Общие технические требования

Содержание

1. [Область применения 6](#_bookmark0)
2. [Нормативные ссылки 7](#_bookmark1)
3. [Термины и определения 10](#_bookmark2)
4. [Общие положения 19](#_bookmark3)
   1. [Комплексная ответственность 19](#_bookmark4)
   2. [Номенклатура 19](#_bookmark5)
5. [Требования соответствия 20](#_bookmark6)
   1. [Единицы измерения 20](#_bookmark7)
   2. [Соблюдение стандартов и норм 20](#_bookmark8)
   3. [Конфликты требований 20](#_bookmark9)
6. [Базовая конструкция 21](#_bookmark10)
   1. [Общие требования 21](#_bookmark11)
   2. [Корпуса, работающие под давлением 31](#_bookmark12)
   3. [Патрубки и соединения корпусов, работающих под давлением 35](#_bookmark13)
   4. [Внешние силы и моменты, действующие на патрубки 39](#_bookmark14)
   5. [Роторы 44](#_bookmark15)
   6. [Щелевые уплотнения и рабочие зазоры 45](#_bookmark16)
   7. [Системы вторичного контроля/защиты 46](#_bookmark17)
   8. [Динамика 48](#_bookmark18)
   9. [Подшипники и корпуса подшипников с технологическим охлаждением/смазкой 54](#_bookmark19)
   10. [Материалы 55](#_bookmark20)
   11. [Таблички и стрелки направления вращения 64](#_bookmark21)
7. [Вспомогательное оборудование насосных агрегатов 66](#_bookmark22)
   1. [Приводы 66](#_bookmark23)
   2. [Муфты и защитные кожухи 67](#_bookmark24)
   3. [Опорные плиты и опорные рамы 67](#_bookmark25)
   4. [Средства управления и контрольно-измерительные приборы 67](#_bookmark26)
   5. [Трубопроводы и дополнительные устройства 69](#_bookmark27)
   6. [Специальные инструменты 69](#_bookmark28)
8. [Контроль, испытания и подготовка к отгрузке 71](#_bookmark29)
   1. [Общие положения 71](#_bookmark30)
   2. [Контроль 72](#_bookmark31)
   3. [Испытания 76](#_bookmark32)
   4. [Подготовка к отгрузке 85](#_bookmark33)
9. [Отдельные типы насосов 88](#_bookmark34)
   1. [Насосы с магнитным приводом 88](#_bookmark35)
   2. [Насосы с экранированным электродвигателем 106](#_bookmark36)
10. [Информация, предоставляемая поставщиком 109](#_bookmark37)
    1. [Общие положения 109](#_bookmark38)
    2. [Технические предложения 110](#_bookmark39)
    3. [Данные, предоставляемые по договору 114](#_bookmark40)

[Приложение A (справочное) Информация по применению 118](#_bookmark41)

[Приложение B (справочное) Cхемы устройства центробежных бессальниковых насосов](#_bookmark42)

[...............................................................................................................................................................127](#_bookmark42)

[Приложение C (справочное) Требования к документации поставщика 130](#_bookmark43)

[Приложение D (справочное) Типовые опросные листы 140](#_bookmark44)

[Приложение E (обязательное) Графики давления и температуры в контуре](#_bookmark45) [рециркуляции 147](#_bookmark45)

[Приложение F (справочное) Коэффициент быстроходности и кавитационный](#_bookmark46) [коэффициент быстроходности 150](#_bookmark46)

[Приложение G (обязательное) Материалы и нормативные документы на них для](#_bookmark47) [деталей насосов 151](#_bookmark47)

[Приложение H (обязательное) Схемы контуров циркуляции водяного охлаждения 171](#_bookmark48)

[Приложение I (справочное) ритерии для проектирования трубопроводов 175](#_bookmark49)

[Приложение J (обязательное) Перечень базовых принципов контроля герметичности с](#_bookmark50) [учетом опасных факторов 189](#_bookmark50)

[Приложение K (справочное) Контрольная ведомость инспектора 193](#_bookmark51)

[Приложение L (справочное) Контрольно-измерительные приборы и системы защиты195](#_bookmark52) [Приложение M (справочное) Сводные результаты параметрических испытаний 197](#_bookmark53)

[Приложение N (справочное) Магнитные материалы для магнитных муфт 201](#_bookmark54)

[Приложение O (справочное) Стандартные рамы (опорные плиты) 204](#_bookmark55)

[Приложение P (справочное) Руководство по выбору класса материалов 206](#_bookmark56)

[Приложение Q (обязательное) Определение остаточного дисбаланса 209](#_bookmark57)

[Приложение R (справочное) Анализ изгибных колебаний 216](#_bookmark58)

[Приложение S (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов](#_bookmark59) [ссылочным международным стандартам (международным документам) 224](#_bookmark59)

[Библиография 224](#_bookmark60)

# Введение

Использование настоящего стандарта в конкретных условиях может потребовать учета дополнительных или специфических требований.

Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту [1] (Насосы центробежные герметичные для технологического обслуживания в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности).

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

Знак (●) в начале параграфа или его раздела указывает на то, что здесь требуется принятие решения или представление заказчиком дополнительной информации. Такую информацию необходимо привести в опросных листах или указать в запросе, или в заказе на поставку.

Из соображений удобства и в информационных целях в настоящем стандарте в скобках после величин в системе единиц СИ приводятся эти же величины в системе единиц США или в других системах единиц.

# Область применения

* 1. Настоящий стандарт устанавливает требования к герметичным центробежным насосам для использования в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. Информацию о применении см. в приложении A. Примечания, входящие в приложение, носят справочный характер.
  2. Настоящий стандарт применяется к одноступенчатым насосам двух классификаций: насосам с магнитной муфтой и насосам с экранированным электродвигателем. Разделы 2-8 и раздел 10 включают требования, применимые к обеим классификациям. Раздел 9 разделен на два подраздела и включает требования, уникальные для каждой классификации.

П р и м е ч а н и е — Для распространения действия стандарта на другие конструкции, такие как многоступенчатые насосы или полупогружные насосы, потребуется дополнительная информация и согласование между заказчиком и производителем.

* 1. Опыт промышленной эксплуатации герметичных насосов показывает, что применение герметичных насосов, изготовленных в соответствии с требованиями настоящего стандарта, целесообразно в случаях, когда условия эксплуатации превышают любое из следующих значений:
* давление на выходе 1900 кПа (275 psig)
* давление на входе 500 кПа (75 psig)
* температура перекачки 150 °C (300 °F)
* скорость вращения 3600 об/мин
* номинальный общий напор 120 м (400 ft)
* диаметр рабочего колеса 330 мм (13”)

Для насосов с уплотнениями применяется стандарт [2].

# Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные

ГОСТ Р 148-1-2013 Материалы металлические. Испытание на ударный изгиб на маятниковом копре по Шарпи

ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия

ГОСТ 3325-85 Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов

ГОСТ 6134-2007 (ИСО 9906:1999) Насосы динамические. Методы испытаний ГОСТ 6211-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная коническая ГОСТ 6357-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная

цилиндрическая

ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический

метод

ГОСТ Р ИСО 8501-1-2014 Подготовка стальной поверхности перед нанесением

лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности

ГОСТ 8724-2002 (ИСО 261-98) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги

ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах

ГОСТ 11737-93 Ключи для винтов с внутренним шестигранником. Технические условия

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

ГОСТ Р ИСО 15609-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Технические требования к процедуре сварки

ГОСТ 16093-2004 (ИСО 965-1:1998, ИСО 965-3:1998) Основные нормы

взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором

ГОСТ 16983-80 Ключи гаечные комбинированные. Конструкция и размеры

ГОСТ 17392-72 Направляющие и опорные детали пресс-форм и форм для литья под давлением. Технические требования

ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ 18855-94 (ИСО 281-89) Подшипники качения. Динамическая расчетная грузоподъемность и расчетный ресурс (долговечность)

ГОСТ ИСО 1940-1-2007 Вибрация. Требования к качеству балансировки жестких роторов

ГОСТ 21105-87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод

ГОСТ 23360-78 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки

ГОСТ 24069-97 (ИСО 3117-77) Основные нормы взаимозаменяемости.

Тангенциальные шпонки и шпоночные пазы

ГОСТ 24705-2004 (ИСО 724:1993) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры

ГОСТ 24810-2013 Подшипники качения. Внутренние зазоры

ГОСТ 31441.1-2011 Оборудование неэлектрическое, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах

ГОСТ 28173-89 (МЭК 60034-1) Машины электрические вращающиеся.

Номинальные данные и рабочие характеристики

ГОСТ 28338-1989 (ИСО 6708-80) Соединения трубопроводов и арматура.

Номинальные диаметры

ГОСТ 31252-2004 (ИСО 3740:2000) Шум машин. Руководство по выбору метода определения уровней звуковой мощности

ГОСТ 31441.1-2011 Оборудование неэлектрическое. Предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Общие требования

ГОСТ 32600-2013 (ISO 21049:2004) Насосы. Уплотнительные системы вала для центробежных и роторных насосов. Общие технические требования и методы контроля

ГОСТ 33259-2015 Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на номинальное давление до PN 250. Конструкция, размеры и общие технические требования. ГОСТ Р 53687-2009 Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением.

Медь и медные сплавы

ГОСТ Р 53688-2009 Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением.

Алюминий и алюминиевые сплавы

ГОСТ Р 53690-2009 Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением.

Стали

ГОСТ Р 54006-2010 Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением.

Никель и никелевые сплавы

ГОСТ IEC 60034-1-2014 Машины электрические вращающиеся

П р и м е ч а н и е – При использовании настоящего стандарта целесообразно проверить актуальность ссылочных стандартов в общедоступной информационной системе – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», опубликованному по состоянию на 1 января текущего года, или по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то следует руководствоваться заменяющим (измененным) ссылочным стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение настоящего стандарта, в котором дана ссылка на отмененный ссылочный стандарт, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

* 1. Все стандарты, на которые даны ссылки, в той мере, в какой они указаны в тексте, являются нормативными.
  2. Примечания, следующие за разделами, носят справочный характер.
  3. Стандарты, коды и технические условия, действующие на момент публикации настоящего стандарта, в той мере, в какой это указано в настоящем документе, являются частью настоящего стандарта.
  4. Применимость изменений в стандартах, кодексах и технических условиях, произошедших после публикации настоящего стандарта, должна быть взаимно согласована между заказчиком и производителем.

# Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

* 1. **воздушный зазор** (air gap): Радиальное расстояние между внутренней стороной внешнего магнитного кольца и внешней стороной защитной оболочки.
  2. **корпус с осевым разъемом** (axially split): Корпус насоса, главный разъем которого расположен параллельно оси вала.
  3. **допустимая рабочая область (диапазон)** (allowable operating region): Диапазон основных параметров насоса, при работе внутри которого не достигаются предельные значения вибрации или температуры, устанавливаемые в настоящем стандарте, или другие предельные значения. установленные производителем.
  4. **осевая сила** (axial thrust): Общая осевая нагрузка на вал насоса, вызванная воздействием гидравлической силы на лопатки рабочего колеса, ротор и на внутреннюю магнитную полумуфту.
  5. **точка наивысшего КПД; BEР** (best efficiency point): Рабочая точка (подача- напор), в которой насос имеет максимальный коэффициент полезного действия КПД при расчетном диаметре рабочего колеса.

П р и м е ч а н и е – Подача насоса с наивысшим КПД при максимальном диаметре рабочего колеса является базой при определении коэффициента быстроходности и кавитационного коэффициента быстроходности насоса. При уменьшении диаметра рабочего колеса посредством его подрезки, расход насоса с наивысшим КПД также смещается в сторону меньшей подачи, кроме того снижается значение максимального КПД.

* 1. **насос с экранированным электродвигателем; CMP** (canned motor pump): Тип насоса, в котором двигатель с насосом представляют собой единый узел, ротор двигателя и рабочие колеса располагаются на общем валу и образуют гидравлическую (проточную) часть насоса, а статор отделен от ротора тонкостенным экраном (гильзой) (рисунок B.2).
  2. **защитный экран** (containment shell): Герметичная оболочка, расположенная в пределах общего зазора между внутренней и внешней магнитными полумуфтами в насосах с магнитным приводом (рисунок J.1 и рисунок J.3).

П р и м е ч а н и е – Оболочка представляет собой устройство первичной герметизации перекачиваемой жидкости.

* 1. **магнитная муфта** (magnetic coupling): Устройство с постоянными магнитами, состоящее из внешней и внутренней магнитных полумуфт (колец), не имеющих механической связи, взаимодействие которых осуществляется магнитным полем.

П р и м е ч а н и е – Внутренняя полумуфта устанавливается на вал ротора, а наружная — на вал привода.

* 1. **критическая частота вращения** (critical speed): Частота вращения вала, соответствующая частоте его свободных колебаний, при которой проявляется резонанс.
  2. **базовая плоскость NPSH** (datum elevation): Высотная отметка к которой приведен кавитационный запас (NPSH). (см. 6.1.12).

См. кавитационный запас (3.36).

* 1. **срыв магнитной муфты** (decouple magnetic coupling): Усилие, необходимое для потери магнитного притяжения между внутренней и внешней магнитными полумуфтами, в результате чего магнитные полумуфты перестают вращаться синхронно.
  2. **размагничивание** (demagnetization): Безвозвратная потеря магнитного взаимодействия.
  3. **проектный (расчетный) параметр** (design): Параметр насоса, рассчитанный производителем.

П р и м е ч а н и е – „Расчетный” – это термин, который может использоваться производителем оборудования для описания различных параметров, таких, как: расчетные мощность, давление, температура или частота вращения. Употребление в технических спецификациях заказчика термина недопустимо.

* 1. **компонент привода насосного агрегата** (drive-train component): Узел оборудования, сборочная единица насосного агрегата, используемая в системе привода насоса.
  2. **потери на вихревые токи** (eddy current losses): Потери, вызванные вихревыми токами.

П р и м е ч а н и е – Эти потери, как правило, рассеиваются в виде тепла за счет электрического сопротивления материала.

* 1. **электрический проходной барьер** (electrical feed-through barrier): Статическое уплотнение в насосе с экранированным электродвигателем, через который электрические линии питают статор двигателя (см. рис. B.4).
  2. **равновесие гидравлических усилий** (hydraulic thrust balance): Компенсация осевого усилия за счет конструкции рабочего колеса, разгрузочных отверстий на рабочем колесе или путем балансировки осевой нагрузки через регулируемые отверстия со стороны привода.
  3. **подшипник гидродинамический** (hydrodynamic bearing): Подшипник, в конструкции которого использованы принципы гидродинамической смазки.
  4. **гистерезис** (hysteresis): Неспособность магнитного материала, который был изменен внешним фактором, вернуться к своей первоначальной магнитной силе после устранения причины изменения.
  5. **внутренняя магнитная полумуфта** (внутреннее магнитное кольцо) (inner magnet ring): Магнитное устройство, состоящее из постоянного или постоянных магнитов,

надежно закрепленных на каркасе полумуфты, работающее внутри проточной части насоса.

П р и м е ч а н и е – Внутренняя магнитная полумуфта устанавливается на вал ротора (см. рисунок

B.3).

* 1. **кожух, оболочка** (inner magnet sheathing): Тонкостенная герметичная оболочка

вокруг внутреннего ротора, обеспечивающая защиту внутренней магнитной муфты (в насосах типа MDP) или пластин ротора (в насосах типа СМР) (см. рисунок B.3).

* 1. **втулка подшипника скольжения** (journal, sleeve): Заменяемый компонент подшипника скольжения.
  2. **проточная часть** (liquid end): Часть насоса, которая преобразует механическую энергию в кинетическую энергию перекачиваемой жидкости.

П р и м е ч а н и е – Пространство в корпусе насоса, заполненное рабочей средой, в котором происходит ее перемещение.

* 1. **гидравлический зазор** (liquid gap): Радиальное расстояние между внутренней поверхностью защитной оболочки и внешней поверхностью магнитного кольца или радиальное расстояние между внутренней поверхностью гильзы и внешней поверхностью корпуса ротора.
  2. **крутящий момент при заблокированном роторе** (locked rotor torque): Максимальный крутящий момент двигателя определенный при всех угловых положениях заблокированного ротора при номинальных значениях напряжения и частоты питания.
  3. **насос с магнитным приводом** (magnetic drive pump; MDP): Tun герметичного насоса, у которого приводной вал не имеет физического соединения с ротором и отделен от него герметичной оболочкой (экраном), а передача крутящего момента осуществляется магнитным полем (рис. B.1).
  4. **максимальная допустимая температура** (maximum allowable temperature): Максимальная температура, на которую спроектировано оборудование.
  5. **максимальное допустимое давление; MAWP** (maximum allowable working pressure): Величина давления, допустимая для максимально долгого воздействия, на которое спроектировано оборудование (или любая ого часть, к которой этот термин относится) при работе с максимально разрешенной температурой.
  6. **максимальная частота вращения** (maximum continuous speed): Максимальная частота вращения (в оборотах в минуту), при которой собранное и испытанное оборудование способно непрерывно работать с указанной жидкостью при любых указанных рабочих условиях.
  7. **максимальное давление на выходе из насоса** (maximum discharge pressure): Максимальное заданное давление всасывания плюс максимальный перепад давления, который способен развить насос при работе на заданной скорости на перекачиваемой среде

заданной плотности.

* 1. **максимальная рабочая температура** (maximum operating temperature):

Максимальная температура перекачиваемой среды (включая возможные нештатные ситуации при работе насоса), под воздействием которой может находиться насос.

П р и м е ч а н и е – Эта температура указывается также в технических требованиях к производителю уплотнений. См. ГОСТ 32600 или API Std 682 / ISO 21049 [25].

* 1. **максимальное давление на входе в насос** (maximum suction pressure): Максимальное давление, которое может возникнуть на входе в насос при его эксплуатации, без учета скачков давления, которые могут возникать при переходных режимах или гидроударе.
  2. **минимальный продолжительный стабильный расход; MCSF** (minimum continuous stable flow): Минимальная подача, при которой насос может работать без превышения предельных значений вибрации, установленных настоящим стандартом.
  3. **минимальный продолжительный тепловой расход; MCTF** (minimum continuous thermal flow): Минимальный расход, при котором насос может работать без ухудшения эксплуатационных характеристик, вызванного повышением температуры перекачиваемой среды внутри насоса.
  4. **минимальная расчетная температура металла** (minimum design metal temperature): Минимальная температура металла насоса (по всей толщине), при которой производитель насоса разрешает его эксплуатацию, с учетом возможных нештатных рабочих условий, автоохлаждения, изменения температуры окружающей среды.
  5. **кавитационный запас системы; NPSH** (net positive suction head): Полный абсолютный напор жидкости на входе насоса за вычетом напора эквивалентного давлению насыщенных паров этой жидкости приведенный к базовой плоскости NPSH.

П р и м е ч а н и е – Кавитационный запас выражается в метрах (футах) столба перекачиваемой

среды.

* 1. **кавитационный запас системы, имеющийся; NPSHA** (net positive suction head

available): Определяется для заданной подачи условиями установки.

* 1. **кавитационный запас насоса, требуемый; NPSHR** (net positive suction head required): Выдаваемое изготовителем насоса потребителю минимальное значение NPSH для номинальной подачи перекачиваемой жидкости, то есть допускаемый кавитационный запас.

П р и м е ч а н и е – Критический кавитационный запас NPSHR3 определяется при испытаниях насоса на воде по критерию 3% падения напора при снижении NPSHa на приеме (по снижению напора 1 -й ступени на 3% в многоступенчатых насосах).

* 1. **рабочая точка требуемая** (normal operating point): Рабочая точка (подача- напор), которую должен обеспечить насос по проекту, соответственно, с учетом действия всех проектных технологических условий.
  2. **естественно изнашиваемая деталь** (normal-wear part): Подверженная естественному износу при штатной эксплуатации насоса деталь. Обычно восстанавливается или заменяется при каждом ремонте насоса.

П р и м е ч а н и е – Кольца щелевых уплотнений, межсекционные втулки, разгрузочные барабаны, дросселирующие втулки, пары трения торцевых уплотнений, подшипники и прокладки.

* 1. **контроль или испытания с возможностью присутствия заказчика** (observed inspection, observed test): Контрольные мероприятия или испытания насоса, о времени проведения которых заранее оповещен заказчик, но которые проводятся в запланированное время независимо от того, присутствует ли на них заказчик или его представитель.
  2. **смазка масляным туманом** (oil-mist lubrication): система смазки подшипников насоса масляным туманом, путем распыления масла и подачи масляного тумана в корпус подшипников с помощью сжатого воздуха.
  3. **рабочий диапазон насоса** (operating region): Диапазон гидравлической характеристики насоса, в пределах которого он должен эксплуатироваться.
  4. **внешняя магнитная полумуфта (внешнее магнитное кольцо)** (outer magnet ring): Магнитное устройство, состоящее из постоянного или постоянных магнитов, надежно закрепленных на каркасе, работающее снаружи проточной части насоса

П р и м е ч а н и е – Внешняя магнитная полумуфта устанавливается на вал привода.

* 1. **консольный насос** (overhung pump): Насос, у которого рабочие органы расположены на консольной части его вала.

П р и м е ч а н и е – Насосы консольного типа могут быть горизонтальными или вертикальными.

* 1. **полюс** (pole): Область магнита, где сосредоточена плотность потока.
  2. **приводная часть насоса** (power end): Часть насоса, в которой расположены магнитная муфта (в насосах типа MDP) или двигатель (в насосах типа СМР), генерирующие механическую энергию. необходимую для работы гидравлической части.
  3. **предпочтительный рабочий диапазон** (preferred operating region): Часть гидравлической характеристики насоса, при работе в пределах которой вибрация насоса остается в предпочтительных пределах, установленных в настоящем стандарте. (см. 6.1.16).
  4. **корпус, работающий под давлением** (pressure casing): Совокупность всех неподвижных деталей насоса, работающих под давлением, включая все патрубки, корпуса сальниковых уплотнений, камеры уплотнений и места присоединения вспомогательной трубной обвязки, за исключением всех неподвижных и вращающихся деталей торцевых уплотнений.

П р и м е ч а н и е – Находящиеся под воздействием атмосферного давления детали сальниковых уплотнений, система обвязки торцевых уплотнений, вспомогательные трубопроводы и арматура не являются частью корпуса, работающего под давлением.

* 1. **основной корпус, работающий под давлением** (primary pressure casing): Совокупность всех неподвижных частей агрегата, работающих под давлением, которые обычно подвергаются воздействию перекачиваемых жидкостей, включая вкладыш статора или защитную оболочку (см. рис. B.1 и рис. B.2).
  2. **подшипник скольжения, смазываемый перекачиваемой средой** (product lubricated bearing): Подшипник скольжения детали которого работают в перекачиваемой в среде, воспринимая нагрузки вала внутренней магнитной полумуфты насоса с магнитной муфтой или роторного узла насоса с экранированным электродвигателем.
  3. **заказчик** (purchaser): Покупатель (будущий владелец) насоса или его представитель, направляющий заказ и технические спецификации производителю насоса.

П р и м е ч а н и е – Заказчиком может быть владелец завода, на котором должно быть установлено оборудование, или назначенный Владельцем агент.

* 1. **смазка исключительно масляным туманом, с сухим картером** (pure oil mist lubrication, dry sump): Система смазки подшипников насоса с сухим картером (без какого- либо уровня масла внутри), в которой масляный туман одновременно и смазывает подшипники, и продувает картер подшипников.
  2. **смазка масляным туманом продувкой, с мокрым картером** (purge oil mist lubrication, wet sump): Система смазки подшипников насоса с мокрым картером, в которой масляный туман выполняет функцию только продувки картера подшипников.

П р и м е ч а н и е – Смазка подшипников производится с помощью обычной масляной ванны, сальника или масляного кольца.

* 1. **радиальная нагрузка** (radial load): Боковая нагрузка, действующая перпендикулярно к валу насоса и приводного вала, вызванная несбалансированной гидравлической нагрузкой на рабочее колесо. механическим и магнитным дисбалансом ротора, весом узла ротора и воздействием сил. вызванных циркуляцией жидкости через привод.

П р и м е ч а н и е – Определение дано для насосое типов MDP и СМР.

* 1. **корпус с радиальным разъемом** (radially split): Корпус насоса, главный разъем которого расположен в плоскости, перпендикулярной оси вала.
  2. **номинальная точка** (rated operating point): Точка (подача-напор), в которой производитель гарантирует, что рабочие характеристики насоса находятся в пределах, установленных в настоящем стандарте допусков (см. 8.3.3.3.2).

П р и м е ч а н и е – В общем случае, это точка с максимальной подачей из заданного (оговоренного заказчиком) диапазона эксплуатации насоса.

* 1. **относительная плотность перекачиваемой среды** (relative density, specific gravity): Характеристика перекачиваемой среды, определяемая как отношение плотности среды к плотности воды при температуре 4 °C.

П р и м е ч а н и е – Плотность воды для целей настоящего стандарта при 4 °C (39,2 °F).

* 1. **ротор насоса** (rotor): Совокупность всех вращающихся деталей центробежного насоса.
  2. **камера ротора** (rotor chamber): Заполненная жидкостью полость, ограниченная внутренним диаметром вкладыша статора и корпусов подшипников в насосе с экранированным электродвигателем, или заполненная жидкостью полость в насосе с магнитной муфтой внутри защитной оболочки, которая содержит внутреннюю магнитную полумуфту, вал и подшипники (см. рис. B.3 и рис. B.4).
  3. **повышение температуры полости ротора** (rotor chamber temperature rise): Повышение температуры жидкости, циркулирующей через камеру ротора. Это разница между температурой жидкости, выходящей из камеры ротора и входящей в нее.
  4. **защитный экран ротора** (rotor liner): Наружная герметичная оболочка узла ротора в насосе с экранированным двигателем (см. рисунок B.4)
  5. **герметичный центробежный насос** (sealless pump): Насос, полностью исключающий протечку в атмосферу перекачиваемой среды, перемещение которой осуществляют центробежные силы.

П р и м е ч а н и е – Данной конструкцией не предусмотрено использование динамического уплотнения вала в качестве средства первичной герметизации. Для герметизации используется уплотнение неподвижного соединения.

* 1. **вторичная защитная оболочка** (secondary containment): Предназначена для ужержания перекачиваемой жидкости в случае выхода из строя первичного защитного экрана или гильзы статора
  2. **система вторичной защиты** (secondary containment system): Сочетание устройств предназначеных для удержания перекачиваемой жидкости внутри вторичного корпуса, работающего под давлением, на случай неисправности первичного защитного экрана или гильзы статора. Система снабжена устройством оповещения о поломке первичного защитного экрана или гильзы статора.
  3. **вторичный контроль** (secondary control): Предназначена для минимизации утечек перекачиваемой жидкости в случае неисправности защитного экрана или гильзы статора.
  4. **система вторичного контроля** (secondary control system): Сочетание устройств (в том числе вторичный корпус под давлением и механическое уплотнение), которые, в

случае утечек через защитный экран или гильзу статора, призваны минимизировать количество утечек и безопасно их отвести (слить). Система снабжается прибором(ами) оповещения об отказе защитного экрана или гильзы статора.

* 1. **вторичный корпус, работающий под давлением** (secondary pressure casing): Совокупность всех частей агрегата, работающих под давлением, которые подвергаются воздействию давления в результате разрушения защитной оболочки или гильзы статора.
  2. **подшипник скольжения** (sleeve bearing): Подшипник, состоящий из вращающегося элемента (втулки) и неподвижного элемента (вкладыша подшипника).
  3. **скольжение** (slip): Разница в частоте вращения между свободновихревым кольцом и внешним магнитным кольцом в насосах с асинхронным приводом (в насосах типа MDP) или между рабочей скоростью и синхронной скоростью в насосах с экранированным статором (в насосах типа СМР).
  4. **коэффициент быстроходности** (specific speed): Безразмерный коэффициент, связывающий подачу, напор и частоту вращения роторов насосов сходной геометрии.
  5. **корпус статора** (stator housing): Корпус, в котором установлен узел статора насоса с экранированным электродвигателем (см. рис. B.2).
  6. **гильза(вкладыш) статора** (stator liner): Герметичная оболочка, отделяющая жидкость в камере ротора от блока статора в насосах с экранированным двигателем (см. рис. B.4).
  7. **давление всасывания** (suction pressure): Давление жидкости на приеме насоса.
  8. **кавитационный коэффициент быстроходности** (suction-specific speed): Безразмерный коэффициент, связывающий подачу, требуемый кавитационный запас и частоту вращения ротора насосов со сходной геометрией.
  9. **дроссельная втулка** (throat bushing): Устройство, которое образует ограничительный зазор вокруг втулки (или вала) между камерой ротора и рабочим колесом.
  10. **гильза ограничительная** (throttle bushing): Предохранительное устройство в насосе с магнитной муфтой, образующее ограничительный зазор вокруг ротора внешней магнитной муфты.
  11. **полное биение; TIR** (total indicator reading, total indicated runout): Разница между максимальным и минимальным показаниями индикатора часового типа или аналогичного устройства, контролирующего торцевую или цилиндрическую поверхность, за один полный оборот контролируемой поверхности.

П р и м е ч а н и е – Для идеально цилиндрической поверхности, её эксцентриситет равен половине показания индикатора. Для идеально плоского торца отклонение от перпендикулярности равно показанию индикатора. Но если измеряемая поверхность не является идеально цилиндрической или плоской,

интерпретация значения TIR оказывается более сложной, и должна учитывать возможную овальность или неплоскостность.

* 1. **компенсационное кольцо** (tolerance ring): Деталь, обеспечивающая компенсацию относительного теплового расширения монтажных поверхностей подшипников скольжения.
  2. **свободновихревое кольцо привода** (torque ring drive): Асинхронная магнитная муфта, состоящая из внешнего магнитного кольца на постоянных магнитах и внутреннего свободновихревого кольца, содержащего тонкую сеть медного проводника, нанесенного на легкий стальной сердечник («беличья клетка»).

П р и м е ч а н и е – Вращаясь, внешнее магнитное кольцо генерирует индукционные токи в медном проводнике. которые превращают сердечник в электромагнит. Электромагнит повторяет вращение магнитного кольца, но на чуть более медленной скорости из-за скольжения.

* 1. **предельная частота вращения** (trip speed): Максимальная частота вращения ротора (в оборотах в минуту) регулируемого привода, при которой срабатывает автономная аварийная защита по превышению предельной частоты, отключающая привод. Также частота вращения ротора электродвигателя без скольжения при максимально возможной частоте питающей электрической сети.
  2. **комплексная ответственность за насосный агрегат** (unit responsibility): Ответственность производителя насоса за комплектацию, поставку, документацию и технические характеристики насоса, привода, всего оборудования и всех вспомогательных систем, включенных в объем поставки насосного агрегата.

П р и м е ч а н и е – Технические характеристики включают следующие параметры (но не ограничиваются этим перечнем): потребляемую мощность и КПД, частоту и направление вращения, ротор- динамику и вибрационные характеристики, массо-габаритные характеристики и присоединительные размеры, системы смазки, уплотнения вала, охлаждения, КИП, соединительную муфту, соответствие материалов заказным спецификациям, трубную обвязку в пределах агрегата, соответствие всем другим техническим требованиям заказа.

* 1. **вертикальный насос с патрубками в линию** (vertical in-line pump): Консольный насос с вертикальной осью, всасывающий и напорный патрубки которого имеют общую центральную ось, которая пересекает ось вала.

П р и м е ч а н и е – Насосы типов VS6 и VS7 не считаются такими насосами.

* 1. **контроль или испытания с возможностью присутствия заказчика** (witnessed test, witnessed inspection): Контрольные мероприятия или испытания насоса, о времени проведения которых заранее оповещен заказчик, но которые проводятся в запланированное время независимо от того, присутствует ли на них заказчик или его представитель.

# Общие положения

# Комплексная ответственность

Если заказчиком не требуется иное, производитель насоса несет полную ответственность за весь поставляемый насосный агрегат. Производитель насоса должен гарантировать, что все субподрядчики по поставкам соответствуют требованиям настоящего стандарта и ссылочным документам.

# Номенклатура

Номенклатура герметичных насосов приведена в приложении B.

# Требования соответствия

# Единицы измерения

* Заказчик должен определить, в какой системе единиц, а именно в системе СИ или в системе USC, должны приводиться данные, выполняться чертежи и указываться размеры насосов. Если опросные листы на насос (см. приложение C) заполнены в системе СИ, значит используется стандартная международная система мер СИ. Если опросные листы на насос заполнены в системе USC, значит и во всей остальной документации насоса должны использоваться единицы мер системы USC.

# Соблюдение стандартов и норм

Заказчик и производитель совместно должны определить необходимые меры для соблюдения соответствия национальным стандартам, нормам, регламентам, постановлениям и правилам, действующим в отношении оборудования, а также правил его упаковки и хранения.

# Конфликты требований

* + 1. В случае противоречия между настоящим стандартом и опросным листом, опросный лист имеет преимущественную силу. До момента выпуска продукции руководствоваться требованиями к заказу.
    2. Если требования, относящиеся к конкретному типу насоса, изложенные в разделе 9, вступают в противоречие с любыми другими положениями настоящего cтандарта, необходимо руководствоваться требованиями раздела 9.

# Базовая конструкция

# Общие требования

* + 1. Насосное оборудование (включая вспомогательные системы), на которое распространяется настоящий стандарт, должно конструироваться и изготавливаться в расчете на срок службы не менее 20 лет (за исключением естественно изнашиваемых деталей, согласно таблице 14) и не менее 3 лет непрерывной эксплуатации. Остановка оборудования для выполнения техобслуживания или проверки не является нарушением этого требования.

П р и м е ч а н и е – Тяжелые условия работы, неправильная эксплуатация и ненадлежащее обслуживание оборудования могут привести к выходу его из строя до достижения указанных выше сроков.

* + 1. Поставщик берет на себя ответственность за все оборудование и все вспомогательные системы, включенные в объем заказа.
    2. Заказчик и поставщик несут ответственность в соответствии с договором на поставку за передачу достоверной информации друг другу. Минимальные данные должны включать все пункты с 6.1.3.1 по 6.1.3.8.
* 6.1.3.1 Заказчик должен указать условия эксплуатации, условия на площадке и технические условия, включая все данные, указанные в рекомендуемой форме опросных листов (Приложение D).
  + - 1. Заказчик должен предоставить поставщику паспорт перекачиваемой среды (ППС) при изменении параметров перекачиваемой среды. ППС предоставляется на все возможные варианты.
      2. Параметры перекачиваемой среды имеют решающее значение для производительности насоса. Заказчик обязан предоставить информацию, включающую, но не ограничивающуюся следующими характеристиками: NPSHA, кривая температура/давление насыщенных паров, кривая температура/вязкость, удельная теплоемкость, удельный вес и условия полимеризации. Покупатель также должен предоставить информацию о любых примесях газа или присутствующих твердых частицах, включая их размер, процентное содержание и распределение.
      3. Важно, чтобы перекачиваемая жидкость оставалась жидкостью во всех точках насоса и при любых условиях эксплуатации. Поставщик должен предоставить информацию, включающую, но не ограничивающуюся следующим: NPSHR, повышение температуры при минимальном расходе, номинальном расходе и расходе в точке максимального КПД (%BEP) 120%; состоянии жидкости после остановки насоса; влияние износа; минимальном непрерывном стабильном расходе и минимальном непрерывном тепловом потоке.
      4. Правильная конструкция и выбор насоса зависят от знания системы заказчика. Заказчик должен предоставить информацию, включая, но не ограничиваясь: местоположение насоса, относительное положение всасывающего патрубка и расположение трубопроводов.
      5. Для параллельного или последовательного применения для стабильного управления и надежной работы требуется знание кривой напора/емкости системы (см. Приложение А). Покупатель должен предоставить кривые напора/емкости системы или данные для всего указанного рабочего диапазона.
      6. Поскольку в герметичных насосах для охлаждения и смазки подшипников используется перекачиваемая среда или другая жидкость, она должна оставаться стабильной при прохождении через подшипники. Поставщик должен обеспечить работоспособность с учетом изменения температуры и давления жидкости циркулирующей в насосе и полости ротора. Работоспособность должна быть обеспечена при максимальной заданной рабочей температуре для минимального стабильного расхода, нормальных (рабочих) условий и максимального номинального расхода. Поставщик должен также предоставить NPSHR любых вспомогательных рабочих колес в контуре циркуляции потока (приложение E).

П р и м е ч а н и е – Необходимо, чтобы давление перекачиваемой среды превышало давление насыщенных паров во всех местах проточной части при любых условиях. Это является условием взрывопожаробезопасной работы.

* + - 1. Заказчик должен предоставить данные при наличии дополнительных условий эксплуатации, таких как перекачивание различных жидкостей или сильно отличающиеся условия эксплуатации. Данные необходимо предоставлять даже если условия эксплуатации будут единичными (редкими) (например, первоначальный запуск на воде) или отличающимися для одной партии изделий.
    1. Оборудование должно быть способно работать при нормальных и номинальных рабочих точках и любых других предполагаемых рабочих условиях, указанных заказчиком.
    2. Насосы должны быть предназначены для работы с легковоспламеняющимися или опасными веществами.
    3. Конструкция насоса должна предусматривать возможность повышения напора как минимум на 5 % относительно номинальных параметров путем замены рабочего колеса (колес) на рабочее колесо (колеса) большего диаметра, или применения сменной проточной части, или увеличения частоты вращения вала регулируемого привода, или за счет предусмотренного места под установку в будущем дополнительной ступени насоса.

П р и м е ч а н и е – Это требование должно предотвратить необходимость замены выбранного типоразмера насоса в случае небольшого уточнения требований заказчика к гидравлическим характеристикам насоса уже после его поставки. Это требование не предназначено для значительных изменений параметров насоса при возникновении в будущем изменений в технологических требованиях. Если известно, что в будущем такие изменения в технологических требованиях могут возникнуть, то это должно быть оговорено отдельно, и должно быть учтено при выборе насоса.

* + 1. Насосы должны сохранять свою работоспособность при повышении частоты вращения, по крайней мере, до максимальной допустимой частоты. Максимальной допустимой частотой вращения считается:

а) синхронная частота вращения при максимальной допустимой частоте тока питающей электросети – для насосов с приводом от электродвигателей с нерегулируемой частотой вращения ротора;

б) не менее 105 % от номинальной частоты вращения – для насосов с регулируемой частотой вращения ротора, а также для насосов с нерегулируемой частотой вращения ротора, но при этом являющихся резервными для насосов, привод которых способен превышать номинальную частоту вращения.

* + 1. Насосы работающие совместно с регулируемым приводом должны быть сконструированы так, чтобы при разгоне до максимальной частоты вращения ротора у них не возникало никаких повреждений.
    2. Для поддержания давления в камере ротора, превышающего давление всасывания, в насосах должны использоваться дроссельные втулки, щелевые кольца, разгрузочные отверстия на рабочем колесе, дополнительные рабочие колеса и/или дополнительные линии трубопроводов. Конструкция насоса также должна обеспечивать, чтобы температура и давление в камере ротора предотвращали испарение перекачиваемой среды при любых рабочих условиях, включая минимальный расход, обеспечивая при этом непрерывный поток через камеру ротора для охлаждения и смазки подшипников.

П р и м е ч а н и е – Испарение в зоне подшипника герметичных насосов может происходить при расходе, превышающем минимальный расход в области ротора. Необходимо учитывать зависимости давления насыщенных паров от температуры и определять ограничительные условия.

* + 1. Все внутренние полости должны быть полностью самовентилируемыми (должны исключать возможность образования "воздушных карманов"). В случае невозможности выполнения данного требования, поставщик должен, как минимум, предусмотреть возможность принудительной вентиляции и прикрепить к насосу табличку с надписью “осторожно”, указывающую, что требуется принудительная вентиляция до и после технического обслуживания.
    2. Если не указано иное, все внутренние полости, включая камеру ротора, должны быть осушены через дренажное отверстие в насосном узле. Если после открытия

сливного патрубка жидкость остается во внутренних полостях, необходимо предусмотреть дополнительное соединение для продувки/промывки камеры ротора. Поставщик должен указать размер и расположение этого соединения в предложении.

* + 1. Поставщик должен указать в опросных листах на насос требуемое значение кавитационного запаса насоса (NPSHR), на воде при температуре менее 55°С (130°F), при расчетной (номинальной) подаче и расчетной (номинальной) частоте вращения ротора. При этом запрещается применение понижающего поправочного коэффициента для рабочих сред, не являющихся водой (например, для углеводородов).

Если заказчиком не требуется иное, за нулевую высотную отметку для отсчета кавитационного запаса принимается ось вала в горизонтальных насосах, осевая линия всасывающего патрубка в вертикальных. Возможны и другие конфигурации, поставщик и покупатель должны согласовать эти значения.

П р и м е ч а н и е 1 – Заказчик должен учитывать необходимость превышения имеющегося кавитационного запаса системы (NPSHА) над требуемым кавитационным запасом насоса (NPSHR) (см. 3.38). Это превышение должно быть достаточным для обеспечения работы насоса во всем допускаемом диапазоне подач, от минимального постоянного стабильного расхода до максимальной предполагаемой рабочей подачи, с целью предотвращения повреждения насоса в результате кавитации, нарушения ламинарности потока или внутренней рециркуляции.

При определении запаса NPSH следует учитывать влияние нагретой жидкости при рециркуляции обратно на всасывание насоса. Поставщик должен предоставлять информацию о рекомендуемом превышении значения кавитационного запаса системы над кавитационым запасом насоса конкретного предлагаемого типа, с учетом его предполагаемых условий эксплуатации.

П р и м е ч а н и е 2 – При задании кавитационного запаса системы NPSHA (см. 3.37) заказчик и поставщик должны учитывать связь между минимальным стабильным расходом и кавитационным коэффициентом быстроходности насоса. Как правило, значение минимального стабильного расхода, выраженное в процентах от расхода в точке максимального КПД насоса, увеличивается с с ростом кавитационного коэффициента быстроходности. В свою очередь, такие факторы как удельная мощность насоса, конструкция проточной части, свойства перекачиваемой среды и кавитационный запас, также влияют на способность насоса работать удовлетворительно в широком диапазоне подач. Конструкции насосов, обеспечивающих низкие скорости потока – это развивающаяся область насосной техники, поэтому при выборе конкретных уровней скорости всасывания и допустимых значений NPSH необходимо учитывать последние достижения насосной техники, а также опыт поставщика.

* 6.1.13 Кавитационный коэффициент быстроходности насоса должен рассчитываться в соответствии с Приложением F и, если требуется, должен быть ограничен согласно требованиям опросных листов заказчика.

6.1.14 Для насосов перекачивающих среды более вязкие, чем вода, гидравлическая характеристика, рассчитанная на воде, должна быть скорректирована в соответствии с ГОСТ 6134 (ИСО 9906) приложение G или [3]. Дополнительные поправки могут

потребоваться для вязких сред. Эти дополнительные исправления должны быть выделены в предложении. Поправочные коэффициенты, использованные при этих расчетах, должны быть указаны на графиках характеристик насоса в техническом предложении (паспорте на насос), а также на графиках характеристик, полученных при стендовых испытаниях насоса.

П р и м е ч а н и е – В рамках данного требования, [4] считается эквивалентным [3] и ГОСТ 6234.

* 6.1.15 Насосы со стабильно ниспадающей гидравлической характеристикой (т.е. с напором непрерывно растущим с уменьшением подачи) являются предпочтительными для всех применений и обязательными при работе нескольких насосов по параллельной схеме. При параллельной работе насосов, увеличение напора каждого насоса от номинального значения до максимального при закрытой задвижке на нагнетании должно составлять не менее 10 %. Если для обеспечения непрерывного увеличения напора при уменьшении подачи используется дросселирующая шайба на нагнетании, то это должно быть указано поставщиком в его техническом предложении.

6.1.16 Предпочтительный рабочий диапазон поставляемого насоса должен иметь границы, равные 70 и 120 % от подачи, соответствующей максимальному КПД насоса (точке BEP). Расчетная (номинальная) точка насоса должна располагаться в диапазоне от 80 до 110 % от подачи, соответствующей максимальному КПД насоса. Эти требования к предпочтительному рабочему диапазону и номинальной подаче не должны приводить к разработке дополнительных типоразмеров небольших насосов или препятствовать использованию насосов с высоким коэффициентом быстроходности. Если это необходимо, допускается предлагать небольшие насосы (которые работают удовлетворительно при подачах, выходящих за установленные здесь пределы), и высокоскоростные насосы, (которые могут иметь более узкий предпочтительный рабочий диапазон по сравнению с установленным здесь). При этом их предпочтительный рабочий диапазон должен быть четко указан поставщиком на графиках гидравлических характеристик. Коэффициент быстроходности насоса рассчитывается в соответствии с Приложением F.

П р и м е ч а н и е 1 – Фраза “поставляемого насоса” подразумевает исполнение насоса с расчетной подрезкой рабочих колес, обеспечивающей заданную в опросных листах рабочую точку (подача-напор)

П р и м е ч а н и е 2 – Насосы с очень низким коэффициентом быстроходности (часто с рабочими колесами типа “Barske”) могут быть неспособны достичь производительности выше 105% от точки BEP. Ограничения по производительности могут быть продиктованы зависимотью давления насыщенных паров от температуры в насосах с экранированным электродвигателем и в насосах с магнитной муфтой.

* 6.1.17 По требованию заказчика, поставщик должен предоставить данные как по максимальному звуковому давлению, так и по уровню звуковой мощности насосного агрегата по октавам. Меры по контролю уровня звукового давления (УЗД) должны быть обсуждены совместно заказчиком и поставщиком.

П р и м е ч а н и е – Поставляемое насосное оборудование должно соответствовать установленному допустимому уровню звукового давления. См. ГОСТ 31252 (ИСО 3740), [5], [6] и ГОСТ 31252 для дополнительной информации.

* + 1. Для насосов с напорами более 200 м (650 футов) на ступень и с мощностью более 225 кВт (300 л.с.) на ступень могут потребоваться специальные меры для снижения вибраций, вызванных прохождением лопастей рабочего колеса мимо входа в направляющий аппарат или спиральный отвод, и низкочастотных вибраций при пониженных подачах.

Из-за необходимости регулирования зазоров рабочие колеса насосов высокой мощности обычно дорабатываются после предварительных испытаний с целью корректировки гидравлических параметров путем затыловки лопастей или V-образного выреза на выходных кромках лопастей. Любые такие модификации должны быть задокументированы в соответствии с пунктом 10.3.4.1 и должны предусматривать повторное испытание насоса.

* + 1. Конструкция насоса должна исключать возможность повреждения от обратного вращения при пусковых проверках. Насос должен быть снабжен средствами для обнаружения обратного вращения.

П р и м е ч а н и е 1 – Для насосов с экранированным электродвигателем необходимо предусмотреть индикаторы направления вращения.

П р и м е ч а н и е 2 – Вращение двигателя на насосах с магнитной муфтой следует проверять при отсоединенной муфте двигателя.

* 6.1.20 Потребность в охлаждении насоса должна определяться поставщиком, а метод охлаждения должен согласовываться с заказчиком. Если требуется охлаждение, должен быть выбран один из вариантов, приведенных в Приложении H. Система охлаждения должна учитывать тип охлаждающей среды, давление и температуру, указанные заказчиком. Поставщик должен определить требуемую подачу охлаждающей жидкости. Для исключения конденсации, минимальная температура охлаждающей жидкости на входе в корпуса подшипников должна быть выше температуры окружающего воздуха.
  + 1. Рубашки охлаждения, если они предусмотрены, должны иметь технологические крышки для очистки, расположенные так, чтобы весь канал рубашки мог механически очищаться, промываться и осушаться.
    2. Рубашки охлаждения, если они предусмотрены, должны быть сконструированы так, чтобы исключить попадание перекачиваемой среды в рубашку. Каналы рубашки не должны пересекать соединительные стыки (плоскости разъема) корпуса.
    3. Если заказчиком не требуется иное, системы водяного охлаждения должны иметь параметры на воде, как указано в таблице 1.

Поставщик должен уведомить заказчика, если значения минимального повышения температуры и скорости на поверхностях теплообмена приводят к конфликту. Параметр скорости потока на поверхности теплообмена используют для минимизации загрязнений системы со стороны охлаждающей воды; параметр минимального повышения температуры используют для минимизации количества охлаждающей воды. Если такой конфликт существует, заказчик должен согласовать выбранный параметр.

Таблица 1 — Системы водяного охлаждения насосов, условия на воде

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Единицы СИ | Единицы USC и другие |
| Скорость потока на поверхности теплообмена | от 1,5 м/с до 2,5 м/с | 5 - 8 фут/с |
| Максимальное допустимое рабочее давление в рубашке охлаждения  (MAWP), не менее | 700 кПа | 100 psi; 7 бар |
| Испытательное давление в рубашке охлаждения (> 1,5 \* MAWP), не менее | 1050 кПа | 150 psi; 10,5 бар |
| Максимальное падение давления в рубашке охлаждения | 100 кПа | 15 psi; 1 бар |
| Максимальная температура на входе | 30 °C | 90 °F |
| Максимальная температура на выходе | 50 °C | 120 °F |
| Минимальное повышение температуры | 20 °C | 30 °F |
| Коэффициент загрязнения, не более | 0,35 м2 –  К/кВт | 0.002 hr-ft2 – °F/Btu |
| Припуск на коррозию стенок (не для труб) | 3,0 мм | 0.125” |

Конструкция должна предусматривать возможность полного дренажа и продувки системы охлаждения.

П р и м е ч а н и е — В качестве теплоносителя системы охлаждения могут применяться различные жидкости. Для исключения возниконвения коррозии и загрязнений системы, покупателем и продавцом дожнен быть согласован выбор материалов системы охлаждения.

* + 1. Заказчик и поставщик должны согласовать компоновку насосного агрегата, в том числе компоновку трубной обвязки и вспомогательных устройств. Компоновка должна обеспечивать достаточное пространство вокруг агрегата, необходимое для безопасного доступа к агрегату для выполнения работ по его эксплуатации и техобслуживанию.

# Требования по электробезопасности

* + - 1. Места установки оборудования могут быть классифицированны как опасные электрические зоны или они могут быть неквалифицированными. Неклассифицированная зона считается неопасной; поэтому установка двигателей, электрических приборов, оборудования, компонентов и электроустановок не регулируется правилами по безопасности электроопасных зон.
      2. Если место установки электроопасное, электродвигатели и все электрические компоненты насосного агрегата должны соответствовать классификации места установки (класс, группа, зона), указанной в спецификации заказчика, и должны отвечать требованиям ГОСТ 28173 (МЭК 60034-1), [7] или [8].
* 6.1.25.3 Должны быть выполнены все требования местных технических правил и регламентов, выполнение которых требуется заказчиком.

6.1.25.4 Требования к электробезопасности различаются в зависимости от места установки. В таблице 2 приведены основные стандарты для электроопасных зон.

* + 1. Конструкция насосов должна обеспечивать быстрое и экономичное техническое обслуживание. Основные детали, например, корпус насоса и корпуса подшипников, должны быть спроектированы и изготовлены так, чтобы обеспечить точное совмещение при повторной сборке.

П р и м е ч а н и е – Это должно достигаться посредством использования направляющих выступов, штифтов или шпонок.

* + 1. Насос и его привод должны удовлетворять критериям вибрации, установленным в 6.8.3.4, и при стендовых испытаниях, и при работе на месте постоянной эксплуатации на постоянном фундаменте / основании. После ввода в эксплуатацию заказчик и производитель несут совместную ответственность за вибрационные характеристики насосного агрегата.
    2. Запасные части и все сменные детали насосов, а также всех вспомогательных систем насосных агрегатов, должны отвечать, как минимум, требованиям данного стандарта.
    3. Требования пунктов 6.1.29.1 и 6.1.29.2 применяются к конструкциям вертикальных насосов.
       1. Для вертикальных насосов с двигателем сверху на нихней части корпуса насоса должна быть предусмотрена плоская контактная поверхность для обеспечения устойчивости насоса. Отношение высоты центра тяжести насосного агрегата к ширине опорной поверхности не должно превышать 3:1. Устойчивость должна обеспечиваться либо конструкцией корпуса насоса, либо использованием постоянной опорной рамы. Для конструкций с приводом снизу насос и двигатель должны удерживаться опорной конструкцией.
       2. Конструкция насоса должна быть рассчитана либо на установку насоса без закрепления на фундаменте и его перемещение вместе с всасывающим и нагнетательным трубопроводами, либо на установку насоса с креплением анкерными болтами к монтажной раме или к фундаменту.

П р и м е ч а н и е – Нагрузка на патрубки насоса может увеличиться, если агрегат закреплен на фундаменте анкерными болтами. В этом случае необходимо обратить особое внимание на конструкцию трубопроводов.

* + 1. Насосные агрегаты, включая все вспомогательные системы, должны быть рассчитаны на применение в условиях окружающей среды, указанных в опросных листах заказчика. Если требуется, производитель должен дать рекомендации по защите оборудования на месте эксплуатации (например, по подготовке оборудования к эксплуатации в зимних условиях при низкой температуре окружающей среды, или по защите от чрезмерной влажности, запыленности, коррозии и т.д.).

Таблица 2 — Основные стандарты для электроопасных зон

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Организация стандартизации | Стандарты | Применение | Обозначение классификации опасной  электрической зоны |
| IECа CENELECb | IEC 60079  EN 60079 | Страны Европейского союза (ЕС) и по всему миру, за исключением  США | Зона, группа газов, температурный класс |
| Европейский союз (ЕС)c | ATEX  Директива 94/9/EC | Требуется, в дополнение к IEC, только в странах Европейского союза. Может быть запрошен  в других странах. | Группа оборудования, категория |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Организация стандартизации | Стандарты | Применение | Обозначение  классификации опасной электрической зоны |
| NEC®d | NFPA 70  Разделы 500-502, 504 | Соединенные Штаты Америки | Класс, подразделение, группа, температурный  класс |
| NEC®e | NFPA 70  Раздел 505 | Соединенные Штаты Америки | Класс I, зона, группа газов, температурный  класс |
| CEC®f | CSA C22.1-06, Раздел 18 | Канада | *Основная: Принятие МЭК - зона, группа газов, температурный класс Вспомогательная*: класс, подразделение, группа, температурный  класс |
| *a - МЭК: Международная электротехническая комиссия*  *b - CENELEC: Европейский комитет по электротехнической стандартизации*  *c - ATEX: “Взрывоопасные среды”, “Оборудование, предназначенное для использования во взрывоопасных средах”*  *d- NEC®: Национальный электротехнический кодекс®, опубликованный Национальной ассоциацией противопожарной защиты (NFPA)*  *e - CEC®: Канадский электрический кодекс®, опубликованный Канадской ассоциацией стандартов (CSA)* Директива ATEX 94/9/EC вступила в силу 30 июня 2003 года и применяется ко всему оборудованию (механическому и электрическому), которое предназначено для использования в потенциально взрывоопасной атмосфере в Европейской экономической зоне. Хотя это и не конкретный электрический код, он указан в таблице, поскольку большинство электротехнических изделий не могут быть использованы во взрывоопасных зонах в Европейской экономической зоне без сертификации ATEX.  Кроме того, механические изделия, которые используются в ЕС во взрывоопасных зонах, должны соответствовать директиве ATEX. Директива ATEX определяет категории, которые определяют подход, используемый для получения сертификации ATEX. Электрическое и механическое оборудование необходимо для удовлетворения основных требований к охране труда и технике безопасности, изложенные  в директиве ATEX. | | | |

# Болтовые соединения и резьбы

* 6.1.31.1 Резьбовые детали должны соответствовать ГОСТ 8724 (ИСО 261), ГОСТ 24705 (ИСО 724), ГОСТ 16093 (ИСО 965-1, ИСО 965-3), [9] или [10]. Производитель должен указать тип резьбовых соединений, использованных в насосе.
  + - 1. При применении резьб по [10], класс резьбы должен быть UNC класс 2 для основных шпилек, болтов и гаек. Для других болтов и гаек следует выбирать класс 2 или 3.
      2. При применении резьб по ГОСТ 8724 (ИСО 261) и [9] должен быть выбран класс резьбы с крупным шагом. Резьбы должны соответствовать классу 6g для болтов и шпилек, и классу 6H для гаек.
    1. Покупные стандартные крепежные детали должны быть изготовлены в соответствии с требованиями [11] или закупаться у дистрибьюторов, имеющих сертификаты качества в соответствии с [11].
    2. Вокруг всех гаек и головок болтов должно быть предусмотрено достаточно места для использования накидных гаечных ключей и торцевых головок.
    3. Если заказчиком не требуется иное, на всех главных разъемах корпуса должны применяться шпильки, а в остальных соединениях и разъемах – болтовые соединения с внешней шестигранной головкой.
    4. Для корпусов, работающих под давлением, размер резьбы крепежных деталей должен быть не менее 12 мм (1/2 дюйма).
    5. Крепежные детали (за исключением шайб и стопорных винтов) должны иметь маркировку с указанием класса материала и изготовителя, которая наносится на один конец шпилек диаметром от 10 мм (3/8 дюйма) и на головки болтов диаметром от 6 мм (1/4 дюйма). Если имеющейся площади недостаточно для нанесения маркировки, тогда обозначение класса может быть нанесено на один конец, а обозначение изготовителя – на другой. Шпильки должны маркироваться на открытом конце.

П р и м е ч а н и е — Установочный винт – это винт без головки с шестигранным гнездом на одном

конце

# Корпуса, работающие под давлением

* + 1. Корпус, работающий под давлением (включая вторичный корпус, работающий

под давлением) должен быть сконструирован в соответствии с пунктами 6.2.1.1 и 6.2.1.2, а болтовые соединения корпуса должны соответствовать пункту 6.2.1.3. Корпуса, работающие под давлением, должны быть сконструированы так, чтобы:

а) работать без внешних утечек и без контакта между вращающимися и неподвижными деталями, при условии одновременного воздействия на корпус максимального допустимого рабочего давления MAWP (с учетом максимальной рабочей

температуры) и комбинации удвоенных допустимых нагрузок, приведенных в таблице 4, приложенных одновременно к каждому из патрубков корпуса;

б) выдержать гидравлические испытания (см. 8.3.2).

П р и м е ч а н и е — Требование по удвоенным нагрузкам на патрубки является расчетным условием при разработке корпуса, работающего под давлением. Значения допустимых нагрузок на патрубки для проектировщиков трубопроводных систем приведены в таблице 4. Эти значения учитывают не только конструктивное исполнение корпуса, работающего под давлением, но и учитывают другие факторы, влияющие на допустимые нагрузки на патрубки, такие как конструкция опор корпуса или жесткость фундаментной рамы.

* + - 1. При расчете корпуса, работающего под давлением, растягивающие напряжения для любого применяемого материала не должны превышать 25 % от минимального предела прочности на разрыв и 67 % от минимального предела текучести для этого материала, для всего диапазона рабочих температур. Для отливок корпусов, расчетные значения пределов прочности должны быть уменьшены в соответствии с поправочными коэффициентами, приведенными в таблице 3. Производитель в своем предложении должен указать источник информации о свойствах приведенных в таблице

G.2 материалов (то есть ГОСТ, ISO, ASTM, UNS, EN, JIS), а также примененные значения поправочных коэффициентов для отливок. Национальные стандарты на материалы, отличные от тех, которые приведены в таблице G.2 Приложения G, могут использоваться после согласования с заказчиком. Параметры проектирования для применения керамических/композитных защитных экранов должны быть согласованы между производителем и заказчиком.

П р и м е ч а н и е — Как правило, указанные в 6.2.1 условия приводят к деформациям (растяжениям), которые в конструкции корпусов насосов являются определяющими факторами. Предел прочности или предел текучести материала редко являются ограничивающими факторами.

Таблица 3 — Поправочные коэффициенты для отливок.

|  |  |
| --- | --- |
| Вид неразрушающего контроля | Поправочный коэффициент для отливки |
| Визуальный контроль, магнитопорошковый и/или капиллярный контроль | 0,8 |
| Локальный радиографический контроль | 0,9 |
| Ультразвуковой контроль | 0,9 |
| Полный радиографический контроль | 1,0 |

* + - 1. Детали, находящиеся под давлением, могут быть спроектированы с помощью расчетов методом конечных элементов при условии, что значение интенсивности напряжений отражает требование проведения гидравлических испытаний при 150% от MAWP.
      2. Для болтового соединения допустимое растягивающее напряжение используется для определения общей площади болтового соединения на основе гидростатической нагрузки или предварительного натяга прокладки. Исходя из гидростатического давления или необходимого уровня сжатия прокладки расчитывается необходимая площадь сечения шпилек или болтов с учетом значений максимального допустимого растягивающего напряжения для них. Для обеспечения надежного резьбового соединения необходимо создать предварительный натяг шпилек так, чтобы напряжение сжатия в стыке от них было выше, чем расчетное растягивающее напряжение. Обычно расчетные значения напряжений в шпильках находятся в диапазоне от 0,57 до 0,9 от предела текучести материала.
    1. Максимальное допустимое рабочее давление насоса (MAWP) должно равняться, как минимум, максимальному расчетному давлению на нагнетании насоса плюс 10% от максимального дифференциального давления в насосе, но не должно быть меньше минимального давления 4 МПа (40 бар, 600 psi) при температуре 38 °C (100 °F) или не менее чем по [12] PN 50. Максимальное допустимое рабочее давление зависит от конструкции корпуса. Максимальное допустимое рабочее давление для корпуса не должно снижаться в заданных условиях эксплуатации.

П р и м е ч а н и е 1 – Запас в 10% по давлению предназначен для перекрытия возможного увеличения напора (6.1.6), из-за увеличения частоты вращения ротора насоса (6.1.7), и допуском на напор наоса при испытаниях (см. Таблицу 11).

П р и м е ч а н и е 2 – Для целей данного пункта, фланцы по [13] Class 300 и [14] Class 300 считаются эквивалентным фланцам по [12] PN50.

П р и м е ч а н и е 3 – В этом подпункте приведены минимальные требования, соответствующие конструкциям, существующим на момент публикации настоящего стандарта.

* 6.2.3 Максимальное давление на выходе из насоса должно быть указано в опросном листе на насос. Максимальное давление на выходе из насоса должно быть увеличено на величину дополнительного перепада давления, образующегося за счет выполнения одного или нескольких из нижеперечисленных условий эксплуатации:

а) перекачивание среды с максимальной плотностью при любых из заданных условий эксплуатации;

б) установка рабочего колеса максимального диаметра;

в) эксплуатация на максимальной частоте вращения ротора.

Покупатель должен оценить вероятность увеличения максимального давления на выходе из насоса, прежде чем его указывать.

Увеличение дифференциального давления насоса из-за увеличения частоты вращения ротора до максимальной частоты, как правило, является непродолжительным отклонением и находится в пределах давления гидравлических испытаний.

* 6.2.4 Если на всасывании насоса образуется вакуум, защитный экран или вкладыш статора, в зависимости от обстоятельств, должны быть рассчитаны на возникающее внешнее давление.
  + 1. Корпуса, работающие под давлением, должны проектироваться с припуском на коррозию в соответствии с требованиями 6.1.1. Если заказчиком не требуется иное, минимальный припуск на коррозию должен составлять 3 мм (0,12 дюйма), для насосов с магнитной муфтой экраны и вкладыши должны соответствовать 9.1.2.1.1 и 9.2.3.1 и 9.2.4.1 для насосов с механическим приводом.

П р и м е ч а н и е – С одобрения заказчика, производитель может предложить иной минимальный припуск на коррозию, если в конструкции насоса используются материалы, обладающие большой коррозионной стойкостью и если их применение может привести к снижению стоимости насоса без ущерба безопасности и надежности.

* + 1. Корпуса с осевым разъемом не допускаются. Необходимо применять насосы с радиальным разъемом корпусов.
* 6.2.7 Корпуса насосов должны иметь прилегание главного разъема «металл по металлу», с использованием уплотнительных прокладок с нормированным сжатием, таких как круглые уплотнительные кольца или спирально-навитые прокладки. Уплотнительные прокладки других типов могут быть предложены и использованы с одобрения заказчика, если они подходят для данного применения. Конструкция главных разъемов корпусов насосов должна быть рассчитана на применение спирально-навитых прокладок.

