

Содержание

1. Выверка, закрепление и испытания смонтированного оборудования.	3
2. Инструменты для контроля точности сборки и монтажа.	8
3. Проверка соосности валов машин.	10
4. Гидравлические и пневматические испытания.	15
5. Расчет пробного давления.	18
6. Подготовка объекта к сдаче.	20
7. Литература.	25

1. Выверка, закрепление и испытания смонтированного оборудования.

Машины и оборудование после сборки и монтажа тщательно проверяют по нормам точности с помощью различных контрольно-измерительных инструментов и оптико-геодезических приборов. Отклонения установленного оборудования от проектного положения не должны превышать допусков, указанных в заводской технической документации и в инструкциях на монтаж отдельных видов оборудования. При установке оборудования на фундамент проверяют соблюдение следующих требований: отклонения оборудования по высоте и в плане (привязка к осям здания или строительных конструкций); горизонтальность или вертикальность оборудования; соосность валов машин; прямолинейность и взаимное расположение плоскостей; параллельность и перпендикулярность осей и плоскостей.

Выверка — операция, обеспечивающая точное соответствие положения монтируемых конструкций проектному. Выверка может быть визуальной или инструментальной, выполняемой в процессе установки, когда конструкция удерживается монтажными кранами или другими механизмами и приспособлениями, а также после ее установки при закреплении. В отдельных случаях выверку могут не производить (безвыверочная установка).

Выверку горизонтального положения оборудования производят с помощью уровня (рис.1д), гидростатического уровня (рис.2) или нивелира по базовым поверхностям или по контрольным площадкам на собранном оборудовании. Вертикальность проверяют с помощью отвеса или теодолита; при этом используют приспособления, изображенные на рис.3.

Пакеты металлических подкладок (рис.3а) применяются в качестве постоянных (несущих) и временных (выверочных) опорных элементов. Пакеты набирают из стальных или чугунных подкладок толщиной 5мм и более. Проектный уровень установки оборудования достигают в процессе его предварительного закрепления с помощью регулировочных подкладок толщиной 0,5-5мм. В состав пакета, кроме плоских, могут входить клиновые

и другие регулируемые по высоте подкладки. Число подкладок в пакете должно быть минимальным и не превышать пяти.

Для выверки оборудования инвентарными домкратами могут быть использованы винтовые (рис.3б), клиновые (рис.3в), гидравлические или реечные домкраты, обеспечивающие требуемую точность выверки, безопасность и удобство регулировки. Домкраты, размещенные на подготовленных фундаментах, предварительно регулируют по высоте с погрешностью не более 2мм. Затем на домкраты опускают оборудование и выполняют окончательную выверку.

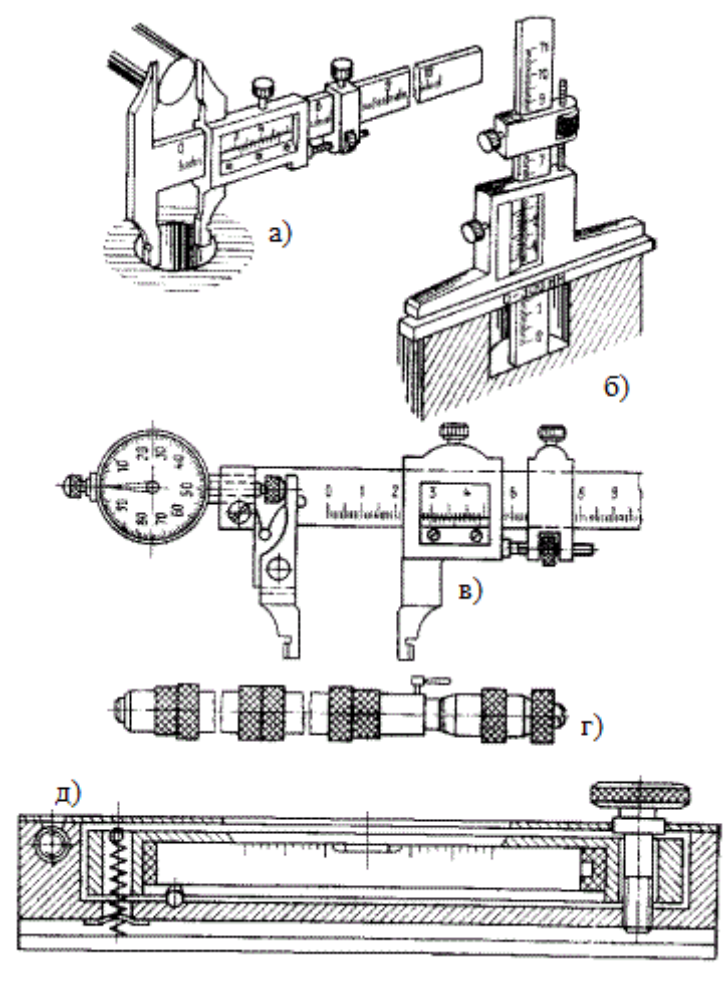


Рис.1. Инструменты для контроля точности сборки и монтажа:

а – штангенциркуль; б – штангенглубиномер; в – штангенциркуль с индикатором; г – микрометрический нутромер (штихмасс); д – слесарный уровень

