от установки наземного привода.

G.3.6 Электрический или гидравлический двигатель должен иметь такую конфигурацию, чтобы вращать силовой блок в обратном направлении.

G.3.7 Моделируемая скорость обратного вращения должна контролироваться в пределах 5% от заданной испытательной скорости.

G.4 Измерения

G.4.1 Температура окружающей среды должна измеряться примерно на середине высоты привода и примерно на расстоянии 0,5 м от ближайшей части установки наземного привода.

G.4.2 Температура критического элемента (элемента с самой низкой допустимой температурой или самого горячего элемента привода, подвергающегося воздействию окружающей среды) должна регулироваться непрерывно в течение каждого испытания.

G.4.3 Для электродвигателя входной крутящий момент нужно рассчитывать исходя из текущих измерений и рабочей характеристики приводного двигателя $N – n$, а для гидравлического двигателя – исходя из текущих измерений или предполагаемого перепада давления.

G.4.4 Частоту вращения главного вала необходимо контролировать, используя показания частотно-регулируемого электропривода или прямые измерения с помощью электронных датчиков или кодирующих устройств.

G.5 Методика испытаний – Скорость по отношению к сопротивлению кручения во время обратного вращения при температуре окружающей среды

G.5.1 Вращать привод наземной установки в обратном направлении при постоянной скорости в пределах диапазона работы обратного вращения.

G.5.2 Регистрировать скорость, при которой включается тормозная система.

G.5.3 Подождать, пока сопротивление кручению стабилизируется (обычно от 10 с до 30 с), затем зарегистрировать скорость, прилагаемый момент тормозной системы и критическую температуру элемента в это время.

G.5.4 Быстро увеличить частоту вращения до следующей скорости испытания.

G.5.5 Испытать все пять скоростей, включая типичные рабочие скорости с наивысшей скоростью, равной максимальной рабочей скорости.

G.5.6 Повторить G.5.1 – G.5.5, по меньшей мере, для трех различных температур критического элемента наземного привода.

G.5.7 Построить график взаимосвязи между частотой вращения в об/мин и сопротивлением кручению в ньютоно-метрах для диапазона температур на испытаниях.

G.6 Методика испытаний – Скорость рассеяния тепла

G.6.1 Вращать привод наземной установки в обратном направлении при постоянной скорости с включенной тормозной системой.

G.6.2 Постоянно контролировать прилагаемый крутящий момент, частоту вращения, температуру критического элемента и температуру окружающей среды и записывать данные примерно каждые 5 минут.

G.6.3 Продолжать вращать привод до тех пор, пока изменение температуры критического элемента не станет менее 1°С в 5 мин.

G.6.4 Рассчитать входную мощность в установившемся режиме и записать температуру окружающей среды и установившуюся температуру критического элемента.

G.6.5 Повторить действия по G.6.1 – G.6.4 для всех трех типичных рабочих скоростей.

G.6.6 Построить график взаимосвязи между дифференциальной температурой привода (температура критического элемента минус температура окружающей среды) в градусах Цельсия и скоростью рассеяния тепла (входная мощность) в Вт.

G.7 Методика испытаний – Теплоемкость

G.7.1 Вращать привод в обратном направлении с включенной тормозной системой при постоянной входной мощности, достаточной для повышения температуры критического элемента до его максимальной рабочей температуры менее чем через 15 мин.

G.7.2 Постоянно записывать прилагаемый крутящий момент, частоту вращения, температуру критического элемента и температуру окружающей среды.

G.7.3 Рассчитать показатель поглощения энергии привода, вычитая расчетную скорость рассеяния (определенную с помощью предыдущей методики испытаний) из входной мощности.

G.7.4 Построить график показателя поглощения энергии относительно времени расчета общей энергии, поглощаемой установкой наземного привода, исходя из площади, по которой строится указанный график.