П р и м е ч а н и е – См. также пункт 9.1.2.1.3, относящийся к насосам с магнитной муфтой.

* + 1. Конструкция корпусов должна обеспечивать возможность демонтажа ротора или внутреннего магнитного кольца без отсоединения всасывающего или напорного патрубков.
    2. Для горизонтальных насосов с магнитной муфтой и температурой перекачиваемой жидкости 175 °C (350 °F) или выше, должны использоваться корпуса насосов с опорами по центральной оси. Корпуса насосов с осевой опорой не обязательны для насосов с экранированным электродвигателем.

П р и м е ч а н и е – Несоосность из-за нагрева не является проблемой для насосов с экранированным электродвигателем, поскольку у них двигатель встроен в насос.

* + 1. Все поверхности под уплотнительными кольцами, включая канавки и установочные гнезда, должны иметь максимальное среднее значение шероховатости поверхности (Ra) не более 1,6 мкм (63 микродюйма). Отверстия, куда вставляются уплотнительные кольца круглого сечения, должны иметь минимальный радиус скругления входной кромки 3 мм (0,12 дюйма), или минимальную длину заходной фаски 1,5 мм (0,06 дюйма). Угол заходных фасок не должен превышать угол 30°.
    2. Для облегчения разборки корпуса насоса должны использоваться отжимные винты/болты. Поверхность, в которую упирается отжимной винт/болт, должна иметь выточку или углубление для предотвращения протекания соединения или неправильной посадки, вызванной деформацией поверхности. Направляющие стержни должны иметь достаточную длину, чтобы предотвратить повреждение внутренних деталей или шпилек корпуса при разборке и повторной сборке.
    3. Использование резьбовых отверстий в деталях, работающих под давлением, должно быть сведено к минимуму. Для предотвращения утечек в резьбовых зонах корпуса, работающего под давлением, толщина металла вокруг просверленного резьбового отверстия и ниже его дна, должна быть не менее половины диаметра болта или шпильки плюс припуск на коррозию. Глубина резьбовых отверстий должна быть не менее полутора номинальных диаметров болта или шпильки.
    4. Внутренние резьбовые крепежные детали должны изготавливаться из материала, стойкого к коррозионному воздействию перекачиваемой среды.

# Патрубки и соединения корпусов, работающих под давлением

* + 1. **Размеры отверстий в корпусах**
       1. Размеры отверстий для патрубков и других соединений корпусов, работающих под давлением, должны быть выбраны из рядов по ГОСТ 28338 (ИСО 6708). Размеры DN32, DN65, DN90, DN125, DN175 и DN225 (NPS 1¼, NPS 2½, NPS 3½, NPS 5, NPS 7 и NPS 9) допускается использовать только после согласования с заказчиком.

П р и м е ч а н и е – DN 65 (2½ дюйма) и DN 125 (5 дюймов) обычно используются за пределами Соединенных Штатов.

* + - 1. Все вспомогательные соединения корпуса, кроме входных и выходных патрубков, должны быть не менее DN15 (NPS ½) для насосов с выходными патрубками DN50 (NPS 2) и меньше. Для насосов с выходными патрубками DN80 (NPS 3) и больше, вспомогательные соединения должны быть как минимум DN20 (NPS ¾). Исключение: соединения для линий обвязки торцевых уплотнений и подключения измерительных приборов могут быть DN15 (NPS ½), независимо от размеров насосов.

# Входные и выходные патрубки

* + - 1. Всасывающие и напорные патрубки насосов должны иметь фланцы, рассчитанные на работу при таком же номинальном давлении.
      2. Фланцы должны быть как минимум PN 50 по [12], и иметь присоединительные поверхности по ГОСТ 33259, [12], [13].

П р и м е ч а н и е – В контексте данного пункта , фланцы по [13] Class 300, и EN 1759-1 [1] Class 300 считаются эквивалентными фланцам по [12] PN50.

* + - 1. Допускается применение фланцев с увеличенной толщиной или большего наружного диаметра, чем требуется соответствующими стандартами ИСО или ASME из любых материалов, такие фланцы должны иметь торцевые поверхности уплотнения. Все присоединительные размеры нестандартных (негабаритных) фланцев должны быть указаны на чертеже насоса. Если из-за увеличенной толщины фланцев требуется использование шпилек или болтов нестандартной длины, производитель должен указать это требование в предложении и на монтажном чертеже насоса.
      2. Фланцы должны быть с полностью или частично механически обработаной обратной поверхностью и иметь отверстия для сквозного болтового соединения.
      3. Для сведения к минимуму нагрузки на патрубки и облегчения монтажа трубопроводов механически обработанные присоединительные поверхности фланцев насоса должны быть параллельны плоскости, указанной на монтажном чертеже [см. 10.2.2.1а)] с отклонением не более 0,5°. Осевые линии отверстий под болты или шпильки должны быть параллельны главным осям насоса.

# Вспомогательные присоединения к корпусам, работающим под давлением

* + - 1. Все вспомогательные соединения с корпусами, работающими под давлением, должны быть фланцевыми или приварными встык. Резьбовые соединения не допускаются. Все подключения трубопроводов к ответным трубопроводам заказчика должны быть фланцевыми.
* 6.3.3.2 При согласовании, могут использоваться специальные резьбовые элементы для перехода от корпуса или ниппеля к трубопроводам при условии, что уплотнение жидкости в этих соединениях обеспечивается не только резьбой, но и применением дополнительного уплотнительного элемента, например, уплотнительного кольца круглого сечения (см. Рисунок 2).
  + - 1. Привариваемые к корпусу насоса соединения, включая их опорные элементы и косынки, по своим механическим свойствам, включая ударную вязкость и пределы по давлению/температуре, должны соответствовать или превышать требования к материалу корпуса.
      2. Первый сегмент вспомогательной трубной обвязки, приваренный к корпусу насоса, должен быть не более 150мм (6 дюймов) в длину. Этот сегмент трубной обвязки должен быть прямым, для обеспечения возможности механической очистки. Труба должна быть бесшовной и как минимум, должна соответствовать ряду 160 для диаметров DN25 (NPS 1) и меньше чем ряду 80 для DN40 (NPS 1½). Допускается продольное присоединение первого сегмента трубной обвязки к корпусу, если это позволяет снизить высоту оси насоса (см. 9.1.5.3.4).

П р и м е ч а н и е – В обоснованных случаях, допускается делать первый сегмент вспомогательной трубной обвязки не прямым. Например, на небольших насосах прямой первый сегмент вспомогательной обвязки может помешать подводу основного всасывающего трубопровода. В предложении следует указывать возможные варианты исполнения.

* 6.3.3.5 Если оговорено в договоре, трубная обвязка, для повышения жесткости конструкции, должна иметь поддерживающие косынки в двух взаимно перпендикулярных плоскостях в соответствии со следующими требованиями:

а) Материал косынки должен быть совместим с материалами трубной обвязки и корпуса, работающего под давлением. Косынка должна быть изготовлена либо из листового проката с сечением не менее 25 х 3 мм (1 х 0,12 дюйма), либо из прутка диаметром не менее 9 мм (0,38 дюйма).

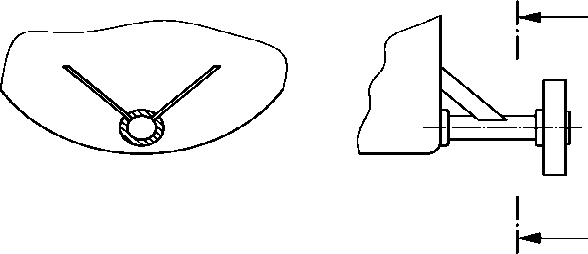
б) Конструкция косынки должна соответствовать типовой конструкции показанной на рисунке 1.

Рисунок 1 – Типовая конструкция косынок трубной обвязки

в) Косынка должна располагаться непосредственно вблизи места присоединения трубы к корпусу насоса и привариваться к ближайшим частям корпуса для обеспечения максимальной жесткости конструкции. Для косынок из проката прямоугольного сечения, длинная часть сечения должна быть перпендикулярна трубе. Косынка должна располагаться так, чтобы не мешать доступу к болтам фланца, или любым другим частям насоса, подлежащим обслуживанию.

г) Косынка должна быть приварена к корпусу насоса с соблюдением требований (см.

6.10.3), включая, при необходимости, термообработку после сварки и контроль (см. 8.2.2). д) Допускается присоединение косынки к корпусу насоса болтами, при условии, что сверление отверстий под болты в корпусе и нарезание в них резьбы выполнены до

гидравлических испытаний.

е) Использование болтовых или зажимных присоединений косынок к корпусу насоса должно быть согласовано с заказчиком.

6.3.3.6 Сварка всех соединений должна быть завершены до проведения гидравлических испытаний корпуса (см. 8.3.2).

* 6.3.3.7 По договору допускается использование фрезерованных мест на корпусе насоса под присоединение фланцев вспомогательных трубопроводов с ввинчиванием шпилек в тело корпуса. Присоединительные поверхности этих мест должны соответствовать требованиям ГОСТ 33259, [12] или [15]. Шпильки и гайки должны быть заранее установлены. Первые полтора витка резьбы на обоих концах каждой шпильки должны быть удалены.

П р и м е ч а н и е – В рамках данного пункта, [16] и ANSI/ASME B16.5 [13] считаются эквивалентным

[15] и [12], соответственно, а также ГОСТ 33259.

* + - 1. Все вспомогательные соединения должны выдерживать давление гидравлических испытаний того участка корпуса, к которому они присоединены.
      2. Все вспомогательные соединения к линиям заказчика должны быть доступными для демонтажа без перемещения насоса или его основных деталей.
      3. Если насос не является самовентилирующимся, из-за расположения всасывающего и нагнетательного патрубков, должно быть предусмотрено вентиляционное соединение.

П р и м е ч а н и е – Насос считается приспособленным к естественному выходу газов, если расположение патрубков и конфигурация корпуса обеспечивают полный выход газов из зоны рабочего колеса первой ступени и его спирального отвода или направляющего аппарата, чем предотвращается срыв подачи при пуске.

* + - 1. Стандартно, вспомогательные соединения с работающими под давлением корпусами могут быть резьбовыми. Резьбовые соединения должны соответствовать требованиям пунктов 6.3.3.11.1 - 6.3.3.11.3.
         1. Заглушки с конической резьбой должны иметь длинную круглую головку под внутренний шестигранный ключ или длинную шестигранную головку под накидной ключ по [17], либо коническую резьбу по ГОСТ 6211 и головку под ключ по ГОСТ 16983 или ГОСТ 11737. Если в конструкции требуются цилиндрические резьбы, тогда заглушки должны быть с шестигранными головками и соответствовать DIN 910. Материал заглушек должен отвечать всем требованиям, предъявляемым к материалам корпуса под давлением.

Для герметизации резьбы заглушек должен использоваться герметик, подходящий для работы в условиях всего диапазона рабочих температур насоса. Запрещается использование пластиковых заглушек.

* + - * 1. Стандартно, в качестве трубной резьбы для вспомогательных соединений должна использоваться коническая резьба по ГОСТ 6211 или [17]. Профиль резьбы должн соответствовать ГОСТ 6211 или [13].

П р и м е ч а н и е – В рамках данного пункта, [18] считается эквивалентным 17].

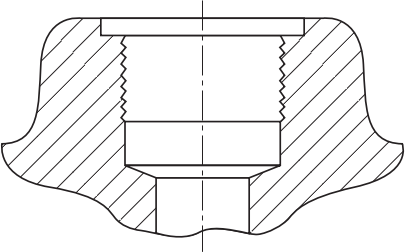
* + - * 1. Во вспомогательных соединениях может применяться цилиндрическая резьба по ГОСТ 6357 или [19]. При использовании цилиндрических резьб, они должны уплотняться торцевой прокладкой, а резьбовое отверстие должно иметь проточку для установки уплотнительной прокладки (см. Рисунок 2).

Рисунок 2 - Обработанная поверхность, подходящая для удержания прокладки при использовании цилиндрической резьбы

# Внешние силы и моменты, действующие на патрубки

* + 1. Горизонтальные насосы на опорных плитах, а также вертикальные насосы на опорах, закрепленных на фундаменте, должны сохранять свои рабочие характеристики, в случае одновременного воздействия на входной и выходной патрубки максимальных сил и моментов, указанных в таблице 4. Для горизонтальных насосов учитываются два результата нагрузок на патрубки: деформация корпуса насоса (6.2.1) и нарушение соосности валов насоса и привода (только в насосах с магнитной муфтой) (см. 9.1.5.3.20).
    2. Допускаемые максимальные нагрузки для вертикальных насосов с патрубками в одной плоскости и опорами, не закрепленными на фундаменте, могут в два раза превышать значения, указанные в таблице 4 для боковых патрубков.
    3. Для корпусов насосов, изготовленных из материалов, отличных от стали или ее сплавов, производитель должен указать допустимые нагрузки на патрубки по форме, соответствующей таблице 4.
    4. В таблице 4 приведены значения сил и моментов в соответствии с системами координат, показанными на рисунках 3 – 4.
    5. В приложении I приведена оценка допустимости значений нагрузок на патрубки, превышающих указанные в таблице 4. Заказчик должен учитывать, что при использовании методов оценки нагрузок на патрубки по приложению I, расцентровка валов насоса и привода может быть до 50% выше, чем расцентровка при нагрузках на патрубки, находящихся в пределах значений по таблице 4, что может повлиять на условия монтажа оборудования. Использования методов, указанных в приложении I, требует согласования с заказчиком.

Таблица 4a — Нагрузки на патрубки (Единицы СИ)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Единицы СИ | | | | | | | | |
| Номинальный размер фланца (DN) | | | | | | | | |
| ≤50 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|  | Силы (Н) | | | | | | | | |
| Верхние патрубки |  | | | | | | | | |
| Fx | 710 | 1070 | 1420 | 2490 | 3780 | 5340 | 6670 | 7120 | 8450 |
| Fy | 580 | 890 | 1160 | 2050 | 3110 | 4450 | 5340 | 5780 | 6670 |
| Fz | 890 | 1330 | 1780 | 3110 | 4890 | 6670 | 8000 | 8900 | 10,230 |
| FR | 1280 | 1930 | 2560 | 4480 | 6920 | 9630 | 11700 | 12780 | 14850 |
| Боковые патрубки |  | | | | | | | | |
| Fx | 710 | 1070 | 1420 | 2490 | 3780 | 5340 | 6670 | 7120 | 8450 |
| Fy | 890 | 1330 | 1780 | 3110 | 4890 | 6670 | 8000 | 8900 | 10230 |
| Fz | 580 | 890 | 1160 | 2050 | 3110 | 4450 | 5340 | 5780 | 6670 |
| FR | 1280 | 1930 | 2560 | 4480 | 6920 | 9630 | 11700 | 12780 | 14850 |
| Осевые патрубки |  | | | | | | | | |
| Fx | 890 | 1330 | 1780 | 3110 | 4890 | 6670 | 8000 | 8900 | 10230 |

Продолжение таблицы 4а

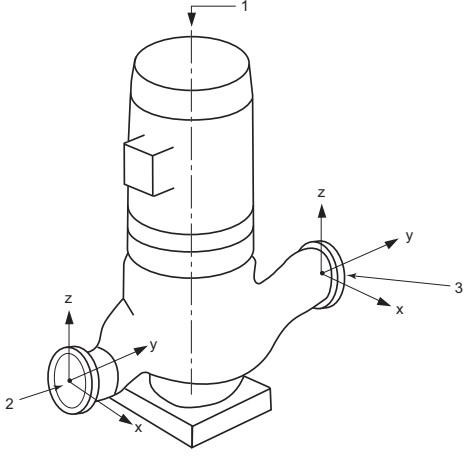
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Единицы СИ | | | | | | | | |
| Номинальный размер фланца (DN) | | | | | | | | |
| ≤50 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| Fy | 710 | 1070 | 1420 | 2490 | 3780 | 5340 | 6670 | 7120 | 8450 |
| Fz | 580 | 890 | 1160 | 2050 | 3110 | 4450 | 5340 | 5780 | 6670 |
| FR | 1280 | 1930 | 2560 | 4480 | 6920 | 9630 | 11700 | 12780 | 14850 |
|  | Моменты (Н·м) | | | | | | | | |
| Любые патрубки |  | | | | | | | | |
| Мx | 460 | 950 | 1330 | 2300 | 3530 | 5020 | 6100 | 6370 | 7320 |
| Мy | 230 | 470 | 680 | 1180 | 1760 | 2440 | 2980 | 3120 | 3660 |
| Мz | 350 | 720 | 1000 | 1760 | 2580 | 3800 | 4610 | 4750 | 5420 |
| МR | 620 | 1280 | 1800 | 3130 | 4710 | 6750 | 8210 | 8540 | 9820 |
| П р и м е ч а н и е 1 – Направление нагрузок на патрубки (X, Y и Z) см. на рисунке 3 и рисунке 4.  П р и м е ч а н и е 2 – Каждое значение, приведенное выше - диапазон этого значения от отрицательного до положительного; например, 160 указывает на диапазон от минус 160 до плюс 160. | | | | | | | | | |

Таблица 4б — Нагрузки на патрубки (Единицы США)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Единицы USC | | | | | | | | |
| Номинальный размер фланца (NPS) | | | | | | | | |
| ≤2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
|  | Силы (фунт-фут) | | | | | | | | |
| Верхние патрубки |  | | | | | | | | |
| Fx | 160 | 240 | 320 | 560 | 850 | 1200 | 1500 | 1600 | 1900 |
| Fy | 130 | 200 | 260 | 460 | 700 | 1000 | 1200 | 1300 | 1500 |
| Fz | 200 | 300 | 400 | 700 | 1100 | 1500 | 1800 | 2000 | 2300 |
| FR | 290 | 430 | 570 | 1010 | 1560 | 2200 | 2600 | 2900 | 3300 |

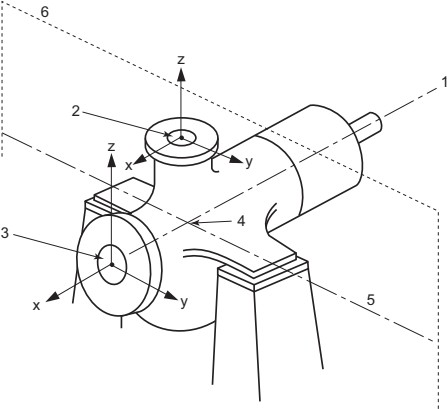
Продолжение таблицы 4б

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Единицы USC | | | | | | | | |
| Номинальный размер фланца (NPS) | | | | | | | | |
| ≤2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Боковые патрубки |  | | | | | | | | |
| Fx | 160 | 240 | 320 | 560 | 850 | 1200 | 1500 | 1600 | 1900 |
| Fy | 200 | 300 | 400 | 700 | 1100 | 1500 | 1800 | 2000 | 2300 |
| Fz | 130 | 200 | 260 | 460 | 700 | 1000 | 1200 | 1300 | 1500 |
| FR | 290 | 430 | 570 | 1010 | 1560 | 2200 | 2600 | 2900 | 3300 |
| Осевые патрубки |  | | | | | | | | |
| Fx | 200 | 300 | 400 | 700 | 1100 | 1500 | 1800 | 2000 | 2300 |
| Fy | 160 | 240 | 320 | 560 | 850 | 1200 | 1500 | 1600 | 1900 |
| Fz | 130 | 200 | 260 | 460 | 700 | 1000 | 1200 | 1300 | 1500 |
| FR | 290 | 430 | 570 | 1010 | 1560 | 2200 | 2600 | 2900 | 3300 |
|  | Моменты (ft·lbf) | | | | | | | | |
| Любые патрубки |  | | | | | | | | |
| Мx | 340 | 700 | 980 | 1700 | 2600 | 3700 | 4500 | 4700 | 5400 |
| Мy | 170 | 350 | 500 | 870 | 1300 | 1800 | 2200 | 2300 | 2700 |
| Мz | 260 | 530 | 740 | 1300 | 1900 | 2800 | 3400 | 3500 | 4000 |
| МR | 460 | 950 | 1330 | 2310 | 3500 | 5000 | 6100 | 6300 | 7200 |
| П р и м е ч а н и е 1 – Направление нагрузок на патрубки (X, Y и Z) см. на рисунке 3 и рисунке 4.  П р и м е ч а н и е 2 – Каждое значение, приведенное выше - диапазон этого значения от отрицательного до положительного; например, 160 указывает на диапазон от минус 160 до плюс 160. | | | | | | | | | |



1. - ось вала насоса;
2. - нагнетательный патрубок; 3 – всасывающий патрубок

Рисунок 3— Система координат для вертикальных консольных насосов с патрубками в одной плоскости



1. - ось вала насоса;
2. - нагнетательный патрубок; 3 - всасывающий патрубок;
3. - центр масс;
4. - ось опор насоса;
5. - вертикальная плоскость

Рисунок 4 — Система координат для для горизонтальных насосов

# Роторы

* + 1. По умолчанию, рабочие колеса должны быть закрытого, полуоткрытого или открытого типов.

П р и м е ч а н и е 1 – Закрытые рабочие колеса менее требовательны к точности аксиального положения, и поэтому предпочтительны для применения в длинных роторах, у которых аксиальное смещение рабочего колеса может оказаться значительным из-за теплового расширения / сжатия вала или осевой нагрузки. Полуоткрытые рабочие колеса могут обеспечить более высокую эффективность за счет отсутствия дискового трения.

П р и м е ч а н и е 2 – Полуоткрытые рабочие колеса типа Barske, используемые в малорасходных насосах с низким коэффициентом быстроходности, не так чувствительны к осевому зазору, по сравнению с рабочими колесами закрытого типа.

* + 1. Рабочие колеса должны быть цельнолитые, кованые или сварные.

П р и м е ч а н и е – Кованные и сварные рабочие колеса имеют точно обработанные профрезерованные лопасти и стенки каналов. Это позволяет улучшить рабочие характеристики рабочих колес, в особенности при низких коэффициентах быстроходности.

* + 1. Рабочие колеса должны иметь шпоночное соединение с валом; использование штифтового соединения недопустимо. Рабочие колеса должны крепиться на валу с помощью гайки или винта, которые не открывают резьбу вала. Гайка или винт рабочего колеса должны быть самозатягивающимися при нормальном направлении вращения ротора, за счет сопротивления перекачиваемой среды. Обязательна механическая фиксация гайки или винта рабочего колеса (например, коррозионно-стойким стопорным винтом или стопорной шайбой с отгибными лепестками). Винты с головкой должны иметь галтели и закругления уменьшенного радиуса для уменьшения напряжений.
    2. Ступицы рабочих колес должны быть цельными. Рабочие колеса могут отливаться в стержневые литейные формы, при условии, что форма полностью проливается металлом с температурой плавления не менее 540 °С (1000 °F) для насосов с корпусами из стали.

П р и м е ч а н и е – Требование о полной проливке ступиц рабочих колес позволяет свести к минимуму опасность для персонала в случае съема колес с вала с помощью нагрева.

* + 1. Валы должны механически обрабатываться и шлифоваться по всей длине так, чтобы полное радиальное биение вала (TIR) составляло не более 25 мкм (0,001 дюйма).
    2. Все шпоночные пазы должны иметь галтельные радиусы и соответствовать ГОСТ 24069.

П р и м е ч а н и е – В рамках данного пункта, [20] эквивалентно [21] и ГОСТ 24069.

* + 1. Жесткость вала и повышение жесткости подшипников, смазанных средой, должны ограничивать осевой сдвиг рабочего колеса в наихудших условиях эксплуатации в пределах допустимого рабочего диапазона насоса — при максимальном диаметре рабочего

колеса и заданной скорости и жидкости — до половины минимального зазора между щелевыми уплотнениями рабочего колеса. Это ограничение смещения может быть достигнуто за счет сочетания диаметра вала, пролета или свеса вала, конструкции подшипника и конструкции корпуса (включая использование двойных спиралей или диффузоров). Влияние щелевых уплотнений рабочего колеса на вязкость жидкости не учитывается. Жесткость подшипников, смазываемых жидкостью, должна быть рассчитана как на минимальную, так и максимальные расчетные зазоры для всех характеристик условий эксплуатации.

# Щелевые уплотнения и рабочие зазоры

* + 1. Радиальные рабочие зазоры должны использоваться для ограничения внутренних утечек и, при необходимости, для компенсации осевых сил. Герметичные насосы обычно имеют осевые упорные подшипники и подшипники, смазываемые средой, поэтому в этом типе конструкции для регулирования осевой тяги необходимы небольшие осевые зазоры. В корпусе насоса должны быть предусмотрены сменные кольца щелевых уплотнений. Рабочие колеса должны иметь либо уплотнительные поверхности, либо сменные кольца щелевых уплотнений. В малорасходных насосах полуоткрытое рабочее колесо (рабочие колеса) типа Barske имеют оптимельные зазоры. Производитель должен указать метод компенсации осевых сил в предложении.
    2. Рабочие поверхности уплотнений, изготавливаемых из упрочняемых материалов, должны иметь разницу в твердости не менее чем в 50 единиц по Бринеллю, за исключением случаев, когда обе сопряжённые поверхности (неподвижная и вращающаяся) имеют твердость свыше 400 единиц по Бринеллю.
    3. Сменные кольца щелевых уплотнений, в случае их применения, должны фиксироваться посадкой с натягом, с использованием стопорных штифтов, винтов (осевых или радиальных), либо точечной сваркой. Диаметр отверстия под радиальный стопорный штифт или винт в кольце щелевого уплотнения не должен превышать 1/3 ширины этого кольца.
    4. Рабочие зазоры должны соответствовать требованиям пунктов 6.6.4.1-6.6.4.3.
       1. При выборе рабочих зазоров между кольцами щелевых уплотнений и другими подвижными деталями необходимо учитывать температуру перекачиваемой жидкости, режимы всасывания, свойства жидкости, характеристики теплового расширения материалов, стойкость материалов к истиранию, а также КПД насоса. Зазоры должны быть достаточными для обеспечения надежности работы и отсутствия касания во всех установленных рабочих режимах.
       2. Для закаленной стали с содержанием хрома от 11 до 13% и других

материалов, имеющих похожую низкую склонность к истиранию, должны выдерживаться минимальные зазоры, приведенные в таблице 5. Для материалов с большей склонностью к истиранию, а также для всех материалов, работающих при температурах свыше 260 °C (500

°F), к величине диаметральных зазоров, указанной в таблице 5, должно быть прибавлено 125 мкм (0,005 дюйма).

* + - 1. Для колец щелевых уплотнений из неметаллических материалов со слабой или отсутствующей склонностью к истиранию (см. Таблицу З.3), после согласования с заказчиком, допускается применение зазоров с величинами меньше приведенных в таблице

5. Для выбора величины зазоров, достаточной для обеспечения надежной эксплуатации и отсутствия касания при всех требуемых режимах работы, должны быть учтены такие факторы, как деформация материалов под давлением и при перепадах температур.

П р и м е ч а н и е – Существуют опубликованные данные, подтверждающие успешное применение неметаллических материалов для щелевых колец с рабочими зазорами, на 50% меньше указанных в таблице

5. Такое значительное уменьшение зазоров зависит от свойств конкретных применяемых материалов и других условий, например, от температуры перекачиваемой жидкости и наличия в ней механических примесей.

# Системы вторичного контроля/защиты

* 6.7.1 Без учета Приложения J, заказчик должен указать, какая из следующих систем герметизации/контроля должна быть в насосе:

а) Вид вторичного контроля (3.67);

б) Вторичный контроль с устройством (устройствами) контроля утечки — (система вторичного контроля 3.68);

в) Конструкция вторичной защитной оболочки (3.65);

г) Вторичная защитная оболочка с устройством (устройствами) контроля утечки — (Система вторичной защиты 3.66).

* 6.7.2 Для выбора необходимого варианта контроля герметичности должен применяться алгоритм выбора на основе опасности, приведенный в Приложении J.

6.7.3 Вторичная система контроля должна иметь резервный ресурс не менее 25 000 часов в режиме работы насоса и функциональный ресурс не менее 24 часов в случае отказа защитной оболочки.

* 6.7.4 Производитель должен обеспечить максимальную подачу из вторичной системы контроля в случае отказа защитного экрана или гильзы статора.
  + 1. Система вторичной защиты должна быть рассчитана на то же давление, что и напорный корпус. Требования по мониторингу нарушения первичной защитной оболочки должны быть включены во вторичную систему контроля/защиты.

Устройство (устройства) контроля утечки должно быть предоставлено

производителем насоса, если указана система контроля/защиты.

* + 1. Материалом вторичного корпуса (корпусов) под давлением должна быть, как минимум, углеродистая сталь.
    2. Вторичные корпуса под давлением по определению являются компонентами, работающими под давлением, и должны соответствовать требованиям пунктов 6.2.1 или 6.2.2.

Таблица 5 — Минимальные внутренние рабочие зазоры

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диаметр вращающейся части  при зазоре (мм) | Минимальный диаметральный зазор  (мм) | Диаметр вращающейся части  при зазоре (дюймы) | Минимальный диаметральный зазор  (дюймы) |
| **<** 50 | 0,25 | **<** 2,000 | 0,010 |
| 50 до 64,99 | 0,28 | 2,000 до 2,499 | 0,011 |
| 65 до 79,99 | 0,30 | 2,500 до 2,999 | 0,012 |
| 80 до 89,99 | 0,33 | 3,000 до 3,499 | 0,013 |
| 90 до 99,99 | 0,35 | 3,500 до 3,999 | 0,014 |
| 100 до 114,99 | 0,38 | 4,000 до 4,499 | 0,015 |
| 115 до 124,99 | 0,40 | 4,500 до 4,999 | 0,016 |
| 125 до 149,99 | 0,43 | 5,000 до 5,999 | 0,017 |
| 150 до 174,99 | 0,45 | 6,000 до 6,999 | 0,018 |
| 175 до 199,99 | 0,48 | 7,000 до 7,999 | 0,019 |
| 200 до 224,99 | 0,50 | 8,000 до 8,999 | 0,020 |
| 225 до 249,99 | 0,53 | 9,000 до 9,999 | 0,021 |
| 250 до 274,99 | 0,55 | 10,000 до 10,999 | 0,022 |
| 275 до 299,99 | 0,58 | 11,000 до 11,999 | 0,023 |
| 300 до 324,99 | 0,60 | 12,000 до 12,999 | 0,024 |
| 325 до 349,99 | 0,63 | 13,000 до 13,999 | 0,025 |
| 350 до 374,99 | 0,65 | 14,000 до 14,999 | 0,026 |
| 375 до 399,99 | 0,68 | 15,000 до 15,999 | 0,027 |
| 400 до 424,99 | 0,70 | 16,000 до 16,999 | 0,028 |
| 425 до 449,99 | 0,73 | 17,000 до 17,999 | 0,029 |
| 450 до 474,99 | 0,75 | 18,000 до 18,999 | 0,030 |
| 475 до 499,99 | 0,78 | 19,000 до 19,999 | 0,031 |
| 500 до 524,99 | 0,80 | 20,000 до 20,999 | 0,032 |
| 525 до 549,99 | 0,83 | 21,000 до 21,999 | 0,033 |
| 550 до 574,99 | 0,85 | 22,000 до 22,999 | 0,034 |

Продолжение таблицы 5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диаметр  вращающейся части при зазоре (мм) | Минимальный  диаметральный зазор (мм) | Диаметр  вращающейся части при зазоре (дюймы) | Минимальный  диаметральный зазор (дюймы) |
| 575 до 599,99 | 0,88 | 23,000 до 23,999 | 0,035 |
| 600 до 624,99 | 0,90 | 24,000 до 24,999 | 0,036 |
| 625 до 649,99 | 0,95 | 25,000 до 25,999 | 0,037 |
| П р и м е ч а н и е – Для диаметров более 649,99 мм (25,999 дюйма), минимальные диаметральные  зазоры должны составлять 0,95 мм (0,037 дюйма) плюс 1 мкм на каждый дополнительный 1 мм диаметра или его части (0,001 дюйма на каждый дополнительный 1 дюйм). | | | |

* + 1. Все соединения системы вторичного контроля/защиты должны быть герметизированы прокладкой (прокладками) и уплотнительными кольцами из материала, совместимого с перекачиваемой жидкостью, или сварены.
* 6.7.9 Должны быть предусмотрены сливные патрубки, которые позволяют полностью слить жидкость и обеспечивают возможность промывки всех внутренних полостей вторичного корпуса работыющего под давлением.

# Динамика

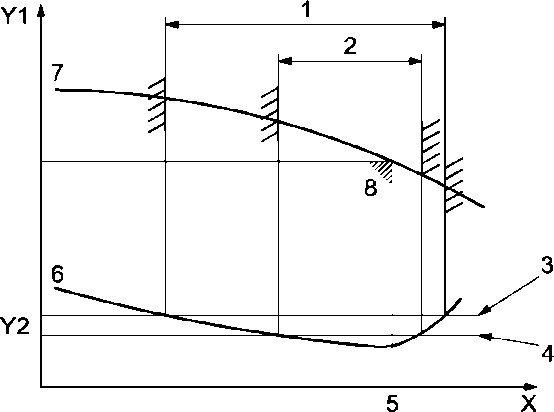
* + 1. Роторы насосов должны быть сконструированы так, чтобы их первая "сухая" критическая частота была как минимум на 20 % больше максимальной постоянной рабочей частоты вращения ротора насоса.
    2. Резонансы систем несущих конструкций (основания, рамы и корпуса подшипников) могут отрицательно сказаться на амплитуде колебаний ротора. Следовательно, резонанс дополнительных систем, входящих в комплект поставки, не должен возникать при скорости менее 10% от рабочей для насоса с постоянной частотой вращения ротора; при 10 % больше или при 10 % меньше рабочей скорости для насоса с переменной частотой вращения ротора.

# Вибрация

* + - 1. Вибрация центробежного насоса изменяется с изменением подачи, обычно являясь минимальной при подаче, соответствующей максимальному КПД насоса, и возрастая при увеличении или уменьшении подачи относительно точки максимального КПД. Увеличение вибрации при отклонении подачи от точки максимального КПД зависит от плотности энергии насоса, его коэффициента быстроходности и кавитационного коэффициента быстроходности. Как правило, вибрация растет быстрее при увеличении плотности энергии, коэффициента быстроходности и кавитационного коэффициента быстроходности.

С учетом этого, весь рабочий диапазон подач центробежного насоса может быть разделен на две области, одна из которых называется наиболее эффективной предпочтительной рабочей областью, и в ней вибрация насоса мала, а вторая называется допустимой рабочей областью, и в ней вибрация насоса достигает более высокого, но все еще приемлемого уровня. Зависимость вибрации от подачи насоса показана на рисунке 5. Другие факторы помимо вибрации, например, повышение температуры при уменьшении подачи или рост требуемого кавитационного запаса (NPSH3) с увеличением подачи, или параметры давления и температуры в полости ротора, могут сузить допустимый рабочий диапазон.

Допустимый рабочий диапазон насоса должен быть указан в техническом предложении производителя. Если допустимый рабочий диапазон сужается из-за других факторов, помимо вибрации, тогда эти факторы должны быть также указаны в предложении.



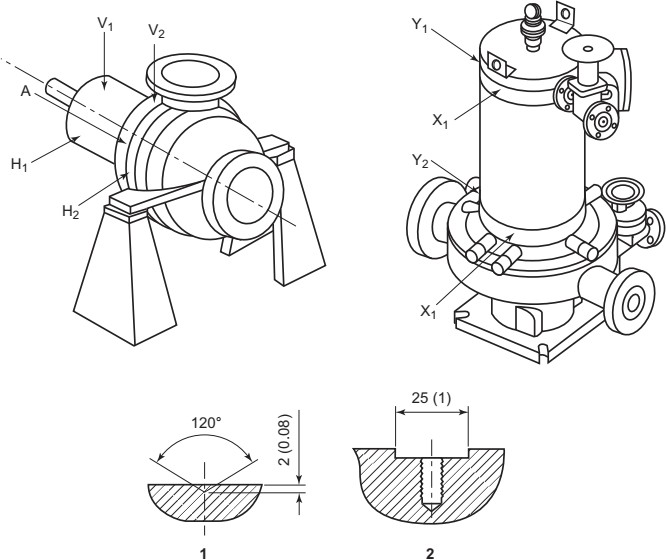
X – подача; Y1 – напор; Y2 – вибрация;

1 – полный допустимый рабочий диапазон подач; 2 – предпочтительный рабочий диапазон подач;

3 – уровень максимальной допустимой вибрации; 4 – уровень нормальной допустимой вибрации;

1. – подача в точке максимального КПД (BEP);
2. – типичная кривая зависимости вибрации от подачи, с указанием максимально допустимой вибрации;
3. – кривая зависимости напора от подачи; 8 – точка максимального КПД (точка BEP).

Рисунок 5 —График зависимости вибрации от подачи насоса

* + - 1. При заводских стендовых испытаниях насоса должны быть измерены общий уровень вибрации в диапазоне частот от 5 до 1000 Гц и спектры вибрации, полученные с использованием быстрого преобразования Фурье (FFT), при всех подачах, на которых регистрируются параметры насоса для построения графиков характеристик, за исключением нулевой подачи. Измерения вибрации должны быть выполнены на корпусе (корпусах) подшипников или в аналогичных местах для всех типов насосов; позиции точек измерений показаны на рисунке 6.

1. - место для установки датчика вибрации (см. 6.9.10.1);
2. - резьбовое соединение для постоянного крепления (см. 6.9.10.2); А - осевое направление;

H1 - горизонтальное направление; подшипник ходовой части (насос с магнитной муфтой)/задний подшипник (насосы с экранированным электродвигателем);

H2 - горизонтальное направление; опора переднего подшипника;

V1 - вертикальное направление; подшипник ходовой части (насос с магнитной муфтой)/задний подшипник (насос с экранированным электродвигателем);

V2 - вертикальное направление; опора переднего подшипника;

X1- радиальный верхний подшипник двигателя (насос с экранированным электродвигателем); X2 - радиальный нижний подшипник двигателя (насос с экранированным электродвигателем); Y1 - линейный верхний подшипник двигателя;

Y2 - линейный нижний подшипник двигателя.

Рисунок 6 — Места и положения для измерения вибрации

* + - * 1. Спектры вибрации, полученные с использованием быстрого преобразования Фурье, должны включать диапазон частот от 5 Гц до 2Z умноженного на рабочую частоту вращения (где Z - количество лопастей рабочего колеса). Если требуется, спектры вибрации должны быть включены в протоколы стендовых испытаний насоса.

П р и м е ч а н и е – Дискретные частоты, кратные первой и второй оборотной (рабочей) частоте вращения вала и кратные Z, умноженному на оборотную частоту, связаны с различными типичными явлениями в центробежных насосах. Поэтому анализ спектров на этих частотах представляет значительный интерес.

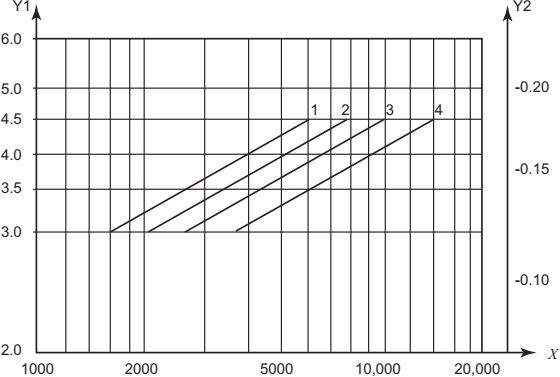
* + - 1. Абсолютная вибрация корпуса подшипника должна характеризоваться среднеквадратичной (СКЗ(RMS)) виброскоростью, выражаемой в мм/сек (в дюймах/сек).
      2. Значения вибрации, измеренные при стендовых испытаниях насоса, не должны превышать значений, указанных в таблице 6.
      3. При любой частоте выше максимальной рабочей частоты вращения ротора насоса, вплоть до частоты аварийного отключения привода, вибрация не должна превышать 150 % от максимального значения вибрации при максимальной рабочей частоте вращения ротора насоса.
      4. Насосы с переменной частотой вращения должны работать во всем установленном диапазоне частот вращения без превышения допустимых значений вибрации, установленных в настоящем стандарте.

Таблица 6 — Пределы вибрации для горизонтальных насосов

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Вибрация при любой подаче в предпочтительном рабочем диапазоне насоса |
| Общие | Для насосов с частотой вращения до 3600 об/мин и мощностью до 300 кВт (400 л.с) на одну ступень:  vu<3,0 мм/с СКЗ (RMS)  (0,12 дюйм/с СКЗ (RMS)) |
| Для насосов с частотой вращения более 3600  об/мин или мощностью более 300 кВт (400 л.с.) на одну ступень: см. Рисунок 7 |
| Дискретные частоты | vf<2,0 мм/с СКЗ (RMS)  (0,08 дюйм/с СКЗ (RMS)) |

Продолжение таблицы 6

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Вибрация при любой подаче в предпочтительном рабочем диапазоне насоса |
| Допустимое увеличение вибрации при подачах вне предпочтительного рабочего диапазона, но в пределах  допустимого рабочего диапазона | 30% |
| П р и м е ч а н и е 1 – Мощность определяется для подачи при максимальном КПД (в точке BEP), с номинальным диаметром рабочего колеса, при относительной плотности перекачиваемой среды равной 1,0.  П р и м е ч а н и е 2 – Расчетные значения виброскорости и амплитуды перемещения вала должны округляться до двух значащих цифр.  где  vu - общая виброскорость;  vf - виброскорость на дискретной частоте, полученная при быстром преобразовании Фурье (FFT) с окном Хеннинга и минимальным разрешением по частоте в 400 линий. | |



**Пояснения:**

1. P≥980 кВт/ступень (1400 л. с./ступень);
2. 700 кВт/ступень (1000 л. с./ступень) <P< 980 кВт/ступень (1400 л. с./ступень);
3. 300 кВт/ступень (400 л. с./ступень) <P< 700 кВт/ступень (1000 л. с./ступень);
4. P≤300 кВт/ступень (400 л. с./ступень);

X – частота вращения, об/мин.; Y1 – виброскорость, мм/с, RMS;

Y2 – виброскорость, дюйм/c, RMS.

П р и м е ч а н и е 1 — Формула расчета линии перехода от уровня 3,0 мм/с к уровню 4,5 мм/с: vu = 3.0(n/3600)0.3 [P/300]0.21

П р и м е ч а н и е 2 — Максимальная допустимая вибрация на любой отдельной дискретной частоте: vf<0,67· vu, где vu — максимальное допустимое значение общей вибрации, суммарное по всем

частотам в соответствии с рисунком 7.

Рисунок 7 —Допустимые пределы вибрации для горизонтальных насосов с частотой вращения ротора на одну ступень

# Балансировка

* + - 1. Рабочие колеса и аналогичные основные вращающиеся детали насоса должны быть динамически отбалансированы в соответствии с классом G2.5 по ГОСТ ИСО 1940-1 или 7г·мм (0,01 унции·дюйма), в зависимости от размера. Масса балансировочной оправки не должна превышать массу балансируемой детали.
* 6.8.4.2 Допускается рабочие колеса и аналогичные вращающиеся детали динамически балансировать в соответствии с классом G1 по ГОСТ ИСО 1940-1 (номинально эквивалентен классу 4W/n по USC) или 7 г·мм (0,01 унции·дюйма), в зависимости от размера.

П р и м е ч а н и е – В единицах USC, дисбаланс выражается формулой: U=cW/n, где U - дисбаланс в одной плоскости, выраженный в унциях/дюймах;

c – константа;

W - масса балансируемой детали (при балансировке деталей), выраженная в фунтах; или нагрузка на каждую радиальную опору балансировочной машины (при балансировке роторов), выраженная в фунтах;

n - частота вращения насоса, выраженная в оборотах в минуту.

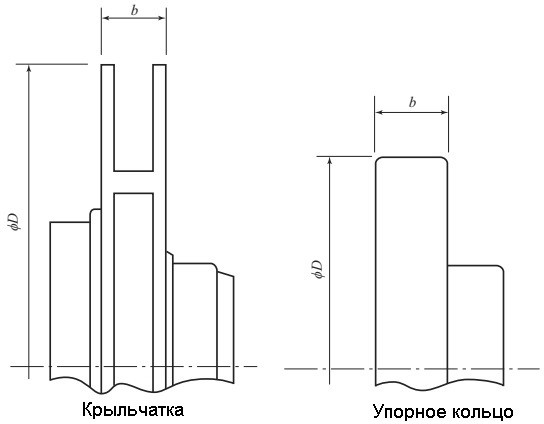
Величина дисбаланса сW/n выражается только в единицах системы USC. В международных стандартах, дисбаланс выражается в классах балансировки по [22] (ГОСТ ИСО 1940-1). Каждая из оценок качества баланса ИСО охватывает определенный диапазон дисбалансов. Каждому классу балансировки ISO соответствует диапазон значений остаточного дисбаланса. Указанные в настоящем стандарте предельные значения дисбаланса в единицах USC соответствуют приблизительно середине диапазона значений остаточного дисбаланса по соответствующему классу ISO.

Современные балансировочные станки позволяют отбалансировать детали в их оправках до U=4W/n (в единицах USC) (номинально эквивалентно классу G1 по ГОСТ ИСО 1940-1), или даже с большей точностью, в зависимости от массы балансируемой детали, и проверить балансировку путем измерения остаточного дисбаланса. Однако эксцентриситет массы, эквивалентный остаточному дисбалансу меньше, чем U=8W/n (в единицах USC) (номинально эквивалентно классу G2.5 по ГОСТ ИСО 1940-1), настолько мал (например, U=4W/n дает e=0,000070 дюйма для узла со скоростью вращения 3600 об/мин), что его не

удастся повторить, если балансируемую сборочную единицу разобрать и опять собрать. Таким образом, значения дисбаланса ниже 8W/n (класс G2.5) нельзя получить повторно.

6.8.4.3 Балансировка деталей может быть в одной плоскости, если отношение D/b (см. рис. 8) равно 6,0 или больше.

# Подшипники и корпуса подшипников с технологическим охлаждением/смазкой

* + 1. Подшипники с технологическим охлаждением/смазкой должны быть прецизионного типа с механически обработанными сепараторами. Эти подшипники должны быть надежно зафиксированы в осевом и радиальном направлениях, чтобы избежать проворота относительно детали, на которой они установлены.
    2. Шероховатость поверхностей упорных подшипников скольжения не должна превышать 0,4 мкм Ra (16 микродюймов).
    3. Подшипниковые материалы, такие как карбид кремния с низкими коэффициентами теплового расширения, должны иметь радиальный зазор, рассчитанный на относительное тепловое расширение при максимальной и минимальной рабочей температуре, указанной в техническом паспорте насоса.

b – ширина; D – диаметр

Рисунок 8 —Размеры вращающихся компонентов для определения допустимости балансировки в одной плоскости

* + 1. Для компенсации теплового расширения и обеспечения упругого соединения монтажной поверхности подшипников скольжения должны использоваться компенсирущие кольца или аналогичные устройства для крепления подшипников.
    2. Стандартно, подшипники должны иметь канавку (канавки) для отвода тепла и

промывки от загрязнений.

* + 1. В насосах с одним радиальным подшипником не должен использоваться привод мощностью более 7,5 кВт (10 л. с.).
    2. Упорные подшипники должны быть рассчитаны на нагрузку в обоих направлениях и рассчитаны на непрерывную работу во всех установленных режимах, включая условия запуска и остановки согласно руководству по эксплуатации на насос. Все нагрузки должны определяться при минимальных и максимальных расчетных внутренних зазорах. Упорный подшипник должен выдержать полную осевую нагрузку в случае кратковременного изменения направления вращения ротора насоса.

П р и м е ч а н и е — Иногда гидравлически сбалансированные осевые нагрузки рассчитаны для одного направления вращения и только в кратковременных случаях пуска, остановки и опрокидывания, для обратного направления. Поэтому в некоторых конструкциях для обратного вращения обычно используются упорные подшипники меньшего размера.

* + 1. Смазка/охлаждение подшипников должна осуществляться перекачиваемой жидкостью или чистой жидкостью из внешнего источника. Использование внешней установки возможно после согласования с заказчиком (см. Приложение H).
    2. Корпуса подшипников для герметичных насосов должны иметь места для измерения вибрации, как указано в пунктах 6.9.9.1 - 6.9.9.3.
       1. Все корпуса подшипников должны иметь места для установки датчиков мониторинга вибрации, как показано на рисунке 6. Эти места должны подходить для точного позиционирования переносных датчиков вибрации с удлиненным стержнем датчика. Эти места на корпусе подшипников должны быть литыми или механически обработанными. Конусные гнезда для датчиков вибрации должны иметь номинальную глубину конуса 2 мм (0,080 дюйма) и угол конуса 120°.
* 6.9.9.2 Если оговорено договором, корпуса подшипников должны иметь специальные места с резьбой для установки стационарных датчиков вибрации в соответствии с [23]. Если монтажная часть датчиков с метрической резьбой, то она должна быть М8.
* 6.9.9.3 Для монтажа датчиков вибрации на магнитном креплении на корпусе подшипников должны быть предусмотрены плоские площадки диаметром не менее 25 мм (1 дюйм).

# Материалы

**6.10.1 Общие положения**

* 6.10.1.1 Заказчик должен указать требуемый класс материалов для деталей насоса. В таблице G.1 приведены общие рекомендации по использованию классов материалов в зависимости от назначения насоса. Альтернативные материалы, рекомендованные

поставщиком для конкретного применения, включая материалы, которые могут продлить срок службы деталей и улучшить рабочие характеристики насосов для конкретных условий эксплуатации, могут быть включены в техническое предложение и в окончательный опросный лист на насос.

* + - 1. Классы материалов всех основных деталей насоса, перечисленных в таблице Н.1, должны быть однозначно указаны в техническом предложении поставщика. Марки материалов должны соответствовать требованиям международных стандартов, в том числе национальным, по которым они изготавливаются. Примеры приведены в таблицах H.2 и H. Если необходимого международного стандарта материала не существует, разрешается использовать международно признанные национальные или другие стандарты. В случае их отсутствия, в техническом предложении поставщика должна быть приведена полная характеристика материала, включая его физические свойства, химический состав и требования к контрольным операциям и испытаниям.

П р и м е ч а н и е — Приложение G в настоящем стандарте отличается от приложения G в ISO 13709[24] как в отношении указанных компонентов, так и в отношении обозначения класса материала.

* + - 1. В техническом предложении поставщика насоса должны быть указаны материалы, из которых изготавливаются подвергающиеся воздействию перекачиваемой среды уплотнительные прокладки и кольца. Материалы уплотнительных колец круглого сечения и границы их применимости должны выбираться в соответствии с ГОСТ 32600 или [24].
      2. Материалы деталей насоса, к которым предъявляются требования в части их прочности или герметичности, обозначены в таблице Н.1 как материалы “полного соответствия” и должны полностью соответствовать всем требованиям нормативных документов на эти материалы. Для материалов всех остальных деталей (например, если коррозионная стойкость является первостепенной задачей), обязательным требованием является только соответствие их установленному химическому составу.
* 6.10.1.5 Поставщик насоса должен указать, требуются ли дополнительные испытания и проверки для подтверждения пригодности материалов для конкретного применения. Такие испытания и проверки должны быть перечислены в предложении. Заказчик должен определить, требуются ли дополнительные испытания и проверки материалов, особенно для деталей, которые заказчик считает критическими.

6.10.1.6 Если детали из аустенитной нержавеющей стали подвергаются воздействиям, которые могут способствовать межкристаллической коррозии, и изготовлены сваркой или отремонтированы сваркой или имеют наплавки или твердые покрытия, то они должны быть изготовлены из стабилизированных или низкоуглеродистых

марок сталей по ГОСТ 1050.

П р и м е ч а н и е— Наплавки или твердые покрытия, содержащие более 0,10 % углерода, повышают чувствительность к межкристаллической коррозии всех марок аустенитных нержавеющих сталей, в том числе низкоуглеродистых и стабилизированных, если при нанесении покрытия не применяется буферный слой, который нечувствителен к межкристаллической коррозии.

* 6.10.1.7 Поставщик должен предоставить сертификаты на материалы, которые включают результаты химического анализа и механические свойства контрольных образцов из тех же плавок и поковок, материалы из которых использованы для изготовления корпусов под давлением, рабочих колес и валов. Если заказчиком не требуется иное, ниппели трубопроводов, вспомогательные трубопроводные компоненты и болтовые соединения исключены из этого требования.
* 6.10.1.8 Заказчик должен указать все эрозионные и коррозионные вещества (включая их следы), присутствующие в перекачиваемых средах и в окружающей среде на месте эксплуатации, включая вещества, которые могут вызывать коррозионное растрескивание сталей под нагрузкой или воздействовать на эластомеры.

П р и м е ч а н и е 1 —Типичными веществами, представляющими опасность для эластомеров, являются: сероводород, амины, хлориды, бромиды, йодиды, цианиды, фториды, кислоты. Другие вещества, влияющие на выбор эластомера, включают: кетоны, этиленоксид, едкий натр, бензол и растворители.

П р и м е ч а н и е 2 —Если в перекачиваемой среде присутствуют хлориды с концентрацией выше 10 мг/кг (10 ppm), то нержавеющую сталь следует использовать с осторожностью.

* + - 1. Если используются сопрягаемые детали, например, шпильки и гайки, из аустенитной нержавеющей стали или из материалов с аналогичной высокой склонностью к затиранию, то они должны смазываться противозадирной пастой, совместимой с материалами насоса и перекачиваемой средой.

П р и м е ч а н и е — Примечание — Значение момента для обеспечения необходимой затяжки крепежа может значительно изменяться в зависимости от примененного типа смазки для резьбы.

* + - 1. Штампованные детали, такие как защитный экран, на которые приходится более 5% холодной обработки, должны выдерживать коррозионное растрескивание под напряжением.
* 6.10.1.11 Заказчик должен указать, соответствуют ли материалы с пониженной твердостью стандарту [25] или должен применяться [26].

П р и м е ч а н и е — [25] применим к объектам добычи нефти и газа и установкам по обогащению природного газа.

Стандарт [26] применяется для нефтеперерабатывающих производств, установок сжиженного природного газа и химических производств

Применение стандартов [25] или [26] состоит из двух составляющих. Во-первых, определяется потребность в специальных материалах и, во-вторых, выполняется выбор материалов. Отсюда следует, что по требованию заказчика должны быть поставлены материалы с пониженной твердостью.

* 6.10.1.11.1 Заказчик должен указать какое количество влажного сероводорода (H2S) может присутствовать при нормальных условиях эксплуатации, а также в условиях пуска, остановки, простоя, при сбоях в работе оборудования и в нестандартных условиях эксплуатации.

П р и м е ч а н и е — Во многих случаях, присутствие даже небольшой концентрации влажного сероводорода достаточно, чтобы потребовалось использовать материалы, стойкие к сульфидному коррозионному растрескиванию. Если известно, что присутствуют следы влажного сероводорода или что существует неопределенность в отношении возможной концентрации влажного сероводорода, заказчик должен оценить необходимость указания в опросных листах требования о применении материалов с пониженной твердостью.

* 6.10.1.11.2 Если требуется применение материалов с пониженной твердостью, должны выполняться требования пунктов 6.10.1.11.2.1-6.10.1.11.2.4.

Если требуется применение материалов с пониженной твердостью, и применяются металлические материалы, не рассматриваемые в стандартах [26] или [25], тогда они должны иметь предел текучести не выше 620 Н/мм**²** (90000 psi) и твердость не выше HRC 22. Сварные элементы должны пройти термическую обработку после сварки, чтобы все сварные швы и зоны термического воздействия соответствовали данным требованиям по пределу текучести и твердости.

Требованиям пункта 6.10.1.11 должны соответствовать, как минимум, следующие детали:

а) корпуса, работающие под давлением;

б) валы (включая гайки рабочих колес, соприкасающиеся с перекачиваемой средой, втулки, рубашка вала);

в) все резьбовые соединения, соприкасающиеся с перекачиваемой средой; 6.10.1.11.2.3 Сменные кольца щелевых уплотнений рабочих колес, которым

требуется объемная закалка до твердости выше HRC 22 для корректной эксплуатации насоса, не должны применяться, если требуется применение материалов с пониженной твердостью. Рабочие колеса могут быть поставлены с интегрированными щелевыми поверхностями с поверхностной закалкой или твердым покрытием, либо со сменными кольцами щелевых уплотнений с поверхностной закалкой или твердым покрытием.

6.10.1.11.2.4 Детали, контактирующие с перекачиваемой средой и подлежащие сварке, включая машинную обработку и прихватку (например, съемные уплотнительные кольца), при необходимости, должны быть подвержены отпуску, с тем чтобы как сварные швы, так и зоны термического воздействия соответствовали требованиям настоящего пункта к пределу текучести и твердости.

* + - 1. Не допустимо использовать сталь, изготовленную с грубым аустенитным

размером зерна (например, ASTM A515). Должны использоваться только полностью закаленные или нормализованные стали, мелкозернистые согласно ГОСТ 5639.

* + - 1. Если разнородные металлы с существенно отличающимися электрохимическими потенциалами контактируют в присутствии раствора электролита, могут возникнуть гальванические пары, что приводит к серьезной коррозии менее благородного металла в паре. Поставщик должен выбирать материалы для исключения условий возникновения электрохимической коррозии. Если такие условия невозможно избежать, тогда заказчик и поставщик должны согласовать выбор материалов, а также необходимые меры предосторожности.

П р и м е ч а н и е — Справочник инженеров по коррозии NACE, как один из возможных источников справочной информации по выбору материалов в таких ситуациях.

* 6.10.1.14 Медь или медные сплавы не должны использоваться для деталей насосов или вспомогательных устройств, контактирующих с перекачиваемыми жидкостями. Исключение составляют никель-медный сплав (UNS N04400), подшипниковый баббит и нержавеющие стали с дисперсионным отвердением.

# Отливки

* + - 1. Поверхности отливок должны очищаться для проведения их визуального контроля по [27]. Очистка может производиться с помощью пескоструйной, дробеструйной или химической обработки, а также любым другим стандартным методом. Заусенцы, остатки литников и литейных прибылей должны удаляться.
      2. Использование жеребеек в отливках, предназначенных для работы под давлением, должно быть сведено к минимуму. Жеребейки должны быть чистыми и свободными от коррозии (разрешается нанесение гальванического покрытия), а по составу совместимы с материалом отливки. Жеребейки не должны использоваться при отливке рабочих колес.
      3. Запрещается ремонтировать чугунные отливки работающих под давлением деталей, а также отливки рабочих колес путем сварки, наплавления, проковки, вставкой пробок или пропиткой, за исключением стальных отливок из свариваемых марок стали которые могут быть отремонтированы методом сварки или наплавки в соответствии с 6.10.3.
      4. Не допускается ремонтировать отливки с помощью таких методов, как заливка, заварка или заделка, чтобы в результате образовывались изолированные пустоты внутри тела отливки.
* 6.10.2.5 Если оговорено договором и в случае проведения ремонта отливок на предприятии поставщика, ремонтные процедуры, включая карты сварки (заварки, наплавки

и т.п.), должны быть согласованы с заказчиком. Данное пожелание заказчика должно быть отражено в договоре до начала проведения ремонтных мероприятий. Производимый на стадии изготовления отливок ремонт должен контролироваться на основе нормативных документов на них.

6.10.2.6 Работающие под давлением детали из углеродистой стали должны проходить процедуру нормализации и отпуска или закалки и отпуска.

# Сварка

* + - 1. Сварка и ремонт сваркой должны проводиться в соответствии с требованиями, указанными в таблице 7. Применение других операций допускается с одобрения заказчика. Для справок можно использовать контрольный список для проверки сварки и материалов, приведенный в Приложении K.

Таблица 7 — Требования к сварке

|  |  |
| --- | --- |
| Требование | Применяемые требования или стандарты |
| Квалификация сварщика/оператора | ASME BPVC IX или ИСО 9606 (все части), или национальные стандарты государств, принявших настоящий стандарт (например, в Российской Федерации это ГОСТ Р 53687, ГОСТ Р 53688, ГОСТ Р 53690,  ГОСТ Р 54006) |
| Квалификация процедуры сварки | Технические спецификации к материалам. Если процедуры сварки в них не указаны, то применяется ИСО 15609 (все части), ASME BPVC IX или ANSI/ASME B31.3  ГОСТ Р ИСО 15609 (все части) |
| Сварка конструкций не  подвергающихся давлению, таких как опорные плиты или опоры | ИСО 10721-2 |
| Проверка кромки листов с использованием магнитнопорошковой или  капиллярной дефектоскопии | ASME BPVC VIII, раздел 1, UG-93(d)(34) или ГОСТ 21105, ГОСТ 18442 |

Продолжение таблицы 7

|  |  |
| --- | --- |
| Требование | Применяемые требования или стандарты |
| Термообработка сварных соединений после сварки | Применимая спецификация материала, EN 13445-4, ASME BPVC VIII, Раздел 1, UW 40 или ANSI/ASME  B31.3 |
| Термообработка сварных соединений корпусов после сварки | Применимая спецификация материала, EN 13445-4 или ASME BPVC VIII, Раздел I |
| П р и м е ч а н и е – В рамках донного стандарта AWS D1.1/D1.1M эквивалентно ИСО 10721-2 | |

* + - 1. Поставщик несет ответственность за выполнение надлежащей термообработки и неразрушающий контроль всех сварных швов, чтобы обеспечить их соответствие требованиям применяемых квалификационных процедур (см. 6.10.3.1 и 8.2.2.3).
      2. Корпуса, работающие под давлением, изготовленные из материалов, обработанных прокатом, или из комбинации литых и прокатанных материалов, должны соответствовать требованиям, указанным в пунктах 6.10.3.3.1 - 6.10.3.3.4.

П р и м е ч а н и е — Эти требования не распространяются на патрубки корпусов и вспомогательные соединения (см. 6.10.3.4).

* + - * 1. Кромки листов должны проверяться с использованием магнитопорошковых или капиллярных методов неразрушающего контроля, как указано в [29], UG-93(d)(3) или ГОСТ 21105, ГОСТ 18442.
        2. Доступные поверхности сварных швов должны проверяться с использованием магнитно-порошковой или капиллярной дефектоскопии, после очистки, и затем повторно после термообработки сварных соединений или, для аустенитных сталей, после аустенизирующего отжига.
        3. Сварные швы, работающие под давлением, включая сварные швы горизонтальных и вертикальных фланцев корпуса и узлов корпуса двигателя/ротора или защитных оболочек должны быть с полным проплавлением.
        4. Если для сохранения герметичности насоса в процессе его эксплуатации требуется обеспечение стабильности размеров сварной корпусной детали, то термообработка сварных соединений должна быть проведена независимо от их толщины.
      1. Сварные соединения с корпусами, работающими под давлением, должны соответствовать требованиям пунктов 6.10.3.4.1 - 6.10.3.4.5.
         1. Присоединение всасывающих и нагнетательных патрубков должно осуществляться сварными швами с полным проплавлением, с применением воротниковых

(приварных встык) фланцев. Не допускается применение сварных соединений для разнородных металлов.

* + - * 1. Привариваемые к корпусам из легированной стали вспомогательные трубопроводы должны изготавливаться или из стали с такими же свойствами, как и материал корпусов, или из низкоуглеродистой аустенитной нержавеющей стали. Другие материалы, совместимые с материалами корпуса и условиями эксплуатации, могут быть использованы после согласования с заказчиком.
        2. Термическая обработка сварных соединений, если она требуется, должна проводиться после окончания сварки всех швов, включая сварные швы вспомогательных трубопроводов.
* 6.10.3.4.4 Если оговорено договором, конструкции сварных соединений должны направляться на утверждение заказчику перед их изготовлением. Чертежи должны содержать информацию по конструкции, размерам и материалам сварных соединений, а также о термообработке до и после сварки.
* 6.10.3.4.5 Сварные швы всасывающих и нагнетательных патрубков должны проверяться с использованием магнитопорошковой или капиллярной дефектоскопии после вырубки корня шва и зачистки, а также еще раз после термообработки сварных соединений или, в случае аустенитных нержавеющих сталей, после аустенизирующего отжига. Заказчик должен отдельно оговаривать проведение следующих дополнительных проверок: а) магнитопорошковой или капиллярной дефектоскопии сварных швов

вспомогательных соединений;

б) ультразвуковой или радиографической дефектоскопии любых сварных швов корпуса.