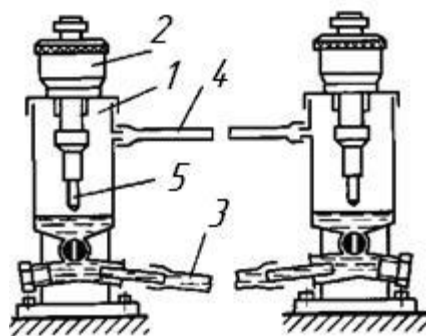


Рис.2. Гидростатический уровень:

1 – резервуар; 2 – микрометрическая головка; 3, 4 – прозрачные шланги для воды и воздуха; 5 – микрометрический уровнемер

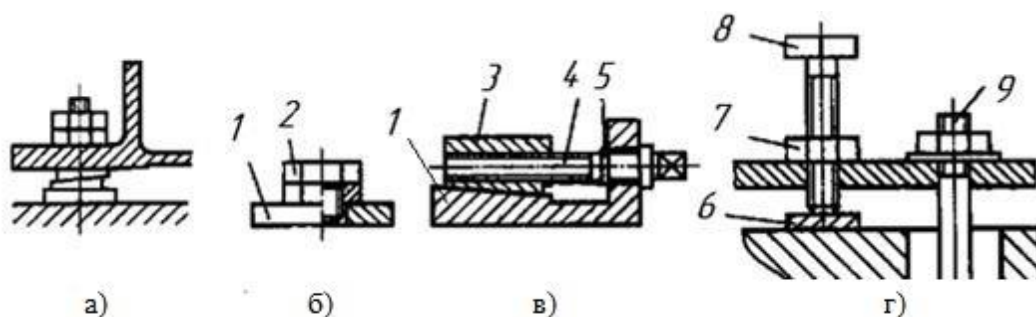


Рис.3. Приспособления для выверки вертикальности аппаратов:

а – подкладки; б – винтовой домкрат; в – клиновой домкрат; г – отжимной болт; 1 – корпус приспособления; 2 – регулирующий винт; 3 – клин; 4 – винт; 5 – стопорная шайба; 6 – опорная пластина; 7 – контргайка; 8 – отжимной болт; 9 – фундаментный болт

При выверке с помощью отжимных регулировочных болтов (рис.3г) опорные пластины 6 устанавливают на фундамент в соответствии с расположением регулировочных винтов в опорной части оборудования. Места расположения опорных пластин на фундаментах выравнивают по горизонтали с отклонением не более 10 мм на 1 м. Перед установкой оборудования на фундаменте размещают вспомогательные опоры, на которые опускают оборудование. При опускании оборудования на фундамент без вспомогательных опор регулировочные болты должны выступать ниже установочной поверхности оборудования на одинаковую величину, но не более чем на 20 мм. Положение оборудования по высоте и горизонтали

следует регулировать поочередно всеми отжимными болтами, не допуская в процессе выверки отклонения оборудования от горизонтали более чем 10 мм на 1 м. После завершения выверки оборудования положения регулировочных болтов необходимо зафиксировать стопорными гайками.

Проверку соосности валов машин производят по струне или по полумуфтам. В последнем случае соосность проверяют в два приема: выполняют предварительную проверку с помощью линейки и щупа; окончательную проверку с помощью специальных скоб и индикаторов.

Прямолинейность плоскостей проверяют следующими методами:

1) По краске с использованием поверочной линейки с широкой рабочей поверхностью. На рабочую поверхность линейки наносят тонкий слой краски, затем накладывают линейку на проверяемую поверхность и перемещают по ней. О прямолинейности судят по оставшемуся количеству и расположению пятен краски на проверяемой поверхности.

2) Поверочной линейкой и щупом. Линейку накладывают на проверяемую поверхность в разных направлениях и щупом определяют зазоры между ними.

3) Лекальной линейкой по световой щели. Линейку укладывают острой кромкой на проверяемую поверхность и помещают сзади линейки источник света. Просвечивание мест сопряжений линейки с поверхностью свидетельствует об отклонениях от прямолинейности.

4) Натянутой струной диаметром 0,3-0,5 мм и штихмассом.

5) Гидростатическим уровнем с микрометрической головкой, работающим по принципу сообщающихся сосудов. Один из резервуаров 1 устанавливают на проверяемую поверхность и оставляют его неподвижным, а второй, связанный с первым гибкими прозрачными шлангами 3 и 4 для воды и воздуха, переставляют на разные места поверхности. После каждой перестановки измеряют уровень воды в обоих резервуарах и по разности замеров определяют отклонения по вертикали каждого места от базовой горизонтальной поверхности.

Проверку параллельности в большинстве случаев выполняют путем непосредственного измерения расстояний между точками, расположенными на контролируемых поверхностях, различными инструментами (рис.1): штангенциркулем, нутромером (штихмассом), глубиномером, штангенрейсмусом и т.д. Проверку перпендикулярности плоскостей выполняют угольниками, размеры и тип которых выбирают в зависимости от конфигурации и размеров контролируемых деталей, узлов и расположения плоскостей. Применяют также индикаторы на штативе, штангенрейсмусы, штихмассы.

Смонтированное оборудование подвергают испытаниям: гидравлическим или пневматическим на прочность и плотность (для сосудов и аппаратов); вхолостую и под нагрузкой (для машин, механизмов и аппаратов с приводом).