G.7.5 Рассчитать теплоемкость установки наземного привода, разделив общую поглощенную энергию на изменение температуры в приводе, в единицах килоджоулей на градусы Цельсия.

G.8 Составление отчетов

Результаты физических испытаний должны включать:

a) математическое выражение или графическое представление соотношения скорости рассеяния тепла и дифференциальной температуры;
b) математическое выражение или графическое представление соотношения сопротивления кручению и скорости;
c) скорость включения тормозной системы;
d) теплоемкость установки наземного привода.

Приложение Н
(справочное)

Выбор и использование насосных штанг в установках погружных винтовых насосов

Н.1 Общие положения

В данном приложении представлено применение насосных штанг при эксплуатации скважин, в которых используются установки погружных ВН с наземным приводом.

Н.2 История вопроса

В установке погружного ВН обычно используют колонну насосных штанг для передачи энергии (крутящего момента) от установки наземного привода к установленному в скважине насосу. В этом случае насосные штанги подвергают сочетанию осевой нагрузки и кручения, что поднимает следующие специфические вопросы, связанные с характеристикой насосных штанг, не возникающие при эксплуатации возвратно-поступательных насосов:

a) нагрузка на штанги сложнее из-за комбинированного действия кручения и осевой нагрузки;
b) изгиб из-за искривления забоя может наложить миллион циклов деформации на штанги всего за несколько дней, и отказы будут обычно происходить из-за усталости материала;
c) компоновка штанг имеет решающее значение, так как прилагаемая скручивающая нагрузка может потребовать приращения, что может повредить соединения насосных штанг.

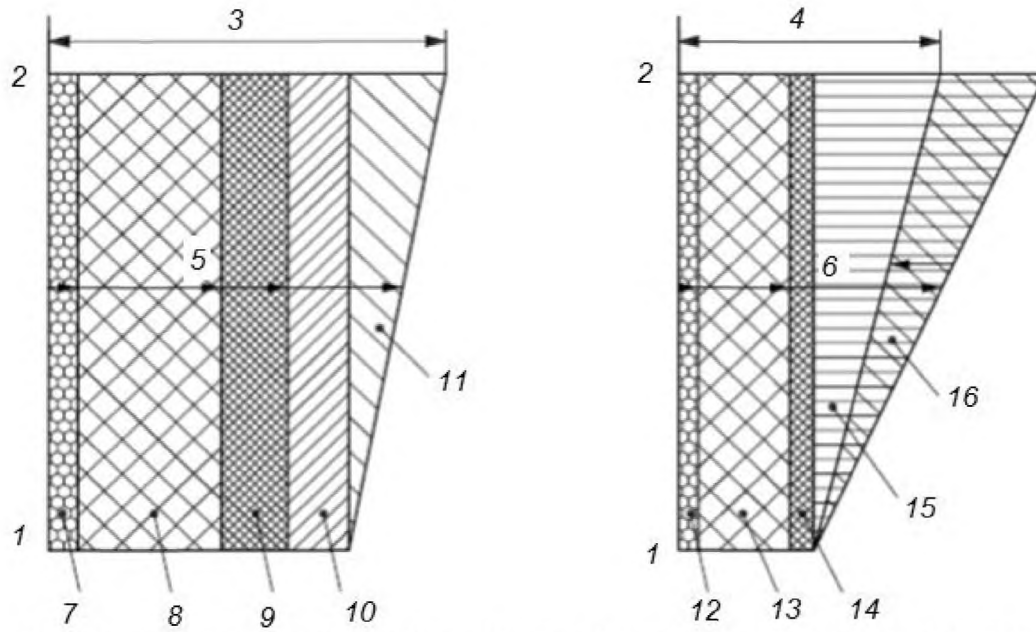
Эти вопросы обсуждаются согласно Н.3 – Н.7.

