# 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.