Аппараты, поставляемые на место монтажа в полностью собранном виде, испытывают на прочность и плотность на заводе-изготовителе. Повторным испытаниям на месте монтажа такие аппараты подвергают в случаях: истечения гарантийного срока хранения; повреждения оборудования при транспортировке к месту установки; монтажа аппарата с применением сварки, пайки или вальцовки элементов, работающих под давлением. При поставке оборудования блоками или отдельными деталями его испытывают после сборки и сварки в монтажных условиях.

Температуру воды при гидравлическом испытании поддерживают не ниже 5°C и не выше 40°C . Перепад температур окружающей среды и воды, применяемой для гидравлического испытания, не должен превышать 5°C .

Продолжительность испытаний пробным давлением составляет: 10 мин при толщине стенки аппарата до 50 мм; 20 мин при толщине стенки 50-100 мм; 30 мин при толщине стенки более 100 мм; 60 мин для литых и многослойных сосудов независимо от толщины стенки. По истечении указанного времени давление постепенно уменьшают до рабочего и тщательно осматривают все

соединения и сварные швы (обстукивают молотком). Во время осмотра поддерживают рабочее давление. Замеченные дефекты исправляют после полного сброса давления и вывода воды из аппарата. Оборудование считают выдержавшим гидравлическое испытание, если давление в течение всего периода испытаний не уменьшается и при осмотре не обнаружено признаков разрыва, течи в сварных соединениях, а также видимых остаточных деформаций.

После испытаний аппарата на прочность и плотность его термоизолируют и футеруют. Нанесение на поверхность аппарата и трубопроводов защитных и термоизоляционных покрытий относится к специальным строительным работам и выполняется специализированными строительными организациями. До нанесения теплоизоляции монтажная организация устанавливает крепежные изделия и приспособления на аппаратах (штыри, крючки, подвески и др.), если эти работы не выполнены на заводах-изготовителях. В качестве изоляции чаще всего используют маты из минеральной ваты, которыми покрывают корпус аппарата снаружи; швы матов стягивают отожженной стальной проволокой диаметром 1-2 мм. Затем снаружи минеральную вату укрепляют крупноячеистой проволочной сеткой, поверхность которой штукатурят. После высыхания слой штукатурки оклеивают тканью и окрашивают алюминиевой или другой устойчивой краской.

2. Инструмент для контроля качества сборки и монтажа машин.

Контроль сборки выполняется с использованием надлежащих средств измерений, которые выбирают с учетом конструктивных характеристик и особенностей изделия, метрологических характеристик. В качестве средств измерения используют:

микрометрические и индикаторные инструменты, универсальные штанген инструменты, электрические и пневматические приборы, различные специальные контрольные приборы, приспособления, стенды и установки.

По назначению приспособления для сборки делятся на следующие группы:

— приспособления (стенды), предназначенные для закрепления собираемых узлов и крупных деталей в требуемом для сборки положении с целью ее облегчения, например, стенд для сборки редуктора, стенд для сварки;

— установочные приспособления, предназначенные для правильной и точной установки соединяемых деталей или узлов относительно друг друга, что гарантирует обеспечение точности сборочных размеров;

— рабочие приспособления, предназначенные для выполнения отдельных операций технологического процесса сборки, например, приспособления для запрессовки, установки и снятия пружин и др.;

— контрольные приспособления, предназначенные для контроля точности сборки деталей и узлов.

По характеру применения сборочные приспособления разделяются на универсальные и специальные.

Универсальные приспособления и инструменты применяются в сборочных процессах мелкосерийного и индивидуального производства, а также при ремонте машин и оборудования на месте эксплуатации.

Специальные приспособления проектируются и изготавливаются для выполнения определенных операций процесса сборки. Их применяют при сборке конкретных узлов, для которых они предназначены.

Качество конечной продукции обеспечивается входным контролем комплектующих изделий, деталей собственного производства и полуфабрикатов, проверкой точности сборочного оборудования и оснастки, а также систематической проверкой хода технологического процесса сборки для предупреждения и своевременного выявления брака продукции. В

маршрутной технологии указывают операции контроля и элементы контроля, включаемые в сборочные операции.

При узловой и общей сборке проверяют:

- правильность положения сопрягаемых деталей и узлов;
- зазоры в соединениях;
- точность взаимного расположения деталей и узлов (параллельность, перпендикулярность и соосность);
- точность вращательных движений (радиальное и осевое биение) и поступательных перемещений (прямолинейность) подвижных деталей, особенно исполнительных органов машин и механизмов;
- плотность прилегания сопрягаемых поверхностей, герметичность неподвижных и подвижных соединений деталей;
- затяжку резьбовых соединений, плотность и качество постановки заклепок, плотность вальцовочных и других неразъемных соединений;
- размеры, заданные в сборочных чертежах;
- выполнение специальных требований (уравновешенности вращающихся деталей, подгонки деталей по массе и др.);
- эксплуатационные характеристики и параметры собранных изделий и их составных частей (производительность, развиваемое давление, точность работы тяговых и делительных устройств и др.);
- внешний вид собранных изделий (отсутствие деформаций и повреждений деталей, которые могут возникнуть в процессе сборки).

На контрольные операции составляют инструкционные карты, в которых подробно отражают последовательность контроля и используемые технические средства.

3. Проверка соосности валов машин

Различают следующие способы проверки соосности валов:

- с помощью линейки;

- с помощью скоб, хомута, рейсмуса или стрелок;
- с помощью индикаторов и т.п.