Н.3 Нагрузка на шток

Н.3.1 Общие положения

Колонна привода должна обладать способностью воспринимать осевую нагрузку и передавать крутящий момент погружному насосу. Если результатом совместных действий осевой нагрузки и крутящего момента является сложное сопротивление, которое из-за размера и марки материала колонны привода превышает ее прочность, может произойти авария.

Осевая нагрузка и крутящий момент в любом месте вдоль колонны привода должны состоять из нескольких компонентов, как показано на рисунке Н.1. Несколько основных компонентов нагрузки прилагаются к колонне привода у насоса (например, гидравлический крутящий момент насоса и осевая нагрузка насоса), однако развитие других компонентов распределяется по всей длине колонны привода (например, момент сопротивления и вес штанги). Почти во всех случаях осевая нагрузка и крутящий момент колонны привода являются самыми большими нагрузками на соединение полированного штока.



1 – насос (нижнее сечение); *2* – поверхность (верхнее сечение); *3* – крутящий момент полированного штока; *4* – осевая нагрузка полированного штока; *5* – крутящий момент колонны насосных штанг; *6* – осевая нагрузка колонны насосных штанг; *7* – гидравлический насос (давление на устье); *8* – гидравлический насос (гидростатическое давление); *9* – гидравлический насос (ослабление потока); *10* – трение в насосе; *11* – сопротивление; *12* – осевая нагрузка насоса (давление на устье); *13* – осевой насос (гидростатическое давление); *14* – осевой насос (ослабление потока); *15* – вес штанги; *16* – фильтрационная сила.

Рисунок Н.1 — Составляющие крутящего момента и осевой нагрузки в колонне привода

Н.3.2 Гидравлический крутящий момент в насосе

Гидравлический крутящий момент пропорционален дифференциальному давлению в насосе, т.е. разности между давлением на входе в насос (сумма давления на устье и гидростатического давления в обсадной колонне из-за уровня жидкости) и давлением на выходе из насоса (сумма давления на устье, гидростатического давления в НКТ выше насоса и потери давления в колонне труб).

Н.3.3 Момент трения в насосе

Трение в насосе возникает из-за посадки с натягом в паре ротор – статор и обычно измеряется во время стендовых испытаний насоса. Трение в насосе может повышаться в скважинных условиях, когда эластомер статора набухает из-за термических и химических воздействий. Во время закачивания высоковязких жидкостей при высоких скоростях крутящий момент может также усилить сопротивление кручению в насосе. Трение в насосе достигает максимального значения при пуске, так как влияет статическое трение в паре ротор – статор.

Н.3.4 Крутящий момент сопротивления в колонне привода

Под крутящим моментом сопротивления в колонне привода понимаются поверхностные сдвигающие силы между жидкостью и колонной привода, препятствующие вращению колонны привода во время ее вращения внутри жидкости в эксплуатационной колонне насосно-компрессорных труб.

Н.3.5 Осевая нагрузка в насосе

Под осевой нагрузкой в насосе понимается образуемая колонной привода, включая ротор насоса, сила, действующая вертикально вниз при работе насоса и воспринимаемая нижним упорным подшипником

Подобно гидравлическому крутящему моменту в насосе, осевая нагрузка в насосе является функцией геометрии насоса и пропорциональна давлению насоса.

Н.3.6 Вес штанги

Под весом штанги понимается сила воздействия штанги на опору (или подвес либо другой вид крепления), препятствующая падению и возникающая в поле сил тяжести. Единица измерения веса в СИ — Ньютон (Н).

Вес колонны привода, включая ротор насоса, повышает осевую нагрузку, действующую на штангу.

Н.3.7 Фильтрационные силы, действующие на колонну привода

Под фильтрационными силами, действующими на колонну привода, понимаются силы, образующиеся при ослаблении потока (фильтрационные силы, являющиеся суммарным воздействием фильтрационного потока на пласт грунта), которые действуют на колонну привода в направлении потока, приводя к снижению натяжения штанги. Эти силы прикладываются к соединениям и корпусу штанги в виде фильтрационных сил контактного участка и поверхностных фильтрационных сил, соответственно.