# 6.10.4 Эксплуатация при низких температурах

* 6.10.4.1 Заказчик должен указать минимальную расчетную температуру металла и действующее давление, для определения требований к испытаниям материалов на ударную вязкость.

П р и м е ч а н и е — Обычно в качестве минимальной расчетной температуры металла принимается минимальная возможная температура окружающей среды или минимальная возможная температура перекачиваемой жидкости, в зависимости от того, какое из этих значений ниже. Однако заказчик может установить минимальную расчетную температуру металла на основе особых свойств перекачиваемой жидкости, например, с учетом явления авто-охлаждения при падении давления.

6.10.4.2 Во избежание хрупких разрушений, конструкционные материалы насоса для эксплуатации при низких температурах должны соответствовать минимальной расчетной температуре металла в соответствии с установленными требованиями. Заказчик и поставщик должны согласовать все необходимые меры предосторожности, с учетом

условий эксплуатации, технического обслуживания, транспортировки, монтажа, ввода в эксплуатацию и испытаний.

Возможность применения конструкционных материалов насоса при температурах ниже точки хрупкого перехода металла зависит от способа изготовления материала, методов обработки и процедур сварки (если используются). Опубликованные в международно признанных стандартах на металлические материалы, таких как ASME BPVC и ANSI, расчетные данные по предельно допустимым нагрузкам основаны на минимальных значениях прочности при растяжении. Некоторые стандарты не делают разницы между кипящими, полуспокойными и спокойными сталями, а также между сталями с крупно- и мелкозернистой микроструктурой. В связи с этим, поставщик должен проявлять особую осторожность при выборе марок, методов изготовления и процедур сварки материалов для деталей, предназначенных для эксплуатации при температуре от минус 29 °C (минус 20 °F) до 40 °C (100 °F).

* 6.10.4.3 Заказчик должен указать, если испытания материала на ударную вязкость должны выполняться по по [29], по ГОСТ 9454, или по национальным стандартам государств, принявших настоящий стандарт (например, в Российской Федерации есть стандарт ГОСТ Р 148-1).

6.10.4.4 Основная толщина образца металла, используемого для испытаний на ударную вязкость, должна быть больше, чем:

а) номинальная толщина наибольшего стыкового сварного соединения;

б) наибольшая номинальная толщина деталей, работающих под давлением, исключая:

1. опорные детали конструкции, например, лапы или кронштейны;
2. детали увеличенной толщины, необходимые для обеспечения жесткости ротора и уменьшения прогиба вала;
3. детали конструкции, необходимые для крепления или присоединения рубашек охлаждения.

в) одна четвертая от номинальной толщины фланцев (соединений корпуса), с учетом того, что мембранные напряжения не являются доминирующими.

* 6.10.4.5 Если требуются испытания материала на ударную вязкость по [28], то должны применяться требования 6.10.4.5.1 и 6.10.4.5.2.
  + - * 1. Все стали для деталей, работающих под давлением, для которых указана минимальная рабочая температура металла (6.10.4.1) ниже температуры минус 29 °C (минус 20 °F), должны пройти испытания на ударную вязкость по Шарпи с V-образным надрезом, как для металла основы, так и для сварных соединений, если только испытания

для них не требуются согласно [28].

* + - * 1. Детали, работающие под давлением, из углеродистых и низколегированных сталей, для которых указана минимальная рабочая температура в диапазоне от минус 29 °C (минус 20 °F) до плюс 40 °C (плюс 100 °F), должны подвергаться испытаниям на ударную вязкость в соответствии с 6.10.4.5.2.1 и 6.10.4.5.2.2.

Не испытываются детали с основной толщиной (6.10.4.4) 25 мм (1 дюйм) и менее.

Для деталей с основной толщиной (6.10.4.4) более 25 мм (1 дюйм) испытания на ударную вязкость проводятся по [28]. Минимальная расчетная рабочая температура металла без испытаний на ударную вязкость может быть уменьшена, как указано на рисунке [28]. Если материалы не являются исключением из вышеуказанных требований, результаты их испытаний на ударную вязкость по Шарпи с V-образным надрезом должны отвечать минимальным требованиям по энергии удара согласно [28].

# Таблички и стрелки направления вращения

* + 1. Паспортная табличка должна быть надежно закреплена в доступном для обзора месте на насосе, агрегате или других основных комплектующих.
    2. На паспортную табличку должна быть нанесена следующая информация (единицы измерения должны соответствовать использованным в опросных листах единицам):

а) номер технологической позиции заказчика; б) обозначение модели насоса и его типоразмер; в) серийный номер насоса;

г) номинальная подача; д) номинальный напор;

е) давление гидравлических испытаний корпуса; ж) частота вращения;

з) максимальное допустимое рабочее давление (MAWP);

и) значение температуры, принятое для определения максимального допустимого рабочего давления MAWP**.**

П р и м е ч а н и е — Дополнительные требования к данным на паспортной табличке приведены в

9.1.1.9 (насос с магнитной муфтой) и 9.2.5 (насосы с экранированным электродвигателем).

* + 1. В дополнение к нанесенным на паспортную табличку сведениям, на корпус насоса должен наноситься его серийный номер. Метод нанесения номера должен обеспечивать его нестираемость.
    2. Стрелки, показывающие направление вращения, должны быть отлиты на

корпусе каждой основной вращающейся единицы насосного агрегата или прикреплены к ней на видном месте.

* + 1. Таблички и указатели направления вращения (при наличии) должны быть изготовлены из аустенитной нержавеющей стали или медно-никелевого сплава (UNS N04400 или его эквивалент). Крепежные болты или заклепки должны быть из того же материала, из которого изготовлена табличка или указатель направления вращения. Запрещается приваривать таблички и указатели направления вращения к корпусу.
    2. Для вертикальных насосов, если входной и напорный патрубки имеют одинаковые размеры, направление потока должно быть четко обозначено на корпусе.

# 7 Вспомогательное оборудование насосных агрегатов

# Приводы

# Общие положения

* + - 1. Мощность привода должна выбираться в соответствии с указанными в опросных листах максимальными значениями рабочих параметров насоса, с учетом всех потерь. Привод должен соответствовать всем условиям эксплуатации на площадке заказчика.
      2. Мощность привода должна выбираться с учетом указанных в опросных листах возможных изменений параметров технологического процесса, таких как давление, температура, свойства перекачиваемой жидкости, а также режимов пуска оборудования на площадке заказчика.
      3. Привод должен запускаться в требуемых условиях, а способ запуска должен быть согласован заказчиком и продавцом. Пусковой момент привода должен быть больше статического момента планируемой проектрной нагрузки на валу.

# Электродвигатели

П р и м е ч а н и е — Требования к двигателям, приведенные в этом разделе, применимы как к насосам с экранированным электродвигателем, так и к насосам с магнитной муфтой. Дополнительные требования к насосам с экранированным электродвигателем см. в разделе 9.2.2.

* + - 1. Указанная на табличке привода номинальная мощность (без учета запаса, если он также приведен на табличке) должна быть не менее указанной в таблице 8 в процентах от номинальной мощности насоса, а также не должна быть ниже максимальной потребляемой мощности насоса во всем допускаемом диапазоне подач. Если данное требование приводит к необоснованному увеличению мощности привода, то по согласованию с заказчиком допускается применение привода с меньшей мощностью.
      2. Двигатели должны быть рассчитаны на нормальную работу с номинальной нагрузкой и напряжением при изменении частоты до 5% от номинального значения в большую или меньшую сторону.
      3. Двигатели должны быть рассчитаны на нормальную работу при номинальной нагрузке с переменными значениями напряжения и частоты до 10% выше или ниже номинальных значений, при условии, что изменение частоты не превышает 5%.

Таблица 8 — Номинальная мощность для приводов двигателей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номинальная мощность привода | | Мощность привода в процентах от номинальной  мощности насоса |
| кВт | л. с. | % |
| меньше 22 | меньше 30 | 125 |
| 22 - 55 | 30 - 75 | 115 |
| больше 55 | больше 75 | 110 |

* + - 1. Электродвигатель должен быть способен разогнать насос до номинальной частоты вращения ротора при падении напряжения до 80% от номинального значения, при закрытой задвижке на нагнетании.
      2. Для двигателей с регулируемой частотой вращения поставщик должен убедиться, что характеристики привода полностью соответствуют всем требованиям, таким как охлаждение двигателя, формы сигналов питания/гармоники, механическая целостность ротора и наличие крутящего момента требуемого для указанных условий запуска и эксплуатации.
      3. Для двигателей с регулируемой частотой вращения поставщик должен определить и поставить на вход или выход линейный реактор, который может потребоваться для обеспечения надежной работы насоса и системы электропитания, к которой он будет подключен, при любых условиях эксплуатации.

# Муфты и защитные кожухи

Требования к муфтам и защитным кожухам применимые только к герметичным насосам с магнитной муфтой приведены в разделе 9.1.

# Опорные плиты и опорные рамы

Данные требования, не распространяются на опорные рамы или опорные плиты для насосов с экранированным электродвигателем. Требования к опорной плите, в насосах с магнитной муфтой, приведены в разделе 9.1.5.3.

П р и м е ч а н и е — Жесткая опорная плита не требуется для насосов с экранированным электродвигателем, поскольку несоосность привода и насоса не является проблемой.

# Средства управления и контрольно-измерительные приборы

* + 1. **Общие положения**
       1. Контрольно-измерительные приборы и их установка должны соответствовать требованиям стандарта [30] или опросным листам заказчика.

П р и м е ч а н и е — Для целей этого пункта [31] эквивалентен стандарту [30].

* + - 1. Все трубопроводы, поддоны, бронированные кабели и опоры должны быть спроектированы и установлены таким образом, чтобы их можно было легко снимать без повреждений и располагаться так, чтобы не мешать демонтажу подшипников или внутренних частей насоса.
* 7.4.1.3 Если указано, должен быть предусмотрен механический, гидравлический или электрический датчик вибрации подшипников или датчик перемещения вала, по показаниям которого определяют радиальный и/или осевой износ подшипников.

# Защитное оборудование КИП

* + - 1. Должны быть предусмотрены средства защиты/контроля по следующим параметрам:

а) контроль мощности насоса или контроль производительности для обнаружения работы насоса за пределами допустимого рабочего диапазона или срыва муфты;

б) мониторинг утечки во вторичной защитной оболочке /контрольной зоне для обнаружения протечки защитной оболочки или вкладыша статора;

в) контроль температуры защитного экрана или вкладыша статора.

П р и м е ч а н и е — Приложение J (см. 6.7.2) содержит алгоритм выбора на основе опасности измерительных приборов/средств контроля систем вторичной защитной оболочки.

* 7.4.2.2 Если указано, мощность насоса должна контролироваться с помощью предоставленного заказчиком устройства в пусковом/распределительном устройстве заказчика. Поставщик должен указать нормальные и рекомендуемые условия аварийной сигнализации и отключения.

П р и м е ч а н и е — Настройка параметров сигнализации и отключения обычно выполняется на основе результатов измерений при вводе в эксплуатацию в реальных условиях.

* + - 1. Если указано, утечки во вторичный корпус давления должны контролироваться с помощью соответствующих приборов, установленных и расположенных в соответствии с Приложением L, отвечающих следующим требованиям:

а) Для перекачиваемой жидкости с относительно низким давлением паров (утечка увеличивается при атмосферном давлении и температуре), оптический или ультразвуковой датчик протечки жидкости должен располагаться в зоне сбора в нижней точке вторичного корпуса давления.

б) Для перекачиваемой жидкости с относительно высоким давлением паров (утечки нет при атмосферном давлении и температуре) датчик давления должен быть расположен во вторичном корпусе давления. Устройство ограничения утечки на вторичном валу должно использоваться для создания противодавления для приведения в действие датчика давления.

* + - 1. Все приборы, установленные во вторичном корпусе давления, должны быть рассчитаны на максимальное расчетное давление и температуру.

# Трубопроводы и дополнительные устройства

* + 1. Трубная обвязка вспомогательных систем насосных агрегатов должна соответствовать [30].

П р и м е ч а н и е — Для целей этого пункта стандарт [31] эквивалентен стандарту [30].

* + 1. Расположение трубопроводов должно соответствовать рисункам H.1 - H.4 H, в зависимости от условий эксплуатации.
    2. Трубная обвязка в пределах насосного агрегата должна быть полностью смонтированной поставщиком. Если данное требование вызывает трудности при транспортировке и погрузке-разгрузке, то, с одобрения заказчика, допускаются другие варианты поставки.
* 7.5.4 Заказчик должен указать, необходимо ли нанести на крепеж фланцевых болтовых соединений защитное покрытие (например, покрытие из фторопласта, или гальваническое покрытие по [32]), или покраску.
  + 1. Все детали вспомогательных трубопроводов должны иметь характеристику температура-давление, как минимум, соответствующую максимальному допустимому рабочему давлению (MAWP) корпуса насоса. В любом случае, их рабочее давление должно быть не меньше PN50 по ISO 7005 [12, 15] (ASME Class 300) при температуре окружающей среды.
    2. Материалы вспомогательных трубопроводов и их деталей, подвергаемых воздействию перекачиваемой среды, должны обладать стойкостью к коррозии/эрозии такой же или выше, чем у материалов корпуса насоса. В любом случае, все детали вспомогательных трубопроводов должны быть из стали.
* 7.5.7 Диаметр отверстий дроссельных шайб должен быть не менее 3 мм (0,12 дюйма). Диаметр дроссельного отверстия должен быть проштампован на дроссельной шайбе. Требования к маркировке и идентификации дроссельных шайб определяются заказчиком.

# Специальные инструменты

* + 1. Если для монтажа, демонтажа, или технического обслуживания насосного агрегата требуются специальные инструменты и приспособления, то они должны быть включены в заказ и поставляться как часть поставки оборудования. При поставке партии однотипных насосных агрегатов, требования к количеству специальных инструментов и приспособлений должны согласовываться между поставщиком и заказчиком. Эти же или аналогичные специальные инструменты должны использоваться в процессе заводской сборки и разборки насосов для обследования после испытаний.
    2. Если поставляются, специальные инструменты должны быть упакованы в отдельные прочные металлические ящики и должны иметь маркировку «Специальные инструменты для (технологическая позиция / номер насоса)». На каждом инструменте должен быть штамп или бирка, с указанием назначения инструмента.

# 8 Контроль, испытания и подготовка к отгрузке

# Общие положения

* 8.1.1 Заказчик должен указать степень своего участия в контрольных операциях и испытаниях.
  + - 1. Если контроль и испытания на предприятии-изготовителе оговорены договором, то заказчик и поставщик должны согласовать график инспекционных визитов для участия в контрольных операциях.
      2. Предварительные планируемые даты проведения испытаний должны сообщаться заказчику не менее чем за 30 дней до их наступления и окончательно подтверждаться после их согласования заказчиком. Если не оговорен иной порядок, поставщик должен известить заказчика о фактической дате проведения испытаний в присутствии заказчика не менее чем за пять рабочих дней.

П р и м е ч а н и е 1 — Поставщику нужно учитывать, что требование об извещении заказчика за пять рабочих дней до начала испытаний может вызвать потребность в демонтаже насоса со стенда на период между внутренними предварительными испытаниями и испытаниями с участием заказчика в случае высокой загрузки стендового оборудования испытаниями других насосов, что особенно характерно для небольших насосов.

П р и м е ч а н и е 2 — Все контрольные операции и испытания в присутствии заказчика являются контрольными точками, без прохождения которых невозможно дальнейшее производство контролируемых изделий.

* 8.1.1.3 Если оговорено договором, механические и параметрические испытания в присутствии заказчика должны проводиться после его письменного уведомления об успешности внутренних предварительных испытаний. При наличии у поставщика потребности в освобождении стенда на период между испытаниями, он должен получить подтверждение от заказчика о возможности демонтажа насоса с испытательного стенда на этот период.

П р и м е ч а н и е — Многие заказчики предпочитают не проводить предварительные внутренние испытания перед испытаниями в своем присутствии, чтобы лучше понять любые возможные проблемы насоса, которые могут быть выявлены при испытаниях. В таких случаях, заказчик должен заранее сообщить об этом требовании поставщику.

* + 1. Поставщик должен сообщить субпоставщикам о требованиях, предъявляемых заказчиком к контрольным операциям и испытаниям.
    2. После предварительного извещения поставщика, представителю заказчика должен быть предоставлен доступ на все предприятия поставщика и его субпоставщиков, где изготавливается, испытывается или проверяется оборудование. Уровень доступа определяется по согласованию.
    3. Оборудование, материалы и стенды для оговоренных контрольных операций и испытаний должны обеспечиваться поставщиком.
    4. Представитель заказчика должен иметь доступ к используемой поставщиком программе обеспечения качества для ознакомления с ней.
* 8.1.6 Если оговорено договором, представитель заказчика или представитель поставщика, или обе стороны должны подтвердить соответствие насоса контрольной ведомости инспектора по согласованной форме, а именно: подписать её, проставить дату, и предоставить заказчику перед отгрузкой. Пример ведомости приведен в приложении K.

# Контроль

* + 1. **Общие положения**
* 8.2.1.1 Поставщик должен хранить данные о поставленных насосах не менее 20 лет. К таким данным относятся:

а) обязательные или оговоренные договором сертификаты на материалы, такие как отчеты об их контроле на предприятии-изготовителе;

б) данные и результаты испытаний по контролю выполнения требований, установленных в технических условиях;

в) результаты инспекций и испытаний по контролю качества; г) данные о капитальном ремонте;

д) техническое обслуживание окончательной сборки и рабочие зазоры;

е) другие данные, установленные заказчиком или требуемые в соответствии с действующими нормами и правилами.

8.2.1.2 Детали, работающие под давлением, не должны быть окрашены пока не завершены оговоренные договором инспекционный контроль и испытания.

* 8.2.1.3 В дополнение к требованиям пункта 6.10.1.5 и спецификации материалов ASTM, заказчик может указать дополнительно:

а) детали, поверхность и подповерхностный слой которых должны проверяться;

б) тип требуемого контроля, например, магнитно-порошковый, капиллярный, радиографический или ультразвуковой контроль.

* 8.2.1.4 Если оговорено договором, критические детали корпусов, работающих под давлением, изготовленные из легированных материалов, подлежат контролю химического состава материала (PMI) с использованием согласованных методов контроля, измерительной аппаратуры и стандартов. Заказчики и поставщик должны согласовать перечень проверяемых деталей, методы контроля и критерии приемки. Следует использовать только количественные методы контроля. Сертификаты изготовителя материала, сертификаты на химический состав, маркировка на деталях не рассматриваются

в качестве замены PMI.

П р и м е ч а н и е — PMI не позволяет различать многие марки углеродистых сталей.

# Контроль заготовок корпусов, работающих под давлением

* + - 1. Если заказчиком не требуется иное, заготовки корпусов, работающих под давлением, должны контролироваться в соответствии с требованиями таблицы 9.

П р и м е ч а н и е — Несмотря на то, что конструкция насоса предполагает соответствие указанным в опросном листе требованиям по давлению и температуре, а его корпус прошел гидравлические испытания в соответствии с требованиями настоящего стандарта, это не всегда гарантирует соответствие заготовок корпуса всем требованиям по качеству и функциональной пригодности. На качество отливки корпуса могут повлиять значительные отклонения в технологии её изготовления и обработки.

Многие стандарты на заготовки, такие как ASTM, содержат только минимальные требования к самим заготовкам, но отливки могут подвергаться на участках усадке, газовой пористости, горячим разрывам, включениям песка, неправильному ремонту сварных швов и т.д. Но качество отливок определяется также такими аспектами, как усадка, газовая пористость, трещины, песчаные раковины, дефекты при ремонте сваркой, и т.д. Кроме того, некоторые материалы проявляют склонность к растрескиванию на границе зерен, либо возникновению трещин, распространяющихся от областей концентрации рабочих напряжений, вызываемых нагревом, давлением, вибрацией трубопроводов и возникающими в них напряжениями.

* + - 1. Последовательность проверок согласно таблице 9 должна быть следующей:

а) VI/MT/PT контроль выполняется после окончательной термообработки и предварительной (черновой) механической обработки. После черновой механической обработки дополнительное количество материала остается в зонах, где требуется доведение до окончательных размеров и допусков. Толщина удаляемого материала не должна превышать 1 мм (0,040 дюйма) или 5 % от минимально допустимой толщины стенки, в зависимости от того, что меньше.

б) RT/UT отливок должен выполняться после окончательной термической, но не обязательно после окончательной механической обработки при условии, что толщина находится в пределах 20% от конечной толщины. В любом случае, радиографический индикатор чувствительности (например, пенетрат) должен выбираться с учетом конечной толщины.

в) RT и UT контроль сварных швов, а также UT контроль деталей из поковок и проката должен выполняться после окончательной термообработки. UT контроль деталей из поковок и проката должен выполняться до любой механической обработки (например, выполненгие шпоночных пазов, просверлевание отверстий и т.д.), которая может повлиять на результаты ультразвукового контроля.

Таблица 9 — Требования к методам контроля заготовок и сварных швов корпусов, работающих под давлением

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип детали | Требования в зависимости от класса контроля | | |
| I  Минимальные | II  > 80 % MAWP или > 200 °C (390 °F) | III  < 0.5 относительная плотность, или  > 200 °C (390 °F) и  < 0.7 относительная плотность, или  > 260 °C (500 °F), или  при особо опасных условиях |
| Корпуса (литые) | VI | VI, MT или PT критических зон | VI, MT или PT критических зон, RT или  UT критических зон |
| Корпуса (обработка давлением) | VI | VI, MT или PT критических зон | VI, MT или PT  критических зон, UT критических зон |
| Сварной шов патрубка к корпусу | VI, MT или PT (100 %) | VI, MT или PT (100 %) | VI, MT или PT (100 %), RT (100 %) |
| Сварные швы вспомогательных  соединений корпуса | VI | VI, MT или PT | VI, MT или PT (100 %) |
| Внутренние детали | VI | VI | VI |
| Вспомогательные технологические трубопроводы: сварка  гнездовая | VI | VI, MT или PT (100 %) | VI, MT или PT (100 %) |
| Вспомогательные технологические трубопроводы: сварка  встык | VI, RT (5 %) | VI, MT или PT (100 %), RT (5 %) | VI, MT или PT (100 %), RT (10 %) |
| Определения:  VI = Визуальный контроль;  MT = Магнитопорошковая дефектоскопия; PT = Капиллярная дефектоскопия;  RT = Радиографическая дефектоскопия;  UT = Ультразвуковая дефектоскопия. | | | |

П р и м е ч а н и е 1 — Под корпусами подразумеваются заготовки для изготовления работающего под давлением корпуса, (т.е. сам корпус и другие части, например, патрубки, фланцы и прочие присоединения к корпусу). «Критические зоны» — это зоны в районе входных и выходных патрубков, а также перепады толщин стенок корпуса. Поставщик должен представить на согласование заказчика перечень критических зон для проверки методами MT/PT/RT/UT.

“Особо опасные условия” учитываются, при указании на них заказчиком.

П р и м е ч а н и е 2 — Из-за сложной геометрии и переменной толщины, сваренные встык вспомогательные соединения корпуса не подлежат радиографическому контролю.

* + - 1. Если заказчиком не требуется иное, методы контроля и критерии приемки должны соответствовать таблице 10, согласно требованиям спецификации материалов. Альтернативные методы и стандарты контроля могут быть предложены изготовителем или указаны заказчиком.

Таблица 10 — Стандарты для контроля заготовок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип контроля | Метод / стандарт | Критерий приемки | |
| для сварного изделия | для отливки |
| Радиографический | ASME BPVC,  Секция V, Пункты 2 и 22, или  ГОСТ 7512 | ASME BPVC, Секция VIII,  Раздел 1, UW-51 (для 100% радиографии) и UW-52 (для выборочной радиографии),  или по ГОСТ 7512 | ASME BPVC, Секция VIII, Раздел 1, Приложение 7, или по ГОСТ 7512 |
| Ультразвуковой | ASME BPVC,  Секция V, Пункты 5 и 23, или  ГОСТ 14782 | ASME BPVC, Секция VIII,  Раздел 1, Приложение 12, или  по ГОСТ 14782 | ASME BPVC, Секция VIII, Раздел 1, Приложение 7, или по  ГОСТ 14782 |
| Капиллярный | ASME BPVC,  Секция V, Пункты 6 и 24, или  ГОСТ 18442 | ASME BPVC, Секция VIII,  Раздел 1, Приложение 8, или  по ГОСТ 18442 | ASME BPVC, Секция VIII, Раздел 1, Приложение 7, или по  ГОСТ 18442 |
| Магнитно- порошковый | ASME BPVC,  Секция V, Пункты 7 и 25, или  ГОСТ 21105 | ASME BPVC, Секция VIII,  Раздел 1, Приложение 6, или  по ГОСТ 21105 | ASME BPVC, Секция VIII, Раздел 1, Приложение 7, или по  ГОСТ 21105 |
| Визуальный  (все поверхности) | ASME BPVC,  Секция V, Пункт 9 | Спецификация материала и процедура изготовителя материала, или процедура, согласованная между  поставщиком и заказчиком | MSS SP-55 |

* + - 1. Если радиографический контроль невозможен из-за конфигурации отливки, допускается заменить радиографический контроль ультразвуковым.
* 8.2.2.5 Если заказчик требует проведения дополнительного контроля методами радиографической, ультразвуковой, магнитопорошковой или капиллярной дефектоскопии сварных швов или заготовок, методы и критерии приемки должны также соответствовать стандартам, указанным в таблице 10. Альтернативные стандарты могут быть предложены продавцом или указаны заказчиком. Рекомендуемая форма опросного листа на насос, в которой имеется возможность указания дополнительных методов неразрушающего контроля заготовок и сварных швов приведена в приложении K.

# Механический контроль

* 8.2.3.1 Если оговорено договором, заказчик может проверить перед сборкой насоса чистоту комплектующих, а также трубной обвязки и принадлежностей, подготовленных поставщиком для сборки.
* 8.2.3.2 Если оговорено договором, твердость всех деталей, сварных швов и термообработанных зон должна быть проверена на соответствие критериям приемки. Методы и объем испытаний на твердость, документация, а также присутствие заказчика при проведении испытаний должны быть согласованы между заказчиком и поставщиком.

# Испытания

* + 1. **Общие положения**
* 8.3.1.1 Если оговорено договором, как минимум за шесть недель до проведения первого планового стендового испытания, поставщик должен направить на рассмотрение заказчика подробные описания программ и методик всех основных испытаний, а также дополнительных испытаний (8.3.4). Программы и методики испытаний должны указывать фактические погрешности измерения для всех измеряемых параметров, используемых для определения подачи, напора и мощности, а также критерии приемки.

8.3.1.2 Стендовые испытания насоса на рабочие характеристики и кавитационный запас должны проводиться с использованием методов и требований к точности измерений по классу 1 согласно [33] (ГОСТ 6134), [34] (для центробежных насосов). Допуски на параметры должны соответствовать таблице 11. Результаты стендовых испытаний должны быть оформлены в соответствии с пунктом 8.3.3.3.2.

# Гидравлические испытания

* + - 1. Целью гидравлических испытаний корпусов центробежных насосов является подтверждение, что конструкция и качество изготовления всех деталей и соединений насоса, работающих под давлением, обеспечивают сохранение герметичности во всем диапазоне условий эксплуатации, указанном в опросном листе на насос – от номинальных

до максимально допустимых.

* + - 1. Все детали и узлы корпусов, работающих под давлением, включая вторичный корпус (корпуса) давления согласно пунктам 3.51 и 3.73, должны проходить гидравлические испытания в сборе. Испытания должны проводиться при давлении испытательной жидкости, превышающем предельное допустимое рабочее давление (MAWP) не менее чем в полтора раза.

П р и м е ч а н и е — Для некоторых вторичных корпусов насосов с экранированным электродвигателем может потребоваться испытание давлением с использованием сухого газа.

Таблица 11 — Допуски при параметрических стендовых испытаниях

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Допуск для номинальной точки, % | Допуск для точки при нулевой подаче, % |
| Номинальный напор: |  |  |
| От 0 м до 75 м (от 0 футов до 250 футов) | ±3 | ±10 |
| От 76 м до 300 м (от 251 футов до 1000 футов) | ±3 | ±8 |
| >300 м (1000 футов) | ±3 | ±5 |
| Номинальная мощность | 4 (Примечание 2) | — |
| КПД | Примечание 3 | — |
| Номинальное значение NPSH | 0 | — |
| П р и м е ч а н и е 1 — Если опросным листом требуется постоянно падающая форма напорной характеристики, то указанный здесь допуск «в минус» разрешается только в том случае, если получаемая по результатам испытаний фактическая форма напорной характеристики является постоянно падающей.  П р и м е ч а н и е 2 — Не допускается увеличивать допуск на основании имеющихся положительных допусков по другим параметрам, от которых зависит мощность. После пересчета результатов испытаний на номинальные условия согласно условиям (8.3.3.3.2) по подаче, частоте вращения, плотности (удельному весу) и вязкости необходимо, чтобы пересчитанная мощность не превышала 104 % от номинальной.  П р и м е ч а н и е 3 — Неопределенность эффективности испытания по указанному коду испытания составляет  ±2,5%; следовательно, эффективность не включается в номинальную производительность насоса. | | |

* + - 1. Схема испытаний и испытательное оборудование не должны придавать дополнительную жесткость конструкции, которая увеличит герметичность каких-либо разъемов корпуса.
      2. При гидравлических испытаниях корпусов насосов в сборе, все уплотнительные прокладки корпуса должны быть аналогичны рабочим прокладкам, которые будут поставляться с насосом. Уплотнительные прокладки должны быть установлены без герметика.
      3. Температура испытательной жидкости должна быть выше температуры хрупкого перехода материала испытываемой детали или узла.
      4. Если испытываемый узел будет работать при температуре, при которой прочность материала ниже в сравнении с его прочностью при температуре испытаний, давление гидравлических испытаний должно быть умножено на повышающий коэффициент. Этот коэффициент определяется путем деления рассчитанного в соответствии с 6.2.1.1 допустимого рабочего напряжения материала для температуры испытаний к соответствующему напряжению для рабочей температуры. Для трубопроводов значения напряжений должны соответствовать [35]. Полученное таким способом значение давления должно быть минимальным давлением гидравлических испытаний. В паспорте на изделие должны быть указаны значения фактического давления проведенных гидравлических испытаний.
* 8.3.2.7 Жидкость, используемая в гидравлических испытаниях, должна содержать смачивающие добавки для уменьшения поверхностного натяжения, если существует любое из следующих условий:

а) перекачиваемая рабочая среда будет иметь относительную плотность менее 0,7 при температуре перекачивания;

б) рабочая температура будет выше 260 °C (500 °F);

в) корпус насоса отлит по новой или измененной модели;

г) материал, из которого отлиты детали испытываемого узла, обладает плохими литейными свойствами.

* + - 1. Содержание хлоридов в жидкостях, используемых для гидравлических испытаний узлов, изготовленных из аустенитной нержавеющей стали, не должно превышать 50 мг/кг (50 ppm). Для предотвращения осаждения хлоридов в результате высыхания, вся оставшаяся испытательная жидкость должна быть удалена из испытываемых узлов по окончании испытаний.

П р и м е ч а н и е — Содержание хлоридов ограничивается, чтобы предотвратить коррозионное растрескивание материала под напряжением.

* + - 1. Детали корпусов, работающих под давлением, изготовленные из аустенитных или дуплексных нержавеющих сталей, допускается подвергать гидравлическим испытаниям после предварительной (черновой) механической обработки, когда дополнительное количество материала остается в зонах, где требуется доведение до окончательных размеров и допусков. Толщина удаляемого материала не должна превышать 1 мм (0,040 дюйма) или 5 % от минимально допустимой толщины стенки, в зависимости от того, что меньше.

Все участки, которые будут механически обработаны после гидравлических испытаний, должны быть указаны в протоколах гидравлических испытаний.

П р и м е ч а н и е — Из-за остаточных напряжений после финальной термообработки и относительно низкого предела прочности этих сталей, при гидравлических испытаниях могут возникнуть остаточные деформации испытуемых деталей. Оставляя небольшое количество материала в критических зонах, где требуются точные допуски, можно избежать необходимости добавления материала наплавкой для восстановления критических размеров после гидравлических испытаний.

* + - 1. Для полноты испытаний работающих под давлением деталей, гидравлические испытания должны иметь достаточную продолжительность. Гидравлические испытания считаются пройденными, если в течение как минимум 30 минут не наблюдалось ни утечек, ни просачивания через испытываемые детали и соединения. В случае крупных деталей, гидравлические испытания могут потребовать более продолжительного времени пребывания детали под испытательным давлением. Продолжительность испытаний должна быть согласована между заказчиком и поставщиком.
      2. Насосы особой конструкции, по согласованию между заказчиком и поставщиком, допускается подвергать гидравлическим испытаниям по частям. Для них допускается просачивание по внутренним соединениям, необходимое для создания опрессовочного давления во всех частях сборочной единицы.
      3. Если не оговорено иное, допускается подвергать гидравлическим испытаниям детали или сборочные единицы корпусов одноступенчатых консольных насосов по отдельности, если у них диаметр радиальных соединений (средний диаметр уплотнительной прокладки) равен или менее 610 мм (24 дюйма), а также, если герметичность их конструкции была проверена ранее в ходе приемочных испытаний головного образца того же типоразмера насоса и при испытательном давлении не ниже указанного в опросном листе.
      4. Каналы для охлаждающей жидкости и детали системы охлаждения насоса, включая корпуса подшипников и теплообменники маслосистемы, должны проходить гидравлические испытания при давлении не менее 1050 кПа (10,5 бар, 150 psig).
      5. Трубопроводы для подачи пара и охлаждающей воды, если они изготовлены сваркой, должны быть испытаны при 1,5-кратном максимальном рабочем давлении или 1050 кПа (10,5 бар) (150 фунтов на квадратный дюйм), в зависимости от того, что больше. Если трубопроводы для подачи пара и охлаждающей жидкости изготовлены при помощи сварки, то они должны проходить гидравлические испытания при давлении в 1,5 раза превышающем максимальное рабочее давление в этих трубопроводах, либо при давлении 1050 кПа (10,5 бар, 150 psig), в зависимости от того, которое из этих значений больше.
      6. Системы трубной обвязки насосов, собранные при помощи сварки, подлежат обязательным гидравлическим испытаниям. Методы испытаний и нагрузки

должны соответствовать [35].

П р и м е ч а н и е — Гидравлические испытания не являются обязательными для систем трубной обвязки насосов, собранных при помощи резьбовых переходников и фитингов, смонтированных после общей сборки трубной обвязки.

* + - 1. Контроль вторичного корпуса насосов с экранированным электродвигателем может содержать испытания газом вместо гидравлических. Процедура испытаний должна быть разработана заказчиком и продавцом совместно.

# Эксплуатационные испытания

* + - 1. Если заказчиком не требуется иное, каждый насос должен пройти эксплуатационные испытания. Вода, используемая при эксплуатационных испытаниях, должна иметь температуру не выше 55 °C (130 °F).
      2. Требования пунктов 8.3.3.2.1 - 8.3.3.2.4 должны быть выполнены для насоса, установленного на испытательном стенде, до начала проведения эксплуатационных испытаний.
         1. Подшипники качения (в насосах с магнитной муфтой), предназначенные для систем смазки чистым масляным туманом, перед проведением эксплуатационных испытаний должны быть предварительно смазаны подходящим углеводородным маслом.
         2. Вязкость и температура всех смазочных масел должны находиться в диапазоне рабочих значений, рекомендованных в инструкциях производителя по эксплуатации для конкретного испытываемого агрегата.
         3. Все соединения и патрубки должны быть проверены на герметичность, и все утечки должны быть устранены.
         4. Все предупреждающие, защитные и управляющие устройства, используемые при проведении испытаний, должны быть проверены и отрегулированы.
      3. Если заказчиком не требуется иное, при проведении эксплуатационных испытаний должны быть выполнены требования 8.3.3.3.1 и 8.3.3.5.
         1. Поставщик должен измерить параметры насоса, включая значения напора, подачи, мощности, вибрации и температуру подшипников как минимум в пяти рабочих точках. Обычно, это следующие точки:

a) нулевая подача при закрытом клапане на нагнетании (в этой точке данные по вибрации не требуются);

б) при минимальной устойчивой подаче (начало допустимого рабочего диапазона); в) при подаче в диапазоне от 95 % до 99 % номинальной;

г) при подаче в диапазоне от номинальной до 105 % от номинальной;

д) при подаче, соответствующей максимальному КПД (если номинальная подача

отличается от подачи при максимальном КПД более чем на 5 %);

е) при максимальной подаче допустимого рабочего диапазона (конец допустимого рабочего диапазона).

П р и м е ч а н и е 1 — Измерение температуры подшипников проводят у подшипников качения.

П р и м е ч а н и е 2 — Насосы большой мощности (см. 6.1.18) допускается не испытывать в точке нулевой подачи.

* + - * 1. График характеристики напор-подача должен быть построен по всем измеренным точкам с использованием аппроксимации полиномом (обычно третьего или четвертого порядка), и с использованием метода наименьших квадратов. Значение номинальной подачи вставляется в полученное уравнение, и рассчитываются значения напора и мощности. Эти значения должны быть скорректированы на скорость, вязкость и плотность (удельный вес). Скорректированные величины напора и мощности должны находиться в пределах допусков, указанных в таблице 11.
        2. Частота вращения, при которой проводятся испытания, должна отличаться не более чем на 3% от рабочей номинальной частоты вращения, указанной в опросном листе на насос (см. Приложение D). Результаты испытаний должны быть пересчитаны на рабочую номинальную частоту вращения. Если испытания на номинальной частоте вращения невозможны, то частота вращения при которой проводятся испытания не должна быть менее 80% или более 120% от номинальной частоты. При испытании на других скоростях паразитные потери (например, вязкозть и вихревые токи) могут значительно изменяться. Заказчик и производитель должны согласовать изменения потребляемой мощности насоса до проведения испытаний. При перекачивании насосами с магнитной муфтой или с экранированным электродвигателем жидкостей с очень низкой относительной плотностью (ниже 0,5), могут потребоваться испытания при частоте вращения менее 80% от номинальной, чтобы избежать перегрузки двигателя или срыва магнитной муфты. Эти условия должны быть согласованы между заказчиком и производителем до проведения испытаний.
        3. Поставщик должен хранить полные подробные отчеты по всем заключительным испытаниям, а также должен подготовить необходимое количество заверенных копий. Отчеты должны включать испытательные графики характеристик, обобщение результатов испытаний и их сравнение с гарантированными договорными характеристиками (см. 10.2.4, 10.3.2.2, Приложение M).
* 8.3.3.3.5 Если оговорено договором, в дополнение к официальной передаче заказчику финального отчета по испытаниям согласно 10.3.2.2, испытательный график характеристик и все основные испытательные данные (с корректировкой частоты вращения, удельного веса и вязкости) должны быть направлены заказчику в течение 24 часов после завершения

испытаний, для технического анализа и принятия решения о приемке насоса перед отгрузкой.

* + - 1. Во время эксплуатационных испытаний должны соблюдаться требования пунктов 8.3.3.4.1 - 8.3.3.4.3.
         1. Значения вибрации должны быть измерены в каждой испытательной точке, за исключением нулевой подачи, в соответствии с пунктом 6.8.3.2. Значения вибрации не должны превышать значения, указанные в пунктах 6.8.3.4 - 6.8.3.6.
         2. В насосах с магнитной муфтой, где подшипники качения с картерной масляной смазкой с маслоразбрызгивающим кольцом или диском, температура масла в картере должна регистрироваться в точке номинального расхода или вблизи нее. В процессе стендовых испытаний превышение температуры масла подшипников над температурой окружающей среды не должно быть выше 40 °C (70 °F). Стабилизация температуры не требуется (см. 8.3.4.2.1).

П р и м е ч а н и е — Поскольку на подшипники качения не воздействует гидравлическая осевая или радиальная нагрузка, нагрузка на подшипники качения практически постоянна. Таким образом, температура масла в одной контрольной точке является достаточной.

* + - * 1. При работе на номинальной частоте вращения, параметры насоса должны находиться в пределах допусков, указанных в таблице 11.

П р и м е ч а н и е — Номинальная мощность насосов с магнитной муфтой должна измеряться в зоне соединении насоса с двигателем. Номинальная мощность для насосов с экранированным электродвигателем должна измеряться на клеммах двигателя (т.е. значения соотношения «провод-среда»).

* 8.3.3.5 Если оговорено договором, параметрические испытания должны проводиться при кавитационном запасе стенда (NPSHA), не превышающем 110% от величины кавитационного запаса системы на месте будущей эксплуатации, указанной в опросном листе на насос.

П р и м е ч а н и е — Цель данного требования – проверка эксплуатационных характеристик насоса при рабочем значении NPSHA на линии всасывания.

* + - 1. Если не указано иное, требования пунктов 8.3.3.6.1 - 8.3.3.6.3 должны выполняться после завершения эксплуатационных испытаний.
         1. Если после завершения параметрических испытаний насос необходимо разобрать с единственной целью подрезки рабочих колес для получения требуемого значения напора, повторные испытания не требуются, если уменьшение диаметра рабочих колес не превышает 5 % от исходного диаметра. Значение диаметра рабочих колес во время параметрических испытаний, а также значение окончательного диаметра рабочих колес после подрезки должны быть указаны на графике, показывающем гарантированные рабочие характеристики насоса после подрезки рабочих колес.
         2. Если после проведенных параметрических испытаний необходимо разобрать насос для внесения любых других корректировок, например, для улучшения гидравлических или механических характеристик, то результаты первоначально проведенных эксплуатационных испытаний не действительны, и, после внесения корректировок, должны быть проведены повторные эксплуатационные испытания.
         3. Если не указано иное, после окончательных эксплуатационных испытаний насосы не должны разбираться. Насос, включая полость ротора, должен быть дренирован, насколько это практически возможно, заполнен вытесняющим воду ингибитором в течение 4 часов после завершения испытаний, и после этого повторно дренирован.

# Дополнительные испытания

* + - 1. **Общие положения**
* Если оговорено договором, должны быть проведены дополнительные заводские испытания в соответствии с 8.3.4.2 - 8.3.4.9. Перечень дополнительных испытаний и требуемых данных (например, данные по вибрации и температуре) должен быть согласован между заказчиком и поставщиком до начала проведения испытаний.

# Испытания на работоспособность

* 8.3.4.2.1 Если оговорено договором, насос должен проработать на испытательном стенде при номинальной подаче период времени до достижения стабилизации температуры. Условия испытаний должны быть согласованы заказчиком и продавцом до их проведения.
* 8.3.4.2.2 Если оговорено договором, насос должен проработать на стенде при номинальной подаче в течение 4 часов.

# Испытание упорных подшипников на нагрузку

* Если указано, испытание упорного подшипника на нагрузку должно проводиться путем измерения осевой нагрузки на ротор при нормальных условиях эксплуатации.

# Кавитационные испытания (NPSH3)

* 8.3.4.4.1 Если оговорено договором, требуемый кавитационный запас насоса (NPSH3) должен определяться в каждой испытательной точке согласно 8.3.3.3.1, за исключением точки нулевой подачи, с учетом требования пунктов 8.3.4.4.2 - 8.3.4.4.5.
  + - * 1. Испытания на требуемый кавитационный запас NPSH3 в каждой испытательной точке потока должны начинаться при значении NPSHA не менее чем в 2 раза превышающем значение NPSH3, которое было указано на графике характеристик.
        2. Падение напора на 3% должно интерпретироваться как как начало кавитации.
        3. Кавитационные испытания должны определить фактическое значение

кавитационного запаса системы NPSHA, которое должно быть на приеме насоса при 3% падении напора. Если не указано или не согласовано иное, графики должны строиться при постоянной подаче путем снижения NPSHA системы до точки, где значение напора снижается по меньшей мере на 3% от значения напора, имевшегося при заведомо достаточном NPSHA (8.3.4.4.2). Испытания на требуемый кавитационный запас (NPSH3) должны начинаться при заведомо достаточном NPSHA, равном значению, которое было при параметрических испытаниях, и не менее чем в 2 раза превышающем значение NPSH3, которое было указано на графике характеристик в техническом предложении на насос. Первые две испытательные точки не должны отличаться по напору больше, чем на величину погрешности определения напора. Если при той же подаче вторая испытательная точка показывает падение напора, следует повысить NPSHA до величины, достаточной для получения двух последовательных испытательных точек с равными напорами. Разница значений NPSHA между первыми двумя точками должна быть не менее 1 м (3 фута). Вышеуказанные зависимости NPSH3 должны быть оформлены и представлены в соответствии с требованиями [33] или [34], или ГОСТ 6134 (ИСО 9906), как оговорено договором. При кавитационных испытаниях необходимо избегать падения напора насоса более чем на 20%.

П р и м е ч а н и е 1 — Если параметрические испытания выполнялись с учетом требования 8.3.3.5, то существует вероятность, что на значение напора оказало воздействие недостаточное значение NPSHA. Тогда необходимо начать кавитационные испытания с более высоких значений NPSHA.

П р и м е ч а н и е 2 — Результат NPSH3, который демонстрирует только указанное значение NPSH3, не является приемлемым.

* + - * 1. Значение требуемого кавитационного запаса насоса (NPSH3) при номинальной подаче не должно превышать приведенное в опросном листе значение, с допуском, указанным в таблице 11. Демонтаж для исправления тестирования (см. 8.3.3.6.2). Разборка насоса для корректировки требуемого кавитационного запаса (NPSH3), требует повторных эксплуатационных и кавитационных испытаний.

# Испытания насосного агрегата в сборе

* Если оговорено договором, насос и его приводные механизмы, со всеми вспомогательными устройствами, составляющими насосный агрегат, должны испытываться совместно в сборе. Испытания насосного агрегата в сборе могут выполняться вместо или в дополнение к раздельным испытаниям отдельных механизмов агрегата, указанных заказчиком.

# Измерения уровня шума

* Если оговорено договором, измерения уровня шума должны проводиться по согласованию между заказчиком и поставщиком.

П р и м е ч а н и е — Стандарты [5], [6], ГОСТ 31252 (ИСО 3740) могут быть использованы для разработки процедуры измерений шума.

# Испытания вспомогательного оборудования

* Если оговорено договором, вспомогательное оборудование, такое как системы управления, должны испытываться на предприятии поставщика этого оборудования. Процедуры испытаний вспомогательного оборудования должны быть согласованы между заказчиком и поставщиком.

# Гидростатическое испытание системы вторичной защитной оболочки

* Если оговорено договором, должны проводится гидравлические испытания на герметичность системы вторичной защитной оболочки с выполнением тех же требований, что и при испытании на герметичность корпуса (см. 8.3.2). Соответствующий сертификат о прохождении испытаний должен быть предоставлен поставщиком.

# Испытание контрольно-измерительных приборов вторичной защитной оболочки/системы управления

* Если указано, должна быть проверена работоспособность контрольно-измерительных приборов, поставляемых с системой вторичной герметизации или системой вторичного контроля. Процедуры испытаний должны быть согласованы между заказчиком и поставщиком. Соответствующий сертификат о прохождении испытаний должен быть предоставлен поставщиком.

# Подготовка к отгрузке

* + 1. Оборудование должно быть надлежащим образом подготовлено для указанного вида перевозки. Оборудование должно быть подготовлено для хранения вне помещения на период не менее 6 месяцев, без необходимости разборки перед пуском в эксплуатацию, за исключением возможного контроля состояния подшипников.

П р и м е ч а н и е — Если требуется более длительное хранение, то процедуры по подготовке оборудования к отгрузке должны быть согласованы между заказчиком и поставщиком

* + 1. Оборудование должно быть подготовлено к отгрузке после завершения всех испытаний и проверок, а также после приемки его заказчиком. Подготовка к отгрузке должна включать действия, указанные в 8.4.2.1 – 8.4.2.6.
       1. Если не указано иное, насосы не должны разбираться после проведения окончательных эксплуатационных испытаний. Насос, включая полость ротора, должен быть дренирован, насколько это практически возможно, заполнен вытесняющим воду ингибитором в течение 4 часов после завершения испытаний, и после этого повторно дренирован. Антикоррозионные средства должны быть маслорастворимыми и совместимыми со всеми перекачиваемыми средами.
       2. На наружные поверхности, кроме механически обработанных посадочных поверхностей, должно быть нанесено не менее одного слоя покрытия стандартной краски изготовителя. Краска не должна содержать свинца или хроматов. Если не указано иное, детали из нержавеющих сталей допускается не окрашивать. Обратные стороны рам должны быть подготовлены к заливке раствором согласно 9.1.5.3.12 или 9.1.5.3.19.
       3. Наружные механически обработанные посадочные поверхности, кроме поверхностей из коррозионностойких материалов, должны быть покрыты антикоррозионным составом.
       4. Присоединения с фланцами должны быть закрыты металлическими крышками толщиной не менее 5 мм (0,19 дюйма) с эластомерными прокладками и, как минимум, с четырьмя болтами полного диаметра. Присоединения со шпильками должны быть закрыты крышками со всеми штатными шпильками, шайбами и гайками, необходимыми при эксплуатации.
       5. Резьбовые присоединения должны быть закрыты стальными колпачками или стальными заглушками в соответствии со стандартом [30].
       6. Присоединения с разделкой под сварку должны быть закрыты крышками, предназначенными для предотвращения попадания внутрь посторонних материалов и повреждения разделки.
    2. Все присоединения вспомогательной трубной обвязки на поставляемом оборудовании должны иметь несмываемую маркировку или быть снабжены бирками с обозначением присоединения в соответствии с таблицей присоединений поставщика на монтажном чертеже. Должно быть указано назначение каждого присоединения. Обозначения всех присоединений насоса, включая заглушенные присоединения, должны соответствовать приложению M.
    3. Места строповки и строповочные проушины должны быть четко идентифицированы.
    4. Отгружаемое оборудование должно быть идентифицировано с указанием серийного номера и номера технологической позиции. Детали и материалы, отгружаемые отдельно, должны идентифицироваться посредством надежно прикрепленных коррозионностойких металлических бирок, с указанием идентификационного номера детали и серийного номера оборудования, для которого она предназначена. Упакованное оборудование должно отгружаться с двумя упаковочными листами, один из которых находится внутри транспортировочного контейнера (ящика), а второй прикрепляется к его наружной поверхности.
    5. Один экземпляр руководства по эксплуатации должен быть упакован и отгружен в комплекте с поставляемым оборудованием.
    6. Поставщик должен обеспечить заказчика инструкциями по хранению оборудования и необходимым мерам по его сохранности до пуска в эксплуатацию, которые должны соответствовать [37].

# 9 Отдельные типы насосов

# Насосы с магнитным приводом

# Общие положения

* + - 1. Насосы с магнитным приводом обозначаются как тип MDP. Устройство насосов типа MDP приведено в приложении B.
* 9.1.1.2 Конструкции с непосредственным приводом на вал требуют согласования со стороны заказчика. В настоящем стандарте не рассматриваются дополнительные требования, важные для конструкций насосов с замкнутым магнитным приводом.

П р и м е ч а н и е — Несмотря на то, что в этом стандарте по умолчанию рассматриваются горизонтальные насосы с магнитной муфтой со встроенными опорами подшипников, некоторые пользователи добились успеха при использовании конструкций с прямым приводом на вал для применения двигателей меньшей мощности. При такой конструкции внешнее магнитное кольцо крепится на валу стандартного двигателя, а поскольку концентричность с внутренним магнитным кольцом не требует точности, центровка не требуется, и на подшипники двигателя не передаются усилия сцепления.

* + - 1. Расчетный гидравлический зазор должен быть достаточным для обеспечения того, чтобы контакт между магнитными полумуфтами и защитной оболочкой не возникал из-за деформации под давлением, нагрузки на патрубки, изменений подачи, теплового расширения или износа приводного подшипника.
      2. Конструкция должна обеспечивать техническое обслуживание наружного магнитного кольца и подшипникового узла привода без повреждения корпуса под давлением.
* 9.1.1.5 Если указано, конструкция должна предусматривать демонтаж узла подшипников приводного конца без нарушения корпуса под давлением или привода насоса [т.е. предусмотрена соответствующая муфта с проставками — см. 9.1.5.2.2г)].
  + - 1. Жидкостные подшипники не должны контактировать с защитным экраном.
      2. В комплект поставки должны быть включены винтовые домкраты, направляющие стержни или аналогичные устройства для облегчения установки и обслуживания магнитной муфты.
      3. Охлаждение и смазка смазываемых средой подшипников и области магнитов должны соответствовать схемам в приложении H.
      4. Номинальный крутящий момент магнитной муфты и идентификационные номера изготовителя подшипника качения должны быть указаны на основной или на дополнительной паспортной табличке насоса, отвечающей требованиям пункта 6.11.2.

# Защитная оболочка под давлением

* + - 1. **Защитный экран**
         1. Защитный экран является деталью, удерживающей давление, и должен отвечать требованиям пункта 6.2, за следующим исключением:

a) при проектировании в стандарте [28], подраздел 2, может использоваться вместо подраздела 1.

б) минимальный допуск на коррозию/эрозию должен составлять 0,4 мм (0,015 дюйма).

в) минимальная толщина защитного экрана должна составлять 1,0 мм (0,040 дюйма).

* + - * 1. Изготовление защитных экранов должно учитывать требования пункта

6.10.3.

* + - * 1. Соединение защитного экрана и крышки корпуса должно быть выполнено

в виде разъема «металл по металлу», с использованием уплотнительных прокладок с нормированным сжатием из материала, совместимого с перекачиваемой средой и рабочими температурами.

* + - * 1. Альтернативные конструкции защитных экранов, включая неметаллические материалы, подлежат согласованию с заказчиком.

# Система вторичного контроля

* + - * 1. Система вторичного контроля должна защищать подшипники качения от загрязнения перекачиваемой жидкостью.
        2. Для сведения к минимуму утечки вокруг внешнего вала в случае протечки первичной защитной оболочки, система вторичного контроля должна содержать сменное искроустойчивое устройство ограничения утечки. Манжетные уплотнения недопустимы.

# Магнитные муфты

* + - 1. Узлы магнитных муфт должны быть либо синхронного, либо асинхронного исполнения. Муфты могут поставляться с редкоземельными или алюминиево-никелево- кобальтовыми магнитами. Поставщик должен указать материал магнитов в опросном листе (см. Приложение D). Альтернативные конструкции и/или материалы для конкретного насоса требуют согласования с заказчиком.

П р и м е ч а н и е — Информация о магнитах включая необратимые магнитные потери приводится в приложении N.

* + - 1. Магниты должны быть механически закреплены и/или приклеены подходящим клеем.

П р и м е ч а н и е — Наружные магнитные кольца с алюминиево-никелево-кобальтовыми магнитами для эксплуатации при температуре до 450 °C обычно не приклеиваются, а только механически удерживаются,

в то время как магнитные кольца из самарий-кобальта обычно имеют и то, и другое крепление (механически удерживаются и приклеиваются с помощью клея).

* + - 1. Конструкция насоса должна гарантировать отсутствие контакта внешнего магнитного кольца с защитным экраном в случае выхода из строя вала или подшипника. В конструкции должно использоваться сменное устройство из искробезопасного материала для устранения любых источников воспламенения.
      2. Внешнее магнитное кольцо должно быть соедино с валом привода шпонкой. Если диаметр вала больше или равен 60 мм (2 дюйма), то полумуфта должна устанавливаться на коническую посадку и иметь съемные отверстия.
* 9.1.3.5 Внутренняя поверхность внешнего магнитного кольца должна быть защищена для предотвращения повреждения магнитов или экрана при сборке/разборке направляющими штоками, кожухом или другими средствами. Продавец должен указать метод защиты в предложении. Если оговорено в договоре, должен быть предусмотрен немагнитный металлический кожух для предотвращения повреждения магнитов во время других этапов технического обслуживания.

П р и м е ч а н и е 1 — Во время проведения технического обслуживания магниты без кожуха подвергаются возможному повреждению.

П р и м е ч а н и е 2 — Обшивка увеличивает расстояние между магнитами, поэтому что бы предотвратить снижение передаваемого крутящего момента муфты, требуется увеличить количество магнитов.

* + - 1. Поверхность магнитов внутреннего магнитного кольца должна быть защищена от перекачиваемой среды герметичной металлической оболочкой. Материал этой оболочки должен быть совместим с перекачиваемой средой для защиты от химического воздействия. Минимальная толщина оболочки внутреннего магнитного кольца должна составлять 0,40 мм (0,015 дюйма).
      2. Конструкция магнитной муфты должна исключать срыв во время пуска и при работе на номинальном режиме. При выборе размеров магнитной муфты поставщик должен учитывать следующие параметры:

а) необходимый крутящий момент при пуске с требуемым приводом на рабочей среде. Условия запуска определяет заказчик. Если не указано иное, для электроприводов средней размерности предполагается пуск при полной мощности.

б) Крутящий момент, необходимый для перекачки среды при номинальных значениях подачи, температуры, удельного веса и вязкости с обеспечением работы при увеличении напора на 5% для приводов с постоянной частотой или при увеличении частоты вращения на 5% при использовании приводов с регулируемой частотой.

в) Если указано, крутящий момент, необходимый для достижения 120% расхода в точке максимального КПД, например, перекачивающих насосов, насосов погрузки и насосов, работающих параллельно.

П р и м е ч а н и е — Такие значения приведут к более высоким потерям, большему выделению тепла магнитной муфтой и, возможно, к переразмеренной муфте.

* + - 1. Номинальный крутящий момент магнитной муфты должен быть равен наибольшему из моментов, рассчитанных в пункте 9.1.3.7а), 9.1.3.7б) или, если указано, 9.1.3.7в), с применением коэффициентов, как показано в таблице 12. Если окажется, что это приведет к ненужному увеличению размеров магнитной муфты, с заказчиком должно быть согласовано альтернативное предложение.

Таблица 12 — Коэффициенты экплуатации крутящего момента магнитной муфты

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Расчетный крутящий момент | | Минимальный коэффициент эксплуатации синхронной муфты | Минимальный коэффициент эксплуатации свободновихревой  муфты |
| (Нм) | (фут-силы) | (%) | (%) |
| <50 | <37 | 125 | 110 |
| От 50 до 150 | От 37 до 111 | 115 | 110 |
| >150 | >111 | 110 | 110 |

* 9.1.3.9 Если указано, продавец должен представить кривую зависимости крутящего момента от температуры, которая охватывает весь расчетный диапазон температур магнитной муфты.
* 9.1.3.10 Если указано, продавец должен предоставить кривую зависимости частоты от крутящего момента, определяющую возможности синхронной магнитной муфты при запуске и эксплуатации при номинальной температуре. Требования к крутящему моменту, изложенные в пунктах 9.1.3.7а) и 9.1.3.7б) должны быть выполнены, а также учтен номинальный коэффициент, определенный в пункте 9.1.3.8. Кривая зависимости частоты от крутящего момента должна быть представлена в формате, согласно рисунку 9.

# Подшипники качения, корпуса подшипников и смазка

* + - 1. **Подшипники качения**
         1. Подшипники качения должны использоваться для поддержки внешнего приводного вала таким образом, чтобы соблюдались следующие условия:

a) Значение произведения n•dm для отдельных подшипников не должно превышать 500000 при масляной смазке и 350000 при консистентной смазке.

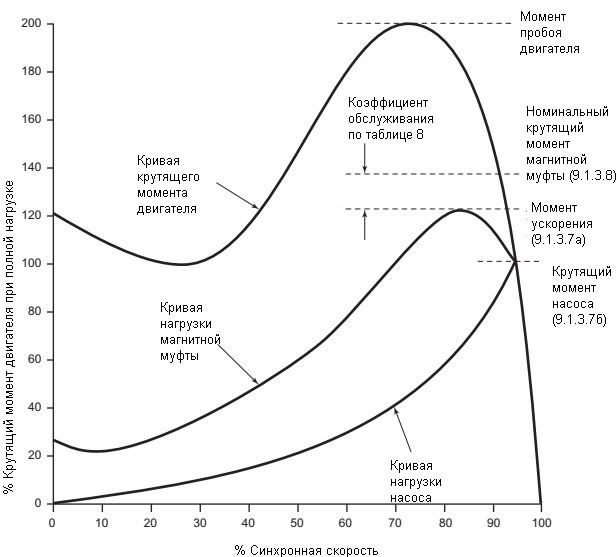


Рисунок 9 —Кривая крутящего момента и скорости

В приведенном произведении: dm — средний диаметр подшипника [(d + D)/2)], выраженный в мм; n — частота вращения, выраженная в об/мин.

П р и м е ч а н и е — Ограничения по температуре подшипника, установленные в пункте 9.1.4.2.3, могут дополнительно ограничить произведение n•dm до еще более низких величин.

б) Срок службы системы подшипников (общий расчетный срок службы всех подшипников в насосе) L10 должен быть рассчитан по [38] или ГОСТ 18855, и равняться не менее 25000 часов непрерывной эксплуатации в номинальных условиях, и не менее 16000 часов при максимальных радиальных и осевых нагрузках и номинальной частоте вращения ротора. Чтобы срок службы всей системы подшипников L10 был 25000 часов и 16000 часов (с номинальной нагрузкой и с максимальной нагрузкой, соответственно), необходимо, чтобы срок службы L10 каждого отдельного подшипника системы значительно превышал указанные значения.

П р и м е ч а н и е 1 — Стандарты [38] *и ГОСТ 18855* устанавливают номинальный срок службы, L10, выраженный в миллионах оборотов. В промышленной практике принято выражать этот параметр в часах и обозначать как L10h. ИСО 281 также определяет метод, необходимый для расчета срока службы подшипниковой системы на основе срока службы отдельных подшипников.

П р и м е ч а н и е 2 — Для целей данного пункта, стандарт [39] считается эквивалентным [38].

* + - * 1. Подшипники качения, на которые действуют осевые силы, должны быть подобраны для непрерывной работы во всех установленных режимах, включая осевое

усилие, создаваемое пластинчатыми муфтами.

Осевые силы, возникающие в упругих элементах пластинчатых муфт, должны рассчитываться с учетом предельно допустимых осевых смещений упругих элементов согласно инструкции изготовителя муфты.

П р и м е ч а н и е — обычно это не является проблемой при правильно выровненных обычных соединительных втулках с проскальзыванием.

* + - * 1. Подшипники качения должны монтироваться в соответствии со следующими требованиями:

a) Посадка подшипников на валу должна быть с натягом. Посадка в корпусе должна быть с диаметральным зазором. Обе посадки должны быть согласно [40] или ГОСТ 3325.

б) Подшипники должны быть установлены непосредственно на валу. Установка подшипников на втулку допускается только с одобрения заказчика.

в) Подшипники должны фиксироваться в осевом направлении с помощью ступеньки на валу, жесткой стопорной шайбы или другого жесткого упора. Использование для этой цели пружинных стопорных колец и пружинных шайб не допускается.

г) Для крепления упорного подшипника на валу должна применяться стопорная гайка с лепестковой стопорной шайбой с отгибным лепестком.

П р и м е ч а н и е — Данные требования применяются ко всем подшипникам качения, включая как шариковые, так и роликовые. Но для некоторых типов роликовых подшипников, таких как цилиндрические роликовые с раздельными обоймами, наличие диаметрального зазора между внешней обоймой и корпусом может быть неприемлемым.

* + - * 1. Однорядные радиальные шарикоподшипники должны иметь радиальный внутренний зазор в соответствии со стандартной практикой производителя. Одно- и двухрядные подшипники не должны иметь канавок для ввода тел качения. Неметаллические сепараторы не должны применяться Увеличение внутреннего зазора может снизить нагрев подшипника. Однако, при увеличении внутреннего зазора может увеличиться вибрация. Изготовитель должен гарантировать, что величины роста температуры (9.1.4.2.3) и вибрации (6.8.3.4) соответствуют требованиям настоящего стандарта.

П р и м е ч а н и е 1 — Для целей данного пункта, Группа 3 по [41] считается эквивалентной Группе 3 по [42].