Наиболее простой способ выверки - линейкой по полумуфтам

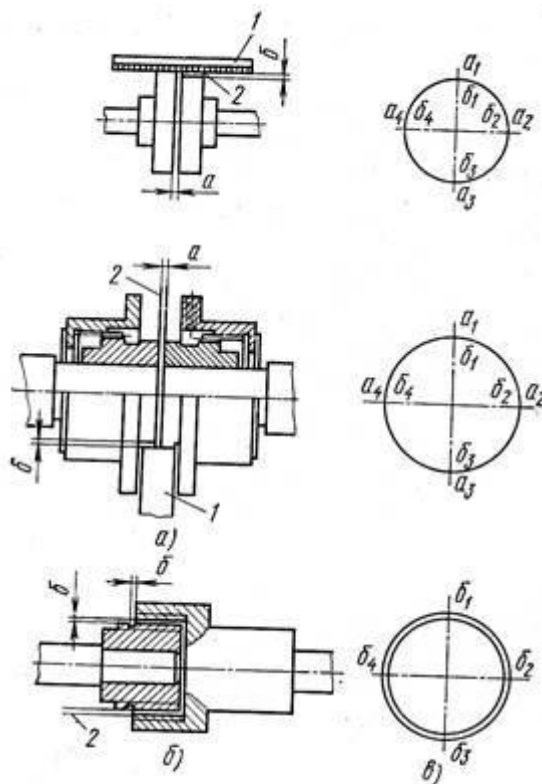


Рис. 4 . Центровка муфты:
a — с помощью линейки и щупа, *б* — с помощью щупа, *в* — круговые диаграммы результатов центровки; 1 — линейка, 2 — щуп

Достаточно простым является способ центровки с помощью скобы по полумуфтам (рис.5).

Сборка соединительных муфт начинается с проверки соосности валов. После укладки шпонки и надевания полумуфты измеряют щупом зазор между валом и муфтой, который не должен превышать 0,05 мм. При монтаже пальцевых полумуфт пальцы устанавливают последовательно, проверяя щупом их прилегание к поверхности отверстия в полумуфте. Этот зазор не должен превышать 0,4...0,6 мм. Полумуфты центрируют с помощью угольника, линейки и поворотных приспособлений. Зазоры проверяют в каждом из четырех положении вала, поворачиваемого от начального положения на 90, 180 и 360° по направлению вращения вала машины (рисунок

5, а). В каждом положении проводят по одному замеру радиального зазора (по окружности полумуфт) и четыре замера осевого зазора (между торцовыми плоскостями полумуфт) в диаметрально противоположных точках.

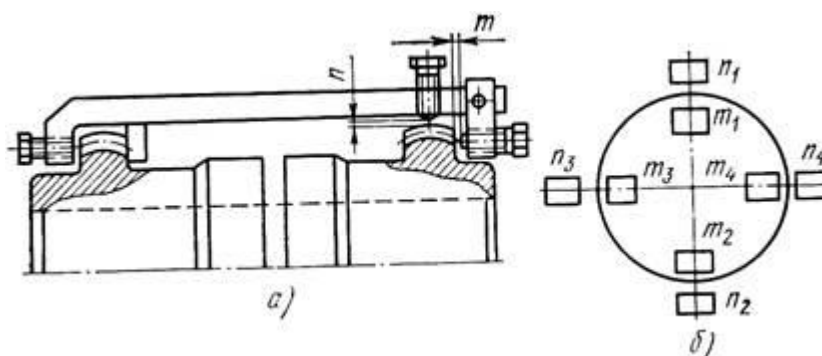


Рисунок 5 — Центрирование валов по полумуфтам:

а — центровочная скоба, б — схема производства замеров; $n, n_1 — n_4$ — радиальные зазоры, $m, m_1 — m_4$ — осевые зазоры

Таблица 1 — Допуски зазоров соединительных муфт, мм

Муфта	Диаметр муфты, мм	На перекося на 100 мм длины	На параллельное смещение
Жесткая	100 / 300 300 / 500	0,08 0,12	0,1 0,2
Пальцевая	100 / 300 300 / 500	0,02 0,02	0,05 0,1
Сцепная	100 / 300 300 / 500	0,01 0,01	0,03 0,02

При этом способе линейкой замеряется соосность двух соединяемых валов с полумуфтами. Если оси валов параллельны и сдвинуты только на величину e в вертикальной или горизонтальной плоскости (см. рис. 4а), то следует переместить один из валов так, чтобы линейка плотно прилегала к обоим полумуфтам. Если ось одного из валов имеет перекося на угол φ то угол перекося зависит от расстояний b_1 и b_2 (рис.4б), угол φ может быть рассчитан по формуле:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{b_2 - b_1}{d} \approx \varphi$$

Чем больше d , тем больше точность замера. Для достижения соосности необходимо повернуть корпус с валом на угол φ так, чтобы $b_1 = b_2$, при вращении вала, что замеряется щупом.

Наиболее точно выверку валов можно осуществить с помощью индикаторов (рис.6). Выверка валов здесь аналогична выверке с помощью стрелок, но измерение зазоров ведут с помощью индикаторов, что повышает точность выверки.