Н.4 Предельное напряжение на штангу

Это предельное напряжение на штангу основывающееся на эффективном напряжении (т. е. на напряжении по фон Мизесу), которое учитывает сочетание осевой нагрузки и крутящего момента. При эксплуатации насоса эффективное напряжение зависит от крутящего момента, причем осевая нагрузка имеет меньшее влияние.

В противоположность циклическому напряжению на штангу, которое имеет место при эксплуатации балансирными насосными установками, напряжения на штангу сравнительно постоянны при эксплуатации скважин с помощью ВН. В результате эффективное напряжение на штангу может приблизиться к напряжению текучести материала штанги, не вызывая аварий при применении ВН, несмотря на то, что усталость, вызванная изгибом, может представлять проблему в случае применения ВН в наклонно-направленной и горизонтальной скважинах.

Н.5 Усталость штанги

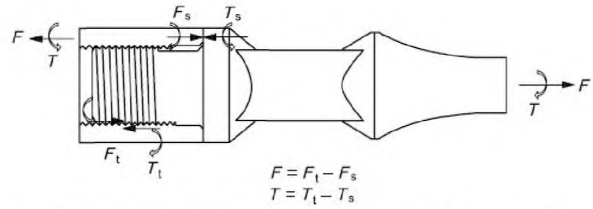
Хорошо известно, что механические детали, на которые действуют переменные нагрузки, подвергаются усталости металла. Аварии из-за усталости могут возникать, даже если максимальный уровень нагрузки в материале значительно ниже предела текучести материала. При анализах усталости обычно делается попытка оценить эксплуатационную долговечность в условиях переменной нагрузки. На предел выносливости детали при постоянном напряжении влияют среднее напряжение; размеры колебаний при приложенном напряжении и число колебаний напряжения. Колебания нагрузки в сочетании с высоким средним напряжением приводит к более серьезной усталости, чем в случае нагрузки с колебаниями такой же величины, но с незначительным средним напряжением. Это может иметь значение в контексте применения ВН, когда в колонне привода развивается высокое среднее напряжение. Большинство сталей имеет предел выносливости, максимальное переменное напряжение, которое приводит к «бесконечной» усталостной долговечности. Проектирование колонн приводов для уровней переменного напряжения ниже предела выносливости является эффективным критерием расчета. Однако механизмы коррозии могут действовать в сочетании с переменными нагрузками, чтобы сократить усталостную стойкость материала насосных штанг для того, чтобы в некоторых случаях применения в коррозионных средах нельзя было достичь «бесконечной» усталостной долговечности.

Эксплуатационные условия во многих областях применения ВН таковы, что колонны привода подвергаются значительным колебаниям нагрузки. Перемены давления на выходе, вызванные газом в эксплуатационной колонне насосно-компрессорных труб, или повышение трения в насосе из-за закупоривания песком либо флюидом может вызвать значительные колебания крутящего момента в насосе и осевой нагрузки. В искривленных скважинах штанги подвергаются циклическим напряжениям изгиба при частоте вращения насоса. С учетом типичных рабочих скоростей ВН число циклов нагрузки может достигать насколько миллионов всего лишь за несколько дней. Поэтому очень важно учитывать результаты анализов усталости, когда предполагается, что эти условия нагрузки будут иметь место. При расчете усталостной долговечности рекомендуется учитывать и высокочастотные (т.е. влияние изгибов в искривленных скважинах) и низкочастотные (например, влияние газовых пробок) нагрузки.