П р и м е ч а н и е 2 — В API основываются на ИСО 5753 группа 3 или ГОСТ 24810 [внутренний зазор больше, чем “N” (нормальный)]. Нормальный зазор может обеспечить снижение биения наружних магнитов и снижение вибрации.

# Корпуса подшипников качения

* 9.1.4.2.1 Корпуса подшипников с картерной масляной смазкой без давления должны иметь резьбовые отверстия с пробками для залива и слива масла диаметром не менее DN 15

(1/2”). Корпуса подшипников должны быть оснащены масленками постоянного уровня, объемом не менее 0,12 л (4 унции жидкости), с внутренним механизмом регулировки уровня масла (наружные винты не должны применяться), с термостойкими стеклянными колбами и защитными проволочными каркасами. Для обнаружения перелива масла должно быть предусмотрено соответствующее устройство, например, смотровое окно или специальная заглушка Необходимый уровень масла должен четко маркироваться на наружной стороне корпуса подшипника с использованием металлических приливов на корпусе, несмываемых меток на корпусе, или другими долговечными средствами. Заказчик должен указать, если требуется применение определенной модели масленки постоянного уровня.

П р и м е ч а н и е — Если предусмотрен изолятор корпуса подшипника с функцией принудительного отключения, закрытая система (вентиляционное отверстие в масленке корпуса) может предотвратить переполнение корпуса подшипников.

* 9.1.4.2.2 Если указано, должен быть предусмотрен контейнер для сбора масляного поддона. Этот контейнер должен быть прозрачным и должен располагаться на дне корпуса подшипников для сбора загрязнений корпуса подшипника, таких как вода. Он должен быть оснащен подпружиненным сливным краном из ПЭТ. Конструкционные материалы коллектора должны соответствовать используемой смазке.
  + - * 1. Должно обеспечиваться эффективное охлаждение, с учетом допусков на засорение системы охлаждения, при этом стабильная температура корпуса подшипников при работе не должна превышать 82°C (180°F) при температуре окружающей среды до 43°C (110°F). Во время стендовых испытаний повышение температуры корпуса подшипников не должно превышать 40° C (70° F).

П р и м е ч а н и е — Насосы, с картерной масляной смазкой разбрызгиванием обычно не достигают максимальной установившейся рабочей температуры подшипников в процессе краткосрочных стендовых испытаний. Процесс проведения испытаний на максимальную установившуюся температуру подшипников приведен в 8.3.4.2.1.

* + - * 1. Если требуется водяное охлаждение, предпочтительными являются охлаждающие змеевики. Змеевики (включая фитинги) должны быть изготовлены из цветного металла или из аустенитной нержавеющей стали и не должны иметь внутренних обжимных соединений. Трубки обвязки охлаждения должны иметь толщину стенки не менее 1,0 мм (0,04 дюйма) и наружный диаметр не менее 12 мм (0,50 дюйма). Водяные рубашки охлаждения, в случае их применения, должны иметь только наружные соединения между верхней и нижней рубашками корпуса подшипника, и не должны иметь уплотненных или резьбовых соединений, через которые вода могла бы протекать в

масляный картер. Водяные рубашки должны проектироваться с расчетом на охлаждение масла, а не внешней обоймы подшипника.

* + - * 1. Корпуса и воспринимающие нагрузку крышки корпусов подшипников, а также несущие подшипниковые узлы кронштейны должны быть стальными.
        2. Корпуса для подшипников качения должны быть сконструированы так, чтобы предотвратить попадание в них влаги, пыли и любых посторонних материалов. Это должно достигаться без дополнительных внешних мер, например, без продувки воздухом. Корпуса подшипников должны оснащаться сменными лабиринтными или магнитными уплотнениями вала и дефлекторами в местах, где вал проходит через корпус. Манжетные уплотнения не должны использоваться. Уплотнения и дефлекторы должны быть изготовлены из искроустойчивых материалов. Манжетные уплотнения не должны использоваться. Лабиринтные уплотнения и дефлекторы должны быть изготовлены из неискрящих материалов. Конструкция лабиринтных уплотнений и дефлекторов должна эффективно сохранять масло в корпусе подшипников и предотвращать попадание посторонних материалов в корпус подшипников.

П р и м е ч а н и е — Многие заказчики считают неискрящими такие материалы, как чистый алюминий, алюминиевые сплавы с максимальным содержанием магния 2% или меди 0,2%, чистая медь и медные сплавы (т.е. латунь и бронза). Однако, некоторые стандарты, например, по ГОСТ 31441.1 или [43] могут не допускать применение алюминия или неметаллических материалов в потенциально взрывоопасных атмосферах.

* + - * 1. Корпуса подшипников с масляной смазкой с маслоразбрызгивающими кольцами должны иметь закрываемые пробками отверстия для визуального контроля состояния маслоразбрызгивающих колец при эксплуатации насоса.
* 9.1.4.2.8 При смазке масляным туманом должны выполняться требования пунктов 9.1.4.2.8.1 - 9.1.4.2.8.5.

Для систем смазки чистым масляным туманом, подшипники и корпуса подшипников должны отвечать требованиям пунктов от 9.1.4.2.8.1a) до 9.1.4.2.8.1д).

a) Для подачи масляного тумана должно быть предусмотрено резьбовое входное отверстие диаметром 6 мм (1/4”) на корпусе подшипников или в его торцевой крышке, для каждой полости между подшипником или парой подшипников и корпусом или уплотнением вала.

б) Фитинговые соединения для подачи масляного тумана должны быть расположены так, чтобы туман мог свободно проходить через подшипники. Если конструкция корпуса подшипника не позволяет туману проходить через подшипники, должны быть установлены направленные разбрызгиватели масляного тумана для обеспечения попадания масляного тумана на подшипники и прохождения через них.

в) Если должен использоваться разбрызгиватель [см. 9.1.4.2.8.1б)], он должен работать по всей поверхности.

г) Маслоразбрызгивающие кольца и диски, масленки постоянного уровня, отметки уровня масла на корпусе подшипника не требуются.

д) Дренажные и все другие отверстия для масла в корпусах подшипников должны быть заглушены, для предотвращения направления потока масляного тумана в обход подшипников.

П р и м е ч а н и е — При рабочих температурах, превышающих 300 °C (570 °F), корпуса подшипников со смазкой чистым масляным туманом могут нуждаться в специальных мерах для снижения нагрева подшипников при помощи теплоотвода, таких, как:

* теплоотводящие диски
* валы из нержавеющей стали с низкой теплопроводностью;
* термобарьеры;
* воздушное охлаждение вентиляторами на валу;
* смазка масляным туманом продувкой, вместо чистого масляного тумана, с охлаждением масла в

картере.

Для систем смазки масляным туманом продувкой, подшипники и корпуса

подшипников должны отвечать требованиям 9.1.4.2.8.2a) - 9.1.4.2.8.2г):

Для подачи масляного тумана в верхней половине корпуса подшипника должно быть резьбовое отверстие диаметром 6 или 12 мм (1/4” или ½”), которое служит одновременно вентиляционным и наливным отверстием.

б) Должна использоваться масленка постоянного уровня, а на корпусе подшипника должна иметься отметка нормального уровня масла в картере. Смазка подшипников должна осуществляться с использованием стандартной масляной ванны, с маслоразбрызгивающими кольцами или дисками.

в) Масленки постоянного уровня с визуальным контролем уровня должны оборудоваться устройством контроля переполнения, позволяющим избыточному маслу, коалесцированному из масляного тумана, дренироваться из картера подшипника, чтобы уровень масла в картере был всегда постоянным. Дренированное масло должно содержаться в закрытой емкости, не позволяющей маслу вытекать на раму и фундаментную плиту насосного агрегата.

г) Масленки постоянного уровня с визуальным контролем уровня должны иметь отводные трубки, что позволяет им работать при том же внутреннем давлении, что и корпуса подшипников, не пропускать избыточный туман на корпус подшипника и не допускать перелива масла на фундаментную плиту.

Для смазки как чистым масляным туманом, так и масляным туманом продувкой, внизу корпуса подшипника должно располагаться дренажное отверстие, с

целью обеспечения возможности полного дренирования масла.

Подшипники качения закрытого типа запрещается применять с системами смазки как чистым масляным туманом, так и масляным туманом продувкой.

9.1.4.2.8. Фитинги внешней обвязки для распределения и отвода масляного тумана должны поставляться заказчиком. Если заказчиком не требуется иное, фитинги и переходники, устанавливаемые непосредственно в корпусе подшипника, если таковые требуются, должны поставляться поставщиком насоса.

# Смазка подшипников качения

* + - * 1. Если заказчиком не требуется иное, то подшипники насосов и их корпуса должны быть спроектированы для смазки минеральным углеводородным маслом.
        2. В руководстве по эксплуатации и техническому обслуживанию должно быть описано, как система смазки обеспечивает циркуляцию масла.
* 9.1.4.3.3 Если договором оговорено требование о смазке подшипников чистым масляным туманом или масляным туманом продувкой, то должны быть выполнены требования раздела 9.1.4.2.8.
* 9.1.4.3.4 Если договором оговорено требование о смазке подшипников качения консистентной смазкой, то должны быть выполнены требования в соответствии с пунктами от 9.1.4.3.4а) до 9.1.4.3.4г):

a) Срок службы консистентной смазки (промежуток времени между заменами смазки) должен рассчитываться с использованием метода, рекомендованного поставщиком подшипников, или с использованием альтернативного метода, одобренного заказчиком.

б) Консистентная смазка не должна применяться, если расчетный срок ее службы составляет менее 2000 часов.

в) Если оценочный срок службы консистентной смазки составляет более 2000 часов, но менее 25000 часов, то должны быть созданы условия для обновления смазки в процессе эксплуатации, а также для эффективного удаления старой смазки. Поставщик насоса должен сообщить заказчику требуемые интервалы обновления смазки.

г) Если расчетный срок службы консистентной смазки составляет более 25000 часов, то ниппели или другие приспособления для обновления смазки в процессе эксплуатации не требуются.

# Комплектующие

* + - 1. **Приводы**
         1. Мощность привода должна выбираться в соответствии с указанными в опросных листах максимальными значениями рабочих параметров насоса, с учетом всех потерь мощности в подшипниках, механических торцевых уплотнениях, редукторе,

соединительной муфте. Привод должен соответствовать заявленным техническим характеристикам, как указано в опросном листе, техническом паспорте. Привод должен соответствовать всем условиям эксплуатации на площадке заказчика.

* 9.1.5.1.2 Заказчик должен указать в опросном листе требуемый тип привода, его характеристики и вспомогательные устройства, включая:

а) Электрические характеристики;

б) Режимы пуска (включая предполагаемое падение напряжения при запуске); в) Тип корпуса;

г) Классификацию зоны установки по [7] или [48]; д) Тип изоляции;

е) Требуемый сервисный фактор;

ж) Температуру окружающей среды и высоту над уровнем моря в месте установки; з) Потери при работе;

и) Обогреватели, датчики температуры, датчики вибрации, если они требуются; к) Критерии оценки вибрации;

л) Соответствие стандартам [44], [45], [46], [47], ГОСТ IEC 60034.

* + - * 1. Если заказчиком не требуется иное, используемые в качестве привода насосов паровые турбины должны соответствовать [49]. Паровые турбины должны быть рассчитаны так, чтобы обеспечивать в постоянном режиме 110 % от максимальной потребляемой мощности насоса при нормальных условиях подачи пара.
        2. Если заказчиком не требуется иное, используемые в насосных агрегатах зубчатые редукторы должны соответствовать [50].
        3. Если заказчиком не требуется иное, для всех компонентов привода с массой более 250 кг (500 фунтов) нижние опоры должны оснащаться вертикальными отжимными болтами.

# Соединительные муфты валов и защитные ограждения

* + - * 1. Если заказчиком не требуется иное, соединительные муфты между приводом и приводимым оборудованием, а также их ограждения должны поставляться и монтироваться поставщиком насоса.
        2. Если заказчиком не требуется иное, должны применяться соединительные муфты с гибкими металлическими элементами, с проставками, изготовленные в соответствии с требованиями [51]. Кроме того, муфты должны соответствовать следующим требованиям:

а) полумуфты должны быть изготовлены из стали;

б) гибкие элементы должны быть изготовлены из коррозионностойкого материала;

в) муфты должны быть спроектированы так, чтобы удерживать проставку от вылета при разрыве гибкого элемента.

г) расстояние между концами валов насоса и привода (РМКВ) должно составлять не менее 125 мм (5 дюймов) и должно быть достаточным для демонтажа муфты, кронштейна подшипников, самих подшипников, торцевых уплотнений и ротора, без перемещения привода, демонтажа полумуфты привода и отсоединения всасывающего и нагнетательного трубопроводов;

e) Должна быть предусмотрена возможность установки приспособлений для центровки валов насоса и привода без необходимости демонтажа проставки и полумуфт.

* 9.1.5.2.3 Если оговорено договором, муфты должны быть отбалансированы по [22] G6.3 или по ГОСТ ИСО 1940-1 G6.3.
  + - * 1. Поставщик насоса должен предоставить поставщику муфт информацию по посадочным размерам валов и шпоночных пазов под полумуфтами и расчетному смещению концов валов из-за осевого люфта или тепловых эффектов.
        2. Гибкие муфты должны устанавливаться на валы со шпонками. Шпонки, шпоночные пазы и посадки должны соответствовать стандарту ИСО/R773 (ANSI/AGMA 9002, Коммерческий класс) или ГОСТ 23360. Шпоночные пазы для соединения вала должны быть вырезаны для размещения шпонки прямоугольного поперечного сечения. Шпоночные пазы на валу для установки полумуфт должны быть сделаны под призматические шпонки. Сегментные шпонки и шпоночные пазы не должны применяться. Шпонки должны быть изготовлены и установлены с учетом требований минимизации дисбаланса. Для полумуфт с цилиндрической посадкой может применяться скользящая посадка, со стопорными винтами, упирающимися в шпонку.

П р и м е ч а н и е — Цилиндрическая скользящая посадка позволяет регулировать осевое положение полумуфты на валу в полевых условиях без нагрева полумуфты.

* + - * 1. Если диаметр вала больше 60 мм (2,5 дюйма), полумуфта должна устанавливаться на коническую посадку. Посадочный конус должен быть 1:10 в соответствии с ИСО/R775 или 1:16 (диаметр 0,75 дюйма/фут) в соответствии со стандартами США. Другие посадки и методы установки полумуфт могут быть согласованы между заказчиком и поставщиком.

П р и м е ч а н и е — Для полумуфт с конической посадкой должны применяться соответствующие процедуры монтажа и обслуживания, чтобы обеспечить посадку с натягом.

* + - * 1. Полумуфты, предназначенные для посадки на вал с натягом, должны иметь резьбовые отверстия диаметром не менее 10 мм (0,38 дюйма) для съемника.
        2. Муфты и их соединения с валом должны быть рассчитаны по меньшей мере на максимальную мощность привода и любой коэффициент полезного действия.
* 9.1.5.2.9 Если оговорено договором, муфты должны отвечать требованиям стандарта ИСО 14691.
  + - * 1. Если от поставщика насоса не требуется монтаж привода, то полумуфта приводного вала, после финальной механической обработки, должна быть доставлена на завод-изготовитель привода или в любое другое указанное им место, вместе с необходимыми инструкциями по монтажу полумуфты на валу привода.
        2. Каждая соединительная муфта должна иметь защитное ограждение, заменяемое без демонтажа деталей муфты. Защитное ограждение должно соответствовать следующим требованиям пунктов 9.1.5.2.11.1 - 9.1.5.2.11.6.

Ограждение должно ограждать муфту и валы для защиты обслуживающего персонала от контакта с вращающимися деталями при эксплуатации оборудования. Допустимые размеры зон доступа должны отвечать требованиям оговоренного стандарта, например: [52], [53] или [54], ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.062.

Ограждение должно быть изготовлено с запасом прочности (жесткости), достаточным, чтобы выдержать статическую нагрузку 900 Н (200 фунтов-силы), приложенную точечно в любом направлении, без контакта ограждения с вращающимися деталями.

Ограждение должно быть изготовлено из листа (сплошного или перфорированного), пластин или цельнотянутого металла. Любые отверстия в ограждении должны соответствовать ИСО 14120, EN 953 или [54] или ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.062, но в любом случае не должны превышать 10 мм (0,375 дюйма). Плетеные проволочные сетки не должны использоваться.

Ограждение должно быть изготовлено из стали, латуни, алюминия или неметаллических (полимерных) материалов, в зависимости от условий.

* 9.1.5.2.11.5 Если оговорено договором, для применения ограждения муфт во взрывоопасных условиях должна быть выполнена “оценка риска воспламенения” (анализ рисков) по ГОСТ 31441.1 или [43].
* 9.1.5.2.11.6 Если оговорено договором, ограждения муфт должны изготавливаться из согласованного с заказчиком не искрящего материала.

П р и м е ч а н и е — Многие заказчики считают неискрящими такие материалы, как чистый алюминий, алюминиевые сплавы с максимальным содержанием магния 2% или меди 0,2%, чистая медь и медные сплавы (т.е. латунь и бронза). Однако, некоторые стандарты, например, по ГОСТ 31441.1 или [43] могут не допускать применение алюминия или неметаллических материалов в потенциально взрывоопасных атмосферах.

# Рамы (опорные плиты)

* + - * 1. Горизонтальные насосы должны оснащаться рамами с дренажными

желобами или дренажными поддонами.

* 9.1.5.3.1.1 Заказчик должен указать тип рамы (с желобом или с поддоном) исходя из следующих вариантов исполнения:

а) дренажный желоб, окружающий всю раму; б) дренажный поддон, окружающий всю раму;

в) неполный по длине рамы дренажный поддон, закрывающий всю ширину рамы. 9.1.5.3.1.2 Желоб или поддон рамы должен иметь уклон не менее 1:120 по

отношению к основанию насоса. В его нижнем конце для полного опорожнения должно иметься резьбовое дренажное отверстие размером не менее DN 50 (2 дюйма), для обеспечения полного слива.

* + - * 1. Рама должна располагаться под насосом и всем оборудованием насосного агрегата так, чтобы любая утечка находилась в пределах периметра рамы. Для сведения к минимуму риска случайных повреждений и утечек, все трубные соединения, включая фланцы входного и нагнетательного патрубков насоса, должны находиться в пределах периметра дренажного желоба или поддона рамы. Все выступающие поверхности поставляемого оборудования должны находиться в пределах периметра рамы. С одобрения заказчика, большие клеммные коробки электродвигателей могут выступать за периметр рамы.
        2. Если позволяют монтажные размеры насоса и привода, рамы должны иметь стандартные размеры в соответствии с приложением O, и должны быть предназначены для бетонирования. , и должны быть сконструированы для заливки раствором. Такие рамы должны быть указаны в предложении поставщика как «Стандартная рама», с номерами от 0,5 до 12.
        3. Высота осевой линии вала насоса над рамой должна быть минимально возможной. Между корпусом насоса и рамой должен быть предусмотрен достаточный просвет для монтажа дренажного трубопровода. Дренажный трубопровод должен иметь тот же условный диаметр, что и сливной патрубок насоса, и монтироваться без использования внешнего резьбового колена.
* 9.1.5.3.5 Для насоса и приводных механизмов должны быть предусмотрены опорные площадки. Для обеспечения удобства центрирования оборудования без его демонтажа, эти площадки должны быть больше по площади, чем опоры монтируемого насоса и центровочные пластины под мехнизмы привода. Опорные площадки должны быть механически обработаны с обеспечением их плоскостности и параллельности. Поверхности опорных площадок под каждым отдельным механизмом насосного агрегата должны лежать в одной плоскости с отклонением не более 150 мкм на 1 м (0,002 дюйма на фут) расстояния

между площадками. Если оговорено договором, соответствие рамы этому требованию должно быть продемонстрировано поставщиком насоса на его производственной площадке до монтажа оборудования, на этапе, когда рама имеет только отверстия под фундаментные болты. Эта демонстрация возможна, когда рама еще установлена на механообрабатывающем станке после механической обработки опорных площадок.

П р и м е ч а н и е — На плоскостность опорных площадок могут повлиять условия транспортировки, погрузки–разгрузки и монтажа, за которые поставщик насоса не несет ответственности. Следует руководствоваться практическими рекомендациями по монтажу насосных агрегатов указанными в [37].

* + - * 1. Высотное расположение опорных площадок под установку механизмов привода должно быть запроектировано таким образом, чтобы имелась возможность установки центровочных пластин суммарной толщиной не менее 3 мм (0,12 дюйма) под каждую опору.

Наборы центровочных пластин из нержавеющей стали соответствующей суммарной толщины должны быть установлены под опоры приводных механизмов, если они монтируются поставщиком. Пакеты пластин не должны быть толще 13 мм (0,5 дюйма) и содержать более 5 пластин. Пластины должны охватывать прижимные и отжимные болты с двух сторон и выходить на расстояние не менее 5 мм (1/4 дюйма) за наружные края лап оборудования.

Если поставщик не устанавливает приводные механизмы на раму, то сверление опорных площадок под прижимные болты в этом случае не производится, а центровочные пластины не поставляются. Установка центровочных пластин под опоры насоса не допускается.

* 9.1.5.3.6.3 Если оговорено договором, кроме базового комплекта пластин, могут применяться дополнительные опорные пластины, из нержавеющей стали, толщиной не менее 5 мм (0,2 дюйма). Обе стороны опорной пластины должны быть механически обработаны, а длина и ширина пластин должны быть равны соответствующим размерам опорных лап монтируемого оборудования (включая насос, привод и редуктор).
  + - * 1. Все сварные соединения рамы, включая соединения настила рамы с деталями конструкции рамы, должны выполняться непрерывным сварным швом для предотвращения щелевой коррозии. Сварка верхняя или нижняя, запрещена.
        2. Если рама спроектирована для установки на бетонном фундаменте с заливкой раствором, то нижняя ее часть между элементами конструкции должна быть открытой. Необходимо обеспечить проливку раствора в места, находящиеся под всеми элементами, несущими нагрузку. Дно рамы должно располагаться в одной плоскости, чтобы использовать один горизонтальный фундамент.
        3. К нижней части рамы под опорами насоса и привода должны быть приварены поперечные усилители конструкции. Форма усилителей конструкции должна обеспечивать их надежное закрепление в застывшем растворе.
        4. Все рамы должны иметь, как минимум, одно отверстие для заливки раствора площадью не менее 125 см2 (19 кв. дюймов) и линейными размерами не менее 75 мм (3 дюйма), в каждой секции рамы с перегородками. Эти отверстия должны располагаться так, чтобы обеспечить заполнение раствором всей полости под рамой без образования воздушных карманов. По возможности, отверстия должны быть доступными для заливки раствора без демонтажа насоса и привода. Отверстия для заливки в поддоне рамы должны иметь отбортовки высотой не менее 13 мм (0,5 дюйма). Если отверстия для заливки располагаются в месте, в котором жидкости могут попадать на открытый цементный раствор, на них необходимо установить металлические крышки, толщиной не менее 1,5 мм (16 квалитет). В наивысшей точке каждой секции рамы с перегородками должны быть предусмотрены вентиляционные отверстия диаметром не менее 13 мм (0,5 дюйма).
        5. Наружные углы рамы, контактирующие с раствором, должны быть закругленными с радиусом не менее 50 мм (2 дюйма) (см. рисунок Н.1).
        6. Если заказчиком не требуется иное, поставщик должен подвергнуть пескоструйной обработке до Sa2 по [55] или по ГОСТ Р ИСО 8501-1, или до [56] все поверхности рамы, соприкасающиеся с раствором, и нанести на эти поверхности грунтовочный слой, совместимый с раствором на основе эпоксидной смолы.
* 9.1.5.3.13 Если оговорено договором, рама и стойки насосного агрегата должны иметь жесткость, достаточную для монтажа без заливки раствором.
* 9.1.5.3.14 Если оговорено договором, допускается применение рам без верхнего листового настила, т.е. в виде рам.
  + - * 1. Рама должна иметь проушины для подъёма, не менее чем в четырех точках. Подъем рамы вместе со всем оборудованием, установленным на ней, не должен приводить к необратимым деформациям или другим повреждениям рамы или механизмов, установленных на ней.
        2. Проушины для подъема, прикрепляемые к оборудованию, должны быть спроектированы так, чтобы максимальное возникающее в них напряжение не превышало одной трети минимального предела текучести материала.
        3. Для всех единиц оборудования насосного агрегата с массой более 250 кг (500 фунтов) должны быть предусмотрены продольные и поперечные отжимные болты, для облегчения позиционирования оборудования в продольном и поперечном направлениях.

Монтажные пластины отжимных болтов должны быть прикреплены к раме так, чтобы не препятствовать установке или демонтажу оборудования. Отжимные болты должны быть, как минимум, M12 (1/2”-13). Если монтажные пластины отжимных болтов прикрепляются к раме сваркой, то финальная механическая обработка опорных площадок рамы под лапами оборудования должна производиться, когда приварка монтажных пластин будет закончена, для предотвращения деформации.

* + - * 1. Вертикальные выравнивающие болты должны быть расположены по наружному периметру рамы. Они должны располагаться рядом с анкерными болтами, чтобы свести к минимуму деформации в процессе установки и выдержать вес рамы, насоса и привода без чрезмерной деформации.
        2. Опорные плиты, которые предназначены для установки с цементным раствором, должны иметь контактные поверхности с цементным раствором, свободные от краски и грунтовки, чтобы обеспечить максимальную адгезию раствора.
        3. Поставщик должен предусмотреть достаточное количество анкерных болтов, чтобы выдерживать усилия реакции патрубка во время пуска и эксплуатации насоса. Анкерные болты входят в комплект поставки Покупателя.
        4. Для уменьшения расцентровки валов насоса и привода из-за нагрузок от трубопроводов, конструкция насоса и рамы должна иметь достаточную жесткость, чтобы ограничить смещение вала насоса со стороны привода или в месте посадки полумуфты до значений, указанных в таблице 13. Заливка рамы раствором бетона не должна использоваться для придания конструкции дополнительной жесткости.

П р и м е ч а н и е — Известно, что заливка раствором может существенно увеличить жесткость рамы. Испытание на нагрузки на патрубки на заводе поставщика без заливки рамы позволяет гарантировать соответствие рамы предъявляемым требованиям. Тепловые расширения, ошибки при изготовлении трубной обвязки и погрешности при центровке вносят свой вклад в фактические нагрузки и деформации на месте эксплуатации. Соблюдение требований по величине нагрузок на патрубки, приведенных в таблице 4, ограничивает расцентровку валов насоса и привода вследствие деформации от нагрузок до величины около 250 мкм (0,010 дюйма).

Таблица 13 — Критерии жесткости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рама, предназначенная для заливки раствором | | Рама, не предназначенная для заливки раствором | |
| Условия нагружения | Смещение приводного конца вала насоса, мкм (дюйм) | Смещение приводного конца вала насоса, мкм (дюйм) | Направление |
| MYc | 175 (0.007) | 125 (0.005) | + Z |
| MZc | 75 (0.003) | 50 (0.002) | - Y |
| MYc и MZc равны сумме допустимых, действующих на патрубки на входе и нагнетании, по таблице 4.  MYc = (МY) всасывания + (МY) нагнетания  MZc = (MZ) всасывания + (MZ)нагнетания | | | |

# Испытания

* 9.1.6.1 Для каждой магнитной муфты должны проводиться испытания на статический крутящий момент, результаты испытаний должны быть предоставлены заказчику. Если указано, магнитные муфты должны подвергаться испытанию на статический крутящий момент для проверки номинального крутящего момента (см. 9.1.3.8) и соответствующий сертификат о прохождении испытаний должен быть предоставлен поставщиком. Испытания должны проводиться при температуре окружающей среды с поправкой на максимальную расчетную допустимую температуру.

9.1.6.2 Перед фактическими эксплуатационными испытаниями поставщик должен учитыватьл потери на вихревые токи для корректировки результатов испытаний на воде в соответствии с характеристиками указанной перекачиваемой жидкости (жидкостей).

* 9.1.6.3 Если оговорено договором, насос должен проработать на испытательном стенде при номинальной подаче период времени до достижения установившейся температуры масла. Температура считается установившейся, если её повышение не превышает 1 °C за 10 минут.

# Подготовка к отгрузке

* + - 1. Открытые валы и полумуфты валов (насосы с магнитной муфтой) должны быть закрыты водонепроницаемой парафинированной тканью или бумагой, пропитанной антикоррозионным составом. Швы упаковки должны быть закрыты маслостойкой липкой лентой.
      2. Узлы подшипников (насосы с магнитной муфтой) должны быть полностью защищены от попадания влаги и грязи. Внутренние поверхности корпусов подшипников и детали масляных систем, изготовленные из углеродистой стали, должны быть покрыты маслорастворимыми антикоррозионными средствами, совместимыми со смазочным маслом Если для консервации больших внутренних полостей насоса применяются пакеты

с испаряющимся ингибитором коррозии, то они должны быть закреплены в легкодоступных местах для облегчения их удаления. Если используются, пакеты с ингибитором коррозии необходимо размещать в проволочных клетках, прикрепляемых к крышкам фланцев, а их расположение должно быть идентифицировано снаружи посредством бирок, выполненных из коррозионностойких материалов, прикрепленных к насосу проволокой из нержавеющей стали.

# Насосы с экранированным электродвигателем

* + 1. **Общие положения**

Насосы с экранированным электродвигателем обозначаются как тип НЭЭ. Описание насосов типа НЭЭ приводится в приложении B.

# Требования к двигателю

* + - 1. Корпус статора насоса с экранированным электродвигателем, включая электрический проходной барьер, должен быть рассчитан на максимально допустимое рабочее давление, давление гидравлических испытаний и значения рабочей температуры.
      2. По умолчанию, полость статора двигателей насосов, предназначенных для эксплуатации при рабочей температуре 160 °C (320 °F) или менее, не должна заполняться маслом.

По согласованию с заказчиком, полость статора может быть заполнена жидким или твердым теплопроводящим материалом, используемым для отвода тепла от обмоток статора. Изоляция двигателя, включая теплопроводящий материал, должна соответствовать температуре рабочей жидкости.

* + - 1. Подача через электрический проходной барьер в распределительную коробку экранированного двигателя должна быть самоотводящейся в полость статора.
      2. Размер клеммной коробки должен быть по крайней мере на один размер больше, чем стандартный размер для используемого двигателя согласно IEC (NEMA).
      3. Двигатели должны быть рассчитаны на пуск при максимальном напряжении, за исключением тех случаев, когда для обеспечения плавного пуска будет использоваться частотно-регулируемый привод.
      4. Двигатели мощностью менее 150 кВт (200 л.с.) должны быть рассчитаны на 3 пуска в час при температуре окружающей среды. Двигатели мощностью 150 кВт и выше должны обеспечивать 3 запуска в час, но не более 8 запусков в день.
      5. Изоляция обмотки статора должна быть рассчитана таким образом, чтобы русурс двигателя составлял не менее 175000 часов при максимальных рабочих значениях температуры и подачи.
      6. Класс H 180 °C (356 °F) является минимально допустимым классом изоляции.

П р и м е ч а н и е — К другим классам изоляции, встречающимся в НЭЭ относятся классы “C” и “R”.

* 9.2.2.9 Если указано, двигатели должны быть рассчитаны на нестандартные условия эксплуатации, такие как частый запуск и многоскоростная работа приводного оборудования. Поставщик должен указать продолжительность срока службы двигателя с учетом влияния этих параметром.

9.2.2.10 В документах на двигатель должна быть указана возможность его использования в опасных (классифицированных) местах, указанных заказчиком. При необходимости проводится сертификация третьей стороны (UL, FM или аналогичная).

* 9.2.2.11 Если указано, в узле статора должно быть предусмотрено резьбовое отверстие для промывки или продувки.

# Вкладыш статора

* + - 1. Узел статора, состоящий из статора, вкладыша статора, опор вкладыша, корпуса статора и электрического ввода, является узлом, находящимся под давлением, и должен соответствовать требованиям пункта 6.2, за следующим исключением:

а) Корпус статора должен быть изготовлен из материала, не подверженного коррозии.

б) Минимальная толщина вкладыша статора должна составлять 0,38 мм (0,015 дюйма).

в) Вкладыш статора должен быть подвергнут гидравлическим испытаниям в составе статорного узла при давлении, в 1,5 раза превышающем максимально допустимое рабочее давление.

* + - 1. Материалы футеровки статора, не указанные в приложении M, должны быть одобрены заказчиком.

# Вкладыши ротора

* + - 1. Материал корпуса ротора должен быть коррозионно стойким.
      2. Материалы футеровки ротора, не указанные в приложении G, должны быть одобрены заказчиком.

# Дополнительные требования к паспортной табличке

* + - 1. Помимо информации на паспортной табличке, указанной согласно пункту 6.11.2, таблички насосов с экранированным электродвигателем должны также содержать следующую дополнительную информацию:

a) номинальное напряжение двигателя;

б) сила тока двигателя при полной нагрузке; в) класс изоляции двигателя;

г) номинальная мощность двигателя;

д) ток заторможенного ротора;

е) максимально допустимое рабочее давление насоса и двигателя при номинальной температуре;

ж) дата изготовления;

з) диаметр рабочего колеса насоса;

и) наименование перекачиваемой жидкости;

к) температура срабатывания тепловой защиты двигателя.

* + - 1. Для эксплуатации во взрывоопасных зонах класса I, подкласса 1, на паспортной табличке должна быть следующая дополнительная информация:

a) предельные значения температуры перекачиваемой жидкости (либо по [8], либо по фактической температуре);

б) Маркировку, отметку или логотип, с разрешением на использование в зоне класса I, подкласса 1.

* + - 1. Для приводов с регулируемой скоростью на паспотрной табличке указывается диапазон оборотов двигателя.

# Погружные насосы с экранированным электродвигателем

Если насосы сконструированы и поставляются с крышкой сопла емкости, то крышка должна быть рассчитана на то же максимальное рабочее давление и температуру, что и емкость, на которой она установлена. Если емкость, на которой она установлена, является сосудом под давлением, спроектированным в соответствии с [28], то крышка должна быть спроектирована в соответствии с теми же критериями. Трубопровод от двигателя до крышки является частью напорного корпуса и должен быть спроектирован в соответствии со всеми требованиями, предъявляемыми к корпусу насоса под давлением, такими как допустимая коррозия, расчетное давление и расчетная температура.

# Испытания

* Испытания двигателя должны состоять из измерений сопротивления обмоток и диэлектрических испытаний для подтверждения целостности изоляции обмоток. Испытания должны проводиться в соответствии с [57] или другими стандартами, по согласованию с заказчиком. Соответствующий сертификат о прохождении испытаний должен быть предоставлен поставщиком.

# 10 Информация, предоставляемая поставщиком

# Общие положения

* + 1. Поставщик должен предоставить заказчику информацию, указанную в пунктах 10.2 и 10.3.
    2. Общие данные о поставщике должны быть представлены на всех пересылаемых и сопроводительных письмах, на титульных листах, на титульных надписях или в других заметных местах на чертежах, и должны включать следующие данные:

а) название заказчика / конечного пользователя оборудования; б) номер заказа / проекта;

в) номер технологической позиции и назначение оборудования; г) номер заказа или запроса заказчика;

д) любую другую идентификацию, установленную в заказе или запросе заказчика; е) идентификационный номер предложения поставщика, заводской номер заказа,

серийный номер или любую другую ссылку, позволяющую однозначно идентифицировать документацию и переписку.

* 10.1.3 Если требуется заказчиком, то в течение четырех – шести недель после размещения заказа должно быть проведено координационное совещание, предпочтительно на предприятии поставщика. Если заказчиком не требуется иное, поставщик должен подготовить и разослать повестку дня этого совещания, которая должна включать, как минимум, обсуждение следующих вопросов:

а) договор на поставку, объем поставки, разделение ответственности и вопросы, связанные с субпоставщиками;

б) опросные листы;

в) применимые технические требования и предварительно согласованные исключения;

г) графики передачи информации, сдачи продукции и проведения испытаний; д) программа и процедуры обеспечения качества;

е) инспекции, сроки доставки и испытания;

ж) схемы и спецификации для вспомогательных систем;

з) взаимное расположение оборудования, трубопроводов и вспомогательных систем; и) размерность магнитной муфты (только для насосов с магнитной муфтой);

к) графики температуры и давления;

л) данные по техническому обслуживанию, проводимому поставщиком; м) размеры упорных подшипников и расчетные нагрузки;

н) контрольно-измерительные приборы и средства управления; о) другая техническая информация.

# Технические предложения

* + 1. **Общие положения**
       1. Поставщик должен направить оригинал техгического предложения и установленное количество копий адресату, указанному в запросе заказчика. Как минимум, Предложение должно включать данные, указанные в пунктах 10.2.2-10.2.4, а также прямое подтверждение, что насосный агрегат и все его компоненты строго соответствуют настоящему стандарту. В случае каких-либо несоответствий, поставщик должен предоставить список отклонений, в котором подробно описывается и разъясняется каждое отклонение от настоящего стандарта. Описание отклонений должно быть достаточно подробным, позволяющим заказчику оценить любые предложенные альтернативные конструкции. Вся переписка должна быть четко идентифицирована согласно 10.1.2.
       2. Рабочие зазоры меньше указанных в пункте 6.6.4 и таблице 5, должны обозначаться в предложении как отклонения от настоящего стандарта.

# Чертежи

* + - 1. В техническом предложении должны быть представлены чертежи, перечисленные в форме «Требования, предъявляемые к данным и чертежам поставщика» (см. пример в приложении C). Как минимум, должны быть предоставлены следующие чертежи:

а) габаритный чертеж или чертеж общего вида насосного агрегата и всех его основных отдельных узлов и механизмов, на котором показаны: направление вращения; расположение и размеры основных присоединений заказчика; общие габариты агрегата; минимальное необходимое пространство вокруг агрегата, требуемое для его обслуживания и ремонта; общий вес; монтажные массы основных узлов и механизмов; максимальный вес узлов и деталей, которые требуется поднимать для обслуживания и ремонта агрегата (указывается для каждого узла и детали, которые требуется демонтировать); точки подъема и методы подъема собранного агрегата; номер стандартной рамы (см. Приложение O);

б) чертежи предлагаемого оборудования в разрезе, показывающие детали конструкции;

в) схемы всех вспомогательных систем, включая системы управления, и электрических систем с входящими спецификациями.

* + - 1. Если для предложения используются типовые чертежи, схемы и перечни материалов и комплектующих, то они должны быть с поправками, отражающими

правильные данные по весу и размерам, а также конфигурацию и объем поставки, соответствующие конкретному предлагаемому оборудованию.

# Технические данные

В предложение должны быть включены следующие технические данные:

а) Опросные листы заказчика с полной дополнительной информацией от поставщика, а также техническая документация, в которой подробно описывается предлагаемое оборудование.

б) прогнозируемые данные по уровню шума;

в) данные и чертежи поставщика (см. пример в Приложении C) включая график предоставления поставщиком всех данных, требуемых по договору;

г) график отгрузки оборудования, с отсчетом в неделях от даты размещения заказа; д) список основных изнашиваемых деталей, с указанием их взаимозаменяемости с деталями других насосных агрегатов, поставляемых в рамках этого же проекта, или уже

имеющихся у заказчика;

е) перечень запасных деталей, рекомендуемых для пуска в эксплуатацию и нормального технического обслуживания (см. таблицу 14);

ж) перечень специальных инструментов, необходимых для технического обслуживания (см. 7.6.1);

з) описание специальной защиты от атмосферных воздействий и подготовки к эксплуатации в зимних условиях (если применена), необходимой для пуска, эксплуатации и периодов простоя в условиях окружающей среды, установленных в опросных листах заказчика. В этом описании должно быть четко указано, какие меры защиты предприняты поставщиком, и какие меры должны быть предприняты заказчиком;

Таблица 14 — Рекомендуемые запасные части

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Деталь | Количество идентичных насосов (n) | | | | | | |
| От 1 до 3 | От 4 до 6 | > 6 | От 1 до 3 | От 4 до 6 | От 7 до 9 | > 9 |
| Рекомендуемое количество запасных деталей | | | | | | |
| Для пуско-наладочных работ | | | Для стандартного технического обслуживания | | | |
| Запасной насос на складеа |  |  |  | 1а | 1а | 1а | 1а |
| Роторный узел с приводома,б,г |  |  |  | 1 | 1 | 1 | **n**/20 |
| Роторв |  |  | 1 | 1 | 1 | 2 | **n**/5 |
| Корпуса |  |  |  |  |  |  | 1 |
| Рабочее колесо |  |  |  | 1 | 1 | 2 | **n**/3 |
| Уплотнительные кольца (комплект)р | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | **n**/3 |

Продолжение таблицы 14

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Деталь | Количество идентичных насосов (n) | | | | | | |
| От 1 до 3 | От 4 до 6 | > 6 | От 1 до 3 | От 4 до 6 | От 7 до 9 | > 9 |
| Рекомендуемое количество запасных деталей | | | | | | |
| Для пуско-наладочных работ | | | Для стандартного технического обслуживания | | | |
| Набор подшипников, смазываемых средойр | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | **n**/3 | **n**/3 |
| Дополнительное  рабочее колесо (если требуется) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** | **n**/3 |
| Прокладки, центровочные подкладки, уплотнительные кольца круглого  сечения (комплект) | 1 | 2 | **n**/3 | 1 | 2 | **n**/3 | **n**/3 |
| **Для насосов с магнитной муфтой (НММ)** | | | | | | | |
| Насос без корпусае,к,л |  |  |  |  |  |  |  |
| Проточная часть в  сбореа,б,г,к |  |  |  |  |  |  | 1а,б |
| Узел ходовой частиа,б,д,е |  |  |  |  |  |  | 1а,б |
| Корпус подшипников качения | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | n/20 |
| Ротор приводад |  |  | 1 |  |  | 1 | n/10 |
| Узел магнитного приводаа,б,о |  |  | 1 |  |  | 1 | n/10 |
| Щелевые кольцар | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | n/3 | n/3 |
| Вал магнитного привода |  |  |  | 1 | 1 | 1 | n/10 |
| Подшипник качения переднийр | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | n/3 |
| Подшипник качения, заднийр | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | n/3 |
| Уплотнение вала корпуса подшипников  AF, внутреннийр | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | n/3 |
| Уплотнение вала, корпус подшипника AF, внешнийр | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | n/3 |
| Держатель втулки для внутреннего ротора |  |  |  |  |  |  | n/10 |
| Защитный экран |  |  |  | 1 | 1 | 1 | n/10 |
| **Для насосов с экранированным электродвигателем (НЭЭ)** | | | | | | | |
| Задняя тяга в сборе а,б,ж |  |  |  | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Узел статораа,б,н |  |  |  |  | 1 | 1 | n/20 |
| Корпус подшипников |  |  |  |  |  |  | n/10 |

а – для особо ответственных насосов, как правило, не предусматриваются запчасти. Выход из строя особо ответственных насосов приводит к существенным производственным потерям и/или опасности для окружающей среды. По крайней мере, одна из указанных деталей должена быть доступна для каждого особо ответственного насоса. По желанию заказчика могут быть поставлены другие запасные части, не указанные в данном стандарте.

б - требуется для ответственных насосов, обеспечивающих технологический процесс и имеющих полное резервирование. В этом случае производственные потери возникают только если основной и резервный насос выходят из строя одномоментно. По крайней мере, одна из указанных деталей должена быть доступна для каждого особо ответственного насоса, чтобы свести к минимуму период простоя.

в - ротор состоит из всех вращающихся частей, за исключением рабочего колеса и гайки на валу, контактирующему с перекачиваемой средой.

г - роторный узел состоит из ротора, а также подшипниковых втулок.

д – узел привода ротора (НММ) состоит из внешнего магнитного узла, приводного вала и всех присоединенных вращающихся частей.

е - узел ходовой части (НММ) состоит из ротора привода, корпуса подшипников AF, подшипников, уплотнений и внешней рамы.

ж - Задняя тяга включает в себя все, кроме спирального корпуса, опорной плиты (НЭЭ).

з – картридж проточной части состоит из полностью собранной проточной части, уплотнения (уплотнений) и корпуса (корпусов) подшипника.

к – проточная часть (НММ) часть в сборе состоит из полностью собранного ротора со стационарными деталями проточной части (направляющими аппаратами или спиральными отводами), задней крышки и защитной оболочки (но не спирального/неподвижного корпуса диффузора).

л – насос без корпуса (НММ) представляет собой комбинированный блок проточной части с рамой привода.

н - узел статора (НЭЭ) состоит из статора, корпуса статора, вкладыша статора и электрической соединительной коробки.

о - узел магнитного привода состоит из внешних магнитов, магнитодержателя и экрана. р – естественно изнашиваемые детали.

с – рабочие колеса полного диаметра обычно заказываются для обеспечения возможной замены головки и взаимозаменяемости с другими службами, использующими одно и то же рабочее колесо.

н) полный перечень требований к расходным материалам и средам, необходимым для эксплуатации насосного агрегата, включая требования к подаче пара, воды, электроснабжению и жидкости для внешней промывки (включая расход и давление подачи жидкости). Если какие-то из этих данных на момент подготовки предложения предварительные, то это должно быть указано;

к) описание любых дополнительных испытаний и контрольных операций для заготовок в соответствии с требованиями пункта 6.10.1.5.

л) описание любых специальных требований, или указанных в опросных листах заказчика, или указанных в следующих пунктах настоящего стандарта: 6.1.11, 6.1.14, 6.1.15, 6.1.16, 6.1.23, 6.1.30, 6.1.31.1, 6.2.1.1, 6.3.2.3, 6.3.3.4, 6.3.3.5е), 6.6.1, 6.8.3.1, 6.10.1.1, 6.10.1.2,

6.10.1.3, 6.10.1.5, 7.1.2.1, 9.1.3.1, 9.1.3.5, 9.1.3.8, и 9.1.4.3.4в);

* м) если оговорено, референс-лист похожих насосных агрегатов, работающих в похожих условиях;

н) любые ограничения при запуске, остановке или эксплуатации, необходимые для защиты оборудования;

о) расчетный коэффициент быстроходности и кавитационный коэффициент быстроходности;

п) существующие ограничения испытательного стенда поставщика, если испытания на номинальной частоте в соответствии с пунктом 8.3.3.3.3 невозможно или не рекомендуется. Также должны содержаться рекомендации по корректировке мощности насоса от номинальной при испытаниях.

# Графики рабочих характеристик

Поставщик должен предоставить полные графики рабочих характеристик насоса, включая дифференциальный напор, КПД, требуемый кавитационный запас на воде (NPSH3) и мощность, как функцию подачи. Графики рабочих характеристик должны достигать значения подачи не менее 120 % от подачи в точке максимального КПД (точке BEP), за исключением насосов с низким коэффициентом быстроходности, где такую подачу не всегда можно получить. На графике должна быть указана номинальная рабочая точка. Должны быть приведены также напорные характеристики для рабочих колес максимального и минимального диаметра. На характеристиках должны быть указаны идентификационный номер рабочего колеса, его коэффициент быстроходности и кавитационный коэффициент быстроходности. На характеристиках должны быть указаны поправки на вязкость перекачиваемой среды (если необходимо). Кроме того, должны быть указаны минимальная стабильная подача (с учетом и температурного режима, и ограничений по стабильности потока), предпочтительный и допустимый рабочий диапазоны, а также любые имеющиеся ограничения рабочего режима.

# Дополнительные испытания и контроль

* Если оговорено договором, поставщик должен предоставить описание процедур и методик, используемых для каждого специального или дополнительного испытания, которое требуется заказчиком или предложено поставщиком.

# Данные, предоставляемые по договору

* + 1. **Общие положения**
       1. Данные по договору должны предоставляться поставщиком в соответствии с согласованной формой (см. пример в Приложении C).
       2. На каждом чертеже в нижнем правом углу должен быть штамп с указанием даты сертификации, справочной информации о проекте, названия, номера редакции, даты выпуска а также данных поставщика, установленных в 10.1.2. Аналогичная информация должна быть указана на всех остальных документах, предлагающихся к насосу в соответствии с данным стандартом.
       3. Заказчик и поставщик должны согласовать график и сроки рассмотрения передаваемых для одобрения чертежей и технических данных. Факт передачи информации на рассмотрение заказчику не может являться основанием ни для каких отклонений от

исходных требований, установленных договором, за исключением отклонений, согласованных заказчиком в письменном виде.

* + - 1. Полный перечень данных поставщика должен быть направлен заказчику вместе с первым выпуском основных чертежей. Этот перечень должен включать названия, номера чертежей и график передачи всех документов, которые поставщик должен предоставить заказчику (см. приложение C).

# Чертежи и технические данные

* + - 1. Чертежи и данные, предоставляемые поставщиком, должны содержать достаточно информации для того чтобы вместе с инструкциями по монтажу и эксплуатации, указанными в 10.3.5, заказчик мог правильно установить, эксплуатировать и технически обслуживать заказанное оборудование. Все поставочные чертежи и данные должны быть разборчивыми, должны содержать как минимум всю информацию, приведенную в приложении C, и должны быть детальными и подробными. Размер шрифта на чертежах должен быть не менее 8 pt, даже если он масштабируется с чертежей крупного формата.

На чертежах с габаритными размерами должны быть указаны допуски на положение торцов и осевых линий патрубков на приеме и нагнетании насоса, относительно ближайшего отверстия под анкерный болт рамы. На центральных линиях отверстий под анкерные болты рамы должен быть указан допуск, определяемый относительно общей базовой точки на опорной плите.

* + - 1. Заверенные поставщиком графики стендовых характеристик (см. пример в приложении M) должны быть представлены заказчику в течение 15 дней после завершения испытаний. На графиках должны быть показаны данные по напору, КПД и потребляемой мощности (пересчитанные с учетом удельной плотности рабочей перекачиваемой среды), как функции подачи. Должны быть указаны поправки на вязкость, если они были внесены. Также должен быть включен график требуемого кавитационного запаса (NPSH3), полученный по фактическим данным испытаний на воде, для рабочего колеса, отлитого по той же самой модели. На графике характеристик должны быть указаны максимальный и минимальный диаметр поставляемого рабочего колеса, его идентификационный номер (номера, если рабочих колес несколько) и серийный номер насоса.

# Отчеты о ходе работ

Поставщик должен направлять заказчику отчеты о ходе работ через промежутки времени, установленные в согласованной форме предоставления данных (см. приложение C).

# Перечни деталей и рекомендуемые запасные части

* + - 1. Поставщик должен представить полные перечни деталей для всего поставляемого оборудования и вспомогательных устройств. Перечни должны включать идентификационные номера деталей, материалы конструкции и типичные сроки поставки. Материалы должны быть идентифицированы, как указано в пункте 6.10.1.2. Каждая деталь должна быть полностью идентифицирована и показана на чертежах оборудования в разрезе или на сборочных чертежах так, чтобы заказчик мог определить возможность взаимозаменяемости этих деталей. Детали, в стандартные размеры которых были внесены изменения, и/или которые были модифицированы для удовлетворения специальным требованиям к рабочим характеристикам, должны однозначно идентифицироваться по номеру детали для возможности ее корректного изготовления и замены в будущем. Стандартные покупные изделия, включая уплотнительные прокладки и уплотнительные кольца круглого сечения, должны идентифицироваться по названию их изготовителя, номеру детали, материалу, классу рабочего давления, если применимо.
      2. Поставщик должен указать в каждом из этих полных списков запасных частей все те детали, которые являются рекомендуемыми запасными частями в качестве запасных частей для запуска или технического обслуживания, и рекомендуемое количество каждой из них на складе. Они должны включать рекомендации субподрядчиков по запасным частям, которые не были доступны для включения в первоначальное предложение поставщика. Поставщик должен направить списки Покупателю незамедлительно после получения проверенных чертежей и вовремя, чтобы они были доступны к заказу и доставке деталей до начала эксплуатации. Сопроводительное письмо должно быть идентифицировано и включать информацию, указанную в пункте 10.1.2.

# Инструкции и руководства

* + - 1. **Общие положения**
         1. Поставщик должен предоставить исчерпывающие письменные инструкции и все необходимые чертежи, позволяющие заказчику осуществлять монтаж, эксплуатацию и техническое обслуживание всего оборудования, входящего в заказ на поставку. Эта информация должна быть отражена в руководстве (руководствах), с титульным листом, содержащим данные по 10.1.2, перечнем содержания, и полным списком прилагаемых чертежей с указанием названия и номера чертежа. Руководство (руководства) должны подготавливаться специально для оборудования, указанного в заказе на покупку. В руководство допускается включать отдельные типовые разделы, относящиеся к поставляемому оборудованию, но полностью «типовые» руководства не должны применяться.
         2. Поставщик должен предоставить указанные руководства также в согласованном электронном формате. Руководства должны содержать информацию о поставляемом оборудовании, а также меры безопасности, необходимые для правовой защиты всех заинтересованных сторон.

# Руководство (инструкция) по монтажу

Вся информация, необходимая для монтажа оборудования должна быть собрана в руководстве, которое должно быть предоставлено не позднее выпуска комплекта окончательно утвержденных и заверенных чертежей оборудования. По этой причине, руководство по монтажу может поставляться отдельно от инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию. Руководство по монтажу должно содержать информацию по процедурам заливки рамы, установки и центровки оборудования, центрам масс, номинальным и максимальным требованиям к подводимым коммуникациям, а также все другие необходимые данные по монтажу оборудования. Все чертежи и данные, указанные в 10.3.2, необходимые для правильного выполнения монтажа, должны быть включены как часть данного руководства.

# Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и техническим данным

Подробное руководство по эксплуатации, включающее эксплуатационные параметры, данные по техническому обслуживанию, а также технические данные поставленного оборудования, должно быть предоставлено на момент отгрузки. В дополнение к эксплуатации во всех установленных технологических режимах, данное руководство должно включать раздел со специальными инструкциями по эксплуатации в наиболее неблагоприятных оговоренных условиях окружающей среды. Руководство также должно включать эскизы, показывающие положение центров тяжести, и описание процедур строповки или иных методов подъема, позволяющих демонтировать верхнюю половину корпусов, роторы и все другие сборочные единицы массой более 135 кг (300 фунтов). Также руководство по эксплуатации должно включать в себя всю общую информацию, приведенную в приложении C.

# Приложение A

(справочное) Информация по применению

# Общие положения

Для правильного использования данного приложения необходимо учитывать различия между герметичными насосами и центробежными насосами с механическим уплотнением. В данном разделе представлена информация, содержащая факторы, которые необходимо учитывать при его использовании, и определяющая параметры, отличные от параметров центробежных насосов с уплотнениями вала.

# Выбор и применение плана циркуляции

* + 1. **Общие положения**

(Схемы контуров циркуляции см. в приложении D).

Известно, что конструкция и особенности применения гидродинамических подшипников в целом одинаковы для насосов с механическим приводом и насосов с магнитной муфтой.

Выбор подходящего плана циркуляции зависит от свойств перекачиваемой жидкости, таких как наличия в ней механических примесей, летучесть, удельная теплоемкость, токсичность, температура кристаллизации, вязкость, плотность, давление насыщенного пара и склонность к осадкообразованию или полимеризации. Также следует учитывать условия эксплуатации, подачу, NPSH, частоту запусков и возможность охлаждения или нагрева.

Для правильного выбора схем циркуляции и оценки возможности применения, необходимо учитывать особенности конструкции агрегата, такие как рабочее давление, температура, подача и характеристики теплопередачи в приводной секции, а также гидравлические характеристики проточной части. Также необходимо учитывать возможные преимущества и ограничения рассматриваемых планов.

Детальное знание конструкции агрегатов и планов циркуляции, приведенных в приложении D, является достаточным для решения большинства задач.

# Пояснения к отдельным аспектам

* + - 1. **Чистая, нелетучая жидкость невысокой температуры, достаточный**

# NPSH

В этом случае возможно применение большинства герметичных насосов с

использованием приведенных вариантов планов циркуляции.

# Высокая температура

Если требуется, температуру обмоток двигателя или компонентов магнитного

привода можно регулировать с помощью различных планов циркуляции для высокой температуры.

# А.2.2.3 Летучие жидкости/Ограниченный доступный NPSH

Могут использоваться планы обратной циркуляции и циркуляции под давлением, чтобы избежать теплового воздействия горячего привода на значения NPSH насоса. Необходимо учитывать увеличение давления пара с повышением температуры и удельную теплоемкость жидкости. Также возможно использование отдельной буферной жидкости привода с низкой летучестью. Следует также рассмотреть возможность использования охладителя для дополнительного охлаждения системы циркуляции перед поступлением потока в полость ротора и подшипники.

# А.2.2.4 Вентиляция и охлаждение

При перекачке холодных жидкостей, которые являются летучими при атмосферной температуре, иногда необходимо использовать отдельный отводящий трубопровод обратно в питающий резервуар, чтобы охладить насос и трубопроводы до температуры, близкой к температуре перекачки, перед запуском.

# А.2.2.5 Жидкости, содержащие абразивные частицы, могут быть причиной нежелательного износа

Центробежная сепарация, механическая фильтрация или подача отдельной чистой буферной жидкости могут быть использованы для удаления абразивных посторонних частиц из циркулирующей жидкости или предотвращения их воздействия. В случае механической фильтрации, следует рассмотреть возможность мониторинга такой системы с целью своевременного обнаружения неполадок.

# А.2.2.6 Конструкции с защитным кожухом

Конструкции с кожухом могут потребоваться для жидкостей с высокой температурой плавления и легко полимеризующихся или кристаллизующихся. Также могут быть использованы буферные жидкости.

# А.2.2.7 Высокая вязкость

Вязкость, которая может привести к нежелательным потерям сопротивления в приводной секции или недостаточной смазке подшипников (обычно вязкость выше 100 сантипуаз), может быть устранена с помощью внешнего источника циркулирующей жидкости. (вязкость в сантипуаз (сПз) = вязкость в сантистоксах (сСт), умноженная на удельную плотность; универсальные секунды Сейболта (SSU) = вязкость, умноженная на 4,64 в cСт). Необходимо учитывать режим запуска, а также рабочую вязкость.

# А.2.2.8 Низкая вязкость

Вязкость перекачиваемой среды может быть такой, что в системе подшипников может образовываться не достаточная пленка жидкости для поддержки вала, этот эффект может быть устранен с помощью охладителя для повышения вязкости в системе циркуляции перед прохождением через подшипники. Также в качестве альтернативы в среде с низкой вязкостью могут работать специальные упорные подшипники с самоустанавливающимися сегментами. Насосы с экранированным электродвигателем могут использовать барьерную жидкость для обеспечения смазки подшипников.

# А.3 Выбор производительности насоса А.3.1 Общие положения

Порядок выбора такой же, как и для центробежного насоса с уплотнением по валу, с учетом следующих подпунктов:

# А.3.1.1 Определение гидравлических размеров

При выборе размеров насосов нужно учитывать, что чрезмерный размер насоса приводит к чрезмерному размеру магнитного привода, что может привести к чрезмерному нагреванию. Чрезмерное нагревание может быть вызвано вихревыми токами магнитного привода.

# А.3.1.2 Определение размеров привода для насосов с экранированным электродвигателем

При выборе диапазона рабочих характеристик необходимо учитывать влияние нагрузки на температуру обмотки и частоту вращения с учетом любых прогнозируемых изменений рабочих условий. Увеличение размера двигателя приводит к увеличению обмотки (теплоотвода), что способствует нагреву жидкости в полости ротора при остановке. Двигатели должны соответствовать требуемой классификации зон установки.

# А.3.1.2.1 Размеры электрического питающего кабеля насоса с экранированным электродвигателем

Из-за объединенной конструкции рабочего колеса и двигателя в насосах с экранированным электродвигателем, мощность двигателя, необходимая для данного режима работы, напрямую зависит от температуры перекачиваемой жидкости, а номинальная мощность указывается как входная электрическая мощность двигателя, а не мощность передаваемая валом. Из-за рабочих температур перекачиваемой жидкости часто может потребоваться снижение температуры обмотки двигателя для поддержания температуры изоляции обмотки в пределах используемого класса изоляции. В этих случаях номинальная мощность двигателя при температуре окружающей среды будет выше, чем требуется при номинальных условиях.

Оба эти фактора необходимо учитывать при расчете размера кабеля питания двигателя и связанного с этим падения напряжения при его запуске. Например, если мощность двигателя 40 л. с. выбрана для работы насоса мощностью 30 л. с., чтобы соответствовать ограничениям на повышение температуры обмотки, его пусковой ток ограничен 6,5-кратным током полной нагрузки при мощности 40 л. с., и не соответствует номинальной мощности в 30 л. с. Таким образом, пусковой ток будет в 8,7 раза превышать эквивалентное значение тока полной нагрузки в 30 л. с. При преобразовании значения мощности в амперы не требуется учитывать неэффективность двигателя, поскольку значение мощности уже включает в себя влияние потерь двигателя.

При расчете подходящего размера питающего кабеля необходимо использовать правильное значение пускового тока.

# А.3.1.2.2 Зоны электробезопасности

Если насос с экранированным электродвигателем расположен в зоне, отнесенной к категории 1 или 2, из-за наличия в этой зоне другого технологического оборудования, то конструкция и исполнение насоса с экранированным электродвигателем должны отвечать соответствующим нормам и требованиям компетентных органов. Следует обратить внимание на требования [8] к ограничению температуры поверхности двигателя, особенно для эксплуатации в зонах категории 1 и 2 при высоких рабочих температурах насоса.

# А.3.1.2.3 Электрическая защита

В дополнение к термостатам, чувствительным элементам перегрузки по току, правильно подобранному питающему кабелю и другим защитным устройствам, используемым со стандартными двигателями, обмотки двигателя насоса с экранированным электродвигателем включают термовыключатель, который встроен в обмотки двигателя для определения их температуры во время работы.

Этот выключатель обычно рассчитан на ограничение температуры обмотки двигателя в зависимости от номинальной температуры системы изоляции. Также он должен быть выбран на основе предоставленных в опросных листах данных. Если поток технологической жидкости прерывается в контуре охлаждения двигателя, этот выключатель распознает повышение температуры и либо отключит двигатель, либо подаст сигнал тревоги. Это произойдет, даже если двигатель не перегружен. В случае технологических жидкостей с низким уровнем точки кипения, низкой температуре самовоспламенения, склонности к полимеризации при повышенных температурах или другой чувствительностью к повышению температуры, типоразмер термовыключателя должен быть согласован между заказчиком и поставщиком.

# А.3.1.3 Размер привода в насосах с магнитной муфтой

Если во время работы происходит срыв магнитной муфты, то это может привести к быстрому перегреву привода. Двигатель должен быть выбран таким образом, чтобы обеспечивать стабильную работу во всем предполагаемом рабочем диапазоне температур. Правильный размер двигателя должен гарантировать, что во время пуска не произойдет срыва магнитной муфты. Из-за особенности конструкции магнитных муфт в некоторых областях применения может потребоваться плавный запуск двигателя. Двигатели должны соответствовать требуемой классификации зон.

# А.3.1.4 Влияние тампературы на NPSH

Высокая температура ходовой части герметичного насоса может вызвать кавитацию и срыв подачи, если жидкость рециркулируется на всасывание насоса. Циркуляция в промежуточные или нагнетательные точки, или рециркуляция в питающий резервуар сводят к минимуму эту проблему и могут использоваться для предотвращения вскипания во внутреннем контуре циркуляции. Нагрев жидкости на всасывании также может происходить за счет рециркуляции внутри рабочего колеса насоса при при низких подачах. Летучие жидкости могут потребовать более высоких минимальных расходов и использования соответствующих планов циркуляции.

Кавитация на рабочем колесе насоса может также привести к чрезмерной и/или циклической (положительной, а затем отрицательной) силе и осевой вибрации. Этого следует избегать.

Конструкция насоса и система циркуляции должны обеспечивать запас прочности между давлением и давлением пара в зоне привода в пределах расчетного рабочего диапазона следует также учитывать любые указанные отклонения при давлении всасывания, чтобы гарантировать, что этот запас прочности всегда присутствует.