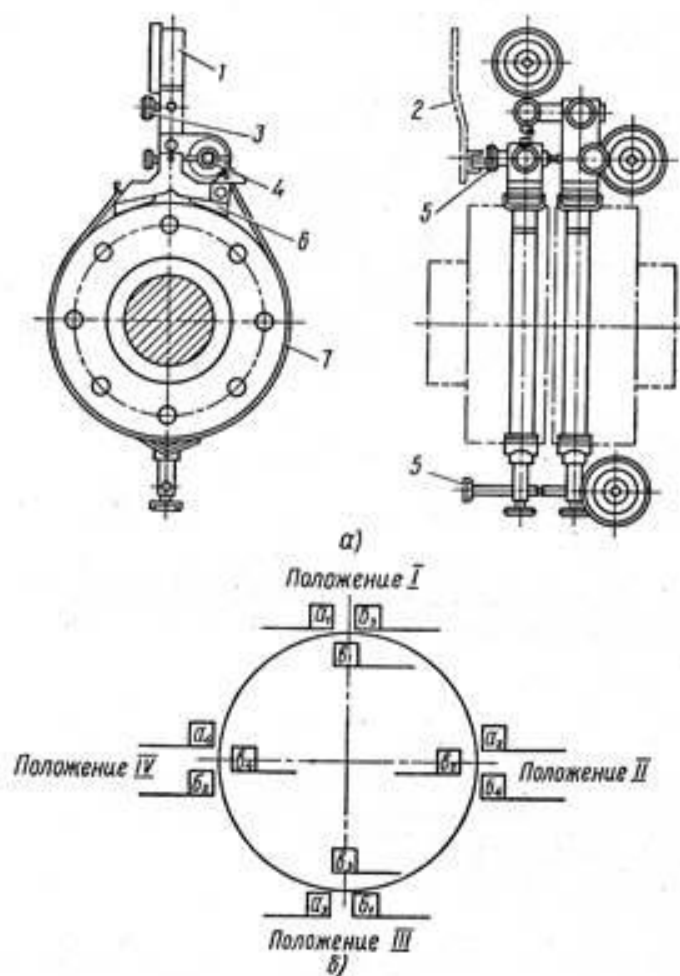


Рис. 6. Центровка муфты с помощью приспособления с индикаторами (а) и круговая диаграмма результатов центровки (б);

1 — индикаторы, 2 — накидной ключ, 3 — винт крепления индикатора, 4 — храповик с барабаном, 5 — упор, 6 — клинья для центровки полумуфт малого диаметра, 7 — хонут

Перед сборкой валов и сидящих на них шкивов, шестерен и звездочек с помощью шпоночных соединений проверяют поверхности собираемых деталей и устраняют забоины, заусенцы и задиры. При сборке клинового шпоночного соединения обеспечивают плотное прилегание шпонки ко дну

паза вала и зазоры по боковым стенкам. Боковые зазоры между пазом и шпонкой проверяют щупом. Они не должны превышать 0,35 мм при ширине шпонки 12...18 мм и высоте 5...11 мм и 0,4 мм при ширине шпонки 20...28 мм и высоте 8...16 мм. Посадку призматической шпонки производят легкими ударами медного молотка. Боковые зазоры между шпонкой и пазом не допускаются. Затем насаживают шестерню (шкив, звездочку) и проверяют радиальный зазор между верхней гранью призматической шпонки и основанием паза ступицы насаженной детали. Этот зазор не должен превышать 0,3 мм при диаметре вала от 25 до 90 мм и 0,4 мм при диаметре вала от 90 до 170 мм. Перед сборкой шлицевых соединений тщательно проверяют поверхности и устраняют дефекты, удаляя заусенцы и опиливая острые края. Сопрягаемые поверхности смазывают. Подвижные шлицевые соединения собирают от руки, а жесткие — напрессовыванием детали на вал. После сборки первые проверяют на качку, а вторые — на биение. Наиболее рациональные способы проверки параллельности валов показаны на рисунке 7.

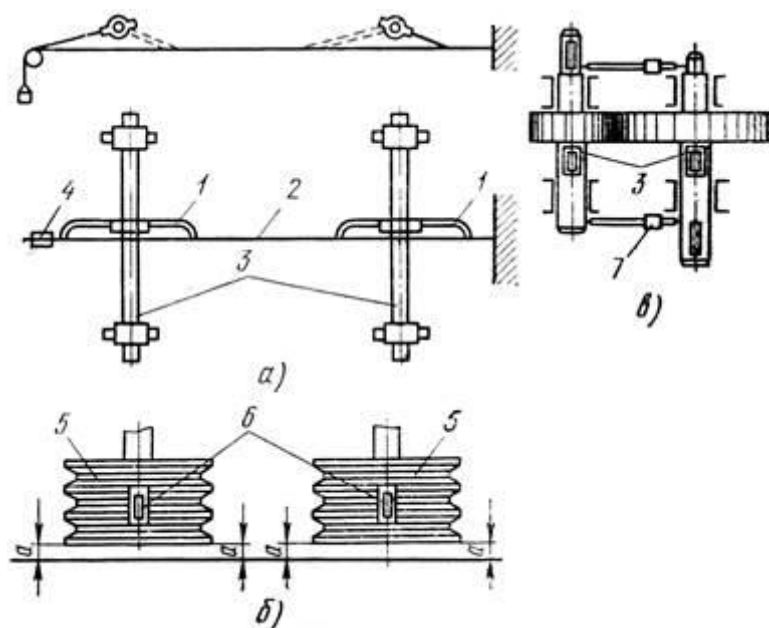


Рисунок 1 — Схемы проверки параллельности валов с помощью:

а — скоб и струны, б — струны и уровней, в — штихмасса;

1 — скобы, 2 — струна, 3 — валы, 4 — блок, 5 — шкивы, 6 — уровни, 7

— штихмасс

4. Гидравлическое и пневматическое испытание.