Н.6 Компоновка соединений

Компоновка соединений имеет решающее значение для эксплуатации ОВН, так как приложенная скручивающая нагрузка во время нагнетания может вызвать поэтапную компоновку соединений, при которой приложенный крутящий момент превышает сопротивление скручиванию в соединении. Указанное сопротивление является зависимостью предварительной нагрузки и крутящего момента на резьбовые соединения и заплечик, созданной во время компоновки, как

представлено на рисунке Н.2. Незаконченная компоновка приводит к низкой предварительной нагрузке в соединении, и, следовательно, к низкому сопротивлению скручиванию. Высокая растягивающая нагрузка в штангах может также снизить предварительную нагрузку и крутящий момент на заплечик, приводя таким образом к снижению сопротивления скручиванию колонны насосных штанг.



F_t – осевая сила, растягивающая резьбу; T_t – крутящий момент в резьбе; F_s – осевая сила действующая на заплечик при скручивании; T_s – крутящий момент на заплечике; F – общая осевая сила; T – общий крутящий момент

Рисунок Н.2 — Нагрузка на соединение

Сопротивление скручиванию законченного соединения определяется статическим коэффициентом трения на резьбу и заплечик. Однако если сопротивление скручиванию превышено, характеристики трения определяются кинетическим коэффициентом трения, который может быть значительно ниже статического коэффициента. Кроме того, быстрое перемещение между соприкасающимися поверхностями (т.е. заплечика и торца муфты) может привести к динамической смазке, которая еще больше снижает эффект трения. Это приводит к значительному снижению сопротивления скручиванию в соединении, делая возможным дополнительное компенсирование соединения, что может вызвать нагрузки, которые могут повредить это соединение.

Свидетельством того, что было произведено дополнительное компенсирование в соединении, может быть одно или все из следующего:

a) сорванная резьба;

b) соединение с раструбным концом или оседание торца муфты;

c) разрушение подрезанного штифта при растяжении.

Дополнительное компенсирование может быть особенно тяжелым в скважине, так как колонна привода действует как большая пружина кручения, которая накапливает энергию в виде эластичных кручений штанги. Когда сопротивление кручению в соединении превышено, накопленная энергия поддерживает приложенный крутящий момент, который является причиной того, что дополнительное компенсирование происходит очень быстро. Это называется динамическим компенсированием, которое обычно приводит к повреждению соединения.

Гарантия того, что соединения насосных штанг свинчены так, как указано в спецификациях изготовителя, может снизить до минимума последствия дополнительного компенсирования. В этих спецификациях должно быть указано, что какая-то определенная часть должна быть завинчена вручную. Для этого нужно, чтобы крутящий момент свинчивания превышал приложенный крутящий момент во время пуска и работы насоса. До тех пор, пока крутящие моменты пуска и вращения не превышают момент свинчивания, маловероятно, что дополнительное компенсирование произойдет.

Н.7 Износ колонны привода или НКТ

Износ колонны привода и НКТ в установках погружных ВН отличается от износа в балансирных насосных установках тем, что штанговый ниппель вращается в одном положении на НКТ, приводя к износу, который должен быть локализован. Кроме того, ВН часто используются там, где из породы выделяются твердые вещества, которые существенно повышают степень износа. Интенсивность износа может быть снижена с помощью покрытия соединений мягким материалом одноразового употребления (например, уретан или эластомер) или распределением контактной нагрузки на штангу между несколькими направляющими штанги (центраторами), расположенными вдоль корпуса штанги между соединениями, как представлено на рисунке Н.3. Следует проявлять осторожность, используя эти приспособления для снижения износа, потому что обычно они повышают потери давления в эксплуатационной колонне насосно-компрессорных труб, что может повысить напряжение в колонне привода, вызывая даже более высокие контактные нагрузки между штангами и НКТ.