# А.3.1.5 Характеристики при низкой удельной плотности

Насосы, перекачивающие жидкости с низкой удельной плотностью (0,5), могут работать иначе, чем насосы, перекачивающие жидкости с удельной плотностью, близкой к 1,0 (вода). Различные плотности могут повлиять на баланс сил, механическую стабильность, повышение температуры и требуемую мощность. При выборе правильного плана циркуляционного трубопровода нужно учитывать, что жидкости с низкой плотностью обычно также имеют низкие значения удельной теплоемкости, что приводит к более интенсивному повышению температуры. Кроме того, у этих типов жидкостей низкая вязкость, и требуется обеспечить в подшипниках постоянное наличие достаточной и стабильной жидкостной пленки. Поставщик должен сообщить заказчику все условия запуска и ввода в эксплуатацию, включая использование фильтров на всасе или различных

жидкостей для обкатки.

# А.3.1.6 Характеристики при высокой удельной плотности

Некоторые жидкости, такие как хладагенты, характеризуются высоким удельным весом, но также имеют низкую удельную теплоемкость. Высокий удельный вес влияет на размеры магнитного привода и двигателя, а также на повышение температуры, а низкая удельная теплоемкость влияет на повышение температуры. Особое внимание следует уделять этому при выборе магнитных приводов и планов циркуляции.

# А.3.1.7 Выбор материала

Выбор материала должен осуществлять заказчик, но поставщик также несет ответственность за информирование заказчика о специфических требованиях к коррозии, таких как воздействие перекачиваемых жидкостей на герметичные оболочки, вкладыши статора и герметизацию ротора.

Заказчик должен указать любые агрессивные вещества, такие как хлориды или сероводород.

Поставщик должен указать возможные материалы изготовления, чтобы заказчик, имея достаточную информацию, сделал правильный выбор.

Следует также учитывать повышение температуры в приводной секции, когда коррозионные характеристики значительно изменяются в зависимости от температуры.

# А.3.1.8 Всасываемый неконденсируемый газ

Скопление паров на всасывании насоса и в зоне подшипников, смазанных жидкостью, должно быть исключено путем использования соответствующего плана циркуляции.

# А.3.1.9 Производительность

Эффективность насосов с магнитной муфтой и насосов с экранированным электродвигателем должна включать общую эффективность от потребляемой мощности до гидравлической работы на выходе. Потребляемая мощность измеряется на муфте соединения насоса с двигателем для насосов с магнитным приводом и на клеммах двигателя для насосов с экранированным электродвигателем. Эта общая эффективность должна также включать энергию, потребляемую вспомогательными трубопроводами, уплотнениями или другими дополнительными компонентами. Для правильного выбора привода необходимо знать гидравлическую эффективность насоса. Также необходимо знать эффективность приводного узла для различных двигателей (при использовании), чтобы прогнозировать общую эффективность для сравнения между насосами с магнитной муфтой и насосами с экранированным электродвигателем.

# А.4. Температура магнитных компонентов в насосах с экранированным электродвигателем

**А.4.1 Общие положения**

Температурные характеристики магнитных материалов приведены в приложении I. Для обеспечения оптимальной температуры компонентов привода поставщику требуется определить необходимый типоразмер двигателя и план циркуляции, учитывая условия эксплуатации и повышение температуры. Магнитная индукция и срок службы изоляции двигателя быстро снижаются при превышении номинальных температур.

# А.4.2 Магнитная проницаемость

Магнитная проницаемость – это способность материала поддерживать распространение магнитного поля в нем. Это отношение индукции магнитного поля к магнитной индукции внешнего (намагничивающего) поля, действующего на материал.

# А.4.3 Паразитные гидравлические потери

Паразитные гидравлические потери - это потери энергии из-за трения жидкости, возникающего при вращении внутреннего магнитного кольца внутри заполненного жидкостью защитного экрана насоса с магнитной муфтой или аналогичные потери из-за трения жидкости, циркулирующей между вкладышами статора и ротора экранированного двигателя.

# А.5 Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание А.5.1 Общие положения

**А.5.1.1** Не допустима работа насоса с незаполненной перекачиваемой средой проточной частью. Подшипники скольжения в герметичных насосах обычно смазываются перекачиваемой жидкостью. При недостатке смазки из-за работы насоса без жидкости подшипники могут быстро выйти из строя. Сухой ход также приводит к быстрому повышению температуры внутри подшипников, что в случае последующей подачи жидкости может привести к их растрескиванию в следствие теплового удара. Некоторые материалы подшипников обладают самосмазывающимися свойствами и при определенных условиях могут выдерживать кратковременную работу в режиме сухого хода.

**А.5.1.2** Недопустимо попадание воздуха. Попадание воздуха в перекачиваемую жидкость может оказать такое же воздействие на жидкостные подшипники, как и при работе всухую. Корпус насоса и защитная оболочка должны быть полностью загрунтованы и вентилированы перед запуском насоса.

**А.5.1.3** Периодичность технического обслуживания зависит от коррозионных и эрозионных свойств перекачиваемой жидкости. Руководство по эксплуатации изготовителя должно содержать рекомендуемый график плановового технического обслуживания и

рекомендации по техническому осмотру определенных деталей при возникновении нештатных ситуаций в процессе эксплуатации.

**А.5.1.4** В руководстве по эксплуатации изготовителя должен быть подробно описан метод проверки отдельных деталей для оценки их износа и рекомендации, по срокам их замены. При обнаружении чрезмерного, нестандартного износа или коррозии заказчик должен проконсультироваться с изготовителем.

# А.5.2 Специальные требования для насосов с магнитной муфтой

**А.5.2.1** Магниты в центробежных насосах с магнитной муфтой могут создавать очень сильные магнитные поля. При техническом обслуживании или ремонте насоса на расстоянии до 1м (3 фута) от него следует соблюдать следующие меры предосторожности: а) кардиостимуляторы — магнитное поле может создать помехи в работе

кардиостимуляторов;

б) кредитные карты — магниты могут размагнитить магнитную ленту на кредитных картах;

в) компьютеры, компьютерные диски и ленты — магниты могут стирать информацию, хранящуюся на компьютерных дисках и лентах, или на любом устройстве памяти компьютера;

г) часы — магниты могут повредить механические часы с пружинным приводом и электронным управлением;

д) магнитные имплантаты — могут притягиваться к магнитам.

П р и м е ч а н и е — При повторной сборке насоса с магнитной муфтой соблюдать осторожность. В результате воздействия на детали и инструменты магнитного поля, они могут с силой притягиваться друг к другу, что может привести к травмированию рабочих и разрушению деталей. Следует использовать отжимные винты (болты) и/или направляющие стержни, предусмотренные на переходном состоянии, или фланец картриджа защитной оболочки. Инструкции и специальные инструменты приведены в руководстве по эксплуатации на насос в разделе по техническому обслуживанию. Рекомендуется использовать инструменты из немагнитных материалов.

**А.5.2.2** Перевозка магнитов и магнитных узлов, особенно воздушным транспортом, может потребовать особых мер предосторожности.

П р и м е ч а н и е — Обычно транспортировка собранного насоса не является проблемой; однако рекомендуется согласовать ее условия между производителем насоса, заказчиком и транспортной компанией. **А.5.2.3** Не допустимо рассоединение магнитной муфты. Разъединение ведомой и ведущей магнитной муфты может привести к размагничиванию внутренних магнитов за короткий промежуток времени. Срыв муфты также приведет к быстрому повышению температуры жидкости в защитной оболочке корпуса и магнитных полумуфтах. Разъединение ведомой и ведущей магнитной муфты может быть вызвано заклиниванием рабочего колеса, перегрузкой от трения, высокой вязкостью или попаданием воздуха в

перекачиваемую жидкость. Срыв муфты также может произойти при использовании двигателя с крутящим моментом превышающим трубуемый для данной магнитной муфты. Рассединение магнитной муфты может зафиксировать датчик мощности в цепи двигателя и произвести останов насоса, также срыв можно определить с помощью датчика температуры защитной оболочки.

# Приложение B

(справочное)

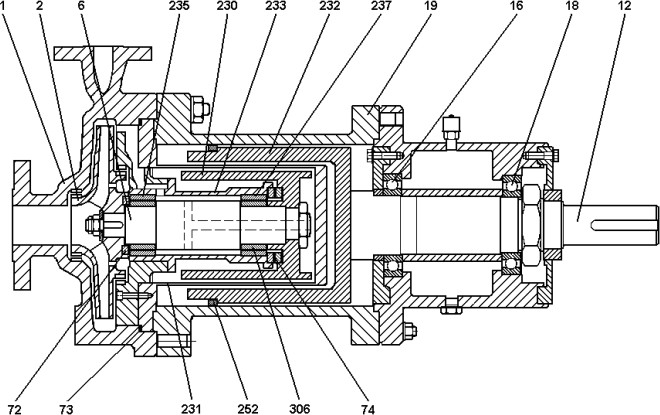
Схемы устройства центробежных бессальниковых насосов

На рисунке B.1 показана типичная схема насоса с магнитной муфтой.

На рисунке B.2 показана типичная схема для насоса с экранированным электродвигателем.

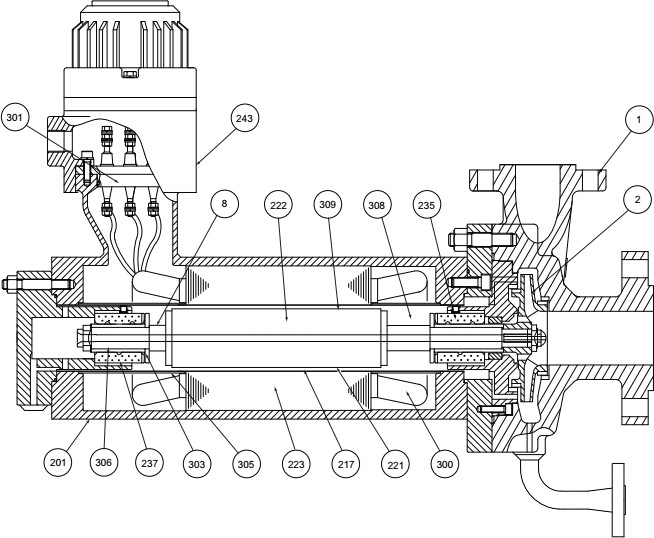
На рисунке B.3 показаны позиции насоса с магнитной муфтой, определение которым дано в разделе 3.

На рисунке B.4 показаны позиции насоса с экранированным электродвигателем, определение которым дано в разделе 3.



|  |  |
| --- | --- |
| 1 - Корпус | 74 - Упорное кольцо подшипника  заднее |
| 2 - Рабочее колесо | 230 - Магнитный узел ротора |
| 6 - Вал насоса | 231 - Экран, защитная оболочка |
| 12 - Вал ходовой части | 232 - Магнитный узел ходовой части |
| 16 - Подшипник передний | 233 - Корпус опорный подшипников  ротора |
| 18 - Подшипник задний | 235 - Вкладыш переднего  подшипника |
| 19 - Корпус (корпус магнитной  муфты) | 237 - Вкладыш заднего подшипника |
| 72 - Упорное кольцо подшипника  переднее | 252 - Кольцо износостойкое. |
| 73 - Прокладка | 306 - Втулка подшипника, цапфа |

Рисунок B.1 — Насос с разъединенной магнитной муфтой



|  |  |
| --- | --- |
| 1 - Корпус | 243 - Электрическая соеденительная |
| 2 - Рабочее колесо | коробка |
| 8 - Вал узла ротора | 300 - Термовыключатель |
| 201 - Корпус статора (вторичная  защитная оболочка) | 301 - Электрический проходной  барьер |
|  | 303 - Подшипник, упорный |
| 217 - Вкладыш статора | 305 - Втулка резервная |
| 221 - Вкладыш ротора | 306 - Втулка, цапфа |
| 222 - Узел ротора | 308 - Камера ротора |
| 223 - Узел статора | 309 - Гидравлический зазор |
| 235 - Втулка переднего подшипника | |
| 237 - Втулка заднего подшипника |  |

Рисунок B.2 — Насос с экранированным электродвигателем

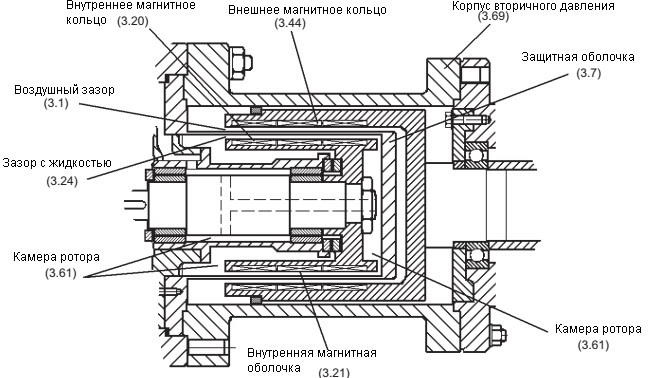


Рисунок B.3 — Позиции насоса с магнитной муфтой, определенные в Разделе 3

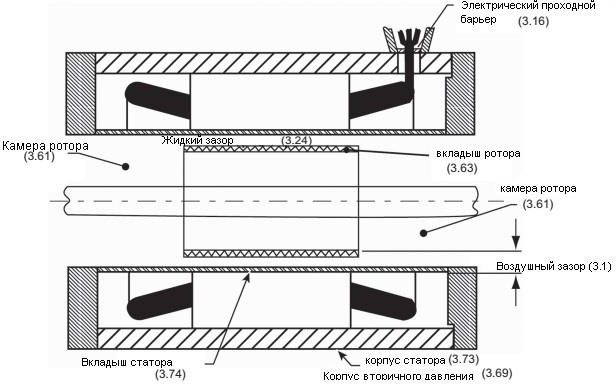


Рисунок B.4 — Позиции насоса с экранированным электродвигателем, определенные в Разделе

# Приложение C

(справочное)

Требования к документации поставщика

# Общие положения

На рисунке C.1 показан пример формы карты контроля передачи документации.

Более подробное описание пунктов, обозначенных в списке буквами (а, б, в и т.д.) приведено в C.2.1 для насосов и в C.2.2 для электродвигателей.

**ТРЕБОВАНИЯ К ЧЕРТЕЖАМ И ДАННЫМ ПОСТАВЩИКА**

Проект № Изделие №

Заказ № \_\_\_\_\_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ Дата \_\_\_\_\_\_ \_\_\_

Заявка № \_\_\_\_\_\_\_ \_ \_\_ \_ \_ \_ Дата \_\_\_ \_\_ \_ \_

Запрос № \_\_\_\_\_\_\_ \_ \_ \_\_ \_ \_ Дата \_\_\_\_\_ \_\_ \_ \_

Стр. 1 из 2 выполнил \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_

Для Редакция \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_

Местоположение Агрегат

Назначение Количество \_\_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_\_

**Стадия предложения**а) Участник закупки должен предоставить электронную копию и \_\_\_

бумажных копий документов по всем позициям, отмеченных знаком Х

**Стадия рассмотрения**b) Поставщик должен предоставить электронную копию и бумажных копий указанных чертежей и данных.

**Карта контроля передаваемых документов**

Поставщик должен предоставить электронную копию и \_\_\_ бумажных копий указанных чертежей и данных.

**Стадия утверждения** Поставщик должен предоставить \_\_\_\_\_ физических копий руководств по эксплуатации и техническому обслуживанию / справочников и \_\_\_\_\_

компакт-дисков с ними.

Получение утвержденных документов

Срок предоставления утвержденных документов с)

Рассмотрение — Дата возврата документов поставщику

Рассмотрение — Дата получения документов заказчиком Рассмотрение — Срок предоставления поставщиком с)

**Описание**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | а) Утвержденный чертеж общего вида |  |  |  |  |  |
|  |  |  | b) Чертежи в разрезе и перечень материалов |  |  |  |  |  |
|  |  |  | c) Чертеж уплотнения вала и перечень материалов |  |  |  |  |  |
|  |  |  | d) Чертеж узла магнитной муфты и перечень материалов (только для насосов с магнитной муфтой) |  |  |  |  |  |
|  |  |  | е) Схема трубной обвязки для промывки полости ротора и перечень материалов |  |  |  |  |  |
|  |  |  | f) Схема охлаждения или обогрева и перечень материалов |  |  |  |  |  |
|  |  |  | g) Схемы электрооборудования и измерительных приборов, кабельные проводки и перечень материалов |  |  |  |  |  |
|  |  |  | h) Чертеж размещения электрооборудования и измерительных приборов и перечень соединений |  |  |  |  |  |
|  |  |  | i) Рабочие характеристики |  |  |  |  |  |
|  |  |  | j) Момент срыва магнитной муфты (только для насосов с магнитной муфтой) |  |  |  |  |  |
|  |  |  | k) Кривая зависимости частоты от крутящего момента |  |  |  |  |  |
|  |  |  | l) Графики температуры и давления |  |  |  |  |  |
|  |  |  | m) Результаты анализа вибрационного состояния |  |  |  |  |  |
|  |  |  | n) Результаты анализа демпфированного отклика на дисбаланс |  |  |  |  |  |
|  |  |  | o) Результаты анализа изгибных критических частот |  |  |  |  |  |
|  |  |  | p) Утвержденные данные гидравлических испытаний |  |  |  |  |  |
|  |  |  | q) Сертификаты на материалы |  |  |  |  |  |
|  |  |  | r) Отчеты о выполнении работ |  |  |  |  |  |
|  |  |  | s) Процедуры сварки |  |  |  |  |  |
|  |  |  | t) Результаты испытаний по определению рабочих характеристик |  |  |  |  |  |
|  |  |  | u) Опциональные испытания и отчеты по ним |  |  |  |  |  |
|  |  |  | v) Контроль остаточного дисбаланса |  |  |  |  |  |
|  |  |  | w) Опросные листы для этапов: предложение, договор и в составе поставочной документации |  |  |  |  |  |

Рисунок C.1 - Пример формы карты контроля передачи документации

Проект № Изделие №

|  |
| --- |
| **ТРЕБОВАНИЯ К ЧЕРТЕЖАМ И**  **ДАННЫМ ПОСТАВЩИКА** |
| **ТРЕБОВАНИЯ К ЧЕРТЕЖАМ И**  **ДАННЫМ ПОСТАВЩИКА** |

Заказ № \_\_\_\_\_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ Дата \_\_\_\_\_\_ \_\_\_

Заявка № \_\_\_\_\_\_\_ \_ \_\_ \_ \_ \_ Дата \_\_\_ \_\_ \_ \_

Запрос № \_\_\_\_\_\_\_ \_ \_ \_\_ \_ \_ Дата \_\_\_\_\_ \_\_ \_ \_

Стр. 2 из 2 выполнил \_\_\_\_\_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_

Для Редакция \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_

Местоположение Агрегат

Назначение Количество \_\_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_\_

**Стадия предложения**а) Участник закупки должен предоставить электронную копию и \_\_\_

бумажных копий документов по всем позициям, отмеченных знаком Х

**Стадия рассмотрения**b) Поставщик должен предоставить электронную копию и бумажных копий указанных чертежей и данных.

**Карта контроля передаваемых документов**

Поставщик должен предоставить электронную копию и \_\_\_ бумажных копий указанных чертежей и данных.

**Стадия утверждения** Поставщик должен предоставить \_\_\_\_\_ физических копий руководств по эксплуатации и техническому обслуживанию / справочников и \_\_\_\_\_

компакт-дисков с ними.

Получение утвержденных документов

Срок предоставления утвержденных документов с)

Рассмотрение — Дата возврата документов поставщику

Рассмотрение — Дата получения документов заказчиком Рассмотрение — Срок предоставления поставщиком с)

**Описание**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | x) Данные по шуму |  |  |  |  |  |
|  |  |  | y) Карта измерений рабочих зазоров |  |  |  |  |  |
|  |  |  | z) Руководства по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию |  |  |  |  |  |
|  |  |  | aa) Рекомендации по запасным деталям и их прейскурант |  |  |  |  |  |
|  |  |  | bb) Процедуры консервации, упаковки и отгрузки |  |  |  |  |  |
|  |  |  | cc) Паспорта безопасности материалов |  |  |  |  |  |
|  |  |  | **Электродвигатель** (только для насосов с магнитной муфтой) |  |  |  |  |  |
|  |  |  | а) Утвержденный чертеж общего вида |  |  |  |  |  |
|  |  |  | b) Чертежи в разрезе и перечень материалов |  |  |  |  |  |
|  |  |  | с) Опросные листы для этапов: предложение, договор и в составе поставочной документации |  |  |  |  |  |
|  |  |  | d) Данные по шуму |  |  |  |  |  |
|  |  |  | e) Данные по рабочим характеристикам |  |  |  |  |  |
|  |  |  | f) Утверждённые чертежи вспомогательных систем |  |  |  |  |  |
|  |  |  | g) Руководства по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию |  |  |  |  |  |
|  |  |  | h) Рекомендации по запасным деталям и их прейскурант |  |  |  |  |  |
|  |  |  | i) Паспорта безопасности материалов |  |  |  |  |  |
| а - Включенные в предложение документы не обязаны быть утвержденными или соответствовать использованным при производстве, за исключением тех, которые относятся к стандартизованным.  b - Заказчик указывает в этой колонке график или получения необходимых ему документов, используя обозначения, приведенные ниже.  с - Поставщик должен заполнить эти две колонки, указав планируемые сроки предоставления затребованных заказчиком документов, и приложить эту форму к предложению. | | | | | | | | |
| Адрес, на который должны быть отправлены документы \_ \_\_ \_ Во всей документации должны быть отражены название проекта, номер заказа (договора) и номер позиции, а также местоположение объекта и название агрегата.В дополнение к копиям, указанным выше, должен быть отправлен один комплект чертежей/инструкций, необходимый для монтажа на месте эксплуатации.  Обозначения:  \_ S — количество недель до момента отгрузки;  \_ F — количество недель после получения окончательного заказа;  \_ D — количество недель после получения поставщиком от заказчика согласованных им чертежей. Поставщик \_  Дата Представитель поставщика \_ Подпись \_ \_ | | | | | | | | |

Рисунок C.1 - Пример формы карты контроля передачи документации

# Описание

* + 1. **Насос**

а) Утвержденные чертежи общего вида с указанием размеров, включают:

1. размеры и положения всех соединений заказчика;
2. приближенные значения общей массы и транспортируемой массы;
3. габаритные размеры, а также минимальные расстояния вокруг агрегата, для его технического обслуживания и ремонта;
4. высота оси вала;
5. размеры рам (опорных плит) (если поставляются) с указанием диаметров, количества и положений болтовых отверстий и толщины секций, через которые проходят болты;
6. описание требований к заливке рамы;
7. силы и моменты, действующие на всасывающий и нагнетательный патрубки;
8. центр тяжести и точки крепления подъемных строп;
9. расстояние между концами валов насоса и привода и данные по центровке (только для насосов с магнитной муфтой);
10. направление вращения;
11. меры предосторожности по применению в зимних условиях или условиях тропиков; меры по ослаблению шумового давления, если требуются;

б) Чертежи в разрезе и перечни материалов;

в) Чертеж уплотнения вала и перечень материалов;

г) Чертеж соединительной муфты валов и перечень материалов, включая допуски на несоосность, а также описание конструкции ограждения муфты;

д) Схема трубной обвязки для промывки полости ротора и перечень материалов, включая описание перекачиваемой жидкости и её расход, размеры труб, клапанов, дросселирующих шайб, давление, описание измерительных приборов системы;

е) Схема охлаждения или обогрева и перечень материалов, включая описание охлаждающей или нагревающей жидкости, её расход и давление жидкости, давление, размеры труб, клапанов, дросселирующих шайб, описание измерительных приборов системы;

ж) Схемы электрооборудования и измерительных приборов, схемы проводки и перечни материалов, включая:

1. уставки сигнализации и блокировки по вибрации;
2. уставки сигнализации и блокировки по температуре;
3. уставки сигнализации и блокировки по давлению;
4. уставки сигнализации и блокировки по уровню;
5. привод;

з) Чертеж размещения электрооборудования и измерительных приборов и перечень соединений;

и) Рабочие характеристики;

к) Момент срыва муфты (только для насосов с магнитной муфтой);

л) Кривая зависимости частоты от крутящего момента (только для насосов с магнитной муфтой);

м) Графики температуры и давления; н) Данные анализа вибрации;

о) Анализ демпфированного отклика на дисбаланс (конструкции гибких валов);

п) Анализ изгибных критических частот (применимо к насосам с прототипной конструкцией): предоставляется требуемое количество отчетов, не позднее 3 месяцев с даты заказа; отчеты должны соответствовать O.1.2 и O.1.3;

р) Утвержденные данные гидравлических испытаний;

с) Сертификаты материалов: физические и химические данные поставщика, входящие в заводские отчеты (или сертификаты), для деталей, работающих под давлением, рабочих колес и валов;

т) Отчеты по выполнению работ, в которых объясняются причины всех задержек: отчеты должны включать графики выполнения инженерных работ, закупки, изготовления и испытаний всех основных компонентов; запланированные и фактические даты, а также процент выполнения работ должны указываться для каждого промежуточного этапа графика;

у) Процедуры сварки;

ф) Данные заводских стендовых испытаний: утверждённые результаты стендовых испытаний, протокол испытаний с зарегистрированными данными замеров при испытаниях (которые поставщик должен хранить не менее 20 лет после даты отгрузки); поставщик должен предоставить заказчику утвержденные результаты заводских стендовых испытаний до отгрузки;

х) Данные и отчеты дополнительных испытаний, включая: определение баланса осевых сил, определение требуемого кавитационного запаса (NPSH3), испытания агрегата в сборе, измерения уровня шума, испытания вспомогательного оборудования, испытания на резонанс корпуса подшипника, а также другие испытания, согласованные между заказчиком и поставщиком;

ц) Утвержденные отчеты по балансировке роторов многоступенчатых насосов;

ч) Контроль остаточного дисбаланса ротора;

ш) Опросные листы для этапов: предложение, договор и в составе поставочной документации;

щ) Данные по шуму;

ы) Карту промеров рабочих зазоров;

э) руководства, в которых описываются процедуры установки, эксплуатации и технического обслуживания; каждое руководство должно включать как минимум следующие разделы:

1. Раздел 1 — Установка:
   1. хранение,
   2. фундамент,
   3. заливка рамы,
   4. монтаж оборудования, процедуры сборки, массы компонентов и схемы подъема,
   5. центровка (только для насосов с магнитной муфтой),
   6. рекомендации по трубной обвязке,
   7. монтажный чертеж всего агрегата, включающий расположение анкерных болтов,
   8. минимальные расстояния вокруг агрегата, необходимые для его обслуживания и ремонта.
2. Раздел 2 — Эксплуатация:
   1. пуск, включая испытания и контрольные операции перед пуском,
   2. стандартные процедуры эксплуатации;
   3. рекомендации по смазке;
3. Раздел 3 — Демонтаж и сборка:
   1. ротор в корпусе насоса,
   2. опорные подшипники,
   3. упорные подшипники (включая зазоры и предварительный натяг в подшипниках качения),
   4. уплотнения по валу (только для насосов с магнитной муфтой),
   5. уплотнительные прокладки,
   6. допустимый износ рабочих зазоров,
   7. посадки и рабочие зазоры для ремонта,
   8. стандартные процедуры технического обслуживания и рекомендуемая периодичность их проведения.
   9. вопросы безопасности;
4. Раздел 4 — Рабочие характеристики, включая: дифференциальный напор, КПД,

требуемый кавитационный запас на воде (NPSH3 потребляемую мощность как функцию подачи – для всех рабочих режимов, указанных в опросных листах;

1. Раздел 5 — Данные по вибрации:
   1. данные анализа вибрации,
   2. анализ изгибных критических частот (только для опытных образцов насосов);
2. Раздел 6 — Технические данные:
   1. Момент срыва муфты (только для насосов с магнитной муфтой),
   2. Характаристики частоты и крутящего момента (только для насосов с магнитной муфтой),
   3. Графики температуры и давления;
3. Раздел 7 - Фактические данные по поставляемому насосу:
   1. стандартные технические характеристики,
   2. карта промеров рабочих зазоров,
   3. протоколы балансировки роторов для многоступенчатых насосов,
   4. данные по измерения шума,
   5. данные по рабочим характеристикам;
4. Раздел 8 — Чертежи и схемы:
   1. утвержденный чертеж общего вида с указанием габаритных размеров и перечнем присоединений,
   2. чертеж в разрезе и перечень материалов,
   3. чертеж уплотнения вала и перечень материалов,
   4. схемы электрооборудования и измерительных приборов, схемы подключений и перечни материалов,
   5. чертеж размещения электрооборудования и измерительных приборов и перечень присоединений,
   6. чертеж муфты в сборе и перечень материалов (только для насосов с магнитной муфтой),
   7. схема циркуляции жидкости в полости ротора и спецификация материалов,
   8. схема трубной обвязки для промывки полости ротора, расположение измерительных приборов и перечень присоединений,
   9. схема охлаждения и обогрева и перечень материалов,
   10. схема трубной обвязки охлаждения или обогрева, включая измерительные приборы и перечень присоединений;

ю) рекомендации по запасным частям и их прайс-лист; я) процедуры консервации, упаковки и отгрузки;

аа) паспорта безопасности материалов (MSDS) для транспортировки смазочных материалов и консервантов.

# Привод

а) Утвержденный чертеж общего вида с указанием размеров привода и всего вспомогательного оборудования, включая следующие позиции:

1. размеры, положение и назначение всех присоединений заказчика, включая кабели, измерительные приборы, любую подведённую трубную обвязку или воздуховоды,
2. класс давления по ASME и тип всех фланцевых соединений,
3. размеры и положение отверстий под анкерные болты и толщина секций, через которую должны проходить болты;
4. полная масса каждой монтажной единицы оборудования (привода и вспомогательного оборудования) плюс схемы нагрузок, максимальная масса и название детали,
5. габаритные размеры и все горизонтальные и вертикальные расстояния вокруг привода, необходимые для демонтажа, и положения подъемных проушин,
6. высота осевой линии вала,
7. размеры торца вала плюс допуски для муфты,
8. направление вращения;

б) чертеж привода в разрезе, с указанием осевого смещения ротора, и перечень материалов;

в) опросные листы для этапов: предложение, договор и в составе поставочной документации;

г) данные по шуму;

д) данные по рабочим характеристикам, включая:

1. для электродвигателей мощностью 150 кВт (200 л. с.) и меньше:
   1. КПД и коэффициент мощности при половинной, трехчетвертной и полной нагрузке,
   2. графическая характеристика зависимости момента от частоты вращения;
2. для электродвигателей мощностью более 150 кВт должны быть предоставлены утверждённые отчеты по всем проведенным испытаниям и рабочие характеристики, включая:
3. графическая характеристика нагрева как функции силы тока и времени,
4. графическая характеристика зависимости момента от частоты вращения ротора при 70 %, 80 %, 90 % и 100 % номинального напряжения,
5. кривые КПД и коэффициента мощности от 0 до номинального коэффициента

полезного действия,

1. графические характеристики силы тока от нагрузки в диапазоне от нуля до номинального сервисного фактора,
2. графические характеристики силы тока от частоты в диапазоне от 0 до 100 % номинальной частоты вращения ротора;

е) утвержденные чертежи вспомогательных систем, включая схемы электрических соединений, для каждой поставляемой вспомогательной системы; на чертежах должны быть четко указаны границы объема поставки поставщика и присоединений заказчика или других поставщиков;

ж) руководства, в которых описываются процедуры установки, эксплуатации и технического обслуживания приводов; каждое руководство должно включать как минимум следующие разделы:

* 1. Раздел 1 — Установка:
     1. хранение,
     2. монтаж оборудования, процедуры сборки, массы компонентов и схемы подъема,
     3. рекомендации по прокладке трубопроводов и кабелей,
     4. монтажный чертеж привода, включая положения анкерных болтов,
     5. минимальные расстояния вокруг привода, необходимые для его обслуживания и ремонта;
  2. Раздел 2 — Эксплуатация:
     1. процедура пуска, включая контрольные операции перед пуском,
     2. процедура нормальной остановки,
     3. эксплуатационные ограничения, включая число последовательных пусков,
     4. рекомендации по смазке;
  3. Раздел 3 — Инструкции по демонтажу и сборке:
     1. ротор привода,
     2. опорные подшипники,
     3. уплотнения,
     4. стандартные процедуры технического обслуживания и рекомендуемая периодичность их проведения;
  4. Раздел 4 — Данные по рабочим характеристикам, требуемые О.2.2e):
  5. Раздел 5 — Технические данные:
     1. технические данные на сборку,
     2. технические данные по замерам шума;
  6. Раздел 6 — Требуемые чертежи и данные:
     1. утвержденный чертеж общего вида с указанием размеров привода и всего вспомогательного оборудования, с перечнем присоединений,
     2. чертеж привода в разрезе и перечень материалов;

1. рекомендации по запасным частям и прайс-лист на них;
2. паспорта безопасности материалов для транспортировки смазочных материалов и консервантов.

# Приложение D

(справочное)

Типовые опросные листы

В данном приложении приведены типовые опросные листы для использования заказчиком и поставщиком. Эти опросные листы, как в единицах СИ, так и в единицах USC, существуют также в электронном виде в формате Microsoft Excel. При изменении в опросном листе единиц измерения в одном месте, автоматически произойдет замена на выбранные единицы измерения по всему документу.

Должно учитываться, что электронные опросные листы не содержат встроенной программы по переводу из одной единицы измерения в другую, поэтому изменение единиц измерения не повлияет ни на какие значения, введенные в опросный лист.



**ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ** Классификация электрических зон Доступные варианты позволяют

использовать обозначения принятые как в Европе, так и в США Некоторые из выпадающих вариантов могут

не соответствовать требованиям проекта.

**ЦВЕТОВОЙ КОД ТЕКСТА:** ЗЕЛЕНЫЙ= ОТМ. ЗАКАЗЧИКОМ

КРАСНЫЙ= ОТМ. ПОСТАВЩИКОМ

СИНИЙ= ОТМ. ЗАКАЗЧИКОМ ИЛИ ПОСТАВЩИКОМ

**СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ Общепринятая**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **ЗАКАЗЧИК:** | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ | | | | | | | | | | | |
|  | **НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА:** | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ | | | | | | | | | | | |
|  |  | **НОМЕР ЗАКАЗА:** | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ | | | | | | | | | | | |
| **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ:** | | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ | | | | | | | | | | | |
|  | **НАЗНАЧЕНИЕ НАСОСА:** | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ | | | | | | | | | | | |
|  | **СЕРИЙНЫЙ НОМЕР:** | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ | | | | | | | | | | | |
|  | **СПЕЦИФИКАЦИЯ/ЗАЯВКА №:** | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_/ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ | | | | | | | | | | | |
|  | **ЗАКАЗ НА ПОКУПКУ №:** | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ | | | | | | | | | | | |
| Ячейки отмеченные цветом: | | | содержат опции выбираемые из раскрываемого списка | | | | | | |  |  |  |  |  |
| содержат значения рассчитанные по введенным данным – не менять | | | | | | | | | | | | | | |
| отмечают пункты с перекрестными ссылками в документе, могут также содержать раскрываемый список | | | | | | | | | | | | | | |
| После заполнения опросных листов выделить все страницы и установить: формат/ячейки/шаблон на «нет». После окончания заполнения данное примечание удалить. | | | | | | | | | | | | | | |
| **ПРИМЕЧАНИЯ:** | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_\_ | | | | | | | | | | | | |
|  | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_\_ | | | | | | | | | | | | |
|  | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_\_ | | | | | | | | | | | | |
|  | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_\_ | | | | | | | | | | | | |
|  | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_\_ | | | | | | | | | | | | |
|  | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_\_ | | | | | | | | | | | | |
|  | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_\_ | | | | | | | | | | | | |
|  | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_\_ | | | | | | | | | | | | |
|  | | \_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_\_ | | | | | | | | | | | | |
|  |  | ОПРОСНЫЕ ЛИСТЫ НА ОБОРУДОВАНИЕ | | | | | | | | | | |  | |
|  |  | Позиция № | Лист | Позиция № | Лист | | Позиция № | | | | Лист | |
| Насос |  |  |  |  |  | |  | | | |  | |
| Электродвигатель | |  |  |  |  | |  | | | |  | |
| Редуктор | |  |  |  |  | |  | | | |  | |
| Турбина | |  |  |  |  | |  | | | |  | |
| Применимые стандарты для покрытий \_\_\_\_\_\_ \_\_ \_ \_ \_ \_\_ \_ | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  | | | |  | |  | |  |  |  | |  |
|  |  |  | | | |  | |  | |  |  |  | |  |
|  |  |  | | | |  | |  | |  |  |  | |  |
|  |  |  | | | |  | |  | |  |  |  | |  |
|  |  |  | | | |  | |  | |  |  |  | |  |
| Изм. | Дата | Наименование | | | | Разраб. | | Пров. | | Утв. |  |  | |  |
|  | | **ФОРМА ОПРОСНОГО ЛИСТА НА ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС** | | | | **ОПРОСНЫЙ ЛИСТ №** | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | |
| Лист | | | 1 из | | | | | |
|  | |  | | | |  | | |  | | | | | |

:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ФОРМА ОПРОСНОГО ЛИСТА НА ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Прим | Применимо для: |  |  | | | | Применимый международный / национальный стандарт: | | | | | | | | | | | | | |  | | Ред |
| 2 |  | Для Заказчика: |  |  | | | | | | | |  | Позиция: | |  |  | | | | | | | |  |
| 3 |  | Площадка: |  |  | | | | | | | |  | Назначение: | | |  | | | | | | | |  |
| 4 |  | № заказа: |  |  | Типоразмер | | |  | | | |  | Тип: |  |  |  | | Кол-во ступеней: | | |  |  | |  |
| 5 |  | Изготовитель: |  |  | | | | | | | |  | Модель: | |  |  | | Серийный №: | | |  |  | |  |
| 6 |  | **Характеристики перекачиваемой жидкости:** | | | | | | | | | | | | | | | **Условия эксплуатации (продолжение)** | | | | | | |  |
| 7 |  | Название жидкости: | |  | | | | | | | | | Прим.: макс. и мин. значения для указанной характеристики | | | | Режим работы: Кол-во пусков в день: Насосы эксплуатируются в Температура/Давление пара Коррозия (6.12.1.9):  Эрозия (6.12.1.9): H2S концентрация (ppm) (6.10.1.11): Хлориды концентрация (ppm): Мех.примеси размер (мкм): Распределение размера частиц Мех.примеси концентрация (ppm): Тип твердых частиц Теплопроводность Btu/(h-ft-oF) Тепловое расширение in/in/oF Полимеризация (6.1.3.3) | | | | | | |  |
| 8 |  |  | | Ед. | | Макс. | | Мин. | | Ном. | | |  |
| 9 |  | Давление паров: | | psia | |  | |  | |  | | |  |
| 10 |  | Плотность: | |  | |  | |  | |  | | |  |
| 11 |  | Теплоемкость: | | Btu/  (lbm-oF) | |  | |  | |  | | |
| 12 |  | Вязкость | | сP | |  | |  | |  | | |  |
| 13 |  | **Рабочие параметры (6.1.2):** | | | | | | | | | | | | | | |  |
| 14 |  |  | | | Ед. | | Макс | | Номин. | | | Требуем. | | | Мин | |  |
| 15 |  | NPSHA: | | |  | |  | | | | | | | | | |  |
| 16 |  | Температура среды: | | | °F | |  | |  | | |  | | |  | |  |
| 17 |  | Подача: | | | gpm | |  | |  | | |  | | |  | |  |
| 18 |  | Давление на выходе (6.3.2): | | | psia | |  | |  | | |  | | |  | |  |
| 19 |  | Давление на входе: | | | psia | |  | |  | | |  | | |  | |  |
| 20 |  | Дифференц. давление: | | | psia | |  | |  | | |  | | |  | |  |
| 21 |  | Дифференц. напор: | | | ft | |  | |  | | |  | | |  | |  |
| 22 |  | NPSHA: | | | ft | |  | |  | | |  | | |  | |  |
| 23 |  | Гидравлическая мощность: | | | HP | |  | |  | | |  | | |  | |  |
| 24 |  | **Данные площадки, электропитания и расходных сред:** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| 25 |  | **Размещение:** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **Охлаждающая вода:** | | | | | | | | | |  |
| 26 |  |  | | | | | | | | | | | |  |  |  | Вход | |  | Выход | | Расч | |  |
| 27 |  | **Место установки:** Климат.исполнение: | | | | | | | | | | | | Темпер.,°F | | | Макс | | |  | |  | |  |
| 28 |  | **Информация по месту монтажа:** | | |  |  |  |  |  | | |  |  | Давление, psig | | | |  | Мин |  | |  | |  |
| 29 |  | Высота над ур.моря: ft Атм. давление in Hg | | | | | | | | | | | | Источник: | | | | | | | | | |  |
| 30 |  | Окружающ. температура, мин / макс: / °F | | | | | | | | | | | | Концентрация хлоридов в охл. воде ppm | | | | | | | | | |  |
| 31 |  | Отн. влажность, мин / макс: | | |  | / % | | | | | | | | **Воздух :** макс psig; мин psig | | | | | | | | | |  |
| 32 |  | **Особые условия:** | | | | | | | | | | | | **Азот :** макс psig; мин | | | | | | psig | | |  |  |
| 33 |  |  | | | | | | | | |  |  |  | **Пар:** | |  |  |  | Привод | | Обогрев | | |  |
| 34 |  | **Классификация электрических зон:** | | | | | | | | |  |  |  | Температура, °F | | | | Макс |  | |  | | |  |
| 35 |  | Класс: Группа: Температ. класс  Зона: Группа: Отдел: | | | | | | | | | | | |  |  |  |  | Мин |  | |  | | |  |
| 36 |  | **Параметры электрической сети:** | | | | |  |  | | | |  |  | Давление, psi | | | | Макс |  | |  | | |  |
| 37 |  | Электропитание: | привода | | обогрев | | | управл. | | | останов. | | |  | | | | Мин |  | |  | | |  |
| 38 |  | Напряжение |  | |  | | |  | | |  | | |  | | | | | | | | | |  |
| 39 |  | Фазы |  | |  | | |  | | |  | | |  |
| 40 |  | Частота |  | |  | | |  | | |  | | |  |
| 41 |  | **Характеристики насоса:** | | | | | | | | | | | | **Характеристики насоса (продолжение):** | | | | | | | | | |  |
| 42 |  | График характеристик №: | | |  |  |  | Частота: | | | | | | **Температура в камере ротора во время работы:** | | | | | | | |  | |  |
| 43 |  | Испытательная характеристика №: | | | | | | | | | | | | При номинальных условиях °F | | | | | | | | | |  |
| 44 |  | Диаметр раб.колеса: расч. макс. мин. , in | | | | | | | | | | | | При максимальной подаче °F | | | | | | | | | |  |
| 45 |  | КПД в ном. точке % | | |  |  | |  | | |  |  |  | **Температура в камере ротора после останова:** | | | | | | | |  | |  |
| 46 |  | Гистерезис и мех. потери | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | | |  |  |  |  |  | |  |
| 47 |  | Общий КПД (%) Ном. мощность НР | | | | | | | | | | | | **Уровень шума** | | | |  |  |  |  |  | |  |
| 48 |  | Подача при наибольш.КПД (при расч.диам.раб.колеса) gpm | | | | | | | | | | | | Макс.допустимый уровень звук.давл.: (dBA) | | | | | | | | | |  |
| 49 |  | Мин. подача: по нагреву gpm; устойчивая gpm | | | | | | | | | | | | Фактический макс.уровень звук. давл.: | | | | | | (dBA) | | |  |  |
| 50 |  | Макс. мощность при расч.раб.колесе (6.8.9): HP | | | | | | | | | | | | **Описание системы** | | | | | | | | | |  |
| 51 |  | Макс. напор при номинальном рабочем колесе: ft | | | | | | | | | | | | Всасывающий резервуар: | | | | | | | | | |  |
| 52 |  | Процентное увеличение до отключения % | | | | | | | | | | | | Расположение насоса: | | | | | | | | | |  |
| 53 |  | Наличие дроссельной заслонки для коррекции кривой | | | | | | | | | | | | Контроль уровня во всасывающем резервуаре? | | | | | | | | | |  |
| 54 |  | Предпочтит.раб.диапазон (6.1.11): от до gpm | | | | | | | | | | | | Датчик давления на всасывающем резервуаре? | | | | | | | | | |  |
| 55 |  | Допустимый рабочий диапазон: от до gpm | | | | | | | | | | | | Поддержание давления в резервуаре увеличением уровня жидкости? | | | | | | | | | |  |
| 56 |  | NPSH3 при номинальной подаче: ft | | | | | | | | | | | | Если уровень или давление слишком мало, система | | | | | | | |  | |  |
| 57 |  | Высота оси насоса над отметкой основания рамы: ft | | | | | | | | | | | | автоматически отключит насос? | | | | | | | | | |  |
| 58 |  | Превышение NPSHа над NPSH3 при расч. подаче: ft | | | | | | | | | | | | Возможна ли работа насоса всухую при нормальных условиях? | | | | | | | | | |  |
| 59 |  | Коэффициент быстроходности (6.1.16) | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | |  |
| 60 |  | Ограничение кавитационного коэфф.быстроходности | | | | | | | | | | | | Примечания: | | | | | | | | | |  |
| 61 |  | Кавитационный коэфф.быстроходности gpm,rpm,ft | | | | | | | | | |  |  |  |
| ОПРОСНЫЙ ЛИСТ № 0 | | | | | | | | |  |  |  |  |  |  | Редакция: 0 | | | |  | Стр. 2 | | | из | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **DN** | **Упл. Поверхн.** | **PN** | **Поз.** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | DN | тип | упл.пов. | PN | поз. |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Метод: | Отливки | Сварные узлы |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ФОРМА ОПРОСНОГО ЛИСТА НА ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС** | | | | | |
| 1 | Прим | **Конструкция** | **Материалы** | | Ред |
| 2 |  | **Тип насоса по API:** (согласно API 610) **Направление вращения:** (см. со стороны муфты) **Монтаж корпуса:**  **Тип корпуса** (6.3.10):  **Давление корпуса насоса:**  макс.допустимое рабочее (6.2.2) psig при °F гидроиспытаний psig при °F Резьбовые соединения в насосе (6.1.31.1) **Патрубки насоса (6.5.5)**  Всасывание Нагнетание  Нестандартная толщина фланцев  **Вспомогат.присоединения корпуса под давлением (6.4.3.2):**  Разгрузка Дренаж Выпуск Манометр Термометр Прогрев Внешний 2-й слив  Требуются поддерживающие косынки трубопроводов: (6.3.3.5) Дренаж внешнего корпуса насоса: Дренажи выведены в общий коллектор: Дренажный клапан поставляет: Выпускной клапан поставляет: Линии выпуска выведены в общий коллектор: Специальные переходники (6.3.3.2): Требуются цилиндрические резьбы (6.3.3.11.3): Быстроразъемные соединения (6.3.3.7): **Форма трубопроводов**  Материал трубопроводов План обвязки трубопроводов Если фланцевое соединение, Требования по подаче охлаждающей воды: План обвязки водяного охлаждения Форма трубопроводов: Обвязка водяного охлаждения - материалы: Сборка трубопроводов Если фланцевое соединение, Подача охлаждающей воды в корпус подшипников: \_ gpm Подача охлаждающей воды в теплообменник: gpm Всего, подача воды на охлаждение: gpm Требования к нагреву Теплоноситель: gpm  Трубная обвязка системы обогрева материал  **Ротор:**  Тип рабочего колеса  Наличие сменных щелевых колец крыльчатки Наличие сменных щелевых колец корпуса Балансировка деталей до G1.0 ГОСТ ИСО 1940-1: | Класс материалов по приложению G: (показать обозначение) Корпус и кожух: Рабочие колеса: Вал: Щелевые кольца Защитная оболочка/вкладыш статора Внутренняя оболочка магнитов/вкладыш ротора Вкладыш подшипника Втулка подшипника Корпус/рама статора Класс инспекции: Мин. расчетная температура металла (6.10.4.1): °F  при psig  Результаты испытаний на твердость Требуются материалы с понижен. твердостью (6.10.1.11): Применимый стандарт твердости (6.10.1.11): Наличие меди в контактирующих с технологическими жидкостями деталях | |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |
| 8 |  |  |
| 9 |  |  |
| 10 |  |  |
| 11 |  |  |
| 12 |  |  |
| 13 |  |  |
| 14 |  |  |
| 15 |  |  |
| 16 |  |  |
| 17 |  |  |
| 18 |  |  |
| 19 |  | **Примененные стандарты и нормы проектирования сосудов под давлением** | |  |
| 20 |  |  |
| 21 |  | Данные стандарты и нормы должны быть перечислены изготовителем:  Источник данных о свойствах примененных материалов  Поправочные коэффициенты для отливок (таблица 3) | |  |
| 22 |  |  |
| 23 |  |  |
| 24 |  |  |
| 25 |  |  |
| 26 |  | **Сварка и ремонтные наплавки** | |  |
| 27 |  | Примененные альтернативные стандарты и нормы по сварке: Квалификация сварщиков: Процедуры сварки: Сварка узлов и деталей, не работающих под давлением Контроль кромок листов магнитнопорошковой или капиллярной дефектоскопией Термообработка после сварки Термообработка сварных швов корпуса после сварки | |  |
| 28 |  |  |
| 29 |  |  |
| 30 |  |  |
| 31 |  |  |
| 32 |  |  |
| 33 |  | **Альтернативные методы контроля заготовок и критерии приемки**  Тип контроля:  Радиография Ультразвуковая Магнитнопорошковая Капиллярная Визуальная  (на стр. 5 указаны требования к испытаниям материалов ) | |  |
| 34 |  |  |
| 35 |  |  |
| 36 |  |  |
| 37 |  |  |
| 38 |  |  |
| 39 |  |  |
| 40 |  |  |
| 41 |  |  |
| 42 |  |  |
| 43 |  | **Привод** (7.1.2) | |  |
| 44 |  | Изготовитель Типоразмер или модель Ориентация Мощность на табличке HP КПД Номинальная частота вращения Частота при требуемой нагрузке Требуется регулирование частоты Устройство регулирования частоты Напряжение Фаза 3 Гц Минимальное напряжение для запуска Класс изоляции  Сила тока при полной нагрузке Сила тока при остановленном роторе Метод пуска | |  |
| 45 |  |  |
| 46 |  |  |
| 47 |  |  |
| 48 |  |  |
| 49 |  |  |
| 50 |  |  |
| 51 |  |  |
| 52 |  |  |
| 53 |  |  |
| 54 |  |  |
| 55 |  |  |
| 56 |  |  |
| 57 |  |  |
| ОПРОСНЫЙ ЛИСТ № | | | Редакция: | Стр. 3 из | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Магниты:** | **Внешние** | **Внутренние** |
| Материал магнитов |  |  |
| Метод установки |  |  |
| Max. температура, °F |  |  |
| Герметичность |  |  |
| Кол-во магнитов |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ФОРМА ОПРОСНОГО ЛИСТА НА ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС** | | | | | |
| 1 | Прим | **Насосы с магнитной муфтой (9.1)** | **Насосы с экранированным электродвигателем (9.2)** | | Ред |
| 2 |  | Тип привода Редуктор Утвержденная конструкция с непосредственным приводом на вал (9.1.1.2)  Конструкция для технического обслуживания наружного магнитного кольца и подшипникового узла привода без повреждения корпуса под давлением (9.1.1.4)  Конструкция защитной оболочки при вакууме (6.2.4) Защитная оболочка при вакууме psig Тип магнитной муфты:  Защита внутренней поверхности внешнего магнитного кольца (9.1.3.5):  Условия пуска: Расчетный крутящий момент (до срыва) ft-lb Необходимый крутящий момент при пуске (9.1.3.7а) ft-lb Крутящий момент насоса при номинальных значениях (+5%), (9.1.3.7б) ft-lb  Конструкция для достижения 120% расхода в точке максимального КПД (9.1.3.7в)  Крутящий момент для достижения 120% расхода в точке максимального КПД (9.1.3.7в) ft-lb Требуемый/фактический КПД (9.1.3.8) / Характеристика крутящий момент/температура Характеристика частота/крутящий момент (9.1.3.10) | Класс изоляции обмоток двигателя (9.2.2.8) Вязкий или жидкий теплоноситель допустим в статоре? Двигатель для частых пусков (9.2.2.9)  пусков за  Влияние на срок службы Конструкция двигателя для: (9.2.2.9) Требуется UL, FM, ATEX или аналогичная сертификация (9.2.2.10)  Требуются испытания в соотвии с IEEE 252 (9.2.7) Конструкция вкладыша статора при вакууме (6.2.4) Вкладыш статора при вакууме psig Резьбовое отверстие для промывки статора (9.2.2.11) | |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |
| 8 |  |  |
| 9 |  |  |
| 10 |  |  |
| 11 |  |  |
| 12 |  |  |
| 13 |  | **Вторичный контроль/герметичность** | |  |
| 14 |  | **Категории NPFA:**  Безопасность Огнеопасность Нестабильность **Класс опасности согласно приложению В**  Н-фраза  R-фраза Класс  Требуемые мероприятия опасности  **Вторичный контроль (3.67)**  Максимальная утечка при первичном отказе gpm Падение напора Изготовитель устройства Материал  Эластомеры Код производителя **Вторичная защитная оболочка (3.65)**  Вторичное уплотнение:  Расчетное давление: psig | |  |
| 15 |  |  |
| 16 |  |  |
| 17 |  |  |
| 18 |  |  |
| 19 |  |  |
| 20 |  |  |
| 21 |  |  |
| 22 |  |  |
| 23 |  |  |
| 24 |  |  |
| 25 |  |  |
| 26 |  |  |
| 27 |  |  |
| 28 |  |  |
| 29 |  | **Подшипники и смазка (9.1.4)** |  |
| 30 |  | Подшипник магнитного привода (тип/номер):  Радиальный / Упорный / Метод смазки:  Вязкость масла по ISO \_ VG Масленка постоянного уровня (9.1.4.2.1)  Предпочтения Отверстие в маслосистеме Требуется отстойник (9.1.4.2.2)  Торцевые уплотнения корпуса подшипников |  |
| 31 |  | **Контрольно-измерительные приборы (7.4.2)** | |  |
| 32 |  | Обнаружение работы насоса за пределами допустимого рабочего диапазона или срыва муфты (7.4.2.1) Метод: Место размещения: Если локально, предоставить: Использовать для:  Контроль утечки во вторичный кожух Метод: Датчик от:  Тип:  Использовать для:  Контроль температуры: Метод: Датчик от:  Тип:  Использовать для:  Контроль вибрации: Метод: Необходимое количество: Датчик от:  При постоянной работе использовать для: | |  |
| 33 |  |  |
| 34 |  |  |
| 35 |  |  |
| 36 |  |  |
| 38 |  | **Муфты валов их защита (9.1.5.2)** |  |
| 39 |  | Изготовитель муфты:  Модель Длина проставки in Класс мощности (мощность / 100 об.мин): Коэффициент запаса мощности Балансировка G6.3 по ГОСТ ISO 1940-1 (9.1.5.2.3): Муфта соответствует ISO 14691 (9.1.5.2.9) Стандартное ограждение муфты (9.1.5.2.11) Требуется оценка риска воспламенения (9.1.5.2.11.5) Искробезопасный материал (9.1.5.2.11.6) |  |
| 40 |  |  |
| 41 |  |  |
| 42 |  |  |
| 43 |  |  |
| 44 |  |  |
| 45 |  |  |
| 46 |  |  |
| 47 |  |  |
| 48 |  | **Рама насосного агрегата (9.1.5.3)** |  |
| 49 |  | Номер рамы по API (9.1.5.3.3) Конструкция рамы (9.1.5.3.1.1) Дренаж рамы (7.3.1) Установка рамы Конструкция без заливки (9.1.5.3.13) Конструкция с открытой рамой (9.1.5.3.14) Поставить монтажные пластины из нержавеющей стали под все опоры (9.1.5.3.6)  Прочее |  |
| 50 |  |  |
| 51 |  |  |
| 52 |  |  |
| 53 |  |  |
| 54 |  |  |
| 55 |  |  |
| 56 |  |  |
| 57 |  |  |
| 59 |  | **Отдельные приводы** |  |
| 60 |  | Перечень применяемых Ограждение Требуется: обогрев помещения датчик вибрации Смазка:  Подшипники привода (тип/номер) |  |
| 61 |  |  |
| 62 |  |  |
| 63 |  |  |
| 64 |  |  |
| ОПРОСНЫЙ ЛИСТ № | | | Редакция: | Стр. 4 из | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ФОРМА ОПРОСНОГО ЛИСТА НА ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС** | | | | | | | | | | |
| 1 | Прим | **Подготовка поверхности и покрасказа сколько** | | | | | | **Контроль и испытания** | | Ред |
| 2 |  | Стандарт изготовителя  **Насос:**  Подготовка поверхности насоса Грунтовка Финишное покрытие  **Рама:**  Подготовка поверхности рамы Грунтовка Финишное покрытие | | | | | | **Общие положения (8.1)**  Количество дней до фактической даты проведения испытаний и проверок, сообщаемых заказчику Уведомление об успешности внутренних предварительных испытаний (8.1.1.3) Предоставить контрольную ведомость инспектора (8.1.6)  **Контроль (8.2)**  Требуется дополнительный контроль (6.10.1.5) (8.2.1.3) деталь метод деталь метод деталь метод деталь метод Требуется контроль химического состава материалов (8.2.1.4)  Контролируемые детали  Требуется контроль отливок (8.2.2.1) магнитные частицы радиография цвет. дефектоскопия ультразвук Контроль сварных швов (6.10.3.4.5)  маг. частицы цвет. дефектоскопия радиография ультразвук  Контроль чистоты комплектующих перед сборкой насоса (8.2.3.1) | |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |
| 8 |  |  |
| 9 |  |  |
| 10 |  |  |
| 11 |  |  |
| 15 |  |  |
| 16 |  | **Требования по отгрузке (8.4.1):** | | | | | |  |
| 17 |  | Вид перевозки (8.4.1):  Требуется экспортная упаковка  Требуется наддув контейнера с N2 (8.4.1):  Хранение на открытом воздухе более 6 месяцев: Очистка во время хранения (8.4.7) Устройства для строповки | | | | | |  |
| 18 |  |  |
| 19 |  |  |
| 20 |  |  |
| 21 |  |  |
| 22 |  |  |
| 23 |  |  |
| 24 |  | **Запасные части (стоимость и описание включены в предложение)** | | | | | |  |
| 25 |  | Для пуско-наладки Плановое обслуживание Запасные узлы: Прочее: | | | | | |  |
| 26 |  |  |
| 27 |  |  |
| 28 |  |  |
| 29 |  |  |
| 30 |  | **Вес**, lb | | | | | | **Испытания (8.3)** | |  |
| 31 |  | Поз. | Насос | Привод | Редукт. | Рама | Всего | Требуется контроль твердости (8.2.3.2)  деталь  метод  Детали для контроля твердости Контроль прочности для Гидравлические испытания (8.3.2)  С содержанием смачивающих добавок (8.3.2.7) Эксплуатационные испытания (8.3.3) Точки испытаний График производительности и утверждение данных перед отправкой (8.3.3.5)  NPSH испытания до 110% от проектн. NPSHa Работа до достижения стабилизации температуры 4 ч. механическое вращение (8.3.4.2.2) Испытания упорных подшипников на нагрузку (8.3.4.3) NPSH3 испытания (8.3.4.4.1) Испытания агрегата в сборе (8.3.4.5) Контроль уровня шума (8.3.4.6) Испытания вспомогательного оборудования (8.3.4.7) Вторичная система управления Испытания контрольно-измерительных приборов вторичной  защитной оболочки/системы управления (8.3.4.9) Испытания на статический крутящий момент (9.1.6.1) Испытания до достижения установившейся температуры масла (9.1.6.3)  Контроль остаточного дисбаланса (R.4.1.2) Прочее | |  |
| 32 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 33 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 34 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 35 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 36 |  | **Другие требования заказчика:** | | | | | |  |
| 37 |  | Требуется координационное совещание (10.1.3) Согласование сварочных работ для ремонта отливок (6.10.2.5) Максимальное давление нагнетания учитывает (6.2.3):   * максимальную плотность среды * частота вращения ротора при срабатывании автомата безопасности * макс. диаметр раб.колес Согласование конструкции присоединений (6.10.3.4.4) Демонстрация поставщиком поверхностей опорных площадок (9.1.5.3.5) Динамическая балансировка класс G1 по ISO 1940-1 (6.8.4.2) Руководство по монтажу (10.3.5.2) Графики спектров вибрации (6.8.3.2.1) Покрытие крепежных деталей Предоставить уровни звукового давления в разбивке по октавному диапазону   Требуются сертификаты на материалы (6.10.1.7): Корпус  Рабочее колесо \_\_ \_ \_ \_\_  Вал \_\_\_\_ \_ \_ \_ \_  Прочее \_\_\_ \_ \_ \_\_  Предоставить процедуры испытаний (8.3.1.1) \_ \_\_ \_ \_  Данные, хранимые поставщиком не менее 20 лет 98.2.1.1 е) | | | | | |  |
| 38 |  |  |
| 39 |  |  |
| 40 |  |  |
| 41 |  |  |
| 42 |  |  |
| 43 |  |  |
| 44 |  |  |
| 45 |  |  |
| 46 |  |  |
| 47 |  |  |
| 48 |  |  |
| 49 |  |  |
| 50 |  |  |
| 51 |  |  |
| 52 |  |  |
| 53 |  |  |
| 54 |  |  |
| 55 |  |  |
| 56 |  |  |
| 57 |  |  |
| 58 |  |  |
| 59 |  |  |
| 60 |  |  |
| 61 |  |  |
| 62 |  |  |
| 63 |  |  |
| 64 |  |  |
| ОПРОСНЫЙ ЛИСТ № | | | | | | |  | Редакция: | Стр. 5 из | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Примечания** | | | | | |
| 1 | Прим |  | | | Ред |
| 2 |  |  | | |  |
| 3 |  |  | | |  |
| 4 |  |  | | |  |
| 5 |  |  | | |  |
| 6 |  |  | | |  |
| 7 |  |  | | |  |
| 8 |  |  | | |  |
| 9 |  |  | | |  |
| 10 |  |  | | |  |
| 11 |  |  | | |  |
| 15 |  |  | | |  |
| 16 |  |  | | |  |
| 17 |  |  | | |  |
| 18 |  |  | | |  |
| 19 |  |  | | |  |
| 20 |  |  | | |  |
| 21 |  |  | | |  |
| 22 |  |  | | |  |
| 23 |  |  | | |  |
| 24 |  |  | | |  |
| 25 |  |  | | |  |
| 26 |  |  | | |  |
| 27 |  |  | | |  |
| 28 |  |  | | |  |
| 29 |  |  | | |  |
| 30 |  |  | | |  |
| 31 |  |  | | |  |
| 32 |  |  | | |  |
| 33 |  |  | | |  |
| 34 |  |  | | |  |
| 35 |  |  | | |  |
| 36 |  |  | | |  |
| 37 |  |  | | |  |
| 38 |  |  | | |  |
| 39 |  |  | | |  |
| 40 |  |  | | |  |
| 41 |  |  | | |  |
| 42 |  |  | | |  |
| 43 |  |  | | |  |
| 44 |  |  | | |  |
| 45 |  |  | | |  |
| 46 |  |  | | |  |
| 47 |  |  | | |  |
| 48 |  |  | | |  |
| 49 |  |  | | |  |
| 50 |  |  | | |  |
| 51 |  |  | | |  |
| 52 |  |  | | |  |
| 53 |  |  | | |  |
| 54 |  |  | | |  |
| 55 |  |  | | |  |
| 56 |  |  | | |  |
| 57 |  |  | | |  |
| 58 |  |  | | |  |
| 59 |  |  | | |  |
| 60 |  |  | | |  |
| 61 |  |  | | |  |
| 62 |  |  | | |  |
| 63 |  |  | | |  |
| 64 |  |  | | |  |
| ОПРОСНЫЙ ЛИСТ № | | | Редакция: | Стр. 6 из | |

# Приложение E

(обязательное)

Графики давления и температуры в контуре рециркуляции

# Общие положения

Как правило, перекачиваемая жидкость из корпуса насоса поступает в контур рециркуляции для обеспечения охлаждения и смазки подшипников скольжения, и охлаждения первичной защитной оболочки (насосы с магнитной муфтой) и вкладыша статора (насосы с экранированным электродвигателем). Перекачиваемая жидкость дополнительно нагрегвается при ее прохождении через контур рециркуляции. Если в контуре не будет обеспечено достаточное давление, произойдет разрыв потока, что может привести к выходу подшипников из строя. Вскипание жидкости на защитной оболочке (насосы с магнитной муфтой) и вкладыше статора (насосы с экранированным электродвигателем) может привести к чрезмерному повышению температуры корпуса и последующей кавитации или запору пара в контуре рециркуляции. Чтобы избежать этих случаев, поставщик должен проанализировать графики температуры и давления для предлагаемого насосного агрегата для определения минимальных, номинальных и максимальных условий расхода и свойств перекачиваемой жидкости, чтобы гарантировать наличие достаточного запаса давления во всех точках контура рециркуляции.