Гидравлическое испытание — один из наиболее часто используемых видов неразрушающего контроля, проводящийся с целью проверки прочности и плотности сосудов, трубопроводов, теплообменников, насосов и другого оборудования, работающего под давлением, их деталей и сборочных единиц. Также гидравлическим испытаниям могут подвергаться схемы тепломеханического оборудования в сборе и даже целые тепловые сети. По принятой в большинстве стран практике, всё оборудование, работающее под давлением, подвергают гидравлическим испытаниям:

после изготовления предприятием-изготовителем оборудования или элементов трубопроводов, поставляемых на монтаж;

после монтажа оборудования и трубопроводов;

в процессе эксплуатации оборудования и трубопроводов, нагружаемых давлением воды, пара или пароводяной смеси.

Гидравлическое испытание — необходимая процедура, свидетельствующая о надёжности оборудования и трубопроводов, работающих под давлением, в течение всего срока их службы, что крайне важно, учитывая серьёзную опасность для жизни и здоровья людей в случае их неисправностей и аварий.

Давление проведения гидравлических испытаний называется поверочным, и оно превышает рабочее обычно в 1,25, 1,5 или в 5/3 раза. После производства и при периодической проверке сосудов внутреннего давления с целью надёжности их нагружают поверочным давлением с определением степени изменения объёмных характеристик ОРБ (объёмное расширение баллона).

Перед испытанием, отсоединить от контура или перекрыть все КИП (манометры, датчики и др.), кроме специально имеющих в контуре для этой процедуры. Оповестить персонал.

В испытуемом оборудовании, трубопроводе или системе (контуре) создаётся пробное давление (во избежание гидроударов и внезапных

аварийных ситуаций это производится медленно и плавно), превышающее рабочее на определяемую по специальным формулам величину, чаще всего на 25 %. При этом тщательно контролируют рост давления по двум независимым поверенным манометрам или каналам измерений, на этом этапе допускается колебание давления вследствие изменения температуры жидкости. В процессе набора давления в обязательном порядке должны быть приняты меры для исключения скопления газовых пузырей в полостях, заполненных жидкостью. Затем, в течение так называемого времени выдержки, оборудование находится под повышенным давлением, которое не должно падать вследствие неплотности испытуемого оборудования, что также внимательно отслеживается. После чего давление снижается до обоснованного расчетом на прочность значения, но не менее рабочего давления. На протяжении этих этапов персонал должен находиться в безопасном месте, нахождение рядом с испытуемым оборудованием строгойше запрещено. После снижения давления персонал проводит визуальный осмотр оборудования и трубопроводов в доступных местах в течение времени, необходимого для осмотра. В комбинированных сосудах с двумя и более рабочими полостями, рассчитанными на разные давления (например, в теплообменниках), гидравлическому испытанию должна подвергаться каждая полость.

Оборудование и трубопроводы считаются выдержавшими гидравлические испытания, если в процессе испытаний и при осмотре не обнаружено течей жидкости и разрывов металла, в процессе выдержки падение давления не выходило за пределы, объясняемые колебаниями давления вследствие изменения температуры жидкости, а после испытаний не выявлено видимых остаточных деформаций.

В случаях, специально оговорённых в проектной документации на испытуемое изделие или государственными правилами и стандартами, допускается замена гидравлических испытаний пневматическими. Чаще всего это разрешается при условии дополнительного обследования предприятием-изготовителем изделия другими методами неразрушающего контроля,

например, сплошным ультразвуковым и радиографическим контролем основного металла и сварных соединений. В некоторых случаях пневматические испытания являются своеобразным подготовительным этапом перед гидравлическими. Они проводятся аналогично гидравлическим, иногда, при небольших давлениях и применительно к оборудованию со специфической конструкцией (например, теплообменникам), места, где могут быть неплотности, обрабатываются мыльным раствором. После повышения давления на местах, имеющих дефекты, вздуваются мыльные пузыри, что позволяет легко их обнаружить. Таким способом определяется плотность, но не прочность оборудования.

Существует, как минимум, восемь подходов к выбору величины испытательного давления, везде рассматриваются повреждения коррозионной природы, а также используется связь давления с диаметром трубопровода. Принимается во внимание, что на выбор величины должны влиять как марка стали, так и геометрические характеристики трубопровода, и прочностные характеристики сварной конструкции. Связь в виде прямо- и обратно пропорциональных зависимостей не соответствует современным представлениям о механизме разрушения металлического трубопровода. Положение, согласно которому разрушение стенки трубы при гидравлическом испытании происходит, когда напряжение в стенке достигает временного сопротивления разрыву, является чрезвычайно упрощенным. Имеется методика определения максимального давления опрессовки с учетом толщины стенки в рассматриваемый момент, скорости коррозии, величины диаметра и марки стали трубопровода. Имеется запатентованная методика, ее недостатками является сложность и отсутствие программной реализации. Кроме того, нет даже потенциальной возможности интеграции с современными программными расчетными комплексами.

5. Расчет пробного давления

Под пробным давлением $P_{пр}$ следует понимать избыточное давление, при котором должно проводиться гидравлическое испытание арматуры и деталей трубопровода на прочность и плотность водой при температуре не менее 278 К (5 °С) и не более 343 К (70 °С), если в нормативно - технической документации не указано конкретное значение этой температуры. Предельное отклонение значения пробного давления не должно превышать $\pm 5\%$.

Давление гидравлических испытаний должно быть не менее определяемого по формуле:

$$P_h = K_h P \frac{[\sigma]^{T_h}}{[\sigma]^T} \text{ (нижняя граница)}$$

и не более давления, при котором в испытываемом изделии возникнут общие мембранные напряжения, равные $1,35[\sigma]^{T_h}$, а сумма общих или местных мембранных и общих изгибных напряжений достигнет $1,7[\sigma]^{T_h}$ (верхняя граница). Где:

P — расчётное давление при испытаниях на предприятии-изготовителе или рабочее давление при испытаниях после монтажа и в процессе эксплуатации,

$[\sigma]^{T_h}$ — номинальное допустимое напряжение при температуре гидравлических испытаний T_h для рассматриваемого элемента конструкции,

$[\sigma]^T$ — номинальное допускаемое напряжение при расчётной температуре T рассматриваемого элемента конструкции,

K_h — коэффициент, равный:

1 для защитных оболочек и страховочных корпусов (кожухов);

1,25 для оборудования и трубопроводов (1,15 при пневмоиспытаниях);

1,5 для деталей, изготовленных из литья;

1,3 для сосудов и деталей, изготовленных из неметаллических материалов с ударной вязкостью более 20 Дж/см²;

1,6 для сосудов и деталей, изготовленных из неметаллических материалов с ударной вязкостью менее 20 Дж/см².

Для элементов, нагружаемых наружным давлением, должно также выполняться условие:

$$P_h \leq 1,25 [P]$$

Гидравлическое испытание криогенных сосудов при наличии вакуума в изоляционном пространстве должно проводиться пробным давлением, определяемым по формуле:

$$P_h = 1,25P - 0,1 \text{ МПа}$$

Гидравлическое испытание металлопластиковых сосудов должно проводиться пробным давлением, определяемым по формуле:

$$P_h = [K_h K_m + \alpha(1 - K_m)] P \frac{[\sigma]^{T_h}}{[\sigma]^T}$$

где:

K_m — отношение массы металлоконструкции к общей массе сосуда;

α — коэффициент, равный:

1,3 для сосудов и деталей, изготовленных из неметаллических материалов с ударной вязкостью более 20 Дж/см²;

1,6 для сосудов и деталей, изготовленных из неметаллических материалов с ударной вязкостью менее 20 Дж/см².

Значения $[\sigma]^{T_h}$, $[\sigma]^T$ общие и местные мембранные и общие изгибные напряжения; P — допускаемое наружное давление при температуре гидравлических испытаний определяют по Нормам расчёта на прочность.

В случае, если гидравлическим (пневматическим) испытаниям подвергаются система или контур, состоящие из оборудования и

трубопроводов, работающих при разных рабочих давлениях и (или) расчётных температурах, или изготовленных из материалов с различными $[\sigma]^{T_h}$ и (или) $[\sigma]^T$, то давление гидравлических (пневматических) испытаний этой системы (контура) следует принимать равным минимальному значению верхней границы давлений испытаний, выбранному из всех соответствующих значений для оборудования и трубопроводов, составляющих систему (контур).

Время выдержки под пробным давлением устанавливается разработчиком проекта, но должно быть не менее 5 мин. При отсутствии указаний в проекте время выдержки должно быть не менее значений, указанных в табл.

Толщина стенки, мм	Время выдержки, мин
До 50	10
Свыше 50 до 100	20
Свыше 100	30
Для литых, неметаллических и многослойных сосудов независимо от толщины стенки	60

6. Подготовка объекта к сдаче.

Подготовка фундаментов и опорных конструкций к установке оборудования

Фундаменты, принятые под монтаж оборудования, должны быть очищены от мусора, освобождены от опалубки, строительных лесов и пробок для колодцев фундаментных болтов. На поверхностях фундамента не должно быть пор, раковин, отслоений бетона, замасленных мест, а также выступающей арматуры.

Прочность фундаментов контролируют, испытывая образцы, которые заливают одновременно с укладкой бетона в фундамент. Примерно судить о качестве бетона можно по результатам обстукивания его молотком или зубилом. Хорошая прочность бетона характеризуется звонким звуком, отсутствием следов при ударах молотком и слабыми штрихами от зубила. При удовлетворительной прочности бетон издает глухой звук, остаются вмятины от ударов молотком, зубилом насекает канавки глубиной 1...1,5 мм. Если при ударах молотком бетон фундамента издает мягкий звук, на его поверхности остаются вмятины с осыпающимися краями, а зубило легко режет и крошит его, такой фундамент для монтажа оборудования не пригоден.

Фундаменты, имеющие большую площадь в плане и прямоугольную форму, монтажники дополнительно проверяют на правильность формы, измеряя диагонали. Постаменты, опорные металлоконструкции и колонны значительной высоты перед установкой на них оборудования особенно тщательно проверяют на вертикальность и соответствие высотных отметок проектным. Непараллельность главных осей смежных фундаментов должна быть не более ± 5 мм.

Фундаментные болты должны иметь антикоррозийную защиту и быть укомплектованы гайками и шайбами. Гайки фундаментных болтов должны свободно навинчиваться на всю длину нарезной части болта. Отклонение глухого фундаментного болта от вертикали по всей высоте выступающей над фундаментом части не должно превышать 1,5 мм.