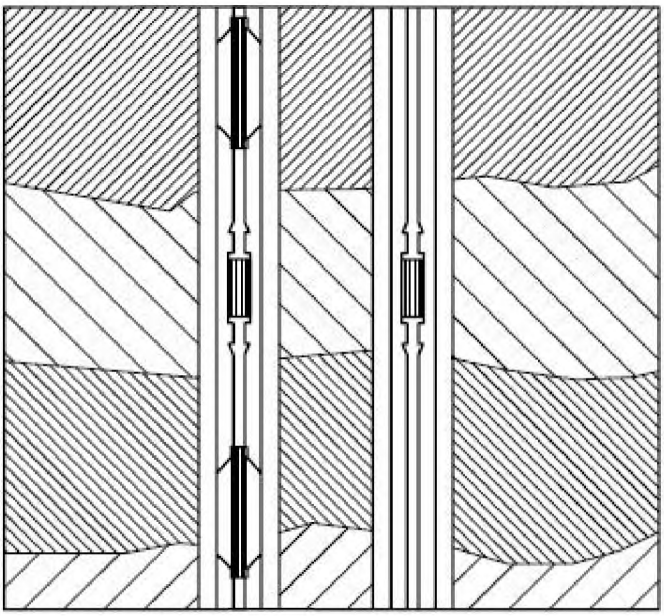


Рисунок Н.3 — Примеры типичных направляющих штанг, используемых в установках с винтовыми насосами

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов Российской Федерации международным и региональным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р ИСО 2859-1–2007	IDT	ИСО 2859-1 «Процедуры выборочного контроля по качественным признакам»
ГОСТ Р ИСО 6507-1–2007	IDT	ИСО 6507-1 «Материалы металлические. Испытание на твердость по Виккерсу. Часть 1. Метод испытаний»
ГОСТ Р ИСО 9000–2008	IDT	ИСО 9000:2005 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь
ГОСТ Р ИСО 9712–2009	IDT	ИСО 9712 «Неразрушающие методы испытаний — Аттестация и сертификация персонала»
ГОСТ Р ЕН 13463-1–2009	IDT	ЕН 13463-1:2001 «Оборудование неэлектрическое, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Часть 1. Общие требования»
ГОСТ Р 50779.72–99 (ИСО 2859-2-85)	MOD	ИСО 2859-2–85 «Методы выборочного контроля по качественным признакам. Часть 2. Планы выборочного контроля с указанием предельных уровней качества (LQ) для контроля отдельных партий»
Примечание – В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов: - IDT – идентичные стандарты; - MOD – модифицированные стандарты		

Библиография

[1]	ASTM A370-97	Механические испытания стальных изделий (Standart Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products)
[2]	ASME BPVC-IX-2007	Свод стандартов на котлы и сосуды, работающие под давлением. Раздел IX. Правила аттестации технологий сварки, сварщиков и операторов сварки (ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section IX: Welding and brazing qualifications)
[3]	ANSI/AWS D1.1/D1.1M:2008	Структурные правила по сварке. Сталь (American Welding Society D1.1M Structural Welding Code – Steel)
[4]	ANSI/AWS B2.1:2005	Спецификация для сварочной процедуры и квалификации персонала (Standard for Welding Procedure and Performance Qualification)
[5]	SAE ASMH 6875:1998	Термическая обработка стали. Сырье (Heat treatment of steel raw materials)
[6]	BS 2M 54:1991	Спецификации для контроля температуры при термической обработке металлов (Specification for temperature control in heat treatment of metals)
[7]	ASNT SNT-RP-TC-1A-2011	Классификация персонала и его аттестация при неразрушающем методе контроля (Personnel qualification and certification in nondestructive testing)
[8]	ISO 6506-1	Материалы металлические. Определение твердости по Бринеллю. Часть 1. Метод испытания (Metallic materials – Brinell hardness test – Part 1: Test method)
[9]	ISO 6508-1	Материалы металлические. Испытание на твердость по Роквеллу. Часть 1. Метод испытаний (шкалы A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) (Metallic materials – Rockwell hardness test – Part 1: Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)
[10]	ASTM E140	Стандартные переводные таблицы между твердостью металлов по Бринеллю, по Виккерсу, по Роквеллу, по Кнупу, по склероскопу и поверхностной твердостью (Standard Hardness Conversion Tables for Metals (Relationship Among Brinell Hardness, Vickers Hardness, Rockwell Hardness, Rockwell Superficial Hardness, Knoop Hardness, and Scleroscope Hardness)
[11]	ISO 15156 (все части)	Промышленность нефтяная, нефтехимическая и газовая. Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при нефте- и газодобыче (Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Materials for use in H_2S-containing environments in oil and gas production. All parts)
[12]	ASTM E10	Стандартный метод испытания металлических материалов на твердость по Бринеллю (Standard Test Method for Materials)
[13]	ASTM E18	Стандартные методы испытаний для определения твердости металлических материалов по Роквеллу (Standard Test Methods for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials)
[14]	ASTM E92	Стандартный метод испытаний металлических материалов на твердость по Викерсу (Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials)
[15]	NACE MR 0175/ISO 15156 (все части)	Нефтяная и газовая промышленность – Материалы для использования в H_2S-содержащих средах, при добыче нефти и газа (Petroleum and natural gas industries - Materials for use in H_2S-containing environments in oil and gas production. All parts)
[16]	ASTM E94	Стандартное руководство по радиографическому