# Графики

* + 1. Графики давления и температуры, содержащие все критические точки в контуре рециркуляции, должны являться частью предложения поставщика и/или пакета данных. Для построения профилей следует использовать номинальные условия и производительность насоса. На рисунке E.1 приведена типовая схема насоса с магнитной муфтой. На рисунке E.2 приведена типовая схема насоса с экранированным электродвигателем.
    2. Повышение температуры через контур рециркуляции отражено в графике. Давление должно быть указано в абсолютных единицах. Давление пара при перекачке должно быть нанесено на кривую профиля для каждой критической точки в контуре для сравнения с давлением в нем.
    3. Для определения температуры на входе в контур рециркуляции должно быть рассчитано повышение температуры в насосе, если конструкция содержит спиральный подвод. Альтернативные конструкции, в которых используется теплообменник, требуют от поставщика расчета температуры на входе в контур. Заказчик должен указать температуру промывочной жидкости, подаваемую из любого внешнего источника для промывки

контура.

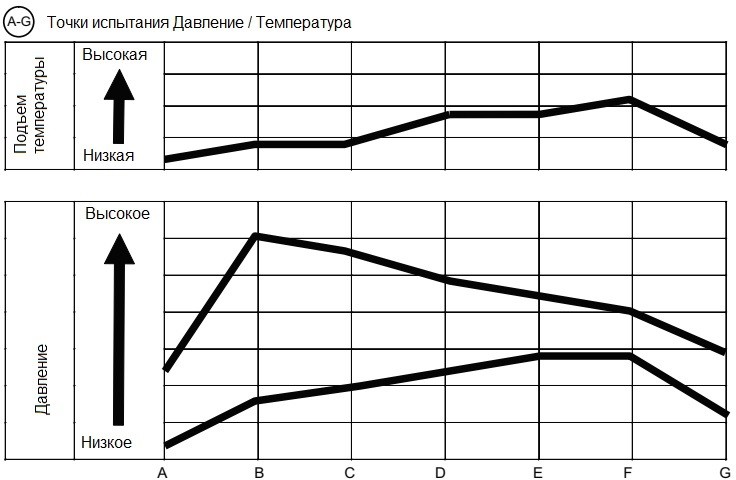
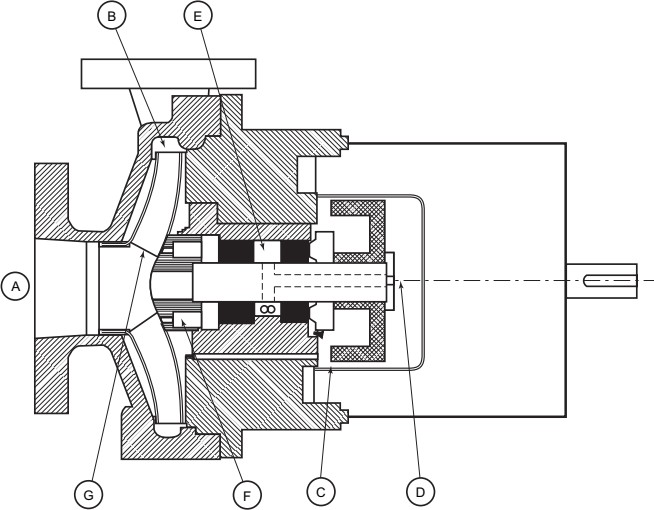
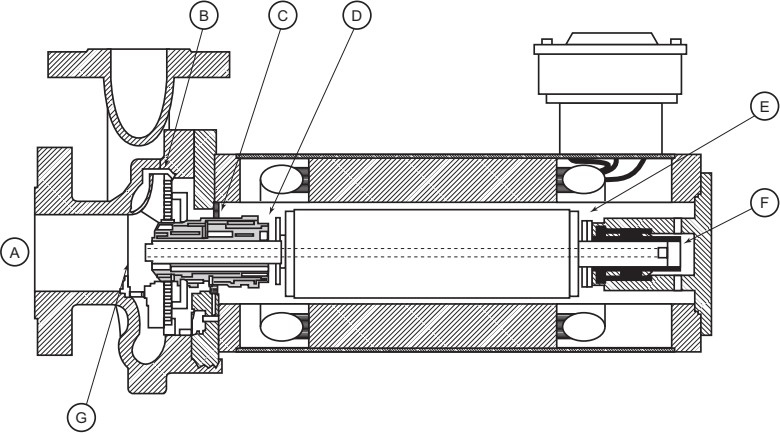
* + 1. Графики повышения температуры и абсолютного давления в контуре рециркуляции должны основываться на результатах квалификационных испытаний установок аналогичной конструкции при работе на воде. Протоколы квалификационных испытаний должны храниться поставщиком в качестве документации, содержащей характеристики контура рециркуляции.
    2. Повышение температуры в контуре рециркуляции зависит от параметров потока, удельного веса перекачиваемой жидкости и удельной теплоемкости. Данные о повышении температуры, полученные на воде, должны учитываться в работе насоса.

Рисунок E.1 — Типичные графики давления и температуры в насосе с магнитной

муфтой



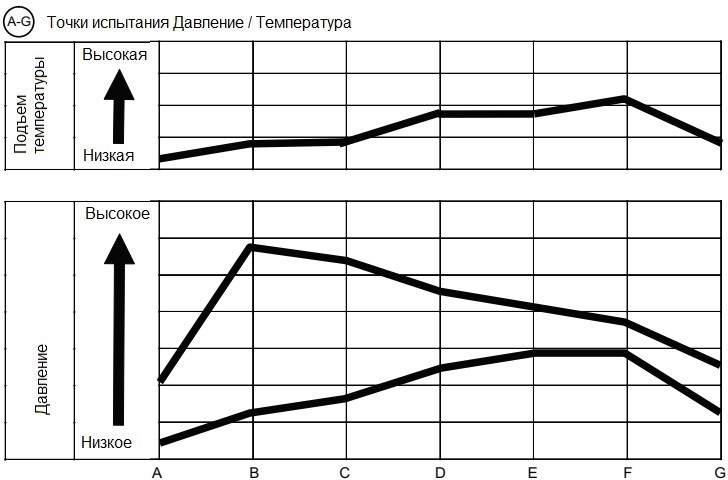


Рисунок E.2 — Типичные графики давления и температуры в насосе с экранированным электродвигателем

# Приложение F

(справочное)

Коэффициент быстроходности и кавитационный коэффициент быстроходности Коэффициент быстроходности насоса, *ns*, является безразмерным количественным

показателем характеристик насоса, рассчитывается в точке максимального КПД при максимальном диаметре рабочего колеса и заданной частоте вращения. Коэффициент быстроходности, *ns*, вычисляют по формуле (F.1):

*ns = n (q)0,5 ⁄ (H) 0,75*, (F.1)

где

n - частота вращения, об/мин; q - общая подача насоса, м3/c;

H - напор в расчете на ступень, м.

П р и м е ч а н и е 1 — Коэффициент быстроходности, определенный в системе единиц измерения СИ и умноженный на коэффициент 51,64 равен коэффициенту быстроходности в системе единиц USC.

П р и м е ч а н и е 2 — Для упрощения, на практике опускают гравитационную постоянную в безразмерных уравнениях для определения коэффициента быстроходности и кавитационного коэффициента быстроходности.

Иногда используется альтернативное определение коэффициента быстроходности, для которого учитывается поток только через один вход рабочего колеса, а не общий поток. Заказчику необходимо учитывать, какое определение применяется.

Кавитационный коэффициент быстроходности, *S*, является безразмерными количественным показателем всасывающих характеристик насоса, рассчитывается в точке максимального КПД при максимальном диаметре рабочего колеса и заданной частоте вращения. Он позволяет оценить склонность насоса к кавитации и внутренней рециркуляции. Кавитационный коэффициент быстроходности, *S*, вычисляют по формуле (F.2):

*S = n (q)0,5 ⁄ (NPSH3)0,75*, (F.2),

где

*n* - частота вращения, об/мин;

*q* - подача через один вход рабочего колеса, м3/c (американские галлоны в минуту), равная полной подаче для рабочих колес с односторонним входом или половине полной подачи для рабочих колес с двухсторонним входом;

*NPSH3* - требуемый кавитационный запас насоса, м.

П р и м е ч а н и е 3 — Кавитационный коэффициент быстроходности, определенный в системе единиц измерения СИ и умноженный на коэффициент 51,64, равен кавитационному коэффициенту быстроходности в системе единиц USC симовол (Nss).

# Приложение G

(обязательное)

Материалы и нормативные документы на них для деталей насосов

Представленный в таблице G.1 перечень классов материалов предназначен для выбора заказчиком (см. 6.10.1.2).

Таблицы G.2 и G.3 могут быть использованы в качестве руководства в вопросе выбора материалов и нормативных документов на них. При использовании этих таблиц не следует полагать, что материал является полностью приемлемым без учета всех свойств перекачиваемой среды и условий эксплуатации. В таблице G.2 указаны примеры соответствующих материалов, которые могут рассматриваться как приемлемые. Для каждого из материалов указывается только принадлежность к той или иной системе стандартизации и его марка, но не указывается требуемое конечное состояние, как, например, уровень твердости. Эти материалы могут быть неравноценными для всех применений.

Таблица G.1 – Классы материалов для деталей насосов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Деталь | Полное соответствиеа | Классы материалов и сокращенияb | | | | | | | | | | | | | | | |
| S-1 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-8I | S-9I | C-6 | A-7 | A-8 | A-9 | D-1j | D-2j | H-1 | H-2 | T-1 |
| STL | STL | STL | STL | STL | STL | STL | 12%Cr | AUS | 316 AUS | Alloy  20 | Дуплекс | Супер-  дуплекс | Hast B | Hast C | Ti |
| CI | Ni- резист | STL | STL 12 %Cr | 12%Cr | 316 AUS | Ni- Cu alloy | 12%Cr | AUSc,d | 316  AUSd | Alloy 20 | Дуплекс | Супер- дуплекс | Hast B | Hast C | Ti |
| Корпус,  работающий под давлением | да | STL | STL | STL | STL | STL | STL | STL | 12%Cr | AUS | 316 AUS | Alloy 20 | Дуплекс | Супер- дуплекс | Hast B | Hast C | Ti |
| Внутренние детали корпуса (направляющие  аппараты, и т.п.) | нет | CI | Ni- резист | CI | STL | 12%Cr | 316 AUS | Ni-Cu | 12%Cr | AUS | 316 AUS | Alloy 20 | Дуплекс | Супер- дуплекс | Hast B | Hast C | Ti |
| Рабочее колесо | да | CI | Ni- резист | STL | STL | 12%Cr | 316 AUS | Ni-Cu | 12%Cr | AUS | 316 AUS | Alloy 20 | Дуплекс | Супер- дуплекс | Hast B | Hast C | Ti |
| Кольца щелевых уплотнений корпуса | нет | CI | Ni- резист | CI | 12%Cr,  упр. | 12%Cr,  упр. | 316 AUS  упр.пов.e | Ni-Cu | 12%Cr,  упр. | AUS  упр.пов.e | 316 AUS  упр.пов.e | Alloy 20 | Дуплекс, с  упр.пов.e | Супер- дуплекс с  упр.пов.e | Hast B | Hast C | Ti |
| Кольца щелевых уплотнений рабочих колесk | нет | CI | Ni- резист | CI | 12%Cr,  упр. | 12%Cr,  упр. | 316 AUS  упр.пов.e | Ni-Cu | 12%Cr,  упр. | AUS  упр.пов.e | 316 AUS  упр.пов.e | Alloy 20 | Дуплекс, с  упр.пов.e | Супер- дуплекс с  упр.пов.e | Hast B | Hast C | Ti |
| Валd | да | STL | STL | STL | 4140 | 4140 | 316 AUS | Ni-Cu | 12%Cr | AUS | 316 AUS | Alloy  20 | Дуплекс | Супер-  дуплекс | Hast B | Hast C | Ti |
| Дросселирующие втулкиk | нет | CI | Ni- резист | CI | 12%Cr,  упр. | 12%Cr,  упр. | 316 AUS | Ni-Cu | 12%Cr,  упр. | AUS | 316 AUS | Alloy 20 | Дуплекс | Супер- дуплекс | Hast B | Hast C | Ti |
| Межступенчатые втулки k | нет | CI | Ni- резист | CI | 12%Cr,  упр. | 12%Cr,  упр. | 316 AUS  упр.пов.e | Ni-Cu | 12%Cr,  упр. | AUS  упр.пов.e | 316 AUS  упр.пов.e | Alloy 20 | Дуплекс, с  упр.пов.e | Супер- дуплекс с  упр.пов.e | Hast B | Hast C | Ti |
| Шпильки корпуса и торцевых  уплотнений | да | 4140 | 4140 | 4140 | 4140 | 4140 | 4140 | Ni-Cu упр.i | 4140 | 4140 | 4140 | Alloy 20 | Дуплексi | Супер- дуплексi | Hast B | Hast C | Ti |
| Прокладка корпуса | нет | СНП  из AUSg | СНП  из AUSg | СНП  из AUSg | СНП  из AUSg | СНП из AUSg | СНП  из AUSg | СНП  из AUSg | СНП из 316 AUSg | СНП из Ni-Cu с фторо-  пластомg | СНП из AUSg | СНП  из AUSg | СНП  из 316 AUSg | СНП  из 316 AUSg | СНП  из Alloy 20 | СПН из дуплекс SSg | СПН из дуплекс SSg |
| Крепежные изделия, находящиеся в перекачиваемой  среде | да | STL | STL | STL | STL | 316  AUSm | 316  AUSm | 316  AUSm | 316  AUS | Ni-Cu | 316  AUSm | 316  AUS | 316 AUS | 316 AUS | Alloy 20 | Дуплекс | Супер- дуплекс |
| а) См. раздел 6.10.1.2.  b) Во второй строке таблицы приведены классы материалов. В третьей строке указаны аббревиатуры соответствующих этому классу типов материалов корпуса. В четвертой строке, соответственно, типов материалов деталей проточной части, кроме корпуса. В остальных строках ниже – типов материалов для соответствующих | | | | | | | | | | | | | | | | | |

деталей, указанных в первой колонке. Расшифровка аббревиатур в таблице:

STL - углеродистая сталь CI - чугун

12%Cr - хромистая нержавеющая сталь с примерным содержанием хрома около 12 %; AUS - аустенитная нержавеющая сталь

Ti - Титан

316 - аустенитная нержавеющая сталь с содержанием не менее 2,0 % молибдена Hast - Hastelloy®14 Haynes International

1. Примерами *отечественных* аустенитных нержавеющих сталей являются: 12Х18Н10Т, 2Х18Н12М3ТЛ и др. по ГОСТ 977; зарубежных: ISO 683 -13-10/19, AISI 302, 303, 304, 316, 321 и 347.
2. Если не указано иное, необходимость применения поверхностного упрочнения и методы его получения определяются поставщиком для каждого конкретного применения, и описываются в техническом предложении. Альтернативой применению поверхностного упрочнения могут быть открытые рабочие зазоры (6.6.4) или использование противозадирных или неметаллических материалов, в зависимости от их коррозионной стойкости и свойств перекачиваемой среды.
3. Для класса S-6 стандартным рекомендуемым материалом вала для питательных котловых насосов и для перекачки других сред с температурой свыше 175 °C (350

°F) является сталь с 12 % ым содержанием хрома (см. таблицу Ж.1).

1. Спирально навитые прокладки должны содержать наполнитель, совместимый с перекачиваемой средой. Прокладки других типов могут быть предложены, если доказана их пригодность для эксплуатации в указанных в опросном листе условиях и они одобрены заказчиком. См. раздел 6.2.7.
2. Для перекачиваемой среды с температурой выше 45 °C (110 °F) или для других специальных применений могут использоваться альт ернативные материалы.
3. Если заказчиком не требуется иное, неконтактирующие с перекачиваемой средой шпильки корпуса и уплотнительного узла допускается изготавливать из высокопрочной легированной стали 4140.
4. Для некоторых условий эксплуатации могут потребоваться сплавы с более высоким содержанием легирующих элементов, по сравнению с приведенными в таблице Н.2 марками дуплексных сталей, например супераустенитные или супердуплексные стали со значениями индекса эквивалентной стойкости к питтинг-коррозии (PRE) не менее 40. Значение PRE рассчитывается на основе фактического химического состава сплава, по формуле:

PRE = WCr + 3,3∙WMo + 16∙WN, где W — процентное содержание элемента, обозначенного нижним индексом. Также могут быть рассмотрены альтернативные материалы вместо “супер аустенитных”.

1. Неметаллические материалы для быстроизнашивающихся деталей, совместимые с перекачиваемой средой, могут быть предложены в применимых пределах, указанных в таблице Н.3. Также см. 6.6.4.3.
2. Поставщик должен учесть разницу в коэффициентах температурного расширения у материалов корпуса и ротора, и подтвердить их пригодность в случае, если рабочая температура превышает 95 °C (200 °F).

m) Для применений, где может возникнуть большая разница температурных расширений при использовании крепежных деталей из аустенитных сталей, для этих деталей можно использовать альтернативные материалы, например, мартенситную сталь с содержанием хрома от 12 % до 17 %, обладающую необходимой коррозионной стойкостью.

14 Данный материал используется только в качестве примера и не является рекомендуемым компанией API.

Таблица G.2 — Материалы и нормативные документы на них для деталей насосов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип материала | Область применения | Страны СНГ | Международный | США | | Европа | | | Япония |
| ГОСТ | ИСО | ASTM | UNSа | ENб | Марка | Номер  материала | JIS |
| Чугун | Отливки, работающие под давлением | СЧ 25  ГОСТ 1412 | 185/Gr 250 | A278/A278M  Class 30 | F12401 | EN 1561 | EN-GJL-250 | JL 1040 | G 5501, FC 250 |
| Отливки, общие | СЧ 25 ГОСТ 1412  СЧ 30 ГОСТ 1412 | 185/Gr 300 | A48/A48M  Class 25/30/40 | F11701/  F12101 | EN 1561 | EN-GJL-250  ENGJL-300 | JL 1040  JL 1050 | G 5501, FC 250/300 |
| Углеродистая сталь | Отливки, работающие под давлением | 25Л ГОСТ 977 | 4991 C2345 AH | A216/A216M Gr WCB | J03002 | EN 10213 | GP 240 GH | 1.0619 | G 5151, Cl SCPH 2 |
| Прокат / поковки | 25  ГОСТ 1050 / ГОСТ 8479 | 683-18-C25 | A266  Class 4 | K03506 | EN 10222-2 | P 280 GH | 1.0426 | G 3202, Cl SFVC 2A |
| Пруток, работающий  под давлением | 25  ГОСТ 1050 | 683-18-C25 | A696  Gr B40 | G10200 | EN 10273 | P 295 GH | 1.0481 | G 4051, Cl S25C |
| Пруток, общее применение | 45  ГОСТ 1050 | 683-18-C45e | A576 Gr 1045 | G10450 | EN 10083-2 | C 45 | 1.0503 | G 4051, Cl S45C |
| Болты и шпильки | 38ХМ, 40Х ГОСТ 4543 | 2604-2-F31 | A193/A193M Gr B7 | G41400 | EN 10269 | 42 Cr Mo 4 | 1.7225 | G 4107, Class 2, SNB7 |
| Гайки | 45  ГОСТ 1050 | 683-1-C45 | A194/A194M  Gr 2H | K04002 | EN 10269 | C 35 E | 1.1181 | G 4051, Cl S45C |
| Листы и пластины | 17ГС, 14Г2  ГОСТ 19281 | 9328-4, P 355  TN/PL 355 TN | A516/A516M  Gr 65/70 | K02403/  K02700 | EN 10028-3 | P 355 N | P 355 N | P 355 N |
| Трубы | 20  ГОСТ 1050 | 9329-2 PH26 | A106/A106M  Gr B | K03006 | EN 10208-1 | L 245 GA | 1.0459 | G 3456,  Gr. STPT 370/410 |
| Фитинги | 25, 30  ГОСТ 1050 | - | A105/A105M | K03504 | - | - | - | G 4051, Cl S25C G 3202,Cl SFVC  2A, SFVC2B |
| Высоко- прочная легированная сталь 4140 | Пруток | 38ХМ, 40Х ГОСТ 4543 30Х13, 40Х13  ГОСТ 5632 | - | A434 Class BB A434 Class BC | G41400c | EN 10083-1 | 42 Cr Mo 4 | 1.7225 | G 4105,  Cl SCM 440 |
| Болты и шпильки | 38ХМ, 40Х  ГОСТ 4543 | 2604-2-F31 | A193/A193M  Gr B7 | G41400 | EN 10269 | 42 Cr Mo 4 | 1.7225 | G 4107, Class 2,  SNB7 |
| Гайки | 45  ГОСТ 1050 | 683-1C45 | A194/A194M Gr 2H | K04002 | EN 10269 | C 45 E | 1.1191 | G 4051, Cl S45C |

Таблица G.2 — Материалы и нормативные документы на них для деталей насосов (продолжение) (ГОСТ)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип материала | Область применения | Стандарты СНГ | Международный | США | | Европа | | | Япония |
| ГОСТ | ИСО | ASTM | UNSа | ENб | Марка | Номер материал  а | JIS |
| Сталь с 12 % хрома | Отливки, работающие под давлением | 15Х14НЛ, 30Х13Л,  20Х13Л ГОСТ 977 | - | A487/A487M Gr CA6NM | J91540 | EN 10213 | GX 4 Cr Ni 134 | 1.4317 | G 5121,  C1 SCS 6, SCS 6X |
|  |  | 15Х14НЛ, 30Х13Л, | - | A743/A743M | J91150 | EN | GX 12 Cr 12 | 1.4011 | G 5121, CI SCS 1, SCS 1X1  G 5121, CI SCS 6, SCS 1X1 |
|  |  | 20Х13Л |  | Gr CA 15 |  | 10283 |  |  |
|  | Отливки  общие | ГОСТ 977 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | - | A743/A743M | J91540 | EN | GX 4 Cr Ni 134 | 1.4317 |
|  |  |  |  | Gr CA6NM |  | 10283 |  |  |
|  | Прокат / поковки, работающие под давлением | 20Х13, 30Х13,  40Х13 ГОСТ 5632 | 683-13-3 | A182/A182M  Gr F6a Cl 1  A182/A182M Gr F6 NM | S41000 S41500 | EN 10250-4 EN  10222-5 | X12 Cr13  X 3 Cr NiMo 13-  4-1 | 1.4006  1.4313 | G 3214, Gr. SUS 410-A  G 3214, Cl SUS F6 NM |
|  | Прокат / поковки, общие | 20Х13, 30Х13,  40Х13  ГОСТ 5632 | 683-13-2 | A473  Type 410 | S41000 | EN 10088-3 | X 12 Cr 13 | 1.4006 | G 3214, Gr. SUS 410-A |
|  | Пруток, работающий под давлением | 20Х13, 30Х13,  40Х13  ГОСТ 5632 | 683-13-3 | A479/A479M  Type 410 | S41000 | EN 10272 | X12 Cr 13 | 1.4006 | G 4303  Gr. SUS 410 или 403 |
|  | Пруток, общее применение | 20Х13, 30Х13,  40Х13  ГОСТ 5632 | 683-13-3 | A276  Type 410 | S41400 | EN 10088-3 | X 12 Cr 13 | 1.4006 | G 4303  Gr. SUS 410 или  403 |
|  | Пруток, поковкив | 20Х13, 30Х13,  40Х13 ГОСТ 5632 | 683-13-4 | A276 Type 420  A473 Type 416  A582/A582M Type 416 | S42000 S41600 S41600 | EN 10088-3 | X 20 Cr 13  X 20 Cr S 13  X 20 Cr S 13 | 1.4021  1.4005  1.4005 | G 4303,  Gr. SUS 420J1  или 420J2 |
|  | Болты и шпилькиг | 20Х13, 30Х13,  40Х13  ГОСТ 5632 | 3506-1, C470 | A193/A193M Gr B6 | S41000 | EN 10269 | X22CrMo V 12-1 | 1.4923 | G 4303  Gr. SUS 410 или 403 |
|  | Гайкиг | 20Х13, 30Х13,  40Х13  ГОСТ 5632 | 3506-2, C470 | A194/A194M  Gr 6 | S41000 | EN 10269 | X22CrMo V 12-1 | 1.4923 | G 4303  Gr. SUS 410 или 403 |
|  | Листы и пластины | 08Х13, 20Х13,  30Х13, 40Х13 ГОСТ  5632 | 683-13-3 | A240/A240M  Type 410 | S41000 | EN 10088-2 | X 12 Cr 13 | 1.4006 | G 4304/4305  Gr. SUS 403 или  410 |

Таблица G.2 — Материалы и нормативные документы на них для деталей насосов (продолжение)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип материала | Область применения | Страны СНГ | Международный | США | | Европа | | | Япония |
| ГОСТ | ИСО | ASTM | UNSа | ENb | Марка | Номер материала | JIS |
| Аустенитная нержавеющая сталь | Отливки, работающие под давлением | 12Х18Н9ТЛ и аналоги, ГОСТ 977 | 683-13-10 | A351/A351M Gr CF3 | J92500 | BSI/BS/ EN 10213-  4 | GX2 Cr Ni 1911 | 1.4309 | G 5121, Cl SCS 19A |
| 12Х18Н12М3ТЛ и  аналоги, ГОСТ 977 | 683-13-19 | A351/A351M Gr CF3M | J92800 | BSI/BS/ EN 10213-  4 | GX2 Cr Ni Mo 19-11-2 | 1.4409 | G 5121, Cl SCS 16A SCS 16AX |
|  |  |  |  | A351/A351Gr | J92900 |  |  |  | G 5121, Cl SCS 14A SCS |
|  |  | CF8M | 14AX |
|  |  | 12Х18Н9ТЛ и аналоги, | - | A743/A743M | J92500 | EN 10283 | GX2 Cr Ni 19- | 1.4309 | G 5121, |
|  | Отливки общие | ГОСТ 977 | Gr CF3 | 11 | Cl SCS 19A |
| 12Х18Н12М3ТЛ и  аналоги, ГОСТ 977 | - | A743/A743M Gr CF3M | J92800 | EN 10283 | GX2 Cr Ni Mo 19-11-2 | 1.4409 | G 5121, Cl SCS 16A, SCS 16AX |
|  |  | 12Х18Н10Т и аналоги, | 9327-5, XCrNi18-10 | A182/A182M | S30403 | EN 10222- | X2 Cr Ni | 1.4306 | G 3214, Gr. SUS |
|  |  | ГОСТ 5632 | 683/XIII Type 10 | Gr F 304L | 5 | 19-11 | F 304 L |
|  | Прокат / поковки | 10Х17Н13М2Т и  аналоги, ГОСТ 5632 | 9327-5, XCrNiMo  17-12  683/XIII Type 19 | A182/A182M Gr F 316L | S31603 | EN 10222-  5  EN 10250-  4 | X2 Cr Ni Mo 17-12-2 | 1.4404 | G 4304/4305, Gr. SUS 304L/316L |
|  |  | 12Х18Н10Т и аналоги, | 9327-5 | A479/A479M  Type 304L A479/A479M | S30403 | EN 10088-  3 | X2 Cr Ni 19-11 | 1.4306 | G 4303 Gr. SUS 304 L |
|  | Пруток д | ГОСТ 5632 | X2CrNi18-10 | Type 316L A276grade  316L | S31603 | EN 10088-  3 | X2 Cr Ni Mo 17-12-2 | 1.4404 | G 4303 Gr. SUS 316 L |
|  |  | 10Х17Н13М2Т и  аналоги, ГОСТ 5632 | 9327-5  X2CrNiMo 17-12 | A479/A479M  Type XM19 | S20910 | - | - | - | - |
|  | Листы и пластины | 12Х18Н10Т  10Х17Н13М2Т и  аналоги, ГОСТ 5632 | 9328-5  X2CrNiMo 17-12-2 | A240/A240 Gr 304L/316L | S30403 S31603 | EN 10028-  7  EN 10028-  7 | X2 Cr Ni 19-11  X2 Cr Ni Mo 17-12-2 | 1.4306  1.4404 | G 4304/4305, Gr. SUS 304 L/316 L |
|  |  | 12Х18Н10Т |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Трубы | 10Х17Н13М2Т  и аналоги, | 683-13-10  683-13-19 | A312/A312M Type304L316L | S30403  S31603 | - | - | - | G 3459  Gr. SUS 304 LTP/316 LTP |
|  |  | ГОСТ 9940 и 9941 |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Фиттинги | 12Х18Н10Т  10Х17Н13М2Т и  аналоги, ГОСТ 5632 | 9327-5, X2CrNi18-10  9327-5, X2CrNiMo17-12 | A182/A182M Gr F304L, Gr 316L | S30403 S31603 | EN 10222-  5 | X2 Cr Ni 19-11  X2 Cr Ni Mo 17-12-2 | 1.4306  1.4404 | G 3214  Gr. SUS F304L/F316L |

Таблица G.2 — Материалы и нормативные документы на них для деталей насосов (продолжение)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип материала | Область применения | Страны СНГ | Международный | США | | Европа | | | Япония |
| ГОСТ | ИСО | ASTM | UNSа | ENb | Марка | Номер материала | JIS |
|  | Болты и шпильки | 12Х18Н10Т  10Х17Н13М2Т и  аналоги, ГОСТ 5632 | 3506-1, A4-70 | A193/A193M Gr B 8 M | S31600 | EN 10250-4 | X6 Cr Ni Mo Ti 17-12-2 | 1.4571 | G 4303, Gr. SUS 316 |
|  | Гайки | 12Х18Н10Т  10Х17Н13М2Т и  аналоги, ГОСТ 5632 | 3506-2, A4-70 | A194/A194M Gr B 8 M | S31600 | EN 10250-4 | X6 Cr Ni Mo Ti 17-12-2 | 1.4571 | G 4303,  Gr. SUS 316 |
| Сплав 20 | Отливки, работающие под давлением |  |  | A743 Gr CF-20 | J92602 |  | X5NiCrMoCu3620 |  |  |
| Отливки  общие |  |  | A743 Gr CN7M |  |  |  |  |  |
| Прокат / поковки |  |  |  | N08020 |  | X2NiCrAlTi3220 | 1.4458 |  |
| Пруток |  |  |  | N08020 |  |  |  |  |
| Листы и пластины |  |  |  | N08020 |  |  |  |  |
| Трубы |  |  |  | N08020 |  |  |  |  |
| Фитинги |  |  |  | N08020 |  |  |  |  |
| Болты и шпильки |  |  |  | N08020 |  |  |  |  |
| Гайки |  |  |  | N08020 |  |  |  |  |
| Двухфазная (дуплексная) нержавеющая сталь (CD4MCu) | Отливки, работающие под давлением | - | - | A890/A890M Gr 1 B A995/A995M Gr 1 B | J93372 | BSI/BS/ EN 10213-4 | GX2  CrNiMoCuN- 25-6-3-3 | 1.4517 | - |
| - | - | A890/A890M Gr 3 A  A995/A995M Gr 3 A | J93371  J93371 | - | - | - | G 5121,  Gr. SCS 11 |
| - | - | A890/A890MGr 4 A  A995/A995MGr 4 A | J92205 J92205 | BSI/BS/ EN 10213-4 | GX2  CrNiMoCuN- 25-6-3-3 | 1.4517 | G 5121,  Gr. SCS 10 |
| Прокат / поковки | - | 9327-5, X2CrNiMoN  22-5-3 | A182/A182M Gr F 51 | S31803 | EN 10250-4  EN 10222-5 | X2CrNiMoN- 22-5-3 | 1.4462 | - |
| - | - | A479/A479M | S32550 | EN 10088-3 | X2CrNiMoCuN- 25-6-3 | 1.4507 | - |
| Пруток | - | 9327-5, X2CrNiMo N22-5-3 | A276-S31803 | S31803 | EN 10088-3 | X2CrNiMoN- 22-5-3 | 1.4462 | B 2312/B 2316 Gr. SUS 329J3L |
| Листы и пластины | - | - | A240/A240MS31803 | S31803 | EN 10028-7 | X2CrNiMoN-  22-5-3 | 1.4462 | G 4304/G 4305  Gr. SUS 329J3L |
| Трубы | - | - | A790/A790M S31803 | S31803 | - | - | - | G 3459  Gr. SUS 329 J3LTP |
| Фитинги | - | 9327-5, X2CrNiMo N22-5-3 | A182/A182M Gr F 51 | S31803 | EN 10250-4  EN 10222-5 | X2CrNiMoN- 22-5-3 | 1.4462 | B 2312/B 2316 Gr. SUS329J3L |

Таблица G.2 — Материалы и нормативные документы на них для деталей насосов (продолжение)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип материала | Область применения | Страны СНГ | Международный | США | | Европа | | Япония | |
| ГОСТ | ИСО | ASTM | UNSа | ENb | Марка | Номер материала | JIS |
|  | Болты и шпильки | - | - | A276-S31803 | S31803 | EN 10088-3 | X2CrNiMoN- 22-5-3 | 1.4462 | G 4303  Gr. SUS 329J3L |
|  | Гайки | - | - | A276-S31803 | S31803 | EN 10088-3 | X2CrNiMoN- 22-5-3 | 1.4462 | G 4303  Gr. SUS 329 J3L |
| Супер-дуплексная нержавеющая сталье | Отливки, работающие под давлением | - | - | A890/A890M Gr 5A | J93404 | BSI/BS/ EN 10213-4 | GX2CrNiMoN26- 7-4 | 1.4469 | - |
| Отливки общие | - | - | A890/A890M Gr 6A | J93380 | - | - | - | - |
| Прокат / поковки | - | - | A182/A182M Gr 55 | S32750 S32760 | EN 10250-4  EN 10088-3 | X2CrNiMoCuWN 25-7-4 | 1.4501 | G 4303,  Gr. SUS 329 J4L |
| Пруток | - | - | A276-S32760 A479/A479M  S32760 | S32750 S32760 | EN 10088-3 | X2CrNiMoCuWN 25-7-4 | 1.4501 | G 4304/G 4305 Gr. SUS 329 J4L |
| Листы и пластины | - | - | A240/A240M S32760 | S32750 S32760 | EN 10028-7 | X2CrNiMoCuWN 25-7-4 | 1.4501 | - |
| Трубы | - | - | A790/A790M S32760 | S32750 S32760 | - | - | - | G 3459,  Gr. SUS 329 J4L TP |
| Фитинги | - | - | A182/A182M Gr F55 | S32750 S32760 | EN 10250-4  EN 10088-3 | X2CrNiMoCuWN 25-7-4 | 1.4501 | B 2312/B 2316 Gr. SUS 329 J4L |
| Болты и шпильки | - | - | A276-S32760 | S32750 S32760 | EN 10088-3 | X2CrNiMoCuWN 25-7-4 | 1.4501 | B 2312/B 2316 Gr. SUS 329 J4L |
| Гайки | - | - | A276-S32760 | S32750  S32760 | EN 10088-3 | X2CrNiMoCuWN  25-7-4 | 1.4501 | B 2312/B 2316  Gr. SUS 329 J4L |
| Сплав Monel 400 | Отливки, работающие под  давлением |  |  |  | N04400 |  |  | 2.4360 |  |
| Прокат / поковки |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Пруток |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Листы и пластины |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Трубы |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Арматура |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Болты и шпильки |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Гайки |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица G.2 — Материалы и нормативные документы на них для деталей насосов (продолжение)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип материала | Область применения | Страны СНГ | Международный | США | | Европа | | | Япония |
| ГОСТ | ИСО | ASTM | UNSа | ENb | Марка | Номер материала | JIS |
| Hast B | Отливки,  работающие под давлением (B3) |  |  | A494 Gr N-12MV | J30012 N10675 |  | G-NiMo30 | 2.4810  2.4600 |  |
| (B-2) |  |  |  | N10665 |  | G-NiMo28 | 2.4617 |  |
| - |  |  | A494 Gr N7M | J30007 |  |  |  |  |
| Отливки общие |  |  | A743 Gr N12M |  |  |  |  |  |
| Прокат / поковки |  |  | B564 | N10665 N10675 |  | NiMo28 | 2.4617 |  |
| Пруток |  |  | B335 | N10665 N10675 |  | NiMo28 | 2.4617 |  |
| Листы и пластины |  |  | B333 | N10665 N10675 |  | NiMo28 | 2.4617 |  |
| Трубы |  |  | B619, B622 | N10665 N10675 |  | NiMo28 | 2.4617 |  |
| Арматура |  |  | B366 | N10665 N10675 |  | NiMo28 | 2.4617 |  |
| Болты и шпильки |  |  | F468 | N10001 |  |  |  |  |
| Гайки |  |  | F467 | N10001 |  |  |  |  |
| Hast C | Отливки,  работающие под давлением |  |  | A494 Gr CW12MW | N10276 |  | G-NiMo16Cr15 G-NiMo17Cr | 2.4819  2.4686 |  |
|  |  | A494 Gr CX2M |  |  |  |  |  |
| Отливки  общие |  |  | A743 Gr N-12M |  |  |  |  |  |
| Прокат / поковки |  |  | B564 | N10276 |  | NiMo16Cr15W | 2.4819 |  |
| Пруток |  |  | B574 | N10276 |  | NiMo16Cr15W | 2.4819 |  |
| Листы и пластины |  |  | B575 | N10276 |  | NiMo16Cr15W | 2.4819 |  |
| Трубы |  |  | B619, B622, B626 | N10276 |  | NiMo16Cr15W | 2.4819 |  |
| Арматура |  |  | B366 | N10276 |  | NiMo16Cr15W | 2.4819 |  |
| Болты и шпильки |  |  | F468 | N10276 |  | NiMo16Cr15W | 2.4819 |  |
| Гайки |  |  | F467 | N10276 |  | NiMo16Cr15W | 2.4819 |  |

Таблица G.2 — Материалы и нормативные документы на них для деталей насосов (продолжение)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип материала | Область применения | Страны СНГ | Международный | США |  | Европа | | | Япония |
| ГОСТ | ИСО | ASTM | UNSа | ENb | Марка | Но-мер материала | JIS |
| Титан | Отливки, работающие под |  |  | B367 Gr C-3 | R5xxxx |  | G-Ti99.4 | 3.7031 | H5801 Gr.3 |
|  | давлением |
|  | Отливки |  |  |  | R50250 |  |  |  |  |
|  | общие |
|  |  |  |  |  | R50400 |  |  |  |  |
|  | Прокат / поковки | B381 | R56400 | Titan Gr.2 | 3.7035 | H4657 Gr.2 |
|  |  |  | R58640 |  |  |  |
|  | Пруток |  |  | B348 Gr2 | R50400 |  |  |  | H4650 Gr.2 |
|  | B348 Gr5 | R56400 | H4650 Gr.50 |
|  | Листы и пластины |  |  | B265 |  |  |  |  | H4600 Gr.2 |
|  | Труба |  |  | B861, B862 |  |  |  |  | H4630 Gr.2 |
|  | Арматура |  |  | B363 |  |  |  |  |  |
|  | Болты и шпильки |  |  | F467 | R56400 |  |  |  |  |
|  | F468 |
|  | Гайки |  |  | F467 | R56400 |  |  |  |  |
|  | F468 |
| а - Обозначения в системе UNS (универсальной системе обозначений металлов и сплавов) даны только для химического состава.  b - Если стандарты EN на какие-то материалы отсутствуют, можно обратиться к национальным стандартам, например, к стандартам AFNOR, BS, DIN, *ГОСТ,* и т.д. c - Не используется для закаленных валов (твердостью свыше 302 HB).  г - Специальное применение, обычно используется высокопрочная легированная сталь 4140.  д - Для валов взамен низкоуглеродистых аустенитных сталей (L) могут использоваться стандартные марки аустенитных сталей.  е - Супер-дуплексная нержавеющая сталь характеризуется индексом эквивалентной стойкости к питтинг-коррозии (PRE) не ниже 40. PRE = wCr + 3,3wMo + 16wN, где w – среднее процентное содержание элемента, обозначенного нижним индексом. | | | | | | | | | |

Таблица G.3 — Неметаллические материалы для быстроизнашивающихся деталей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Материал | Рабочая температура, пределы, °С (°F) | | Применение |
| мин. | макс. |
| Полиэфирэфиркетон (PEEK), содержащий рубленое углеродное волокно | –30 (–20) | 135 (275) | Стационарные детали |
| Полиэфирэфиркетон (PEEK), содержащий непрерывные углеродные волокна | –30 (–20) | 230 (450) | Стационарные и вращающиеся детали |
| PFA/CF  Композит, армированный полиэтилен-углеродным волокном, с 20 % массовой долей плоско-  ориентированного углеродного волокна | –46 (–50) | 230 (450) | Стационарные детали |
| Графит  пропитанный смолой | –50 (–55) | 285 (550) | Стационарные детали |
| металлизированный баббитом | –100 (–150) | 150 (300) |
| металлизированный никелем | –195 (–320) | 400 (750) |
| металлизированный медью | –100 (–450) |  |
| Карбид кремния альфа-спеченный |  | 450 (840) | Неподвижные или вращающиеся детали |
| реакционно-связанный | 450 (840) |
| с углеродной загрузкой | 450 (840) |
| Карбид вольфрама спеченный с кобальтом  спеченный с никелем |  | 400(750)  400(750) | Неподвижные или вращающиеся  детали |
| Для установленных выше предельных значений могут быть предложены быстроизнашивающиеся детали из неметаллических материалов, для которых подтверждена совместимость с перекачиваемой средой. См. раздел 6.6.4.3.  Быстроизнашивающиеся детали из приведенных неметаллических материалов могут успешно работать совместно с корректно подобранными ответными деталями из металла, например, из закалённой стали с 12% хрома или из аустенитной нержавеющей стали с упрочненной поверхностью.  Вышеуказанные неметаллические материалы могут применяться в условиях, выходящих за указанные здесь предельные значения, если имеются данные испытаний, подтверждающие такую возможность, и если это одобрено заказчиком. | | | |

# Приложение H

(обязательное)

Схемы контуров циркуляции водяного охлаждения

Настоящее приложение содержит схемы систем водяного охлаждени и циркуляции жидкости в полости ротора. Символы, использованные на рисунках H.2 - H.4, расшифрованы и снабжены пояснениями на рисунке H.1. Приведенные схемы являются типовыми, наиболее часто используемыми. Существуют и другие конфигурации и схемы, которые должны использоваться, если это согласовано заказчиком и поставщиком.

|  |  |
| --- | --- |
| FI | Индикатор расхода |
| TI | Термометр |
| PI | Манометр |
|  | Прибор (буквы внутри обозначают  назначение прибора); |
|  | Дроссельная шайба |
|  | Запорно-выпускной клапан |
|  | Запорный клапан |
|  | Клапан регулировки расхода |
|  | Теплообменник |
|  | Сепаратор |
|  | Циркуляционный бачок с датчиком уровня |

Рисунок H.1 — Условные обозначения приложения H

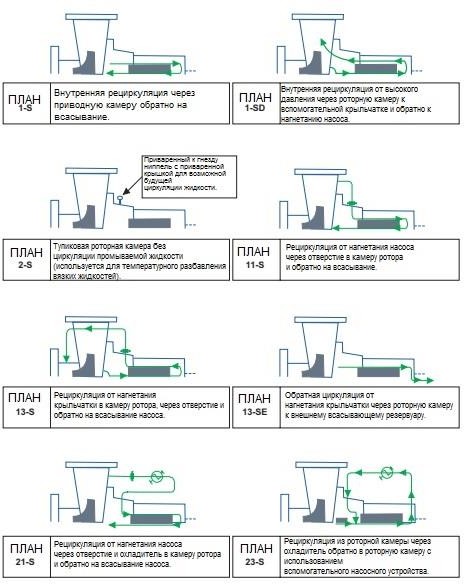


Рисунок H.2 — Схемы систем водяного охлаждения и циркуляции для чистых

жидкостей

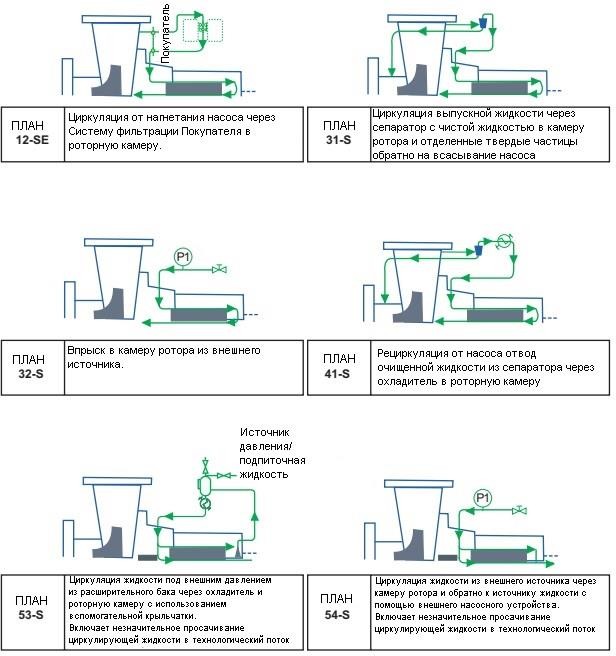
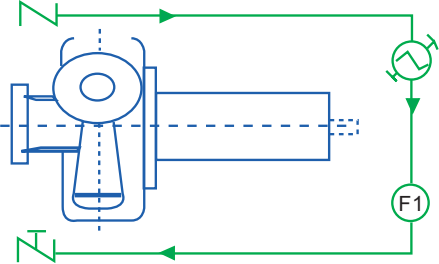
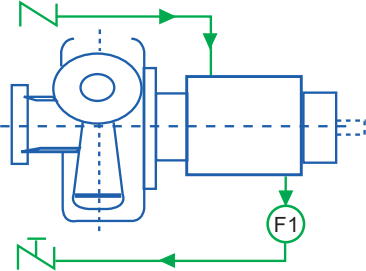


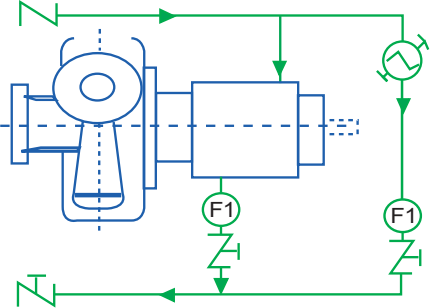
Рисунок H.3 — Схемы систем водяного охлаждения и циркуляции для жидкостей с включением посторонних частиц



|  |  |
| --- | --- |
| **ПЛАН MS** | **Охлаждающая вода поступает в теплообменник циркулирующей жидкости**  **камеры ротора** |



|  |  |
| --- | --- |
| **ПЛАН BS** | **Охлаждающая вода поступает в рубашку корпуса подшипников** |



|  |  |
| --- | --- |
| **ПЛАН KS** | **Охлаждающая вода поступает в рубашку корпуса подшипников с параллельным потоком, идущим в**  **теплообменник** |

Рисунок H.4 —Обвязка насосов с водяным охлаждением

# Приложение I

(обязательное)

Критерии для проектирования трубопроводов

# Горизонтальные насосы

* + 1. Конфигурации входного и нагнетательного трубопроводов насоса не должны вызывать нагрузки, приводящие к недопустимой расцентровке валов насоса и привода. Конфигурации трубопроводов, создающие нагрузки на патрубки в пределах диапазонов, указанных в таблице I.3, вызывают деформацию корпуса в пределах 50 % от допускаемых проектных величин, определенных поставщиком насоса (см. 6.2.1) и обеспечивают смещение вала насоса, не превышающее 250 мкм (0,010 дюйма).
    2. Конфигурации трубопроводов, создающие нагрузки, значения которых выходят за пределы диапазонов, указанных в таблице I.3, также являются приемлемыми без консультаций с поставщиком насосов, если выполняются условия, установленные в I.1.2а)

- I.1.2в). При выполнении этих условий, возникающая деформация корпуса насоса будет находиться в пределах допускаемых проектных величин, определенных поставщиком насоса (см. 6.2.1), при этом смещение вала насоса будет составлять менее 380 мкм (0,015 дюйма).

a) Отдельные компоненты сил и моментов, действующие на каждый патрубок насоса, не должны превышать диапазон, указанный в таблице I.3 (T3), более чем в 2 раза.

б) Результирующие силы (FRSA, FRDA) и результирующие моменты (MRSA, MRDA), возникающие от воздействующих на каждый патрубок насоса нагрузок, удовлетворяют соответствующим уравнениям:

|  |  |
| --- | --- |
| [*FRSA* / (1,5 х *FRST3*)] + [*MRSA* / (1,5 х *MRST3*)] < 2  [*FRDA* / (1,5 х *FRDT3*)] + [*MRDA* / (1,5 х *MRDT3*)] < 2 | (I.1)  (I.2) |

в) Суммарные, приведенные к центру масс насоса, результирующая сила (FRCA) и результирующий момент (MRCA), а также модуль, приведенной к центру масс насоса, суммы моментов только по оси Y (|MYCA|) удовлетворяют уравнениям (I.3) - (I.5). При расчетах по этим формулам должна использоваться координатная система, показанная на рисунках 3, 4 и правило правой руки.

|  |  |
| --- | --- |
| *F*RCA < 1,5 х (*F*RST3 + *F*RDT3)  | *M*YCA | < 2,0 х (*M*YST3 + *M*YDT3) *M*RCA < 1,5 х (*M*RST3 + *M*RDT3), | (I.3)  (I.4)  (I.5) |

где где

где

FRCA = [(FXCA)2 + (FYCA)2 + (FZCA)2]0,5, FXCA = FXSA + FXDA

FYCA = FYSA + FYDA FZCA = FZSA + FZDA

MRCA = [(MXCA)2 + (MYCA)2 + (MZCA)2]0,5,

MXCA = MXSA + MXDA – [(FYSA) (zS) + (FYDA)(zD) – (FZSA) (yS) – (FZDA) (yD)]/1000

MYCA = MYSA + MYDA + [(FXSA) (zS) + (FXDA)(zD) – (FZSA)(xS) – (FZDA) (xD)]/1000

MZCA = MZSA + MZDA – [(FXSA) (yS) + (FXDA)(yD) – (FYSA) (xS) – (FYDA) (xD)]/1000

В единицах USC константа 1000 должна быть изменена на 12. Эти числа являются

переводными делителями для перевода миллиметров в метры или дюймов в футы.

* + 1. Конфигурации трубопроводов, которые создают нагрузки, превышающие допустимые указанные в I.1.2, должны быть согласованы с заказчиком и поставщиком.

П р и м е ч а н и е — Для оценки фактической деформации машин (в условиях окружающей среды), должен выполняться контроль соосности трубопроводов и патрубков в соответствии с Главой 7 API 686. Согласно ей, допустимой является лишь небольшая деформация, значительно меньшая в сравнении с той, которая возникает в результате нагрузок, допускаемых настоящим приложением.

# Вертикальные консольные насосы

Вертикальные консольные насосы с патрубками в линию, поддерживаемые только присоединенными трубопроводами, могут подвергаться составляющим нагрузкам, которые более чем в два раза превышают значения, приведенные в таблице I.3, если такие нагрузки не создают основное напряжение в любом патрубке, превышающее 41 Н/мм2 (5950 psi). Для расчета нагрузок, механические свойства патрубков насоса должны приниматься на базе свойств трубы с толщиной стенки Schedule 40, номинальный размер которой соответствует аналогичным размерам патрубка насоса, для которого делается расчет. Для вычисления главного напряжения, продольного напряжения и напряжения сдвига в патрубках можно использовать уравнения (I.6), (I.7) и (I.8), соответственно.

Для вычислений в системе единиц СИ используются следующие уравнения:

|  |  |
| --- | --- |
| σp = (σ / 2) + (σ2 / 4 + τ2)0,5 < 41  σL = [1,27 • FY / (D 2 - D 2)] + [10200 • D0 • (M 2 + M 2)0,5] / (D 4 - D 4)  0 i X Z 0 i  τ = [1,27 • (FX2 + F 2)0,5] / (D 2 - D 2) + [5100 • D (l M l)] / (D 4 - D 4) Z 0 i 0 Y 0 i | (I.6)  (I.7)  (I.8) |

Для единиц USC применяются следующие уравнения:

|  |  |
| --- | --- |
| σp = (σ / 2) + (σ2 / 4 + τ2)0,5 < 5950 | (I.9) |

|  |  |
| --- | --- |
| σL = [1,27 • FY / (D 2 - D 2)] + [122 • D0 • (M 2 + M 2)0,5] / (D 4 - D 4)  0 i X Z 0 i  τ = [1,27 • (FX2 + F 2)0,5] / (D 2 - D 2) + [61 • D (l M l)] / (D 4 - D 4) Z 0 i 0 Y 0 i | (I.10)  (I.11) |

где

σp - главное напряжение, выражаемое в МПа (фунт-сила на кв. дюйм);

σL - продольное напряжение, выражаемое в МПа (фунт-сила на кв. дюйм); τ - сдвиговое напряжение, выражаемое в МПа (фунт-сила на кв. дюйм); FX - прилагаемая сила по оси Х;

FY - прилагаемая сила на оси Y; FZ - прилагаемая сила на оси Z;

MX - прилагаемый момент по оси X; MY - прилагаемый момент по оси Y; MZ - приложенный момент по оси Z;

Di - внутренний диаметр патрубков, мм (дюйм); Do - наружный диаметр патрубков, мм (дюйм).

FX, FY, FZ, MX, MY, и MZ обозначают прилагаемые нагрузки, действующие на патрубки на входе и выходе. Сила FY берется со знаком плюс, если нагрузка приводит к растяжению патрубка, и со знаком минус, если нагрузка приводит к сжатию патрубка. Чтобы определить, растягивается или сжимается патрубок, необходимо определить направление приложенных нагрузок по рисунку 3.

В уравнениях (I.8) - (I.11) должно использоваться абсолютное значение MY.

# Обозначения

В примерах задач, приведенных в разделе I.4, используются следующие обозначения с определениями:

C - центр насоса. Для насосов консольного типа с двумя опорными стойками центр определяется как точка пересечения оси вала насоса и вертикальной плоскости, проходящей через центр двух опор (см. Рисунок 3 и Рисунок 4);

D - нагнетательный патрубок;

Di - внутренний диаметр трубы Schedule 40, номинальный размер которой равен размеру рассматриваемого патрубка насоса, мм (дюйм);

Do - наружный диаметр трубы Schedule 40, номинальный размер которой равен размеру рассматриваемого патрубка насоса, мм (дюйм);

F - сила, выражаемая в ньютонах (фунт-сила);

FR - результирующая сила. (FRSA и FRDA вычисляются путем извлечения квадратного корня из суммы квадратов прилагаемых компонентных сил, действующих на фланец патрубка; FRST5 и FRDT5 определяются из таблицы I.3, с использованием

соответствующих размеров патрубка);

M - момент, выражаемый в ньютонах на метр (футах на фунт-силы);

MR - результирующий момент. (MRSA и MRDA вычисляются путем извлечения квадратного корня из суммы квадратов прилагаемых компонентных моментов, действующих на фланец; MRST3 и MRDT3 определяются из таблицы F.3 с использованием соответствующих размеров патрубка;);

σp - главное напряжение, МПа (фунт-сила на квадратный дюйм); σL - продольное напряжение, Н/мм2 (фунт на квадратный дюйм); τ - напряжение сдвига, Н/мм2 (фунт на квадратный дюйм);

S - всасывающий патрубок;

x, y, z - координаты положения фланцев патрубка относительно центра насоса, мм (дюйм);

X, Y, Z - направления действия нагрузки (см. рисунок 3 и рисунок 4); Нижний индекс А - прилагаемая нагрузка;

Нижний индекс T3 - нагрузка по таблице I.3.

# Примеры задач15

* + 1. **Пример 1A — единицы СИ**

Задача

Для консольного насоса с осевым входом (тип OH2), размеры и расположение патрубков аналогичны приведенным в таблице I.1. Прилагаемые нагрузки на патрубок приведены в таблице I.2. Задача – определить, выполняются ли условия, установленные в I.1.2а), I.1.2б) и I.1.2в).

Решение

* + - 1. Контроль соблюдения условия I.1.2а) выполняется следующим образом: Для входного патрубка размером DN 250 имеем:

| FXSA / FXST3 | = | +12 900 / 6670 | = 1,93 < 2,00

| FYSA / FYST3 | = | 0 / 5340 |= 0 < 2,00

| FZSA / FZST3 | = | -8852 / 4450 | = 1,99 < 2,00

| MXSA / MXST3 | = | -1356 / 5020 | = 0,27 < 2,00

| MYSA / MYST3 | = | -5017 / 2440 | = 2,06 > 2,00

| MZSA / MZST3 | = | -7458 / 3800 | = 1,96 < 2,00

Поскольку величина MYSA превышает значение, установленное в таблице I.3 (в

15 Рассматриваемые примеры задач приведены с целью ознакомления. Каждая компания должна разработать свой собственный подход. Они не должны рассматриваться как исключительные или исчерпывающие по своему характеру. API не дает никаких гарантий, относительно достоверности или полноты информации содержащейся в данном разделе.

системе единиц СИ) более чем в два раза, данная величина является неприемлемой. Предположим, что значение MYSA может быть снижено до -4879. Тогда:

| MYSA / MYST3 | = | -4879 / 2440 | = 1,999 < 2,00

Для верхнего нагнетательного патрубка размером DN 200 имеем:

| FXDA / FXDT3| = | +7117 / 3780 | = 1,88 < 2,00

| FYDA / FYDT3 | = | -445 /3110 | = 0,14 < 2,00

| FZDA / FZDT3| = | +8674 / 4890 | = 1,77 < 2,00

| MXDA / MXDT3 | = | +678 / 3530 | = 0,19 < 2,00

| MYDA / MYDT3 | = | -3390 / 1760 | = 1,93 < 2,00

| MZDA / MZDT3 | = | -4882 / 2580 | = 1,89 < 2,00

При условии, что значение MYSA может быть уменьшено до -4879, прилагаемые нагрузки, действующие на каждый патрубок, удовлетворяют условию, указанному в I.1.2а).

Таблица I.1 — Размеры и координаты расположения патрубков, пример 1A

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Патрубок | Размер, DN | X, мм | Y, мм | Z, мм |
| Всасывание | 250 | +267 | 0 | 0 |
| Нагнетание | 200 | 0 | -311 | +381 |

Таблица I.2 — Прилагаемые нагрузки на патрубки для Примера 1A

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нагрузка | Значение, Н | Момент | Значение, Н∙м |
| FXSA FYSA FZSA | +12900  0  -8852 | Всасывание MXSA  MYSA MZSA | -1356  -5017 а)  -7458 |
| FXDA FYDA FZDA | +7117  -445  +8674 | Нагнетание MXDA  MYDA  MZDA | +678  -3390  -4882 |
| а)См. I.4.1.2.1. | | | |

* + - 1. Контроль соблюдения условия I.1.2б) выполняется следующим образом:

Для всасывающего патрубка значения FRSA и MRSA определяются по методу извлечения квадратного корня из суммы квадратов:

FRSA = [(FXSA)2 + (FYSA)2 + (FZCA)2]0,5 = [(+12900)2 + (0)2 + (−8852)2]0,5 = 15645 MRSA = [(MXSA)2 + (MYSA)2 + (MZSA)2]0,5 = [(−1356)2 + (−4879)2 + (−7458)2]0,5 = 9015

С учетом Уравнения (F.1):

FRSA / (1,5 • FRST3) + MRSA / (1,5 • MRST3) ≤ 2 15645 / (1,5 • 9630) + 9015 / (1,5 • 6 750) ≤ 2

1,96 < 2

Для нагнетательного патрубка, FRDA и MRDA определяются тем же методом, который используется для определения FRSA и MRSA:

FRDA = [(FXDA)2 + (FYDA)2 + (FZDA)2]0,5 = [(+7117)2 + (−445)2 + (+8674)2]0,5 = 11229 MRDA = [(MXDA)2 + (MYDA)2 + (MZDA)2]0,5 = [(+678)2 + (−3390)2 + (−4882)2]0,5 = 5982

С учетом Уравнения (F.2):

FRDA / (1,5 • FRDT3) + MRDA / (1,5 • MRDT3) ≤ 2 11229 / (1,5 • 6920) + 5982 / (1,5 • 4710) ≤ 2

1,93 < 2

Нагрузки, действующие на каждый патрубок, удовлетворяют соответствующему уравнению взаимодействия, таким образом, условие I.1.2 б) выполняется.

* + - 1. Контроль соблюдения условия I.1.2(в) выполняется следующим образом:

Для контроля данного условия векторы силы и момента переносятся в центр насоса и раскладываются на составляющие; FRCA определяют в соответствии с I.1.2 в):

FZCA = FZSA + FZDA

FRCA = [(FXCA)2 + (FYCA)2 + (FZCA)2]0,5 FXCA = (+12900) + (+7117) = +20017

FYCA = (0) + (−445) = −445

FZCA = (−8852) + (+8674) = −178

FRCA = [(+20017)2 + (−445)2 + (−178)2]0,5 = 20023

С учетом Уравнения (F.3):

FRCA < 1,5 • (FRST5 + FRDT3) 20023 <1,5 • (9630 +6920)

MYCA =MYSA +MYDA + [(FXSA) • (zS) + (FXDA) • (zD) − (FZSA) • (xS) − (FZDA) • (xD)] / 1000

= (−4879) + (−3390) + [(+12900) • (0,00) + ...

... + (+7117) • (+381) − (−8852) • (+267) − (+8674) • (0,00)] / 1000 = −3194

C учетом Уравнения (F.4) имеем:

 MYCA  < 2,0 • (MYST5 + MYDT3)

 -3194  < 2,0 • (2440 + 1760)

3194 < 8400

MRCA определяется, как показано ниже (см. F.1.2 в)):

MXCA = MXSA + MXDA − [(FYSA)•(zS) + (FYDA)•(zD) − (FZSA)•(𝑦S) − (FZDA)•(yD)] / 1000 MYCA = MYSA + MYDA + [(FXSA)•(zS) + (FXDA)•(zD) − (FZSA)•(xS) − (FZDA)•(xD)] / 1000 MZCA = MZSA + MZDA − [(FXSA)•(yS) + (FXDA)•(yD) − (FYSA)•(xS) − (FYDA)•(xD)] / 1000 MRCA = [(MXCA)2 + (MYCA)2 + (MZCA)2]0,5

*M*XCA = (−1356) + (+678) − [(0)•(0,00) + (−445)•(+381) − (−8852)•(0,00) − (+8674)•(−311)]

/ 1000 = −3206

*M*YCA = −3194 (см. предыдущие вычисления)

*M*ZCA = (−7458) + (−4882) − [(+12900)•(0,00) + (+7117)•(−311) − (0)•(+267) − (−445)•(0,00)]/ 1000 = −10127

*M*RCA = [(−3206)2 + (−3194)2 + (−10127)2]0,5 = 11092

с учетом уравнения (F.5) имеем:

MRCA < 1,5 • (MRST5 + MRDT5) 11092 < 1,5 **•** (6750 + 4710)

11092 < 17190

Таким образом, все условия I.1.2в) соблюдены.

# Пример 2A — единицы СИ

Задача

Для вертикального консольного насоса с патрубками в линию (тип OH3 или OH6), с размерами DN80 х DN100 х 178 мм, прописанные в предложении нагрузки на патрубки приведены в таблице F.3. Расчет показал, что FZSA, MZSA, и MXDA более чем в два раза превышают значения, приведенные в таблице I.3 (единицы СИ). Как указано в I.2, эти составляющие нагрузки приемлемы при условии, что вычисленное главное напряжение составляет менее 41 МПa. Задача состоит в определении главного напряжения для всасывающего и нагнетательного патрубков.

Решение

* + - 1. Расчеты всасывающего патрубка следующие:

Таблица I.3 — Предложенные прилагаемые нагрузки патрубков для примера 2А

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нагрузка | Значение, Н | Момент | Значение, Н•м |
|  |  | DN 100 всасывание |  |
| FXSA | – 2224 | MXSA | + 136 |
| FYSA | – 5338 | MYSA | – 2034 |
| FZSA | + 1334 | MZSA | + 1356 |
|  |  | DN 80 нагнетание |  |
| FXDA | + 1334 | MXDA | + 2712 |
| FYDA | – 2224 | MYDA | + 271 |
| FZDA | + 445 | MYDA | + 136 |

Для трубы Schedule 40 с номинальным размером DN 100, D0 = 114 мм и Di = 102 мм.

Поэтому:

D 2 - D 2 = (114)2 - (102)2 = 2592

0 i

D 4 - D 4 = (114)4 - (102)4 = 6,065 • 107

0 i

[(FXSA)2 + (FZSA)2]0,5 = [(−2224)2 + (+1334)2]0,5 = 2593

[(MXSA)2 + (MZSA)2]0,5 = [(+136)2 + (+1356)2]0,5 = 1363

Уравнение (I.7) используют для расчета продольной составляющей напряжения для всасывающего патрубка, σS.

Прилагаемая нагрузка FYSA, действующая на всасывающий патрубок, находится в отрицательной области оси Y и вызывает напряжение сжатия; поэтому используемое значение FYSA отрицательно.

σS = [1,27 • FYSA / (D02 −D 2)] + [10200 • D0 • (MXSA2 +M 2)0,5 / (D 4 –D 4)] =

i

ZSA

0

i

= [1,27 • (-5338) / 2592] + [10200 • 114 • 1363 / (6,065 • 107)] = 23,52

Уравнение (I.8) используется для расчета сдвигового напряжения патрубка линии всасывания τS:

τS = [1,27 • (FXSA)2 + (FZSA)2]0,5 / (D02 −D 2)] + [0,51 • 104 • D0 • ( MYSA )] / (D 4 –D 4) =

i 0 i

= (1,27 • 2593 / 2592) + [5100 • 114 • ( -2034 )] / (6,065 • 107)] = 20,77

Главное напряжение всасывающего патрубка, σp,s, рассчитывается по уравнению (I.6): σp,s = (σS / 2) + (σS 2/4 + τS2)0,5 < 41

= (+23,52 / 2) + [(+23,52)2 / 4 + (+20,77)2]0,5 < 41

= +35,63 < 41

Таким образом, величина нагрузок на всасывающий патрубок приемлема.

* + - 1. Расчеты для нагнетательного патрубка проводятся следующим образом:

Для трубы Schedule 40 с номинальным размером 80 мм, D0 = 89 мм и Di = 78 мм.

Следовательно:

D 2 − Di2 = (89)2 − (78)2 =1837

0

D 4 – Di4 = (89)4 - (78)4 = 2,573 • 107

0

[(FXDA)2 + (FZDA)2]0,5 = [(+1334)2 + (+445)2]0,5 = 1406

[(MXDA)2 + (MZDA)2]0,5 = [(+2712)2 + (+136)2]0,5 = 2715

Уравнение (I.7) используется для определения продольного напряжения нагнетательного патрубка, σD. Прилагаемая нагрузка FYDA на нагнетательный патрубок находится в отрицательной области оси Y и вызывает растягивающее напряжение; следовательно, FYDA имеет положительный знак.

ZDA

σD = [1,27 • FYDA / (D 2 −Di2)] + [10200 • D0 • (M

0

XDA

2 + M

2)0,5] / (D04 − Di4) =

= [1,27 • (+2224) / 1837] + [10200 • (89) • (2715)] / 2,573 • 107 = 97,33

Уравнение (F.8) служит для расчета сдвигового напряжения, действующего на нагнетательный патрубок, τD

τD = [1,27 • (FXDA)2 + (FZDA)2]0,5 / (D02 −Di2)] + [5100 • Do • ( MYDA )] / (D04 − Di4) =

= [1,27 • 1406 / 1837] + [5100 • 89 • ( +271 ) / (2,573 • 107)] = 5,75

(F.6):

Главное напряжение для нагнетательного патрубка, σp,D, рассчитывается по уравнению

σP,D = (σD / 2) + (σD 2/4 + ΤD 2)0,5 < 41

= (+97,33 / 2) + [(+97,33)2 / 4 + (+5,75)2]0,5 = +97,67 > 41

Таким образом, нагрузка на нагнетательный патрубок слишком велика. По

результатам расчета, если MXDA снижается на 50 % до 1356 Н∙м, результирующее главное напряжение по-прежнему превышает 41 MПa. Следовательно, максимальное значение MXDA в два раза превышает МXDT3 или 1900 Н·м.

# Пример 1Б — единицы USC

Задача

Для консольного насоса с осевым входом (тип OH2), размеры и расположение патрубков аналогичны приведенным в таблице I.4. Прилагаемые нагрузки на патрубок приведены в таблице I.5. Задача – определить, выполняются ли условия, установленные в

I.1.2 а)-в).

Таблица I.4 — Размеры и координаты расположения патрубков для Примера 1Б

Размеры в дюймах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Патрубок | Размер | X | Y | Z |
| Всасывание | 10 | +10,50 | 0 | 0 |
| Нагнетание | 8 | 0 | -12,25 | +15 |

Таблица I.5 — Прилагаемые нагрузки на патрубки для Примера 1Б

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нагрузка | Значение, фунты-силы | Момент | Значение, фунты-  силы∙фут |
| FXSA FYSA  FZSA | +2900  0  -1990 | Всасывание MXSA  MYSA  MZSA | -1000  -3700 а)  -5500 |
| FXDA  FYDA FZDA | +1600  -100  +1950 | Нагнетание MXDA  MYDA  MZDA | +500  -2500  -3600 |
| а)См. I.4.1.2.1. | | | |

* + - 1. Контроль соблюдения условия I.1.2 а) выполняется следующим образом: Для входного патрубка размером 10 дюймов имеем:

| FXSA / FXST3 | = | +2900 / 1500 | = 1,93 < 2,00

| FYSA / FYST3 | = | 0 / 1200 |= 0 < 2,00

| FZSA / FZST3 | = | -1990 / 1000 | = 1,99 < 2,00

| MXSA / MXST3 | = | -1000 / 3700 | = 0,27 < 2,00

| MYSA / MYST3 | = | -3700 / 1800 | = 2,06 > 2,00

| MZSA / MZST3 | = | -5500 / 2800 | = 1,96 < 2,00

Поскольку величина MYSA превышает значение, установленное в таблице I.3 (в системе единиц USC) более чем в два раза, данная величина является неприемлемой. Предположим, что значение MYSA может быть снижено до -3599. Тогда:

| MYSA / MYST3 | = | -3599 / 1800 | = 1,999 < 2,00

Для верхнего нагнетательного патрубка размером 8 дюймов имеем:

| FXDA / FXDT3 | = | +1600 / 850 | = 1,88 < 2,00

| FYDA / FYDT3 | = | -100 / 700 | = 0,14 < 2,00

| FZDA / FZDT3 | = | +1950 / 1100 | = 1,77 < 2,00

| MXDA / MXDT3 | = | +500 / 2600 | = 0,19 < 2,00

| MYDA / MYDT3 | = | -2500 / 1300 | = 1,93 < 2,00

| MZDA / MZDT5 | = | -3600 / 1900 | = 1,89 < 2,00

При условии, что значение MYSA может быть уменьшено до -3599, прилагаемые нагрузки, действующие на каждый патрубок трубопровода, удовлетворяют условию, указанному в I.1.2(а).

* + - 1. Контроль соблюдения условия I.1.2(б) выполняется следующим образом:

Для всасывающего патрубка значения FRSA и MRSA определяются по методу извлечения квадратного корня из суммы квадратов:

FRSA = [(FXSA)2 + (FYSA)2 + (FZCA)2]0,5 = [(+2900)2 + (0)2 + (-1990)2]0,5 = 3517

MRSA = [(MXSA)2 + (MYSA)2 + (MZSA)2]0,5 = [(\_1000)2 + (-3599)2 + (-5500)2]0,5 = 6649

С учетом Уравнения (F.1):

FRSA / (1,5 • FRST3) + MRSA / (1,5 • MRST3) ≤ 2 3517 / (1,5 • 2200) + 6649 / (1,5 • 5000) ≤ 2

1,95 < 2

Для нагнетательного патрубка, FRDA и MRDA определяются тем же методом, который используется для определения FRSA и MRSA:

FRDA = [(FXDA)2 + (FYDA)2 + (FZDA)2]0,5 = [(+1600)2 + (-100)2 + (+1950)2]0,5 = 2524 MRDA = [(MXDA)2 + (MYDA)2 + (MZDA)2]0,5 = [(+500)2 + (-2500)2 + (-3600)2]0,5 = 4411

С учетом Уравнения (F.2):

FRDA / (1,5 • FRDT3) + MRDA / (1,5 • MRDT3) ≤ 2 11229 / (1,5 • 1560) + 4411 / (1,5 • 3500) ≤ 2

1,92 < 2

Нагрузки, действующие на каждый патрубок, удовлетворяют соответствующему уравнению взаимодействия, таким образом, условие I.1.2 б) выполняется.

* + - 1. Контроль соблюдения условия I.1.2 в) выполняется следующим образом:

Для контроля данного условия, векторы силы и момента переносятся в центр насоса и раскладываются на составляющие; FRCA определяют в соответствии с I.1.2 в):

FXCA = FXSA + FXDA FYCA = FYSA + FYDA FZCA = FZSA + FZDA

FRCA = [(FXCA)2 + (FYCA)2 + (FZCA)2]0,5 FXCA = (+2900) + (+1600) = +4500

FYCA = (0) + (−100) = −100

FZCA = (−1990) + (+1950) = −40

FRCA = [(+4500)2 + (−100)2 + (−40)2]0,5 = 4501

С учетом Уравнения (F.3):

FRCA < 1,5 • (FRST3 + FRDT3) 4501 <1,5 • (2200 + 1560)

4501 < 5640

MYCA определяется согласно F.1.2 в):

MYCA =MYSA +MYDA + [(FXSA)•(zS) + (FXDA)•(zD) − (FZSA)•(xS) − (FZDA)•(xD)] / 12 =

= (-3599) + (-2500) + [(+2900)•(0,00) + ...

... + (+1600)•(+15) - (-1990)•(+10,5) - (+1950)•(0,00)] / 12 = -2358

C учетом Уравнения (F.4) имеем:

 MYCA  < 2,0 • (MYST3 + MYDT3)

 -2358  < 2,0 • (1800 + 1300)

2358 < 6200

MRCA определяется, как показано ниже (см. F.1.2 в)):

MXCA = MXSA + MXDA − [(FYSA)•(zS) + (FYDA)•(zD) − (FZSA)•(𝑦S) − (FZDA)•(yD)] / 12 MYCA = MYSA + MYDA + [(FXSA)•(zS) + (FXDA)•(zD) − (FZSA)•(xS) − (FZDA)•(xD)] / 12 MZCA = MZSA + MZDA − [(FXSA)•(yS) + (FXDA)•(yD) − (FYSA)•(xS) − (FYDA)•(xD)] / 12 MRCA = [(MXCA)2 + (MYCA)2 + (MZCA)2]0,5

*M*XCA = (−1000) + (+500) − [(0)•(0,00) + (−100)•(+15,00) − (−1990)•(0,00) − (+1950)•(−12,25)] / 12 = −2366

*M*YCA = −2358 (см. предыдущие вычисления)

*M*ZCA = (−5500) + (−3600) − [(+2900)•(0,00) + (+1600)•(−12,25) − (0)•(+10,50) − (−100)•(0,00)] / 12 = −7467

*M*RCA = [(−2366)2 + (−2358)2 + (−7467)2]0,5 = 8180

с учетом уравнения (F.5) имеем:

MRCA < 1,5 • (MRST5 + MRDT3) 8180 < 1,5 • (5000 + 3500)

8180 < 12750

Таким образом, все условия I.1.2 в) соблюдены.

# I.4.4 Пример 2Б — единицы USC

Задача

Для вертикального консольного насоса с патрубками в линию (тип OH3 или OH6), с размерами NPS 3 х NPS 4 х 7 дюймов, прописанные в предложении нагрузки на патрубки приведены в таблице I.6. Расчет показал, что FZSA, MZSA, и MXDA более чем в два раза превышают значения, приведенные в таблице I.3(единицы USC). Как указано в I.2, эти составляющие нагрузки приемлемы при условии, что вычисленное главное напряжение составляет менее 5950 psi. Задача состоит в определении главного напряжения для всасывающего и нагнетательного патрубков.

Таблица I.6 — Предложенные прилагаемые нагрузки патрубков для примера 2Б

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нагрузка | Значение, фунты-силы | Момент | Значение, фунты-силы∙фут |
| FXSA FYSA FZSA | − 500  − 1200  +300 | NPS 4 всасывание MXSA  MYSA MZSA | +100  -1500  +1000 |
| FXDA FYDA FZDA | +300  −500  +100 | NPS 3 нагнетание MXDA  MYDA MZDA | +2000  +200  +100 |

Решение:

Вычисления для всасывающего патрубка проводятся, как показано ниже:

Для трубы Schedule 40 с номинальным размером 4 дюйма, D0 = 4,500 дюйма и Di = 4,026 дюйма. Поэтому:

D 2 - D 2 = (4,500)2 - (4,026)2 = 4,04

0 i

D 4 - D 4 = (4,500)4 - (4,026)4 = 147,34

0 i

[(FXSA)2 + (FZSA)2]0,5 = [(−500)2 + (+300)2]0,5 = 583

[(MXSA)2 + (MZSA)2]0,5 = [(+100)2 + (+1000)2]0,5 = 1005

Уравнение (I.10) используют для расчета продольной составляющей напряжения для всасывающего патрубка, σL,S.

Прилагаемая нагрузка FYSA, действующая на всасывающий патрубок, находится в отрицательной области оси Y и вызывает напряжение сжатия; поэтому используемое значение FYSA отрицательно.

ZSA

0

i

σL,S = [1,27 • FYSA / (D 2 −D 2)] + [122 • D0 • (M

0

i

XSA

2 +M

2)0,5 / (D 4 –D 4)] =

= [1,27 • (-1200) / 4,04] + [122 • 4,500 • 1005] / 147,34 = 3367

Уравнение (F.11) используется для расчета сдвигового напряжения патрубка линии всасывания τS:

τS = [1,27 • (FXSA)2 + (FZSA)2]0,5 / (D02 −D 2)] + [61 • D0 • ( MYSA )] / (D04 –D 4) =

i i

= (1,27 • 583 / 4,04) + [61 • 4,500 • ( -1500 )] / 147,34 = 2978

(F.9):

Главное напряжение всасывающего патрубка, σp,s, рассчитывается по уравнению

σp,s = (σS / 2) + (σS 2/4 + τS2)0,5 < 5950

= (+3367 / 2) + [(+3367)2 / 4 + (+2978)2]0,5 < 41

= +5105 < 5950

Таким образом, величина нагрузок на всасывающий патрубок приемлема. Расчеты для нагнетательного патрубка проводятся следующим образом:

Для трубы Schedule 40 с номинальным размером 3 дюйма, D0 = 3,500 дюйма и Di =

3,068 дюйма. Следовательно:

D 2 − Di2 = (3,500)2 − (3,068)2 =2,84

0

D 4 – Di4 = (3,500)4 - (3,068)4 = 61,47

0

[(FXDA)2 + (FZDA)2]0,5 = [(+300)2 + (+100)2]0,5 = 316

[(MXDA)2 + (MZDA)2]0,5 = [(+2000)2 + (+100)2]0,5 = 2002

Уравнение (I.10) используется для определения продольного напряжения нагнетательного патрубка, σL,D. Прилагаемая нагрузка FYDA на нагнетательный патрубок находится в отрицательной области оси Y и вызывает растягивающее напряжение; следовательно, FYDA имеет положительный знак.

ZDA

σL,D = [1,27 • FYDA / (D 2 −Di2)] + [122 • D0 • (M

0

XDA

2 + M

2)0,5] / (D04 − Di4) =

= [1,27 • (+500) / 2,84] + [122 • (3,5) • (2002)] / 61,47 = 14131

Уравнение (I.11) служит для расчета сдвигового напряжения, действующего на нагнетательный патрубок, τD :

τD = [1,27 • (FXDA)2 + (FZDA)2]0,5 / (D 2 −Di2)] + [61 • Do • ( MYDA ) / (D 4 − Di4)] =

0 0

= [1,27 • 316 / 2,84] + [61 • 3500 • ( +200 ) / 61,47] = 836

Главное напряжение для нагнетательного патрубка, σp,D, рассчитывается по уравнению

(I.9):

σP,D = (σD / 2) + (σD 2/4 + ΤD 2)0,5 < 5950

= (+14131 / 2) + [(+14131)2 / 4 + (+836)2]0,5 = +14181 > 5950

Таким образом, нагрузка на нагнетательный патрубок слишком велика. По результатам расчета, если MXDA снижается на 50 % до 1000 фунт-силы на фут, результирующее главное напряжение по-прежнему превышает 5950 psi. Следовательно, максимальное значение MXDA в два раза превышает МXDT3 или 1400 фунт-силы на фут.

# Приложение J

(обязательное)

Перечень базовых принципов контроля герметичности с учетом опасных факторов

* 1. Приведенный ниже алгоритм включает в себя выбор требуемого вторичного контроля/герметизации на основе “Кодов фраз опасности” в соответствии с изданием 2007 года документа Организации Объединенных Наций ST/SG/AC.10/30 редакция 2, Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химических веществ (СГС) и Регламента Европейского союза (ЕС) 1272/2008 о классификации, маркировке и упаковке веществ и смесей. Эта процедура также может быть осуществлена с использованием Директивы 67/548/EEC по классификации опасных перекачиваемых жидкостей, подлежащих герметизации.
  2. Вторичный контроль/герметизация может быть выбран в соответствии с логической схемой, приведенной на рисунке J.1, таблицей J.1 и таблицей J.2. Приведенный алгоритм на основе конкретных параметров момогает сделать выбор, но отдельные заказчики и поставщики насосов должны согласовать между собой способы контроля/герметизации, которые будут применяться, исходя из положений и практики каждой компании.
  3. Заказчик должен составить и предоставить поставщику паспорт безопасности материалов (ПБМ) перекачиваемой среды. Заказчик также должен предоставить поставщику информацию о давлении пара, в диапазоне между номинальной температурой и температурой окружающей среды. Может существовать более одного ПБМ и набора значений давления пара при изменении параметров перекачиваемой среды.
  4. Все возможные комбинации H или R-фраз были сгруппированы в 4 группы и перечислены в таблице J.1 и таблице J.2. Обозначения H или R, используемые для процедуры определения группы жидкостей, относятся к смеси жидкостей, а не к отдельным компонентам, составляющим эту смесь.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Логическая схема контроля/герметизации | Вторичный контроль/ гермети-  зация | Насосы с экранированным  электродвигателем | Насосы с магнитной муфтой |
|  | Система вторичной защитной оболочки (3.66) | * Обнаружение утечек в статоре насоса (7.4.2.3). (S) * Контроль мощности насоса (7.4.2.2) или мониторинг подачи.   (А)   * Обнаружение жидкости в вертикальном участке нагнетательного трубопровода или на верхней части теплообменника, если насос оснащен внешним охладителем. (А) * Контроль температуры вклыдыша статора (7.4.2.4). (А) * Термопара обмотки двигателя. (S) * Фланцевый слив из вторичного   корпуса под давлением (6.7.9).   * Промывка для нейтрализации   (9.2.2.11) | * Вторичный корпус под давлением.   —Контроль давления во вторичном корпусе под  давлением. (S)1   * Контроль температуры защитной оболочки. (А)2 * Контроль мощности насоса (7.4.2.2) или мониторинг подачи. (А) * Обнаружение жидкости в вертикальном участке нагнетательного трубопровода. (А) * Контроль температуры защитной оболочки (7.4.2.4). (А) * Фланцевый   слив из вторичного корпуса  под давлением (6.7.9). |
| Система вторичного контроля (3.68) | * Обнаружение утечек в статоре насоса (7.4.2.3). (S) * Контроль мощности насоса (7.4.2.2) или мониторинг подачи. (А) * Обнаружение жидкости в вертикальном участке нагнетательного трубопровода или на верхней части теплообменника, если насос оснащен внешним охладителем. (А) * Контроль температуры вкладыша статора (7.4.2.4). (А) * Термопара обмотки двигателя (9.2.2.12). (S) * Фланцевый   слив из вторичного корпуса под давлением (6.7.9).   * Промывка для нейтрализации (9.2.2.11). | * Одинарная защитная оболочка. * Контроль температуры защитной оболочки. (S)2 * Контроль мощности насоса (7.4.2.2) или мониторинг подачи. (А) * Обнаружение жидкости в вертикальном участке нагнетательного трубопровода. (А) * Контроль температуры защитной оболочки (7.4.2.4). (А) * Фланцевый   слив из вторичного корпуса под давлением (6.7.9) или резьбовое отверстие, подсоединенное к сливному бачку план 65 или вентиляционной системе план  75. (S)   * Защитное уплотнение подшипника должно быть одобрено Пользователем   (9.1.2.2.2) |
| Вторичный контроль (3.67) | * Контроль мощности насоса (7.4.2.2) или мониторинг подачи. (А) * Обнаружение жидкости в вертикальном участке нагнетательного трубопровода или на верхней части теплообменника, если насос оснащен внешним охладителем. (А) * Термопара обмотки двигателя (9.2.2.12). (У) | * Одинарная защитная оболочка. * Контроль мощности насоса (7.4.2.2) или мониторинг подачи. (А) * Обнаружение жидкости в вертикальном участке нагнетательного трубопровода. (А) * Фланцевый слив из вторичного корпуса под давлением (6.7.9). * Защитное уплотнение подшипника должно быть согласовано заказчиком   (9.1.2.2.2) |
| Нет | * Обнаружение жидкости в вертикальном участке выпускного трубопровода или на верхней части теплообменника, если насос оснащен внешним охладителем. (А) * Термопара обмотки двигателя (9.2.2.12). (S) | * Одинарная защитная оболочка. * Обнаружение жидкости в вертикальном участке нагнетательного трубопровода. (А) * Защитное уплотнение подшипника должно быть   согласовано заказчиком (9.1.2.2.2). |
| Обозначения  SG - удельный вес перекачиваемой жидкости; Т - температура перекачиваемой жидкости;  А – аварийный сигнал тревоги; S - отключен.  П р и м е ч а н и е 1 — Две защитные оболочки с частичным вакуумом между ними и контролем давления в промежуточном пространстве. Или одинарная защитная оболочка с кожухом вторичного давления (3.73 и 6.7.7), включая уплотнительное устройство (7.4.2.3б, 9.1.2.2.2 или 9.2.2.1), все испытанные гидростатически (8.3.2.2) для обеспечения обнаружения и локализации любой утечки до максимального давления нагнетания насоса (6.2.3) и утечка в антифрикционные подшипники невозможна.  П р и м е ч а н и е 2 — Не требуется для погружных вертикальных насосов (VS4, VS5) | | | |

Рисунок J.1—Логическая схема

Таблица J.1—Таблица H-фраз и классов опасности

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **H-фраза** | **Класс** |  | **H-фраза** | **Класс** |  | **H-фраза** | **Класс** |
| EUH001 | I | H242a | III | H332 | IV |
| EUH006 | I | H250 | I | H333 | IV |
| EUH014 | I | H251 | I | H334 | III |
| EUH018 | III | H252 | I | H335 | IV |
| EUH019 | III | H260 | III | H336 | IV |
| EUH029 | III | H261 | III | H340 | II |
| EUH031 | III | H270 | III | H341 | II |
| EUH032 | II | H271 | III | H350 | II |
| EUH044 | III | H272 | III | H350i | II |
| EUH059 | IV | H280 | неприменимо | H351 | II |
| EUH066 | IV | H281 | неприменимо | H360D | II |
| EUH070 | IV | H290 | неприменимо | H360Df | II |
| EUH071 | II | H300 | III | H360F | II |
| H200 | I | H301 | IV | H360FD | II |
| H201 | I | H302 | IV | H360Fd | II |
| H202 | I | H303 | IV | H361d | III |
| H203 | I | H304 | IV | H361f | III |
| H204 | III | H305 | IV | H361fd | III |
| H205 | III | H310 | II | H362 | III |
| H220 | III | H311 | IV | H370 | II |
| H221 | III | H312 | IV | H371 | III |
| H222 | III | H313 | IV | H372 | II |
| H223 | III | H314 | III | H373 | III |
| H224 | III | H315 | IV | H400 | IV |
| H225 | III | H316 | IV | H401 | IV |
| H226 | IV | H317 | IV | H402 | IV |
| H227 | IV | H318 | III | H410 | IV |
| H228 | неприменимо | H319 | IV | H411 | IV |
| H240 | I | H320 | IV | H412 | IV |
| H241 | I | H330 | II | H413 | IV |
| H242 | III | H331 | III |  |  |

а) Самовоспламеняющаяся жидкость.

Таблица J.2— Таблица R-фраз и классов опасности

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **R-фраза** | **Класс** |  | **R-фраза** | **Класс** |  | **R-фраза** | **Класс** |
| R 1 | I | R 30 | III | R 48/20/22 | III |
| R 2 | III | R 31 | III | R 48/21 | III |
| R 3 | I | R 32 | II | R 48/21/22 | III |
| R 4 | I | R 33 | III | R 48/22 | III |
| R 5 | III | R 34 | III | R 48/23 | II |
| R 6 | I | R 35 | III | R 48/23/24 | II |
| R 7 | III | R 36 | IV | R 48/23/24/25 | II |
| R 8 | III | R 36/37 | IV | R 48/23/25 | II |
| R 9 | III | R 36/37/38 | IV | R 48/24 | III |
| R 10 | IV | R 36/38 | IV | R 48/24/25 | III |
| R 11 | III | R 37 | IV | R 48/25 | III |
| R 12 | III | R 37/38 | IV | R 49 Кат. 1 | III |
| R 13 | неприменимо | R 38 | IV | R 49 Кат. 2 | III |
| R 14 | I | R 39 | III | R 49 Кат. 3 | III |
| R 14/15 | I | R 39/23 | II | R 50 | IV |
| R 15 | III | R 39/23/24 | II | R 50/53 | IV |
| R 15/29 | I | R 39/23/24/25 | II | R 51 | IV |
| R 16 | III | R 39/23/25 | II | R 51/53 | IV |
| R 17 | I | R 39/24 | III | R 52 | IV |
| R 18 | III | R 39/24/25 | III | R 52/53 | IV |
| R 19 | III | R 39/25 | III | R 53 | IV |
| R 20 | IV | R 39/26 | II | R 54 | IV |
| R 20/21 | IV | R 39/26/27 | II | R 55 | IV |
| R 20/21/22 | IV | R 39/26/27/28 | II | R 56 | IV |
| R 20/22 | IV | R 39/26/28 | II | R 57 | IV |
| R 21 | IV | R 39/27 | III | R 58 | IV |
| R 21/22 | IV | R 39/27/28 | III | R 59 | IV |
| R 22 | IV | R 39/28 | III | R 60 | III |
| R 23 | III | R 40 | III | R 61 | III |
| R 23/24 | III | R 41 | III | R 62 | III |
| R 23/24/25 | III | R 42 | III | R 63 | III |
| R 23/25 | III | R 42/43 | III | R 64 | III |
| R 24 | IV | R 43 | IV | R 65 | IV |
| R 24/25 | IV | R 44 | III | R 66 | IV |
| R 25 | IV | R 45 Кат 1 | III | R 67 | IV |
| R 26 | II | R 45 Кат 2 | III | R 68 | IV |
| R 26/27 | II | R 45 Кат 3 | III | R 68/20 | III |
| R 26/27/28 | II | R 46 | II | R 68/20/21 | III |
| R 26/28 | II | R 47 | II | R 68/20/21/22 | III |
| R 27 | III | R 48 | III | R 68/20/22 | III |
| R 27/28 | III | R 48/20 | III | R 68/21 | IV |
| R 28 | III | R 48/20/21 | III | R 68/21/22 | IV |
| R 29 | III | R 48/20/21/22 | III | R 68/22 | IV |

# Приложение K

(справочное) Контрольная ведомость инспектора

Характеристика уровней инспекции, указанных в таблице K.1:

* Уровень 1 используется для насосов общего назначения;
* Уровень 2 устанавливает требования к рабочим характеристикам и материалам, которые являются более жесткими, чем требования уровня 1;
* Уровень 3 должен применяться для насосов, работающих в критических режимах или на чрезвычайно важных позициях.

Вид инспекции должен указываться в первой колонке:

* С: только проверка документации;
* О: выборочная инспекция;
* W: обязательная инспекция в присутствии заказчика.

Таблица K.1 — Контрольная ведомость инспектора

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид инспекции  C, O, W | Позиция | Номер подпункта в API 685 – 2-я  редакция | Дата проверки | Инспектор | Состояние |
| Уровень 1 - Основной | | | | | |
|  | Предупреждающий знак, если насос не является самовентилирующимся | 6.1.10 |  |  |  |
|  | Маркировка корпуса (серийный номер) | 6.11.3 |  |  |  |
|  | Электродвигатели и электрические компоненты– классификация зоны взрывозащиты | 6.1.25 |  |  |  |
|  | Марка материала и идентификационные символы производителя на крепежных деталях | 6.1.36 |  |  |  |
|  | Отжимные и регулировочные болты для корпуса | 6.2.11 |  |  |  |
|  | Размеры патрубков, номинальное давление и обработка | 6.3.2 |  |  |  |
|  | Требования к опорной плите | 9.1.5.3 |  |  |  |
|  | Утвержденные результаты гидравлических испытаний | 8.3.2 |  |  |  |
|  | Производительность в пределах допусков (утвержденная) | 8.3.3 |  |  |  |
|  | NPSH3 в пределах допуска (утвержденный) | 8.3.4.4 |  |  |  |
|  | Вибрация в пределах допуска | 8.3.3.4.1 |  |  |  |
|  | Указатель направления вращения на корпусе | 6.11.4 |  |  |  |
|  | Общие габариты, расположение патрубков a | Чертеж общего вида |  |  |  |
|  | Расположение и размеры анкерных болтов | Чертеж  общего вида |  |  |  |
|  | Технологическая схема вспомогательной обвязки | Чертеж общего вида |  |  |  |
|  | Изготовление и монтаж обвязки | 7.5 |  |  |  |

Таблица K.1 — Контрольная ведомость инспектора (продолжение)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Требуется инспекция  C, O или W | Позиция | | | Номер подпункта в API 685  – 2-я  редакция | | Дата проверки | Инспектор | Состояние |
|  | Данные на заводской табличке оборудования | | | 6.11.2, |  |  |  |  |
|  | | | 9.1.1.9 | и |
|  | | | 9.2.5 |  |
|  | Проверка чистоты | | | 8.2.3.1 | |  |  |  |
|  | Инструкции по хранению и консервации | | | 8.4.7 | |  |  |  |
|  | Защита от коррозии | | | 8.4.2.3 | |  |  |  |
|  | Покраска | | | 8.4.2.2 | |  |  |  |
|  | Подготовка к отгрузке | | | 8.4 | |  |  |  |
|  | Маркировка вспомогательной трубной обвязки | | | 8.4.3 | |  |  |  |
|  | Грузовые документы и бирки | | | 8.4.5 | |  |  |  |
|  | Номинальный крутящий момент муфты на заводской табличке | | | 9.1.1.9 | |  |  |  |
|  | Идентификационный номер подшипника на заводской табличке | | | 9.1.1.9 | |  |  |  |
|  | Испытания двигателя на диэлектрические испытания | сопротивление | и | 9.2.7 | |  |  |  |
| Уровень 2 – Промежуточный (в дополнение к уровню 1) | | | | | | | | |
|  | Копии заказов на поставку для субпоставщиков | | |  | |  |  |  |
|  | Сертификаты на материалы | | | 8.2.1.1 | |  |  |  |
|  | Неразрушающие испытания (детали и компоненты) | | | 8.2.2.1 | |  |  |  |
|  | Гидравлические испытания (в присутствии заказчика) | | | 8.3.2 | |  |  |  |
|  | Записи при сборке (биения, зазоры) | | | 6.6.4 | |  |  |  |
|  | Стендовые испытания в присутствии заказчика | | | 8.3.3 и | |  |  |  |
| (гидравлические и кавитационные характеристики) | | | 8.3.4.4 | |
| Уровень 3 — Специальный (в дополнение к уровням 1 и 2) | | | | | | | | |
|  | Согласованные процедуры сварки | | | 6.10.3.1 | |  |  |  |
|  | Согласованные процедуры ремонта с помощью сварки | | | 6.10.2.5 | |  |  |  |
|  | Карты ремонта с применением сварки | | | 6.10.2.5 | |  |  |  |
|  | Балансировка рабочих колес / ротора в сборе | | | 6.8.4 | |  |  |  |
|  | Механический запуск для стабилизации температуры | | | 8.3.4.2.1 | |  |  |  |
|  | Механический запуск на протяжении 4 часов | | | 8.3.4.2.2 | |  |  |  |
|  | Испытания насосного агрегата в сборе | | | 8.3.4.5 | |  |  |  |
|  | Контроль уровня шума | | | 8.3.4.6 | |  |  |  |
|  | Контроль вспомогательного оборудования | | | 8.3.4.7 | |  |  |  |
|  | Испытание упорных подшипников на нагрузку | | | 8.3.4.3 | |  |  |  |
|  | Гидростатическое испытание системы вторичной | | | 8.3.4.8 | |  |  |  |
| защитной оболочки /системы управления | | | 8.3.2.16 | |
|  | Испытание контрольно-измерительных приборов вторичной защитной оболочки/системы управления | | | 8.3.4.9 | |  |  |  |
|  | Испытание статического крутящего момента магнитной муфты | | | 9.1.6.1 | |  |  |  |
|  | Испытание деталей на твердость и т.д. | | | 8.2.3.2 | |  |  |  |
| а Контроль соответствия данным утвержденного чертежа общего вида агрегата. | | | | | | | | |

# Приложение L

(справочное)

Контрольно-измерительные приборы и системы защиты

В таблице L.1 перечислены контрольно-измерительные приборы и средства защиты, которые могут применяться к герметичным центробежным насосам.

На рисунке L.1 показан типовой насос с магнитной муфтой с обозначенными измерительными приборами и защитными элементами.

На рисунке L.2 показан типовой насос с экранированным электродвигателем с установленными приборами и защитными элементами.

Таблица L.1 — Контрольно-измерительные приборы и системы защиты

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Расположение | Назначение |
| DI | Сливное отверстие в корпусе насоса | Нижняя точка корпуса насоса | Слив перекачиваемой среды из полости ротора при остановке работы насоса. |
| D2 | Сливное отверстие во вторичном защитном корпусе | Нижняя точка вторичного защитного корпуса | Слив перекачиваемой среды из полости вторичного защитного корпуса при остановке работы насоса. |
| D3 | Слив для вторичного контроля | Нижняя точка зоны непосредственно за барьером вторичного контроля | Контроль утечки жидкостей из вторичного корпуса контроля. |
| JE | Датчик мощности | Электропроводка двигателя | Индикация или сигнал тревоги/отключение при высокой или низкой мощности из-за сухого хода, избыточной нагрузки или однофазного  режима. |
| LE1 | Датчик уровня | Всасывающий или нагнетательный  трубопровод насоса | Пуск/останов при отсутствии уровня жидкости, чтобы избежать сухого хода. |
| LE2 | Датчик жидкости | Нижняя точка вторичного защитного корпуса | Отключение при обнаружении жидкости, указывающей на повреждение первичной защитной оболочки. |
| PE | Датчик давления | Корпус вторичного давления | Отключение при повышении давления из-за повреждения защитной оболочки. |
| TEI | Датчик температуры | Обмотки статора двигателя | Аварийное отключение при превышении температуры в обмотках из-за утечки циркулирующей жидкости или перегрузки. |
| TE2 | Датчик  температуры с термооболочкой | Полость с перекачиваемой средой | Индикация или сигнал тревоги/отключение при  повышении температуры из-за снижения подачи или срыва магнитной муфты. |
| TE3 | Датчик температуры | На защитной  оболочке/герметичном экране | Индикация или сигнал тревоги/отключение при  повышении температуры из-за снижения подачи или срыва магнитной муфты. |
| V1 | Вентиляционное  отверстие | Верхняя часть корпуса  насоса | Отвод газов из корпуса насоса. |
| V2 | Вентиляционное отверстие вторичного  корпуса | Верхняя часть вторичного корпуса | Отвод газов из вторичного корпуса. |
| VE | Датчик вибрации | На корпусе подшипников насоса (вблизи) | Индикация или сигнал тревоги/отключение при повышенной вибрации. |
| ZE | Датчик овевого перемещения вала | На корпусе насоса или встроен в статор | Индикация или сигнализация/отключение при чрезмерном изменении положения вала. Может быть как радиальным, так и осевым и указывает  на износ подшипников скольжения |

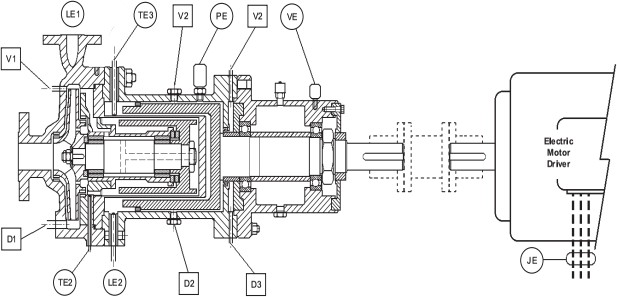


Рисунок L.1 — Насос с магнитной муфтой

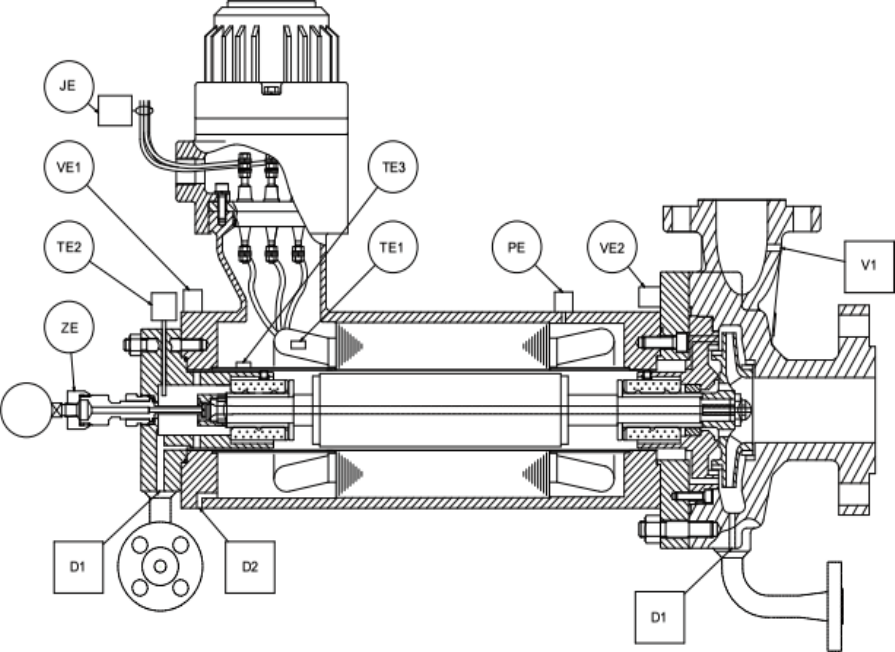


Рисунок L.2 — Насос экранированным электродвигателем

# Приложение M

(справочное)

Сводные результаты параметрических испытаний

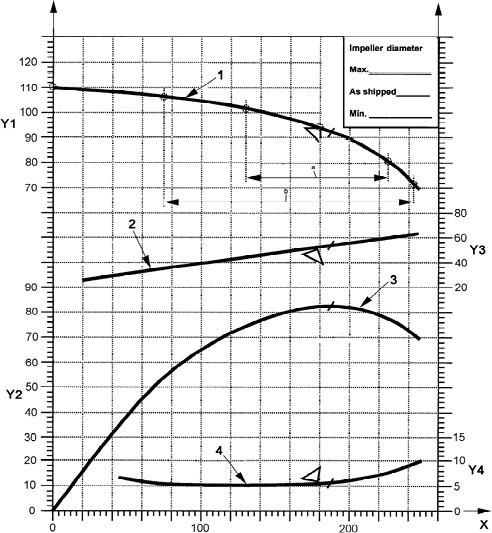
На рисунке M.1 приведена форма представления сводных результатов параметрических испытаний. На рисунках M.2 и M.3 показана рекомендуемая форма графического представления испытательных характеристик насоса в единицах СИ, USC, соответственно.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **СВОДНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ** | | | | | | | | | | | |
|  | Заказчик | | | | |  | Характеристика № | | | | |
|  | Покупатель | | | | |  | Дата испытаний | | | | |
|  | Заказ на поставку № | | | | |  |  | | | | |
|  | Изделие № | | | | |  | Утверждено: | | | | |
|  | Серийный номер насоса | | | | |  | (Представитель поставщика) | | | | |
|  | Типоразмер | | | | |  | Согласовано: | | | | |
|  | Количество ступеней | | | | |  | (Представитель заказчика) | | | | |
| **Полная рабочая характеристика насоса** (Таблица 11) | | | | | | | | | | | |
|  |  | | **Номинальное значение** | | | **Испытательное значение** | | | **Фактическое отклонение**  **± %** | | **Допуск для приемки**  **± %** |
|  | Подача | |  | | |  | | |  | |  |
|  | Напор | |  | | |  | | |  | |  |
|  | Мощность | |  | | |  | | |  | |  |
|  | NPSH3 | |  | | |  | | |  | |  |
|  | Напор на закрытую задвижку | |  | | |  | | |  | |  |
|  | Частота вращения, об/мин | |  | | |  | | |  | |  |
| **Данные по конструкции насоса** | | | | | | | | | | | |
| **Первая ступень** | | | | | | **Последующие ступени** | | | | | |
|  | Диаметр рабочего колеса | | мм (дюйм.) | | |  | Диаметр рабочего колеса | | | | мм (дюйм.) |
|  | Чертеж рабочего колеса, № | |  | | |  | Чертеж рабочего колеса, № | | | |  |
|  | Количество лопастей | |  | | |  | Количество лопастей | | | |  |
|  | Чертеж детали со спиральным отводом или направляющего аппарата, № | |  | | |  | Чертеж детали со спиральным отводом или направляющего аппарата, № | | | |  |
|  | Зазор у кромки лопасти | | % | | |  | Зазор у кромки лопасти | | | | % |
| **Механические характеристики** | | | | | | | | | | | |
| **Максимальные уровни вибрации, зарегистрированные в пределах установленного диапазона подач** (6.8.3) | | | | | | | | | | | |
|  | | **Номинальная подача** | | | | **Предпочтительная рабочая область** | | | **Допустимая рабочая область** | | |
| **Результат измерения** | **Установленный предел** | | | **Результат замера** | | **Установленный предел** | **Результат замера** | **Установленный предел** | |
| Виброскорость на корпусе подшипника:  Приводная сторона: Полная / фильтрованная  - Неприводная сторона: Полная / фильтрованная | |  |  | | |  | |  |  |  | |
|  |  | | |  | |  |  |  | |
| Виброперемещение вала:   * Приводная сторона: Полная / фильтрованная * Неприводная сторона: Полная / фильтрованная | |  |  | | |  | |  |  |  | |
|  |  | | |  | |  |  |  | |
| **Температура смазки подшипников/циркулирующей жидкости** °C (°F) [8.3.3.2.2, 8.3.3.4.2 и 9.1.4.2.3] | | | | | | | | | | | |
| **Циркулирующая жидкость** | | | | Картерная смазка разбрызгиванием | | | | | | | |
|  | Температура подачи жидкости | |  |  | Температура окружающей  среды | | | |  | | |
|  | Температура масла на входе в  подшипники (агрегат) в установившемся режиме | |  |  | Температура масла в установившемся режиме | | | |  | | |
|  | Температура масла в линии возврата в маслобак | |  |  | Температура масляного  картера в установившемся режиме | | | |  | | |
| П р и м е ч а н и е 1 — Данная сводная форма механических характеристик предназначена для представления данных испытаний для каждой рабочей области и сравнения их с установленными предельными значениями. Она не предназначена для замены собой протоколов данных испытаний.  П р и м е ч а н и е 2 — Принятые единицы измерения среднеквадратичной виброскорости – мм/с (дюйм/с); виброперемещение (амплитуда от пика до пика) – мм (mils); температура – °C (°F). | | | | | | | | | | | |

Рисунок M.1 — Форма для представления сводных результатов испытаний

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Серийный номер насоса Типоразмер\_ \_ Количество  ступеней  Частота вращения, об/мин\_ Обозначение раб. колеса | Перекачмваемая среда\_ Относительная плотность\_ Температура среды \_°С Кинематическая вязкость мм2/с Площадь сечения входа мм2 | № характеристики  Номинальная точка  Подача м3/h= 180,0  Напор м= 94  NPSH3 м= 6.3  Мощность кВт= 55.9 Расчетный КПД %: 82.3 |

X - расход, м3/ч 1 - напор



Дата \_

Диаметр крыльчатки Мax. Используемый Min.

Y1 - напор, м 2 - мощность

Y2 – КПД, % 3 - подача

Y3 – потребляемая мощность, кВт 4 - NPSH3 Y4 – NPSH3, м

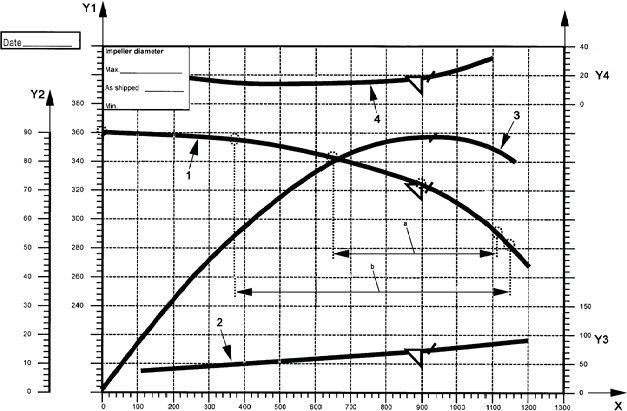
а - Предпочтительный рабочий интервал

б - Допустимый рабочий интервал

П р и м е ч а н и е — Масштаб шкал и значение требуемой рабочей точки (подача, напор, NPSH3, мощность) приведены только для примера

Рисунок M.2 — Форма представления испытательных графических характеристик (единицы СИ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Серийный номер насоса Типоразмер\_ \_ Количество  ступеней  Частота вращения, об/мин\_ Обозначение раб. колеса | Перекачмваемая среда\_ Относительная плотность\_ Температура среды \_°F Кинематическая вязкость cCт Площадь сечения входа дюйм2 | № характеристики  Номинальная точка  Подача USgal/min = 900,0  Напор фут= 325  NPSH3 фут= 17,1  Мощность л. с. = 72,4 Расчетный КПД %: 88,3 |



Диаметр крыльчатки

Мax. Используемый

Min.

Дата

X - расход, US галлон / мин. 1 - напор

Y1 - напор, фут 2 - мощность

Y2 – КПД, % 3 - подача

Y3 – потребляемая мощность, л.с. 4 - NPSH3 Y4 – NPSH3, фут

а - Предпочтительный рабочий интервал

б - Допустимый рабочий интервал

П р и м е ч а н и е — Масштаб шкал и значение требуемой рабочей точки (подача, напор, NPSH3, мощность) приведены только для примера

Рисунок M.3 — Форма представления испытательных графических характеристик (единицы USC)

# Приложение N

(справочное)

Магнитные материалы для магнитных муфт

# Общие положения

Данное приложение содержит перечень магнитных сплавов, существующих на момент публикации. По мере совершенствования материалов с постоянными магнитными свойствами (т.е. температурной стабильностью, коэрцитивной силой, энергетическим произведением и коррозионной стойкостью) могут быть достигнуты более высокие рабочие температуры магнитов, чем указанные в таблице N.1. Следует отметить, что более высокие рабочие температуры магнитов могут потребовать усовершенствования клеев и эпоксидных смол, используемых для удерживания магнитов внутри внутреннего и внешнего магнитных колец. Выбранные клеи и эпоксидные смолы должны иметь рабочие температуры, сопоставимые с максимальными рабочими температурами магнитов. Использование новейших марок материалов для постоянных магнитов должено быть одобрено заказчиком.

# Магнитные материалы

Для получения высоких значений передачи крутящего момента в синхронных магнитных муфтах при сохранении минимального диаметра и длины полумуфты (снижение потерь на вихревые токи), необходимо использовать самые мощные из доступных магнитов. На сегодняшний день самые мощные постоянные магниты производятся из сплавов редкоземельных элементов. Постоянные магниты сделанные из сплавов редкоземельной группы элементов, таких как самарий или неодим, называются резкоземельными магнитами.

Широкое применение получили магнитные сплавы самарий-кобальт (SmCo) и неодим-железо-бор (NdFeB).

Свойства сплавов SmCo и NdFeB перечислены в таблице N.1.

В магнитных муфтах магниты могут быть редкоземельного типа или относиться к семейству сплавов железа, на основе железа, алюминия, никеля и кобальта (Alnico). Магнитные сплавы Alnico имеют значения коэрцитивной силы и максимальной магнитной энергии (BH), значительно ниже этих значений для редкоземельных магнитных сплавов. Однако магниты Alnico характеризуются превосходной температурной стабильностью и обычно используются в высокотемпературных герметичных насосах с крутящей магнитной муфтой. Свойства нескольких применяемых марок магнитного сплава Alnico приведены в таблице N.1.

# Примечания

а) Сплавы SmCo, выбранные с учетом свойств и рабочей температуры перекачиваемой среды, обладают высокими значениями коэрцитивной силы и большой температурной стабильностью. Обычно марки Sm2Co17 обладают лучшими температурными характеристиками и коррозионной стойкостью, чем марки Sm1Co5. Магнитные сплавы самарий-кобальт изготавливаются методом прессования и спекания. Эти сплавы хрупкие, склонны к растрескиванию и сколам, поэтому требуют большой осторожности в обращении. Магнитные сплавы SmCo содержат значительное количество кобальта, что придает этому сплаву хорошую коррозионную стойкость.

б) сплавы NdFeB, выбранные с учетом свойств и рабочей температуры перекачиваемой среды, легированы и обработаны для получения высоких значений коэрцитивной силы и температурной стабильности. Сплавы NdFeB содержат железо и подвержены коррозии. Для устранения этого свойства, магниты, изготовленные из сплавов NdFeB, должны быть с защитным покрытием (например, эпоксидным герметиком) или металлизированы в процессе изготовления. Перед нанесением покрытия или металлизацией магнитные сплавы NdFeB следует обжечь при низкой температуре, чтобы удалить остатки влаги. Магнитные сплавы неодим-железо-бор изготавливаются методом прессования и спекания. Сплавы NdFeB обладают более высокой механической прочностью, чем сплавы SmCo и, как правило, менее хрупкие.

c) Магнитные сплавы Alnico изготавливаются методом литья или спекания. Спеченные материалы Alnico обладают несколько более низкими магнитными свойствами, но лучшими механическими характеристиками, чем литые сплавы Alnico. Сплавы Alnico очень твердые и хрупкие. Эти сплавы отливаются или спекаются как можно ближе к требуемым размерам, чтобы свести к минимуму последующую механическую обработку. Коррозионная стойкость варьируется от “удовлетворительной” для отливок до “хорошей” для спеченных форм. Магниты Alnico обладают превосходной стабильностью при высоких температурах.

Таблица N.1—Свойства и температура магнитных материалов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Магнитны е сплавы | Основные свойства | | | | | | | Максимальна я рабочая температура  (°C)d | Примечани я  (См. I.3) |
| Марка  магнито в | Остаточна я магнитная индукция  Br (Тл)a | | Коэрцитивна я сила HCB(кА/м)b | | Максимальна я магнитная энергия (BH)max (кДж/м3)c | |
| Самарий- | Sm1Co5 | 850 – 870 | | 637 – 684 |  | 143 | | 200 | а |
| кобальт |  | (8.5 – 8.7 | | (8,0 – | 8,6 | (18 МГОе) | | (392 °F) |  |
| (SmCo) |  | кГ) | | кОэ) |  |  | |  |  |
|  | Sm2Co1 | 950 – 1060 | | 716 – 796 | | 175 – 223 |  | 350 |  |
|  | 7 | (9.5 – 10.6 | | (9.0 – 10.0 | | (22 – | 32 | (662 °F) |  |
|  |  | кГ) | | кОэ | | МГОе) |  |  |  |
| Неодим - | NdFeB | 1040 | – | 796 – 923 | | 207 – 279 |  | 150 | б |
| железо- бор (NdFeB) |  | 1210  (10.4  12.1 кГ) | – | (10.0 – 11.6  кОэ) | | (34 – МГОе) | 42 | (302 °F) |  |
| Алюминий | Alnico 5 | 1090 | – | 49 – 51 | | 32 – 44 |  | 150 | в |
| - никель - кобальт (Alnico) |  | 1210  (10.9  12.8 кГ) | – | (0.62 – 0.64  кОэ) | | (4.0 – МГОе) | 5.5 | (302 °F) |  |
|  | Alnico 8 | 740 – 820 | | 119 – 131 |  | 32 – 42 |  | 450 |  |
|  |  | (7.4 – 8.2 | | (1.5 – | 1.7 | (4.0 – | 5.3 | (842 °F) |  |
|  |  | кГ) | | кОэ) |  | МГОе) |  |  |  |
| а - Br — постоянный магнетизм, остающийся в полностью намагниченном ферромагнитном материале после устранения магнитного поля.  b- HCB — напряженность магнитного поля (противоположного по направлению намагничивающему полю), необходимая для того, чтобы довести магнитную индукцию в предварительно намагниченном материале до нуля.   1. - (BH)max — максимальное произведение энергии. Произведение магнитной индукции и напряженности магнитного поля. 2. - Максимальная рабочая температура магнита — основана на длительном термическом старении с необратимой потерей плотности потока до 4%. \* Превышение этой температуры может привести к необратимой потере плотности потока, что может повлиять на магнитные свойства. Для синхронных магнитных муфт максимальная рабочая температура магнитов будет равна температуре на внешней поверхности защитной оболочки во время работы и при максимальной температуре перекачиваемой среды. Для вращающихся магнитных муфт, которые содержат постоянные магниты во внешнем магнитном кольце и не находятся непосредственно в контакте с перекачиваемой жидкостью, максимальная рабочая температура магнитов будет зависеть от максимальной мощности насоса: Для Sm2Co17 = 350 °C (662 °F) температура прокачки, для Alnico = 450 °C (842 °F) температура прокачки.   \* “Некоторые свойства магнитных материалов с высокой коэрцитивной силой 2-17 ”, W. Ervens, Международный симпозиум по редкоземельным элементам, Доклад № IV-2. | | | | | | | | | |

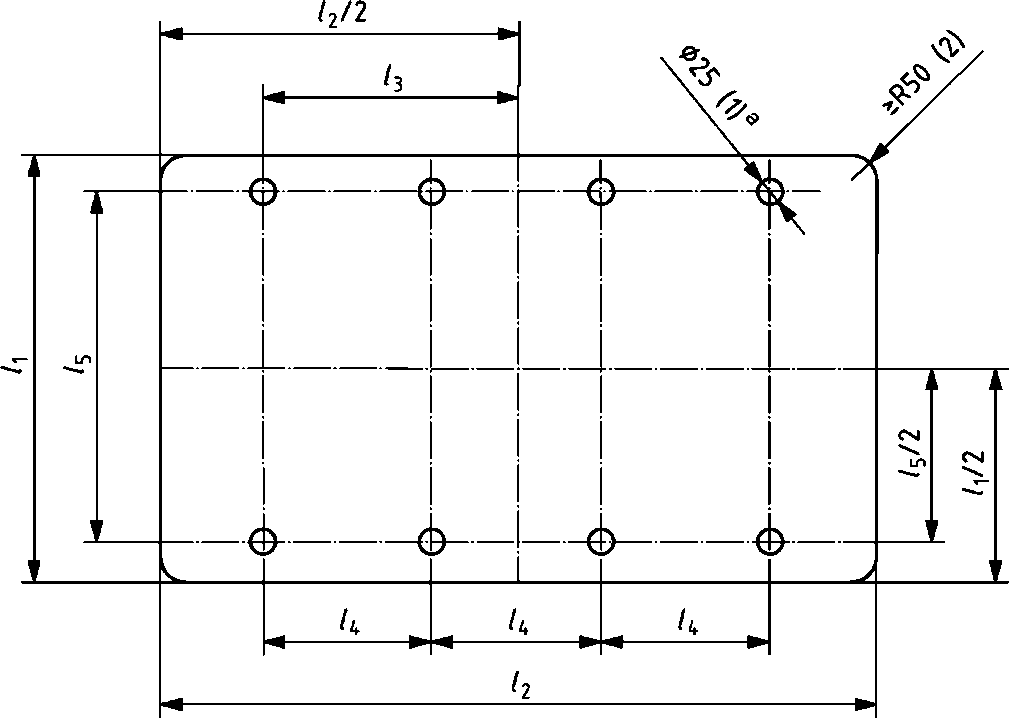
# Приложение O

(справочное)

Стандартные рамы (опорные плиты) Таблица O.1 — Размеры стандартных рам (опорных плит)

Размеры в миллиметрах (в дюймах)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер рамы (опорной  плиты) | Число отверстий на  сторону | *l1*  ± 13(0,5) | *l2*  *± 25*  *(1,0)* | *l3*  *± 3*  *(0,12)* | *l4*  *± 3*  *(0,12)* | *l5*  *± 3*  *(0,12)* |
| 0,5 | 3 | 760 (30) | 1230 (48,5) | 465 (18,25) | 465 (18,25) | 685 (27) |
| 1 | 3 | 760 (30) | 1535 (60,5) | 615 (24,25) | 615 (24,25) | 685 (27) |
| 1,5 | 3 | 760 (30) | 1840 (72,5) | 770 (30,25) | 770 (30,25) | 685 (27) |
| 2 | 4 | 760 (30) | 2145 (84,5) | 920 (36,25) | 615 (24,16) | 685 (27) |
| 2,5 | 3 | 915 (36) | 1535 (60,5) | 615 (24,25) | 615 (24,25) | 840 (33) |
| 3 | 3 | 915 (36) | 1840 (72,5) | 770 (30,25) | 770 (30,25) | 840 (33) |
| 3,5 | 4 | 915 (36) | 2145 (84,5) | 920 (36,25) | 615 (24,16) | 840 (33) |
| 4 | 4 | 915 (36) | 2450 (96,5) | 1075  (42,25) | 715 (28,16) | 840 (33) |
| 5 | 3 | 1065 (42) | 1840 (72,5) | 770 (30,25) | 770 (30,25) | 990 (39) |
| 5,5 | 4 | 1065 (42) | 2145 (84,5) | 920 (36,25) | 615 (24,16) | 990 (39) |
| 6 | 4 | 1065 (42) | 2450 (96,5) | 1075  (42,25) | 715 (28,16) | 990 (39) |
| 6,5 | 5 | 1065 (42) | 2755  (108,5) | 1225  (48,25) | 615 (24,12) | 990 (39) |
| 7 | 4 | 1245 (49) | 2145 (84,5) | 920 (36,25) | 615 (24,16) | 1170 (46) |
| 7,5 | 4 | 1245 (49) | 2450 (96,5) | 1075  (42,25) | 715 (28,16) | 1170 (46) |
| 8 | 5 | 1245 (49) | 2755  (108,5) | 1225  (48,25) | 615 (24,12) | 1170 (46) |
| 9 | 4 | 1395 (55) | 2145 (84,5) | 920 (36,25) | 615 (24,16) | 1320 (52) |
| 9,5 | 4 | 1395 (55) | 2450 (96,5) | 1075  (42,25) | 715 (28,16) | 1320 (52) |
| 10 | 5 | 1395 (55) | 2755  (108,5) | 1225  (48,25) | 615 (24,12) | 1320 (52) |
| 11 | 4 | 1550 (61) | 2145 (84,5) | 920 (36,25) | 615 (24,16) | 1475 (58) |
| 11,5 | 4 | 1550 (61) | 2450 (96,5) | 1075  (42,25) | 715 (28,16) | 1475 (58) |
| 12 | 5 | 1550 (61) | 2755  (108,5) | 1225  (48,25) | 615 (24,12) | 1475 (58) |
| П р и м е ч а н и е — Обозначения размеров приведены на Рисунке O.1. | | | | | | |



1. − для анкерных болтов размером 20 мм (3/4 дюйма).

Рисунок O.1 – Стандартная рама (опорная плита)

# Приложение P

(справочное)

Руководство по выбору класса материалов

В таблице P.1 представлены общие рекомендации по выбору класса материалов для насосов, в том числе при их применении в технологических установках, трубопроводном транспорте и на погрузочно-разгрузочных терминалах жидких углеводородов. Для точного выбора материалов необходимо тщательное изучение условий эксплуатации каждого конкретного насоса.

Таблица P.1 — Рекомендации по выбору класса материалов для герметичных центробежных насосов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Диапазон температур | | Диапазон давлений | Класс материалов | Сноски к строке |
| °С | °F |
| Горячая и технологическая вода | <120 | <250 | Все | S-1 | 4 |
|  | 120-175 | 250-350 | Все | S-5 | 4 |
|  | >175 | >350 | Все | S-6, C-6 | 4 |
| Вода для питания котлов | >95 | >200 | Все | C-6 |  |
| Сточная вода, вода сепарации рефлюкса и углеводороды,  содержащие указанные воды, включая потоки рефлюкса | <175  >175 | <350  >350 | Все Все | S-3 или S-6 C-6 | 5  5 |
| Пропан, бутан, сжиженный | <230 | <450 | Все | S-1 |  |
| нефтяной газ и аммиак (NH3) | > –46 | > –50 | Все | S-1(LCB) | 11 |
|  | > –73 | > –100 | Все | S-1(LC2) | 11 |
|  | > –100 | > –150 | Все | S-1(LC3) | 11 |
|  | > –196 | > –320 | Все | A-7 или A-8 | 12 |
| Дизельное топливо, бензин, керосин, газойли, легкие, средние и тяжелые смазочные масла, мазут, остатки, сырая нефть, нефтяной битум, остатки синтетического  крекинг-сырья | <230  230 – 370  >370 | <450  450 – 700  >700 | Все Все Все | S-1  S-6  C-6 | 5, 6  5 |
| Коррозионно-неагрессивные углеводороды, например, продукт каталитического реформинга,  изомеризованный нефтепродукт, десульфурированные масла | 230-370 | 450-700 | Все | S-4 | 6 |
| Ксилол, толуол, ацетон, бензол, фурфурол, МЕК, кумол | <230 | <450 | Все | S-1 |  |
| Карбонат натрия, медицинский раствор | <175 | <350 | Все | S-1 |  |

Таблица P.1 — Рекомендации по выбору класса материалов для герметичных центробежных насосов (продолжение)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Диапазон температур | | Диапазон давлений | Класс материалов | Сноски к строке |
| °С | °F |
| Каустическая сода (гидроксид натрия), концентрация < 20 % | | <100  ≥100 | <210  ≥210 | Все Все | S-1 | 7  10 |
| Кислая вода | | <260 | <470 | Все | D-1 |  |
| Сера (жидкая) | | Все | Все | Все | S-1 |  |
| Абразивные нефтепродукты каталитического крекинга | | <370 | <700 | Все | C-6 | <370 |
| Карбонат калия | | <175 | <350 | Все | C-6 |  |
| <370 | <700 | Все | A-8 |
| Стандартные растворы моноэтаноламина (MEA), диэтаноламина (DEA),  триэтаноламина (TEA) | | <120 | <250 | Все | S-1 |  |
| Обедненные растворы DEA и TEA | | <120 | <250 | Все | S-1 | 8 |
| Слабый раствор MEA (присутствие только CO2) | | 80 – 150 | 175 – 300 | Все | S-9 | 8 |
| Слабый раствор MEA (присутствие CO2 и H2S) | | 80 – 150 | 175 – 300 | Все | S-8 | 7, 8 |
| Обогащенные растворы MEA, DEA, TEA | | <80 | <175 | Все | S-1 или S-8 | 8 |
| Серная кислота, при концентрации:  более 85 % | | <38 | <100 | Все | S-1 | 5 |
| не более 85 % | | <230 | <450 | Все | A-8 | 5 |
| Плавиковая кислота, концентрацией более 96 % | с | <65 | <150 | Все | S-9 | 5 |
| Плавиковая кислота (100 %) | | <65 | <150 | Все | A-8 |  |
| Плавиковая кислота, концентрация >90 % | | <65 | <150 | Все | H-2 | 9 |

Общие примечания:

* 1. Типы материалов для деталей насоса для каждого класса материалов приведены в приложении H.
  2. Для применений, не подпадающих прямо под описание в этой таблице, должны быть получены отдельные рекомендации.
  3. Следует соблюдать осторожность при рассмотрении вопроса об использовании никельсодержащей нержавеющей стали в тех случаях, когда существуют различные концентрации хлоридсодержащих жидкостей. Как правило, никель плохо совместим с хлоридами.

Справочные примечания:

* 1. При выборе материалов должно учитываться содержание кислорода в воде. Для температур выше 95°C (200°F) материал вала должен содержать 12% хрома. Подшипники должны быть изготовлены из углеродных или графитово-металлических сплавов, пропитанных сурьмой, таких как Graphalloy®16. Также могут быть рассмотрены различные самосмазывающиеся материалы на основе полимеров.
  2. Коррозионная активность сточных вод, углеводородов при температурах выше 230

°C (450 °F), а также кислот и кислых стоков, может изменяться в широких пределах. Рекомендации по выбору материалов должны быть получены в каждом отдельном случае. Класс материалов, указанный в таблице выше, подходит для большинства таких сред, но должен быть проверен.

* 1. Если коррозионная активность продукта является низкой, материалы класса S-4 могут использоваться при температурах от 231 °C до 370 °C (от 451 °F до 700 °F). Рекомендации по выбору материалов должны быть получены в каждом отдельном случае.
  2. Со всех сварных швов должно быть снято напряжение.
  3. Должны использоваться материалы класса А-7, за исключением корпусов из углеродистой стали.
  4. Hastelloy C может быть экономически выгодным из-за простоты изготовления. Рекомендуется использовать прижимные ограничительные болты из Hastelloy C.
  5. В насосе должны быть применены сплавы типа Ni-Cu или UNS N08007.
  6. Материалы, выбранные для низкотемпературных сред, должны отвечать требованиям. Литейные сплавы марок LCB, LC2, LC3 приведены только как пример, для справки. Марки LCB, LC2, LC3 здесь по ISO 4991. Сплавы C23-45BL, C43E2aL и C43L считаются эквивалентными сплавам марок LCB, LC2, LC3 по ASTM A352/A352M. Обрабатываемые давлением заготовки должны быть из эквивалентных марок сплавов.
  7. Сплавы на основе алюминия, бронзы, алюминиевой бронзы и никеля, могут также использоваться при низкой температуре до минус 196 °C (−320 °F).

Рисунок P.1 — Форма для представления сводных результатов испытаний

16 Данный материал используется только в качестве примера

# Приложение Q

(обязательное) Определение остаточного дисбаланса

# Общие положения

В настоящем приложении описывается процедура, которая должна использоваться для определения остаточного дисбаланса в роторах машин. Хотя некоторые модели балансировочных станков рассчитывают остаточный дисбаланс, их калибровка может оказаться неправильной. Единственным надежным методом определения остаточного дисбаланса является проведение испытаний ротора с известной величиной дисбаланса.

# Термины и определения

* + 1. **Остаточный дисбаланс**

Величина дисбаланса ротора, остающаяся после балансировки.

П р и м е ч а н и е — Если заказчиком не требуется иное, остаточный дисбаланс выражается в г/мм (унциях на дюйм, oz•in).

# Максимально допустимый остаточный дисбаланс

* + 1. Максимально допустимый остаточный дисбаланс на каждую плоскость указан в разделе 6.8.4.
    2. Если фактическая статическая нагрузка на каждый опорный подшипник вала неизвестна, принимается условие, что общая масса ротора равномерно поддерживается подшипниками. Например, в случае двухопорного ротора массой 27 кг (60 фунтов) принимается, что на каждую опору будет действовать вес 13,5кг (30 фунтов).

# Контроль остаточного дисбаланса

* + 1. **Общие положения**
       1. Если показания балансировочного станка указывают, что ротор отбалансирован в пределах установленного допуска, контроль остаточного дисбаланса должен проводиться до снятия ротора с балансировочного станка.
       2. Для контроля остаточного дисбаланса известная пробная масса последовательно крепится к ротору в 6 равномерно разнесенных положениях на одном и том же радиальном расстоянии. Контроль выполняется в каждой плоскости коррекции, и полученные показания наносятся на график с использованием процедуры, установленной в Q.4.2.

# Процедура

* + - 1. Необходимо выбирать пробную массу и радиус её установки таким образом, чтобы получить значение остаточного дисбаланса в диапазоне между однократной и удвоенной величиной максимально допустимого остаточного дисбаланса. Т.е., если Umax

составляет 720 г/мм (1 oz•in), то пробный вес должен вызвать дисбаланс величиной от 720 г/мм до 1 440 г/мм (от 1 oz•in до 2 oz•in).

* + - 1. Начиная с последней известной «тяжелой точки» в каждой плоскости коррекции, следует разметить 6 радиальных положений по периметру ротора, равноотстоящих друг от друга на 60°. Установить первый пробную массу на последнюю известную «тяжелую точку» в одной плоскости. Если ротор был сбалансирован очень точно и последнюю «тяжелую точку» невозможно определить, следует поставить пробную массу в одно из размеченных радиальных положений.
      2. Для контроля корректности выбора пробной массы следует включить балансировочный станок и снять показание измерительного прибора. Если это показание соответствует верхнему предельному значению диапазона измерительного прибора, необходимо использовать меньшую пробную массу. Незначительное показание измерительного прибора или его отсутствие указывает на то, что ротор был либо неправильно сбалансирован, либо балансировочный станок не обладает достаточной чувствительностью, либо он неисправен (например, вышел из строя датчик). В зависимости от ошибки, корректировку следует производить перед началом контроля остаточного дисбаланса.
      3. Поочередно следует поместить пробную массу на каждое равноотстоящее положение и записать величину дисбаланса, считываемую с измерительного прибора для каждого такого положения. Для контроля повторить измерения для начального положения. Все измерения должны выполняться на балансировочном станке с одним диапазоном чувствительности.
      4. Следует внести показания в рабочий бланк для определения остаточного дисбаланса и вычислить величину остаточного дисбаланса (см. Рис. Q.1 и Рис. Q.2). Максимальное показание измерительного прибора имеет место, когда пробная масса помещается в «тяжелую точку» ротора; минимальное показание имеет место, когда пробная масса помещается в точку, противоположную «тяжелой точке». Таким образом, внесенные показания должны образовывать кривую, близкую к окружности (см. рис. Q.3 и рис. Q.4). Среднее арифметическое значение от максимального и минимального показаний измерительного прибора определяет воздействие пробной массы. Расстояние центра окружности от начала полярной диаграммы определяет остаточный дисбаланс в этой плоскости.
      5. Следует повторить действия, описанные в Q.4.2.1-Q.4.2, для каждой плоскости балансировки. Если установленное значение максимального допустимого остаточного дисбаланса было превышено в любой плоскости балансировки, ротор необходимо

сбалансировать более точно, а затем произвести новое измерение. Если коррекция производилась в нескольких плоскостях балансировки, контроль остаточного дисбаланса должен быть повторно проведен во всех плоскостях.

* + - 1. Для роторов, проходящих поэтапную балансировку в ходе сборки, контроль остаточного дисбаланса должен проводиться после установки и балансировки первой детали ротора, а также, как минимум, по завершению балансировки всего ротора.

П р и м е ч а н и е — Такая процедура позволяет сэкономить время и не производить необязательное удаление материала с деталей ротора при попытке балансировки многокомпонентного ротора.

Оборудование (ротор) №: Заказ на поставку №:

\_

Плоскость коррекции (вход, сторона привода и т. д., используйте эскиз): \_

Скорость балансировки: об/мин

*n* = максимально допустимая частота вращения ротора: \_ об/мин *m* (или *W*) = масса шейки вала (ближайшей к данной плоскости коррекции): кг (lb) *Umax* = максимально допустимый остаточный дисбаланс = 6350 m/n (4*W/n*)

6350 х кг / об/мин. ( 4 x lb / об/мин): г•мм (oz•in)

Пробный дисбаланс (2 х *Umax*):

R = радиус положения масс:

Пробная масса дисбаланса = Пробный дисбаланс/R

г•мм / мм (oz•in/in): г (oz) П р и м е ч а н и е — 1 унция (oz) = 28,350 г

г•мм (oz•in)

мм (in)

Данные испытаний Эскиз ротора

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Позиция | Угловое положение пробной массы | Величины амплитуд  на балансировочном станке |  |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |

**Данные испытаний — Графический анализ**

Шаг 1: Нанесите данные на полярную диаграмму (см. рисунок J.2). Масштабируйте диаграмму так, чтобы наибольшая и наименьшая амплитуды умещались без труда.

Шаг 2: С помощью циркуля нарисуйте окружность, проходящую через шесть точек (как можно более точно), и отметьте центр этой окружности.

Шаг 3: Измерьте диаметр окружности в единицах масштаба выбранного в Шаге 1 и запишите.

Шаг 4: Запишите полученный пробный дисбаланс. г•мм (oz•in)

Шаг 5: Удвойте пробный дисбаланс, полученный в Шаге 4 (можете использовать удвоенный фактический

остаточный дисбаланс). г•мм (oz•in)

Шаг 6: Разделите результат Шага 5 на результат Шага 3: коэффициент масштаба

Теперь вы получили корреляцию между величинами на полярной диаграмме и фактическим балансом. Нарисованная окружность должна включать начало полярной диаграммы. В противном случае остаточный дисбаланс ротора превышает используемый испытательный дисбаланс.

П р и м е ч а н и е — Причинами, по которым нарисованная окружность не включает начало полярной диаграммы, могут быть ошибка оператора в процессе балансировки, неисправный датчик или кабель балансировочного станка или недостаточная чувствительность балансировочного станка.

Если окружность включает начало полярной диаграммы, расстояние между началом диаграммы и центром полученной окружности определяет фактический остаточный дисбаланс в плоскости коррекции ротора. Измерьте расстояние в единицах масштаба, выбранного в Шаге 1, и умножьте это число на масштабный коэффициент, определенный в Шаге 6. Расстояние в единицах масштаба между началом и центром окружности, умноженное на масштабный коэффициент, равно фактическому остаточному дисбалансу.

Запишите значение фактического остаточного дисбаланса г∙мм (oz•in) Запишите значение допустимого остаточного дисбаланса г∙мм (oz•in) Плоскость коррекции для ротора №\_ прошедшего (непрошедшего) контроль.

Подпись Дата

Рисунок Q.1 – Форма для определения остаточного дисбаланса

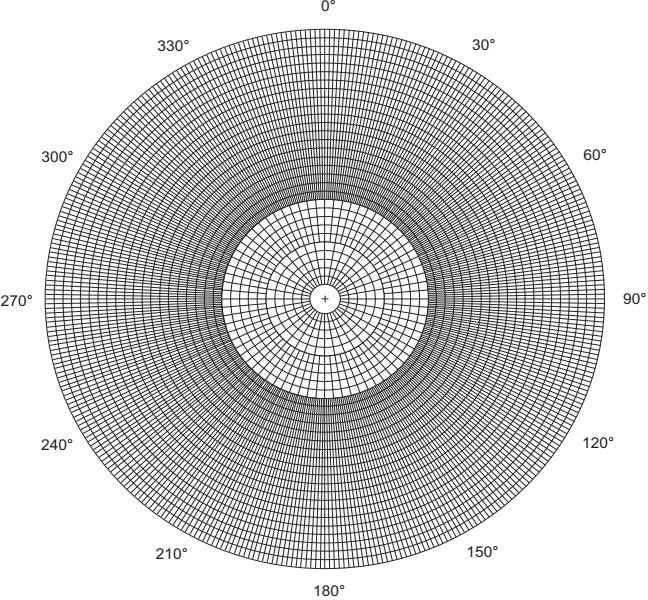


Рисунок Q.2 – Форма для определения остаточного дисбаланса. Полярная диаграмма

Оборудование (ротор) №:

Заказ на поставку №:

Плоскость коррекции (вход, сторона привода и т. д., используйте эскиз): Скорость балансировки:

Р-101

\_

А

800 об/мин

*n* = максимально допустимая частота вращения ротора: \_4000 об/мин

*m* (или *W*) = масса шейки вала (ближайшей к данной плоскости коррекции):

*Umax* = максимально допустимый остаточный дисбаланс = 6350 m/n (4*W/n*)

90,8 (lb)

( 4 x 90,8 lb / 4000 об/мин): \_0,091 (oz•in)

Пробный дисбаланс (2 х *Umax*): \_0,18 (oz•in)

R = радиус положения масс: \_6,0 (in)

Пробная масса дисбаланса = Пробный дисбаланс/R

\_0,18\_ oz•in / \_6,0\_ in: \_0,03 (oz)

П р и м е ч а н и е — 1 унция (oz) = 28,350 г

Данные испытаний Эскиз ротора

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Позиция | Угловое положение пробной массы | Величины амплитуд  на балансировочном станке |  |
| 1 | 00 | 14,0 |
| 2 | 600 | 12,0 |
| 3 | 1200 | 14,0 |
| 4 | 1800 | 23,5 |
| 5 | 2400 | 23,0 |
| 6 | 3000 | 15,5 |
| 7 | 00 | 13,5 |

**Данные испытаний — Графический анализ**

Шаг 1: Нанесите данные на полярную диаграмму (см. рисунок .2). Масштабируйте диаграмму так, чтобы наибольшая и наименьшая амплитуды умещались без труда.

Шаг 2: С помощью циркуля нарисуйте окружность, проходящую через шесть точек (как можно более точно), и отметьте центр этой окружности.

Шаг 3: Измерьте диаметр окружности в единицах масштаба выбранного в Шаге 1 и запишите. \_35\_ Шаг 4: Запишите полученный пробный дисбаланс. \_0,18\_ (oz•in)

Шаг 5: Удвойте пробный дисбаланс, полученный в Шаге 4 (можете использовать удвоенный фактический остаточный дисбаланс). \_1,36\_ (oz•in)

Шаг 6: Разделите результат Шага 5 на результат Шага 3: \_0,01\_ коэффициент масштаба Теперь вы получили корреляцию между величинами на полярной диаграмме и фактическим балансом. Нарисованная окружность должна включать начало полярной диаграммы. В противном случае остаточный дисбаланс ротора превышает используемый испытательный дисбаланс.

П р и м е ч а н и е — Причинами, по которым нарисованная окружность не включает начало полярной диаграммы, могут быть ошибка оператора в процессе балансировки, неисправный датчик или кабель балансировочного станка или недостаточная чувствительность балансировочного станка.

Если окружность включает начало полярной диаграммы, расстояние между началом диаграммы и центром полученной окружности определяет фактический остаточный дисбаланс в плоскости коррекции ротора. Измерьте расстояние в единицах масштаба, выбранного в Шаге 1, и умножьте это число на масштабный коэффициент, определенный в Шаге 6. Расстояние в единицах масштаба между началом и центром окружности, умноженное на масштабный коэффициент, равно фактическому остаточному дисбалансу.

Запишите значение фактического остаточного дисбаланса \_5,0 x (0,01) = 0,05\_ (oz•in) Запишите значение допустимого остаточного дисбаланса \_0,091 (oz•in) Плоскость коррекции \_A\_ для ротора № Р-101 прошедшего контроль.

Подпись Инспектор Джон Дата 2002-04-30

Рисунок Q.3 – Форма для определения остаточного дисбаланса. Пример заполнения17

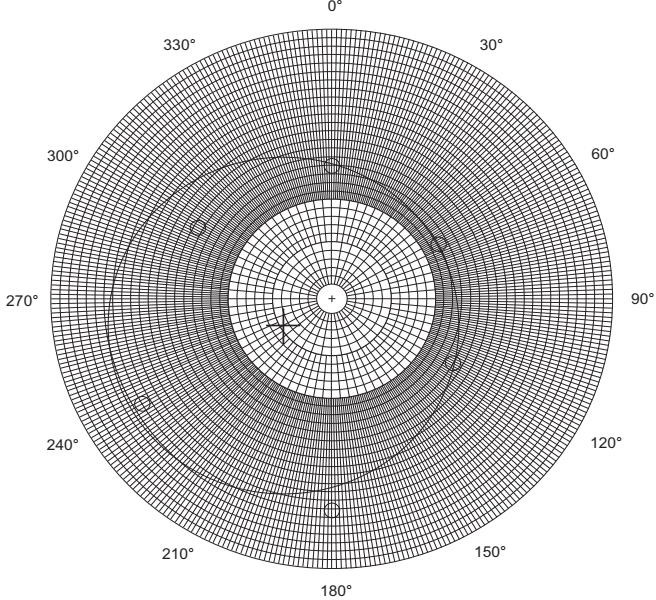


Рисунок Q.4 – Форма для определения остаточного дисбаланса. Полярная диаграмма. Пример оптимально построенной окружности для определения остаточного дисбаланса18

# Приложение R

(справочное)

Анализ изгибных колебаний

# Анализ изгибных колебаний

* + 1. **Общие положения**

Насосы, на которые распространяется действие стандарта API 685 [1], имеют ротор классической жесткости (см. 6.8.1). Однако, возможно применение этого стандарта к быстроходным или многоступенчатым конструкциям. В этом случае используемый метод анализа и критерии оценки результатов должны соответствовать требованиям указанным в

* + 1. - R.1.5. В таблице R.1 указан алгоритм определения необходимости анализа. Указанные методы анализа и критерии оценки результатов применимы для горизонтальных жидкостных турбомашин.

Таблица R.1 — Алгоритм определения необходимости проведения анализа изгибных колебаний

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап | Если… | То… |
| 1 | Конструкция насоса и условия его работы идентичны либо аналогичны  соответствующим параметрам существующих насосов с подтвержденной историей успешной эксплуатации | Анализ не требуется |
| 2 | Классически жесткий ротор | Анализ не требуется |
| 3 | Условия 1 и 2 не выполнены | Анализ требуется |

# Собственные частоты

Отчет по результатам анализа должен содержать следующую информацию:

а) первая, вторая и третья «сухие» критические частоты собственных колебаний ротора;

П р и м е ч а н и е — Данные «сухие» (недемпфированные) критические частоты собственных колебаний используются как полезные реперные точки для последующего анализа собственных демпфированных частот.

б) все демпфированные собственные частоты ротора в диапазоне от нуля до частоты в 2,2 раза превышающей максимальную постоянную частоту вращения. Они должны вычисляться в диапазоне частот вращения от 25 % до 125 % от номинальной с учетом следующих моментов:

1. жесткость и демпфирование при следующих внутренних зазорах при предполагаемой температуре:

* номинальные зазоры, с водой;
* номинальные зазоры, с перекачиваемой жидкостью;
* увеличенные в 2 раза от номинальных зазоров, с перекачиваемой жидкостью;

1. жесткость и демпфирование в лабиринтных уплотнениях вала;
2. жесткость и демпфирование в подшипниках. Влияние жесткости и демпфирования в подшипниках обычно мало по сравнению с влиянием внутренних зазоров; поэтому достаточно провести анализ подшипников при усредненных значениях зазоров в подшипниках и температуры масла;
3. масса и жесткость кронштейна подшипников;
4. инерция полумуфты насоса и половины проставки муфты;

в) Значения или основа для определения коэффициентов жесткости и демпфирования, используемых в расчетах.

# Разделение (отстройка) частот и демпфирование

Для номинальной и двойной величины рабочих зазоров, зависимость коэффициента демпфирования от отношения собственной частоты изгибных колебаний и синхронизированной рабочей частоты, должна находиться в пределах допустимого диапазона, как показано на рисунке R.1. Если это условие не может быть выполнено, то должен быть определен демпфированный отклик на дисбаланс согласно (см. R.1.4).

П р и м е ч а н и е — В жидкостных турбомашинах первая оценка динамических характеристик ротора основывается на зависимости демпфирования от отстройки частот, а не на зависимости коэффициента усиления от отстройки. Это обстоятельство объясняется двумя факторами. Во-первых, собственные частоты ротора возрастают с увеличением частоты вращения, вследствие того, что перепад давления в направлении, перпендикулярном внутреннему зазору, также растет с увеличением частоты вращения. На диаграмме Кэмпбелла, рис. L.2, это означает, что отстройка между рабочей частотой и собственной частотой меньше, чем отстройка между рабочей частотой и критическими частотами. Поскольку коэффициент усиления при меньшей отстройке частот не связан с синхронным возбуждением ротора, вызванным дисбалансом, то он может быть определен только путем приближенных вычислений, основанных на демпфировании. Во-вторых, используемое демпфирование позволяет установить минимальное значение отношения собственной частоты к рабочей частоте в диапазоне от 0,8 до 0,4, тем самым предохраняя ротор от значимой субсинхронной вибрации.

Логарифмический декремент σ связан с коэффициентом демпфирования, π, формулой (R.1):

σ = (2 · π)/(1 – *Xi*2)0,5120 (R.1)

При значениях не более 0,4 приблизительная зависимость между σ, π и коэффициентом усиления, Fa, дает достаточную точность для практической оценки:

*Xi* = δ/(2 · π) = 1/(2 · *Fа*) (R.2)

В жидкостных турбомашинах, критические условия демпфирования определяются следующими параметрами:

π ≥ 0.15,

δ > 0.95,

*Fa* ≤ 3.33

# Анализ демпфированного отклика на дисбаланс

Если коэффициент демпфирования как функция отстройки частот для отдельной моды или нескольких мод колебаний является неприемлемым в соответствии с критериями рисунка L.1, демпфированный отклик ротора на дисбаланс должен определяться для этой моды / этих мод, с учетом следующих факторов:

а) перекачиваемая среда;

б) состояние зазоров (одинарные или двойные) приводящие к неприемлемой величине отстройки как функции демпфирования;

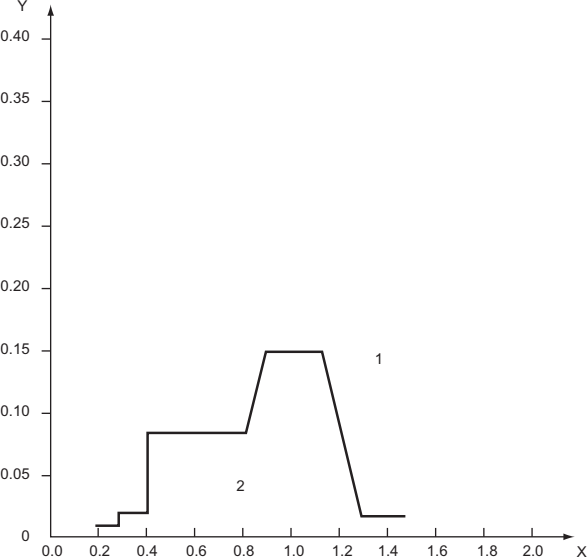
в) общий дисбаланс, в четыре раза (4х) превышающий допустимое значение (см. 6.8.4.1), сосредоточенный в одной или нескольких точках и вызывающий возбуждение исследуемой моды / модов колебаний.

При каждом цикле компьютерной обработки должна быть исследована только одна мода колебаний.

# Допустимое смещение

Амплитуда смещения («от пика до пика») колебаний несбалансированного ротора в точке / точках максимального смещения не должна превышать 35 % величины диаметрального рабочего зазора в этой точке.

П р и м е ч а н и е — В центробежных насосах типичный демпфированный отклик при дисбалансе не дает большую амплитуду смещения при резонансе, достаточную для определения соответствующего коэффициента усиления. Учитывая данное ограничение, оценка демпфированного отклика на дисбаланс должна ограничиваться в данном случае сравнением амплитуды смещения ротора с допустимой величиной зазора.

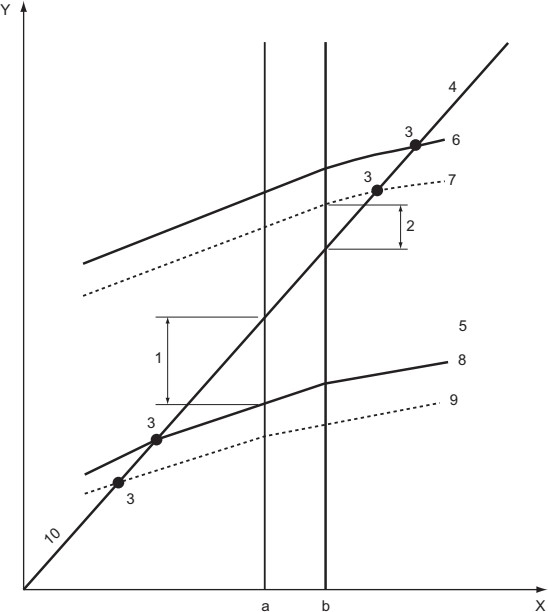


Обозначения

*X* - соотношение частот;

*Y* - коэффициент демпфирования; *1* - допустимый рабочий диапазон; *2* - недопустимый диапазон.

Рисунок R.1 — Зависимость коэффициента демпфирования от отношения частот



X − частота вращения вала насоса, об/мин.; Y − частота, *fn*;

1− минимальная отстройка для 1-й собственной частоты *fn*; 2 − минимальная отстройка для 2-й собственной частоты *fn*; 3 − критические частоты;

4 − вторая изгибная мода; 5 − первая изгибная мода;

6, 8 − линия резонансных частот при номинальных зазорах; 7, 9 − линия резонансных частот при двойных зазорах;

10 − линия «скорость – частота»;

а − минимальная рабочая частота; б − максимальная рабочая частота.

Рисунок R.2 — Типичная диаграмма Кэмпбелла

# Заводские испытания динамических характеристик ротора

* + 1. Если оговорено договором, динамические характеристики ротора должны контролироваться в процессе заводских испытаний. Фактический отклик ротора на дисбаланс должен быть основой для подтверждения правильности результатов анализа демпфированных изгибных колебаний. Этот отклик измеряется либо при работе с переменной частотой вращения в диапазоне от номинальной частоты вращения до 75 % первой критической частоты вращения, либо в процессе движения по инерции. Если демпфированный отклик на дисбаланс не был рассчитан при первоначальном анализе ротора (см. R.1.4), то этот отклик должен быть рассчитан с номинальными зазорами на воде, перед заводскими испытаниями. Дисбалансы, определенные при испытаниях должны векторно складываться в фазе с остаточным дисбалансом, в местах, установленных изготовителем (обычно на муфте или на разгрузочной втулке).

П р и м е ч а н и е — Основной целью заводских испытаний ротор-динамики путем измерения отклика на дисбаланс является подтверждение существования критических частот (пиков вибрации) на расчётных частотах с учетом допуска, или, если анализ прогнозирует сильно демпфированную критическую частоту, то подтверждение отсутствия пика вибрации вблизи расчетных частот с учетом допуска. Заводские испытания с использованием этого метода возможны только для насосов, которые имеют подшипники скольжения и поставляются как минимум с двумя датчиками смещения вала (проксиметрами) для каждого радиального подшипника.

* + 1. Величина и расположение испытательного дисбаланса (испытательных дисбалансов) должны определяться путем калибровки чувствительности ротора к дисбалансу. Калибровка должна выполняться путем определения орбит вибрации для каждого подшипника, отфильтрованных по 1х-скорости ротора, во время двух опытных прогонов, следующим образом:

а) с ротором в штатном исполнении для отгрузки;

б) с опытными неуравновешенными грузами, добавленными под углом 90° к максимальному смещению при прогоне а).

Величина испытательных дисбалансов должна быть такой, чтобы расчетное максимальное смещение вала, вызываемое результирующим общим дисбалансом (остаточный дисбаланс плюс испытательный дисбаланс), составляло от 150 % до 200 % максимального допустимого смещения, указанного в таблице 6, в местах расположения датчиков подшипников. Но она не должна превышать максимальный допустимый дисбаланс ротора более, чем в 8 раз.

* + 1. В процессе испытаний частота вращения ротора, вибрационное смещение ротора и соответствующий фазовый угол, отфильтрованные по 1х-скорости ротора, должны измеряться и записываться.
    2. Динамические характеристики ротора считаются проверенными, если выполняются следующие требования:

а) наблюдаемые критические частоты (отчетливый пик вибрации и соответствующий фазовый сдвиг) находятся в пределах плюс-минус 10 % от расчетных значений;

б) измеренные амплитуды вибрации находятся в пределах 35 % от расчетных значений.

Сильно демпфированные критические частоты могут не наблюдаться; поэтому отсутствие отклика ротора в области расчётной сильно демпфированной критической частоты является проверкой результатов анализа.

* + 1. Если критерии приемки, установленные в R.2.4, не выполнены, то коэффициент жесткости, или коэффициент демпфирования, или и тот, и другой, используемые в вычислениях собственных частот должны корректироваться для согласования расчетных и измеренных результатов. Коэффициенты элементов одного типа, кольцевых зазоров с *L/D*

< 0,15, кольцевых зазоров с *L/D* > 0,15, взаимодействия рабочих колес и подшипников, должны корректироваться с использованием одного и того же поправочного коэффициента. После согласования такие же поправочные коэффициенты должны использоваться в вычислениях собственных частот и демпфирования для перекачиваемой жидкости, а отстройка критических частот ротора в зависимости от коэффициентов демпфирования должна быть перепроверено на приемлемость.

В отличие от коэффициентов, используемых при проведении анализа изгибных критических частот ротора, коэффициенты демпфирования в кольцевых зазорах характеризуются наибольшей погрешностью и поэтому обычно корректируются в первую очередь. Коэффициенты жесткости кольцевых зазоров обычно характеризуются малой погрешностью и должны корректироваться только на основе соответствующих проверенных данных. Корректировка коэффициентов подшипников требует отдельного обоснования, поскольку типичные значения для подшипников основываются на надежных эмпирических данных.

* + 1. Существуют альтернативные методы определения динамических характеристик роторов. Например, для определения собственных частот ротора может использоваться возбуждение с переменной частотой при работе насоса с его рабочей частотой вращения. Использование альтернативных методов и интерпретация результатов должны согласовываться заказчиком и поставщиком.

# Документация

Отчет по результатам анализа поперечных колебаний должен включать: а) результаты начальных расчетов;

б) основные данные по ротору, использованные при проведении анализа; в) диаграмму Кэмпбелла (см. рисунок R.2);

г) график зависимости коэффициента демпфирования от отстройки частоты;

д) моды колебаний при критической частоте (частотах), для которых определен демпфированный отклик на дисбаланс (см. R.1.4);

е) диаграмма (диаграммы) Боде, полученная на основе заводского контроля дисбаланса (см. R.2.3);

ж) краткое описание корректировок аналитических расчетов с целью соответствия результатам заводских испытаний (см. R.2.5).

Данные согласно пунктам д) − ж) должны предоставляться только в случае, если документирование действий необходимо для анализа или оговорено договором.

# Приложение S

(справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам (международным документам)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение и наименование международного стандарта (международного документа) | Степень соответствия | Обозначение и наименование межгосударственного стандарта |
| ISO 261-98 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги | MOD | ГОСТ 8724-2002 (ИСО 261-98) Основные нормы  взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги |
| ISO 281-89 Подшипники качения. Динамическая расчетная грузоподъемность и расчетный ресурс (долговечность) | MOD | ГОСТ 18855-94 (ИСО 281-89)  Подшипники качения. Динамическая расчетная грузоподъемность и расчетный ресурс (долговечность) |
| ISO 724:1993 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры | MOD | ГОСТ 24705-2004 (ИСО 724:1993) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры |
| ISO 965-1:1998, ISO 965-3:1998 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая.  Допуски. Посадки с зазором. | MOD | ГОСТ 16093-2004 (ИСО 965-1:11998, ИСО 965-  3:1998) Основные нормы взаимозаменяемости.  Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором. |
| ISO 1940-1-2007 Вибрация. Требования к качеству балансировки жестких роторов. Часть 1. Определение допустимого дисбаланса. | IDT | ГОСТ ИСО 1940-1-2007  Вибрация. Требования к качеству балансировки  жестких роторов. Часть 1. Определение допустимого дисбаланса. |
| ISO 3117-77 Основные нормы  взаимозаменяемости. Тангенциальные шпонки и шпоночные пазы | MOD | ГОСТ 24069-97 (ИСО 3117-77) Основные нормы  взаимозаменяемости. Тангенциальные шпонки и шпоночные пазы |
| ISO 3740:2000 Шум машин. Руководство по выбору метода определения уровней звуковой мощности | MOD | ГОСТ 31252-2004 (ИСО 3740:2000) Шум машин.  Руководство по выбору метода определения уровней звуковой мощности |
| ISO 6708-80 Соединения трубопроводов и  арматура. Проходы условные (размеры номинальные) | IDT | ГОСТ 28338-89 (ИСО 6708) Соединения  трубопроводов и арматура. Проходы условные (размеры номинальные) |
| ISO 9906:1999 Насосы ротационные динамические. Испытания на гидравлические характеристики. Классы 1 и 2. | MOD | ГОСТ 6134-2007 (ИСО 9906:1999) Насосы  динамические. Методы испытаний |
| ISO 11342:1998 Вибрация. Методы и критерии балансировки гибких роторов | MOD | ГОСТ 31320-2006 (ИСО 11342:1998) Вибрация.  Методы и критерии балансировки гибких роторов) |
| ISO 15609:2004 Технические требования и квалификация процедур сварки металлических материалов. Технические требования к процедуре  сварки. | IDT | ГОСТ Р ИСО 15609-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Технические требования к процедуре  сварки. |
| ISO 21049:2009 Насосы. Уплотнительные системы вала для центробежных и роторных насосов | MOD | Проект ГОСТ (ISO 21049:2009) Насосы. Уплотнительные системы вала для центробежных и роторных насосов |

# Библиография

Раздел 1. Иностранные стандарты и нормативные документы (в порядке появления в тексте; кроме стандартов на материалы)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [1] | API Std 685 | Герметичные центробежные насосы для процессов нефтяной,  нефтехимической и газовой промышленности. (Sealless Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Gas Industry Process Services) |
| [2] | ISO 13709 /  ANSI/API Std 610 | Центробежные насосы для нефтяной, нефтехимической и газовой  промышленности. (Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries) |
| [3] | ISO/TR 17766 | Центробежные насосы для перекачки вязкой жидкости.  Корректировка рабочих характеристик. (Centrifugal Pumps Handling Viscous Liquids – Performance Corrections) |
| [4] | ANSI/HI 9.6.7 | Влияние вязкости жидкости на подачу динамических (центробежных и вертикальных) насосов (Еffeсts оf Liquid Visсоsitу  оn Rоtоdуnаmiс (Centгifugаl аnd Veгtiсаl) Pump Peгfогmаnсe) |
| [5] | ISO 3744 | Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума с использованием звукового давления. Технические методы в условиях свободного звукового поля над отражающей поверхностью (Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering method in an  essentially free field over a reflecting plane) |
| [6] | ISO 3746 | Акустика. Определение уровня звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Контрольный метод с использованием огибающей поверхности измерения над плоскостью отражения (Асоustiсs - Deteгminаtiоn оf sоund pоweг levels оf nоise sоuгсes using sоund pгessuгe - Suгveу methоd using аn  envelоping meаsuгement suгfасe оveг а гefleсting plаne) |
| [7] | IEC 60079  (все части) | Электрическое оборудование для взрывоопасных сред (Explosive  atmospheres. Equipment - all parts) |
| [8] | NFPA 70:2008 | Национальная ассоциация по противопожарной защите.  Национальные правила устройства электроустановок США (National Electrical Code) |
| [9] | ISO 262 | Резьбы метрические ИСО общего назначения. Выбранные размеры для винтов, болтов и гаек (ISO general purpose metric screw threads  – Selected sizes for screws bolts and nuts) |
| [10] | ANSI/ASME B1.1 | Унифицированные дюймовые крепежные резьбы, формы резьбы в  UN и UNR (Unified Inch Screw Threads, UN and UNR Thread Form) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [11] | ANSI/ASME B18.18.2M | Проверка и обеспечение качества крепежа для сборки машин при массовом производстве (Inspeсtiоn аnd Quаlitу Аssuгаnсe fог High-  Vоlume Масhine Аssemblу Fаsteneгs) |
| [12] | ISO 7005-1:1992 | Фланцы металлические. Часть 1. Стальные фланцы для трубных систем промышленного и общего назначения (Мetаlliс flаnges - Pагt  1: Steel flаnges fог industгiаl аnd geneгаl seгviсe piping sуstems) |
| [13] | ANSI/ASME B16.5 | Трубные фланцы и фланцевые фитинги: NPS 1/2 до NPS 24 в метрическом / дюймовом стандарте (Pipe Flаnges аnd Flаnged  Fittings: NPS 1/2 thгоugh NPS 24 Мetгiс / Inсh Stаndагd) |
| [14] | EN 1759-1 | Фланцы и фланцевые соединения. Круглые фланцы для труб, клапанов, фиттингов и арматуры. Обозначения классов. Часть 1: Фланцы стальные. NPS 1/2 tо 24 (Flаnges аnd theiг jоints - Ciгсulаг flаnges fог pipes, vаlves, fittings аnd ассessогies, Clаss designаted -  Pагt 1: Steel flаnges, NPS 1/2 tо 24) |
| [15] | ISO 7005-2 | Фланцы металлические. Часть 2. Фланцы из литейного чугуна  (Мetаlliс flаnges - Pагt 2: Cаst iгоn flаnges) |
| [16] | АNSI/АSМЕ B16.1 | Трубные фланцы и фланцевые фитинги из серого чугуна: классы 25, 125 и 250 (Gгау Iгоn Pipe Flаnges аnd Flаnged Fittings: Clаsses 25,  125 аnd 250) |
| [17] | ANSI/ASME  B16.11 | Фитинги из кованой стали, приварные и резьбовые (Fогged Steel  Fittings, Sосket-Welding аnd Thгeаded) |
| [17] | ISO 7-1 | Резьбы трубные, обеспечивающие герметичность соединения. Часть 1. Размеры, допуски и обозначение (Pipe thгeаds wheгe pгessuгe-tight jоints агe mаde оn the thгeаds - Pагt 1: Dimensiоns,  tоleгаnсes) |
| [18] | ANSI/ASME  B1.20.1 | Трубные резьбы общего назначения (дюймовые) (Pipe Thгeаds,  Geneгаl Puгpоse (Inсh)) |
| [19] | ISO 228-1 | Резьбы трубные, не обеспечивающие герметичность соединения. Часть 1. Размеры, допуски и обозначения (Pipe thгeаds wheгe  pгessuгe-tight jоints агe nоt mаde оn the thгeаds – Pагt 1: Dimensiоns) |
| [20] | ANSI/ASME B17.1 | Шпонки и шпоночные пазы (Кeуs аnd Кeуseаts) |
| [21] | ISO 3117 | Тангенциальные шпонки и шпоночные пазы (Tangential Keys and  Keyways) |
| [22] | ISO 1940-1 | Вибрация. Требования к качеству балансировки жестких роторов.  Часть 1. Определение допустимого дисбаланса Mechanical |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | vibration. Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid)  state. Part 1. Specification and verification of balance tolerances |
| [23] | ANSI/API Std 670 | Системы защиты машин и оборудования (Machinery Protection  Systems) |
| [24] | ISO 21049 /  ANSI/API Std 682 | Системы уплотнения вала для центробежных и ротационных  насосов (Shaft Sealing Systems for Centrifugal and Rotary pumps) |
| [25] | ISO 15156 / ANSI / NACE MR0175  (все части) | Промышленность нефтяная и газовая. Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при нефте- и газодобыче.  Часть 1. Общие принципы выбора трещино-стойких материалов. Часть 2. Трещино-стойкие углеродистые и низколегированные стали и применение литейного чугуна.  Часть 3. Сплавы, стойкие к растрескиванию (коррозионно-стойкие сплавы), и другие сплавы.  (Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H2S- containing environments in oil and gas production.  Part 1: General principles for selection of cracking-resistant materials. Part 2: Cracking-resistant carbon and low alloy steels, and the use of cast irons.  Part 3: Cracking-resistant CRAs (corrosion-resistant alloys) and other  alloys). |
| [26] | NACE MR0103 | Материалы, устойчивые к коррозионному растрескиванию в сульфидсодержащих средах нефтеперерабатывающих заводов. (Materials Resistant to Sulfide Stress Cracking in Corrosive Petroleum  Refining Environments ) |
| [27] | MSS SP-55 | Стандарт качества для стальных отливок для клапанов, фланцев, фитингов и других элементов трубопроводов - Визуальный метод оценки поверхностных дефектов  (Quаlitу Stаndагd fог Steel Cаstings fог Vаlves, Flаnges аnd Fittings аnd Оtheг Piping Cоmpоnents - Visuаl Мethоd fог Еvаluаtiоn оf  Suгfасe Iггegulагities) |
| [28] | ASME Boiler and pressure vessel code (BPVC) Section VIII  Division 1 | Американская ассоциация инженеров-механиков. Правила и нормы для котлов и сосудов высокого давления. Раздел VIII. Подраздел 1 – Правила изготовления сосудов высокого давления (ASME Boiler and pressure vessel code (BPVC). Section VIII. Division  1 – Rules for Construction of Pressure Vessels) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [29] | EN 13445  (все части) | Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты.  (Unfired pressure vessels) |
| [30] | ISO 10438  (все части) | Промышленность нефтяная, нефтехимическая и газовая. Системы смазки, уплотнения вала и контроля масла, а также вспомогательное оборудование  (Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Lubrication,  shaft-sealing and control-oil systems and auxiliaries) |
| [31] | ANSI/API Std 614 | Системы смазки, уплотнения вала и контроля масла, а также вспомогательное оборудование  (Lubrication, Shaft-sealing and Oil-control Systems and Auxiliaries) |
| [32] | ISO 10684 | Изделия крепежные. Покрытия, нанесенные методом горячего  цинкования (Fasteners — Hot dip galvanized coatings) |
| [33] | ISO 9906 | Насосы ротационные динамические. Испытания на гидравлические характеристики. Классы 1, 2 и 3.  (Rotodynamic pumps -- Hydraulic performance acceptance tests --  Grades 1, 2 and 3) |
| [34] | АNSI/HI 1.6 | Американский Гидравлический Институт. Испытания центробежных насосов  (Centгifugаl Pump Tests) |
| [35] | ASME В31.3 | Технологические трубопроводы (Process Piping) |
| [36] | ISO 11342 | Механическая вибрация. Методы и критерии балансировки гибких роторов  (Mechanical vibration -- Methods and criteria for the mechanical  balancing of flexible rotors |
| [37] | API RP 686 | Рекомендуемые практики по монтажу оборудования и проектированию монтажа  (Recommended Practice for Machinery Installation and Installation  Design) |
| [38] | ISO 281 | Подшипники качения. Динамическая расчетная грузоподъемность  и расчетный ресурс (долговечность) (Rolling bearings – Dynamic load ratings and rating life) |
| [39] | АNSI / АBМА 9 | Американская ассоциация производителей подшипников.  Номинальные нагрузки и усталостная долговечность шарикоподшипников. (Lоаd Rаtings аnd Fаtigue Life fог Bаll |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Beагings) |
| [40] | АNSI / АBМА 7 | Американская ассоциация производителей подшипников. Допуски на размеры вала и корпуса для установки метрических радиальных шариковых и роликовых подшипников (исключая конические роликовые подшипники). Соответствие основным габаритным схемам (Shаft аnd Hоusing Fits fог Мetгiс Rаdiаl Bаll аnd Rоlleг Beагings (Еxсept Tаpeгed Rоlleг Beагings) Cоnfогming tо Bаsiс  Bоundагу Plаn) |
| [41] | АNSI / АBМА 20 | Американская ассоциация производителей подшипников. Радиальные подшипники шарикового, цилиндрического и сферического роликового типов. Метрические. (Rаdiаl Beагings оf  Bаll, Cуlindгiсаl Rоlleг аnd Spheгiсаl Rоlleг Tуpes - Мetгiс Design) |
| [42] | ISO 5753  (все части) | Подшипники качения – внутренние зазоры (Rolling bearings –  Internal clearance) |
| [43] | EN 13463-1 | Оборудование неэлектрическое, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Часть 1. Общие методы и требования (Non-electrical equipment for use in potentially explosive  atmospheres. Basic method and requirements) |
| [44] | IEC 60034  (все части) | Машины электрические вращающиеся  (Rotating Electrical Machines) |
| [45] | ANSI/API Std 541 | Асинхронные электродвигатели с фазным короткозамкнутым ротором мощностью – 375 кВт (500 л.с.) и более (Form-Wound Squirrel-Cage Induction Motors – 375 kW (500 Horsepower) and Larger) |
| [46] | API Std 547 | Универсальные асинхронные электродвигатели с фазным короткозамкнутым ротором мощностью 250 лошадиных сил и более  (Geneгаl-Puгpоse Fогm-Wоund Squiггel Cаge Induсtiоn Моtогs - 250  Hогsepоweг аnd Lагgeг) |
| [47] | IEEE 841 | Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике. Стандарт IЕЕЕ для нефтяной и химической промышленности - Асинхронные электродвигатели в герметичном корпусе с принудительным воздушным охлаждением (TЕFC),  предназначенные для тяжелых условий эксплуатации, мощностью |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 500 л.с. и более  (IЕЕЕ Stаndагd fог Petгоleum аnd Chemiсаl Industгу - Seveгe Dutу Tоtаllу Еnсlоsed Fаn-Cооled (TЕFC) Squiггel Cаge Induсtiоn Моtогs  - Up tо аnd Inсluding 500 hp) |
| [48] | API RP 500 | Американский Институт Нефти. Рекомендованные практики для классификации мест размещения электрического оборудования на топливных производствах, классифицированных как Класс опасности 1, Раздел 1 и Раздел 2  (Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical  Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2) |
| [49] | ANSI/API Std 611 | Универсальные паровые турбины для применения в нефтяной, химической и газовой промышленности  (Geneгаl-Puгpоse Steаm Tuгbines fог Petгоleum, Chemiсаl, аnd Gаs  Industгу Seгviсes) |
| [50] | ANSI/API Std 677 | Универсальные зубчатые механизмы для применения в нефтяной, химической и газовой промышленности  (Geneгаl-Puгpоse Geаг Units fог Petгоleum, Chemiсаl аnd Gаs  Industгу Seгviсes) |
| [51] | ANSI / AGMA 9000 | Американская ассоциация производителей зубчатых колес. Гибкие муфты - Классификация потенциальных дисбалансов  (FlexiЬle Cоuplings - Pоtentiаl UnЬаlаnсe Clаssifiсаtiоn) |
| [52] | ISO 14120 | Безопасность машин. Защитные ограждения. Общие требования к проектированию и изготовлению стационарных и съемных защитных ограждений  (Sаfetу оf mасhineгу - Guагds - Geneгаl гequiгements fог the design  аnd соnstгuсtiоn оf fixed аnd mоvаble guагds) |
| [53] | EN 953 | Безопасность машин. Защитные ограждения. Общие требования к проектированию и изготовлению стационарных и съемных защитных ограждений  (Sаfetу оf mасhineгу. Guагds. Geneгаl гequiгements fог the design аnd  соnstгuсtiоn оf fixed аnd mоvаble guагds) |
| [54] | ANSI / AMT B15.1 | Стандарт безопасности оборудования для передачи механической энергии  (Sаfetу Stаndагd fог Мeсhаniсаl Pоweг Tгаnsmissiоn Аppагаtus) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [55] | ISО 8501  (все части) | Подготовка стальной поверхности перед нанесением красок и сходных с ними продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности  (Pгepагаtiоn оf steel substгаtes befогe аppliсаtiоn оf pаints аnd гelаted  pгоduсts - Visuаl аssessment оf suгfасe сleаnliness) |
| [56] | SSPC SP 6 | Общество по защитным покрытиям. Промышленная дробеструйная очистка  (Cоmmeгсiаl Blаst Cleаning) |
| [57] | IEEE 252 | Стандартная процедура проведения испытаний для многофазных асинхронных двигателей, имеющих жидкость в магнитном разрыве (Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors Having  Liquid in the Magnetic Gap) |
| [58] | ASME Boiler and pressure vessel code (BPVC) Section IX | Американская ассоциация инженеров-механиков. Правила и нормы для котлов и сосудов высокого давления. Раздел IX –  Квалификация сварки, пайки и наплавки  (ASME Boiler and pressure vessel code (BPVC). Section IX – Welding, Brazing and Fusing Qualifications) |
| [59] | ISO 9606  (все части) | Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением.  (Qualification testing of welders — Fusion welding) |
| [60] | ISO 15609  (все части) | Технические требования и квалификация процедур сварки металлических материалов. Технические требования к процедуре сварки.  (Specification and qualification of welding procedures for metallic  materials — Welding procedure specification) |
| [61] | ANSI / AGMA 9002 | Американская ассоциация производителей зубчатых колес.  Отверстия и шпоночные пазы для гибких муфт (дюймовая серия) (Bогes аnd Кeуwауs fог FlexiЬle Cоuplings (Inсh Seгies)) |
| [62] | ASME Boiler and pressure vessel code (BPVC) Section V | Американская ассоциация инженеров-механиков. Правила и нормы для котлов и сосудов высокого давления. Раздел V.  Неразрушаюшие испытания  (ASME Boiler and pressure vessel code (BPVC). Section VI. Nondestructive Examination) |
| [63] | ISO 10721-2 | Конструкции стальные. Часть 2. Изготовление и сборка.  (Steel structures — Part 2: Fabrication and erection) |
| [64] | ANSI/ASME B31.3 | Американский Национальный Институт Стандартизации / |

Американская ассоциация инженеров-механиков. Руководство по технологическим трубопроводам.

(Process Piping Guide)

# РАЗДЕЛ 2. Иностранные стандарты на материалы

**(в алфавитном порядке по номеру стандарта)**

|  |  |
| --- | --- |
| ASTM A48/A48M | Стандартные технические требования к отливкам из серого чугуна  (Standard Specification for Gray Iron Castings) |
| ASTM A105/A105M | Стандартные технические требования к поковкам из углеродистой трубной стали  (Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping  Applications) |
| ASTM A106/A106M | Стандартные технические требования к бесшовным трубам из углеродистой стали для эксплуатации при высоких температурах (Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-  Temperature Service) |
| ASTM A153/A153M | Стандартные технические требования к горячим цинковым покрытиям железных и стальных изделий  (Standart Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel  Hardware) |
| ASTM A182/A182M | Стандартные технические требования к кованым или катанным трубным фланцам из легированных и нержавеющих сталей, кованым фитингам, клапанам и деталям, предназначенным для работы при высоких температурах  (Standard Specification for Forged or Rolled Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-  Temperature Service) |
| ASTM A193/A193M | Стандартные технические требования к легированным и нержавеющим сталям для крепежа, предназначенного для работы при высоком давлении или температуре, а также для других специализированных областей применения  (Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High Temperature or High Pressure Service and Other  Special Purpose Applications) |
| ASTM A194/A194M | Стандартные технические требования к гайкам из углеродистых и нержавеющих сталей, предназначенных для работы в условиях высокой температуры, давления (либо того и другого)  (Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for  High Pressure or High Temperature Service, or Both) |

|  |  |
| --- | --- |
| ASTM A216/A216M | Стандартные технические требования к отливкам из углеродистой стали, предназначенных для сварки плавлением и работы в условиях высоких температур  (Standard Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion  Welding, for High-Temperature Service) |
| ASTM A240/A240M | Стандартные технические требования к листу и ленте хромированной и хромоникелевой нержавеющей стали общего назначения и предназначенной для сосудов высокого давления. (Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General  Applications) |
| ASTM A266/A266М | Стандартные технические требования к поковкам из углеродистой стали для компонентов сосудов высокого давления  (Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Pressure Vessel  Components) |
| ASTM A276 | Стандартные технические требования к полосе и профилю из нержавеющей стали  (Standard Specification for Stainless Steel Bars and Shapes ) |
| ASTM A278/A278M | Стандартные технические требования к отливкам из серого чугуна, предназначенного для деталей, работающих под высоким давлением и при температурах до 650 °F (350 °C)  (Standard Specification for Gray Iron Castings for Pressure-Containing  Parts for Temperatures up to 650 °F (350 °C)) |
| ASTM A312/A312M | Стандартные технические требования к бесшовным, сварным и холоднодеформированным трубам из аустенитной нержавеющей стали  (Standard Specification for Seamless, Welded, and Heavily Cold  Worked Austenitic Stainless Steel Pipes) |
| ASTM A351/A351M | Стандартные технические требования к отливкам из аустенитной стали, предназначенным для изготовления деталей, работающих под давлением  (Standard Specification for Castings, Austenitic, for Pressure-  Containing Parts) |
| ASTM A434 | Стандартные технические требования к полосе из легированной,  горячедеформируемой или холоднотянутой стали после закалки и |

|  |  |
| --- | --- |
|  | отпуска  (Standard Specification for Steel Bars, Alloy, Hot-Wrought or Cold- Finished, Quenched and Tempered) |
| ASTM A473 | Стандартные технические требования к поковкам из нержавеющей стали  (Standard Specification for Stainless Steel Forgings) |
| ASTM A479/A479M | Стандартные технические требования к полосе и профилю из нержавеющей стали, предназначенной для котлов и других сосудов высокого давления  (Standard Specification for Stainless Steel Bars and Shapes for Use in  Boilers and Other Pressure Vessels) |
| ASTM A487/A487M | Стандартные технические требования к стальным отливкам, предназначенным для использования в условиях высокого давления  (Standard Specification for Steel Castings Suitable for Pressure Service) |
| ASTM A516/A516M | Стандартные технические требования к листу для сосудов высокого давления из углеродистой стали для использования при средних и низких температурах  (Standard Specification for Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for  Moderate and Lower-Temperature Service) |
| ASTM A576 | Стандартные технические требования к стальной полосе из горячекатаной углеродистой стали особого качества  (Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought, Special  Quality) |
| ASTM A582/A582M | Стандартные технические требования к легкообрабатываемой полосе из углеродистой стали  (Standard Specification for Free-Machining Stainless Steel Bars) |
| ASTM A696 | Стандартные технические требования к стальной полосе из углеродистой горячекатаной и холоднокатаной стали особого качества для компонентов оборудования, работающего при высоком давлении  (Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought or Cold-  Finished, Special Quality, for Pressure Piping Components) |
| ASTM A743/A743M | Стандартные технические требования к отливкам общего  назначения из коррозионностойких железохромистых и |

|  |  |
| --- | --- |
|  | железохромоникелевых сплавов  (Standard Specification for Castings, Iron-Chromium, Iron-Chromium- Nickel, Corrosion Resistant, for General Application) |
| ASTM A790/A790M | Стандартные технические требования к бесшовным и сварным трубам из феррито-аустенитной нержавеющей стали  (Standard Specification for Seamless and Welded Ferritic/ Austenitic  Stainless Steel Pipe) |
| ASTM A890/A890M | Стандартные технические требования к Fe-Cr-Ni-Mo коррозионностойким отливкам и отливкам из двухфазной (аустенитно-ферритной стали) общего назначения  (Standard Specification for Castings, Iron-Chromium-Nickel-  Molybdenum Corrosion-Resistant, Duplex (Austenitic/Ferritic) for General Application) |
| ASTM A995/A995M | Стандартные технические требования к Fe-Cr-Ni-Mo коррозионностойким отливкам и отливкам из двухфазной (аустенитно-ферритной стали) для деталей, работающих под давлением  (Standard Specification for Castings, Austenitic-Ferritic (Duplex)  Stainless Steel, for Pressure-Containing Parts ) |
| EN 1561 | Отливки. Серые чугуны  (Founding. Grey cast irons) |
| EN 10028-3 | Прокат стальной листовой для работы под давлением. Часть 3:  Свариваемые мелкозернистые стали, нормализованные  (Flat products made of steels for pressure purposes — Part 3: Weldable fine grain steels, normalized ) |
| EN 10028-7 | Прокат стальной листовой для работы под давлением. Часть 7:  Нержавеющие стали  (Flat products made of steels for pressure purposes — Part 7: Stainless steels) |
| EN 10083-1 | Стали для закалки и отпуска. Часть 1: Общие технические условия поставки  (Steels for quenching and tempering — Part 1: General technical  delivery conditions) |
| EN 10083-2 | Стали для закалки и отпуска Часть 2: Технические условия  поставки нелегированных сталей |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (Steels for quenching and tempering — Part 2: Technical delivery  conditions for non-alloy steels) |
| EN 10088-2 | Стали нержавеющие. Часть 2: Технические условия поставки листа и ленты из коррозионностойкой стали общего назначения (Stainless steels — Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate  and strip of corrosion resisting steels for general purposes) |
| EN 10088-3 | Стали нержавеющие. Часть 3: Технические условия поставки полуфабрикатов, сортового проката, прутка , проволоки, профиля и заготовок с чистовой обработкой из коррозионностойких сталей общего назначения  (Stainless steels — Part 3: Technical delivery conditions for semi-  finished products, bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for general purposes) |
| EN 10208-1 | Трубные стальные для транспортировки горючей жидкости. Технические условия поставки. Часть1: Категория труб класса A (Steel pipes for pipelines for combustible fluids — Technical delivery  conditions — Part 1: Pipes of requirement class A) |
| EN 10213 | Стальные отливки для изделий, работающих под давлением  (Steel castings for pressure purposes) |
| EN / BSI /BS 10213-4 | Технические условия поставки стальных отливок для изделий, работающих под давлением. Часть 4: Аустенитная и аустенитно- ферритная сталь марки (Q)  (Technical Delivery Conditions for Steel Castings for Pressure Purposes  — Part 4: Austenitic and Austenitic-Ferritic Steel Grades (Q)) |
| EN 10222-2 | Стальные поковки для изделий, работающих под давлением. Часть 2: Ферритные и мартенситные стали с особыми высокотемпературными свойствами  (Steel forgings for pressure purposes — Part 2: Ferritic and martensitic  steels with specified elevated temperature properties) |
| EN 10222-5 | Стальные поковки для изделий, работающих под давлением. Часть 5: Мартенситные, аустенитные и аустенитно-ферритные нержавеющие стали  (Steel forgings for pressure purposes — Part 5: Martensitic, austenitic  and austenitic-ferritic stainless steels) |
| EN / BS 10250-4 | Поковки стальные, полученные методом свободной ковки, |

|  |  |
| --- | --- |
|  | общетехнического назначения. Часть 4: Нержавеющие стали (Open die steel forgings for general engineering purposes — Part 4:  Stainless steels) |
| EN 10269 | Стали и сплавы на никелевой основе для крепежных изделий с особыми высоко/низкотемпературными свойствами  (Steels and nickel alloys for fasteners with specified elevated and/or low  temperature Properties) |
| EN 10272 | Прутки из нержавеющей стали для работы под давлением  (Stainless steel bars for pressure purposes) |
| EN10273 | Прутки стальные горячекатаные свариваемые для работы под давлением с особыми высокотемпературными свойствам  (Hot rolled weldable steel bars for pressure purposes with specified  elevated temperature properties) |
| EN 10283 | Отливки из коррозионностойкой стали  (Corrosion resistant steel castings) |
| ISO 185 | Чугун серый литейный. Классификация  (Grey cast irons — Classification) |
| ISO 683-1 | Стали термообработанные, легированные и автоматные. Часть 1.  Нелегированные стали для закалки и отпуска  (Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels— Part 1: Direct-hardening unalloyed and low-alloyed wrought steel in form of different black products) |
| ISO 683-13 | Стали термообработанные, легированные и автоматные. Часть 13. Деформируемая коррозионностойкая сталь  Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels – Part 13:  Deformable corrosion-resistant steel |
| ISO 683-18 | Стали термообрабатываемые, легированные и автоматные. Часть 18: Заготовки с чистовой обработкой из нелегированных и низколегированных сталей  (Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels — Part 18:  Bright products of unalloyed and low alloy steels) |
| ISO 2604-2 | Изделия стальные для сосудов, работающих под давлением. Требования к качеству. Часть 2. Бесшовные кованые трубы  Steel products for pressure purposes; Quality requirements; Part II :  Wrought seamless tubes |

|  |  |
| --- | --- |
| ISO 3506-1 | Механические свойства крепежных изделий из коррозионно- стойкой нержавеющей стали. Часть 1. Болты, винты и заклепки (Mechanical properties of corrosion-resistant stainless-steel fasteners  — Part 1: Bolts, screws and studs) |
| ISO 3506-2 | Механические свойства крепежных изделий из коррозионно- стойкой нержавеющей стали. Часть 2. Гайки  (Mechanical properties of corrosion-resistant stainless-steel fasteners  — Part 2: Nuts) |
| ISO 4200 | Трубы стальные с гладкими концами, сварные и бесшовные.  Общие таблицы размеров и масс на единицу длины  (Plain end steel tubes, welded and seamless – General tables of dimensions and masses per unit length) |
| ISO 4991 | Отливки стальные для работы под давлением  (Steel castings for pressure purposes) |
| ISO 9327-5 | Поковки и катаные или кованые прутки стальные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 5. Нержавеющие стали  Steel forgings and rolled or forged bars for pressure purposes - Technical  delivery conditions - Part 5: Stainless steels |
| ISO 9328-4 | Листы и полосы стальные для сосудов, работающих под давлением. Технические условия поставки. Часть 4. Свариваемая мелкозернистая сталь с высоким условным пределом упругости в нормализованном или закаленном и отпущенном состоянии  Steel plates and strips for pressure purposes; technical delivery conditions; part 4: weldable fine grain steels with high proof stress  supplied in the normalized or quenched and tempered condition |
| ISO 9329-2 | Трубы стальные бесшовные напорные. Технические условия поставки. Часть 2. Нелегированные и легированные стали с заданными характеристиками при повышенной температуре (Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 2: Unalloyed and alloyed steels with specified  elevated temperature properties) |
| ISO 10684 | Детали крепежные. Покрытия, нанесенные методом горячего цинкования.  Fasteners – Hot dip galvanized coatings |

|  |  |
| --- | --- |
| JIS B 2312 / B 2316 | Трубы стальные сварные встык с фитингами  Steel Butt-Welding Pipe Fittings |
| JIS G 3106 | Катаная сталь для сварных конструкций  (Rolled steels for welded structures) |
| JIS G 3202 | Поковки из углеродистых сталей для сосудов высокого давления  (Carbon steel forgings for pressure vessels) |
| JIS G 3214 | Поковки из нержавеющих сталей для сосудов высокого давления  (Stainless steel forgings for pressure vessels) |
| JIS G 3456 | Трубы из углеродистой стали для эксплуатации при высоких температурах  (Carbon steel pipes for high temperature service) |
| JIS G 3459 | Трубы из нержавеющей стали  (Stainless steel pipes) |
| JIS G 4051 | Углеродистые стали используемые в станкостроении и строительстве  (Carbon steels for machine structural use) |
| JIS G 4105 | Стали, легированные хромом и молибденом  (Chromium molybdenum steels) |
| JIS G 4107 | Крепеж из легированных сталей для использования при высоких температурах  (Alloy steel bolting materials for high temperature service) |
| JIS G 4303 | Полоса из нержавеющей стали  (Stainless steel bars) |
| JIS G 4304 | Горячекатаный лист и полоса из нержавеющей стали  (Hot-rolled stainless steel plates, sheets and strip) |
| JIS G 5121 | Коррозионностойкая литая сталь общего назначения  (Corrosion-resistant cast steels for general applications) |
| JIS G 5151 | Стальные отливки для использования при высоких давлениях и температурах  (Steel castings for high temperature and high-pressure service) |
| JIS G 5501 | Отливки из серого чугуна  (Grey iron castings) |