Кроме того, при подготовке фундамента к установке оборудования монтажники тщательно проверяют плоскостность верхней поверхности фундамента, так как от качества последней зависит не только успешная выверка оборудования, но также равномерность усадки подливочного слоя бетонной смеси в процессе его затвердения. Для надежного схватывания бетонной смеси при подливке с поверхностью фундамента последнюю с помощью зубила насекают, непосредственно перед подливкой поверхность фундамента смачивают.

Приемка оборудования.

При приемке проверяют: комплектность оборудования по упаковочным листам и комплектовочно-отгрузочным ведомостям; его соответствие заводским чертежам и техническим условиям; исправность; наличие пломб; отсутствие повреждений или поломок, трещин и раковин; наличие избыточного давления в сосудах (если это предусмотрено в документации), а также полноту технической документации на оборудование, если она не была получена ранее.

Рабочие монтажники принимают участие в приемке оборудования совместно с линейными ИТР или работниками группы подготовки производства монтажной организации.

Транспортирование оборудования со склада завода-заказчика (базисного) до приобъектного склада, а при монтаже «с колес» в монтажную зону осуществляют силами и средствами заказчика по заявкам монтажной организации, передаваемым за три дня до планируемого срока подачи.

Документом, фиксирующим приемку (сдачу) оборудования в монтаж, является приемосдаточный акт. В акте делается оговорка, что полная характеристика технического состояния — дефекты конструкции и заводского изготовления, некомплектность, выявленные при расконсервации, монтаже и испытании оборудования, будет зафиксирована дополнительным актом. Акты подписывают представители заказчика, монтажной организации и генерального подрядчика, а также при необходимости завода-изготовителя.

Принятое от заказчика оборудование находится на ответственном хранении монтажной организации. Для предохранения от повреждений и деформации отдельные машины, их элементы, узлы и детали укладывают на деревянные подкладки или настилы. Приборы, аппаратура, арматура, фитинги и другое мелкое оборудование хранят в закрытом складе на стеллажах, на которых вывешивается опись изделий, которые находятся на данном стеллаже.

По способу хранения в зависимости от массы, габаритных размеров, характера упаковки и требований защиты от атмосферных осадков оборудование делится на четыре группы.

1. Оборудование, не требующее защиты от атмосферных осадков, а также большой массы - негабаритное и мало подверженное коррозии — хранится на открытых площадках или прирельсовых эстакадах.

2. Оборудование, требующее защиты от атмосферных осадков, хранится на полуоткрытых площадках под индивидуальным или общим навесом.

3. Оборудование с обработанными посадочными или рабочими поверхностями, требующее защиты от влаги и сырости, и мелкие детали хранят в сухих закрытых неутепленных и неотапливаемых помещениях, а оборудование, требующее дополнительной защиты от температурных влияний, хранят в закрытых утепленных, отапливаемых и вентилируемых складах.

4. Резиновые манжеты и другие изделия из резины должны храниться в закрытых помещениях при 0-20 °С.

Ревизия оборудования.

Предмонтажная ревизия — комплексная проверка состояния оборудования и устранение повреждений, вызванных хранением машин и агрегатов на складах заказчика сверх нормативных гарантийных сроков, предусмотренных техническими условиями на их изготовление и поставку. При отсутствии гарантийного срока ревизия производится через год.

Затраты на выполнение предмонтажной ревизии в смете не предусматриваются, поэтому ревизию выполняют заказчик или работники монтажной организации по прямому договору, заключенному с заказчиком.

Предмонтажная ревизия предусматривает расконсервацию оборудования; разборку для расконсервации и осмотра вращающихся и движущихся деталей; удаление коррозии, грязи и посторонних частиц с последующей промывкой, протиркой и консервацией обработанных частей; проверку состояния (сохранности) изделий, замену антикоррозионных смазок рабочими, прокладок, сальниковых набивок и мелких деталей (подшипников, питательных трубок, масленок, пробок и т. п.), пришедших в негодность в результате хранения; исправление мелких (неконструктивных) дефектов, шабрение посадочных мест подшипников, трущихся поверхностей, шлифование шеек и цапф валов; перемещение и кантовку оборудования, связанные с ревизией; последующую сборку оборудования; устройство стеллажей, настилов и ванн, необходимых для ревизии, и организацию участка; выполнение работ, определяемых особыми требованиями завода-изготовителя, по сохранности оборудования.

Ревизию и совмещенную с ней укрупнительную сборку оборудования в монтажные блоки осуществляют на специально отведенных площадках.

Подготовка материалов и комплектующих изделий. В качестве материалов и комплектующих изделий применяют прокладки, сальниковые набивки, манжеты и специальные герметизирующие составы. Они служат для уплотнения плоских стыков машин и мест выхода подвижных деталей механизмов.

7. Литература

1) Чичерин, С.В. Величина пробного давления при проведении ежегодных гидравлических испытаний тепловых сетей // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». — 2017. — Т. 17, № 1. — С. 13–20.

2) Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 03-576-03)

3) [Подготовка оборудования к сдаче](#)

4) [Гидравлическое и пневматическое испытание](#)

5) [Проверка соосности валов](#)

6) [Инструменты для сборочных работ](#)

7) [Выверка и закрепление оборудования на фундаменте](#)

8) [Выверка и закрепление монтируемого оборудования](#)