		исследованию (Standard Guide for Radiographic Examination)
[17]	ASME BPVC 2004, раздел VIII, часть I (UW-5I)	Свод стандартов на котлы и сосуды, работающие под давлением Раздел VIII, часть 1. Правила изготовления оборудования, работающего под давлением (Rules for construction of pressure vessels UW5I)
[18]	ASME BPVC 2004, Section–V	Свод стандартов на котлы и сосуды, работающие под давлением. Раздел V. Неразрушающий контроль (ASME Boller and Pressure Vessel Code Section V, Division I, Nondestructive examination)
[19]	ASME BPVC 2004, статья VIII, часть 1 (Appendix 12)	Свод стандартов на котлы и сосуды, работающие под давлением статья VIII часть 1. Правила изготовления оборудования, работающего под давлением (Rules for construction of pressure vessels, Appendix 12)
[20]	ASTM E709	Стандартное руководство по магнитопорошковой дефектоскопии (Standard Guide for Magnetic Particle Examination)
[21]	ASTM E165	Стандартный метод испытаний жидкими пенетрантами (Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination)
[22]	ISO 3601-1	Приводы гидравлические и пневматические. Уплотнительные элементы. Уплотнительные кольца. Часть 1. Внутренние диаметры, поперечные сечения, допуски и идентификационные коды размеров (Fluid power systems – O-rings – Part 1: Inside diameters, cross-sections, tolerances and size identification code)
[23]	MIL STD 105E	Военный стандарт. Процедуры отбора проб и столы для осмотра по атрибутам (Sampling Procedures and Tables for inspection by Attributes)
[24]	SAE AS568	Стандартные размеры для О-колец аэрокосмической промышленности (Aerospace size standard for O-rings)
[25]	ASTM D 1415	Стандартный метод испытаний свойства каучука – твердость в международных единицах (Standard Test Method for Rubber Property – International Hardness)
[26]	ASTM D 2240	Стандартный метод определения свойств резины – измерение твердости дюрометром (Standard Test Method for Rubber Property – Durometer Hardness)
[27]	ISO 3601-3	Приводы гидравлические и пневматические. Уплотнительные элементы. О-образные кольца. Часть 3. Критерии приемки по качеству (Fluid power systems – O-rings – Part 3: Quality acceptance criteria)
[28]	ISO 6184 (все части)	Система взрывозащиты. Все части (Explosion protection systems. All parts)

УДК 622.24.05:006.354 ОКС 75.180.10 ОКП 36 6534

Ключевые слова: система винтового насоса для механизированной добычи, система наземного привода, приемочный контроль, изготовление, функциональная оценка, ремонт и подготовка к транспортировке

Подписано в печать 01.04.2014. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 5,58. Тираж 31 экз. Зак. 1912.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru