



Тема 9. Выверка, закрепление, испытание и сдача смонтированного оборудования

Выверка и регулирование положения оборудования

Выверка — процесс введения оборудования в проектное положение путем выполнения регулировочных операций с помощью специальных выверочных опорных элементов, центровочных приспособлений и грузоподъемных средств. При этом осуществляются постоянные измерения и контроль отклонений параметров положения оборудования от проектного.

Средства и технологию измерения и контроля выбирают в зависимости от заданных допускаемых отклонений. При этом применяют средства измерений и методы контроля точности.

Оборудование выверяют в плане, по высоте и горизонтали (вертикали), а также относительно ранее установленного оборудования с контролем отклонений от соосности, перпендикулярности и параллельности в зависимости от требований технической документации завода-изготовителя и проекта производства работ.

Предварительную выверку в плане осуществляют путем совмещения отверстий в опорной части оборудования с ранее установленными фундаментными болтами. При отсутствии заранее установленных фундаментных болтов оборудование ориентируют путем совмещения его осей, заданных разметочными рисками, с монтажными осями или осями фундамента, заданными натянутыми струнами, отвесами или визирными осями оптических приборов. Отдельные виды оборудования ориентируют относительно ранее установленного оборудования. При этом проверяют совмещение отверстий под болты в станинах с колодцами или скважинами в фундаментах.

После предварительной установки оборудования и выверки в плане изогнутые болты монтируют в колодцах, оставленных при бетонировании фундамента. Корпусную деталь 1 опускают на уложенные брусья 4 так, чтобы совпадали центры отверстий под фундаментные болты 2 и центры колодцев (рис. 1, а). При монтаже динамически нагруженных машин фундаментные болты 2 на верхнем участке стержня изолируют от сцепления с бетоном с помощью защитных трубок 3. Концы фундаментных болтов 2 заводят в отверстия корпусной детали 1 и навинчивают гайки (рис. 1, б). Установленные болты заливают на $3/4$ глубины колодца, но не менее чем на 100 мм ниже уровня фундамента бетоном на мелкозернистом заполнителе проектной марки не ниже 200.

Окончательную выверку в плане и по высоте и предварительное закрепление оборудования осуществляют после твердения бетона, затем полностью заливают колодцы и проводят подливку оборудования. При наличии в корпусной детали регулировочных винтов 5 перед удалением брусьев 4 под ними размещают опорные подкладки б (рис. 1, в). Окончательную затяжку болтов, установленных в колодцах, проводят так же, как и для других болтов, после твердения бетона подливки.

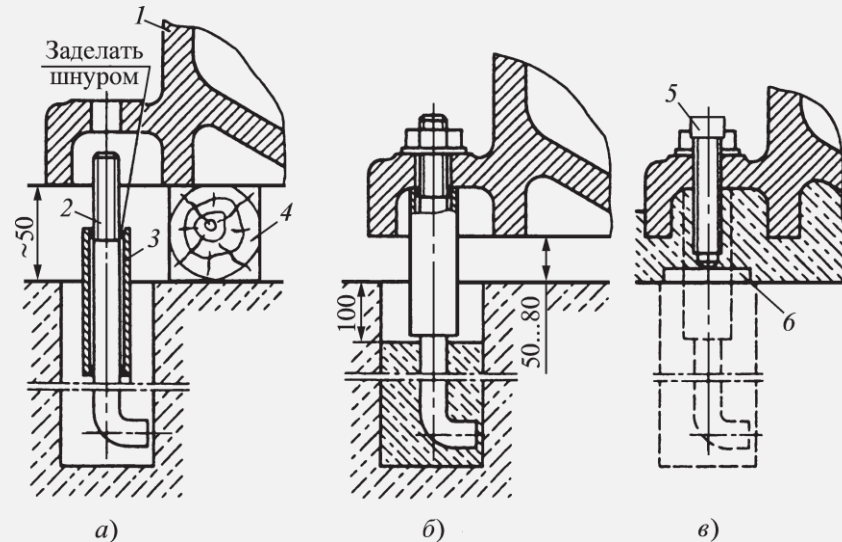


Рис.1 – Схемы установки изогнутых болтов:

а — в колодце; б — подвеска на гайке и заливка бетонной смесью;
в — выверка и закрепление оборудования затяжкой гаек

При **окончательной выверке в плане** оборудование вводят в проектное положение относительно монтажных, контрольных или главных осей путем перемещения оборудования грузоподъемными механизмами, домкратами или монтажными приспособлениями (рис. 2) с проверкой положения относительно ранее выверенного смежного оборудования.

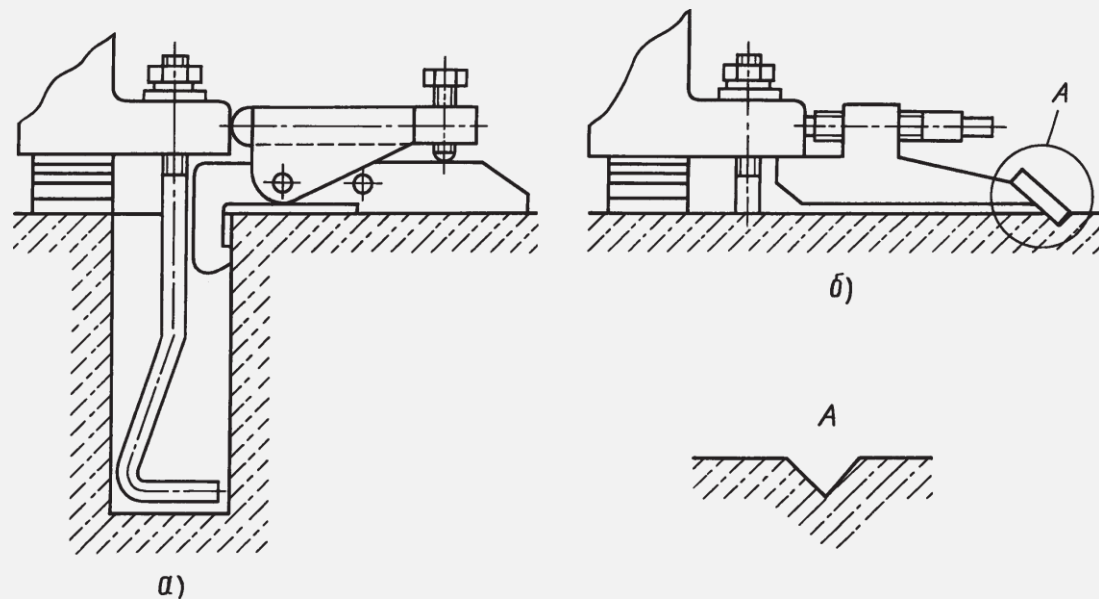


Рис. 2 – Приспособления для выверки оборудования в плане:

а — рычажно-винтовые; б — с упорным винтом

Положение оборудования при выверке в плане контролируют струнным и струнно-оптическим методами, боковым нивелированием теодолитами, створными методами, способами прямого контроля линейных размеров, а также с помощью специальных инструментов, приборов, шаблонов, центровочных и других приспособлений, обеспечивающих измерение и контроль отклонений от перпендикулярности, параллельности или соосности баз.

Выверку оборудования по высоте осуществляют относительно рабочих реперов либо ранее установленных машин, с которыми данное оборудование кинематически или технологически связано, с последующей проверкой по реперу.

При выверке оборудования контрольными базами служат: специальные площадки, изготовленные на корпусных деталях; исполнительные поверхности оборудования (валов, полумуфт, направляющих и т.п.); установочные (опорные) поверхности, а также свободные поверхности корпусных деталей или опорных частей.

Точность выверки оборудования по высоте контролируют геометрическим или тригонометрическим нивелированием гидростатическими методами, косвенными способами контроля линейных размеров от промежуточной базы до репера или ранее установленного оборудования, а также микронивелированием с применением поверочных линеек и уровня.

При установке на фундамент иногда контролируют отклонения формы рабочих и сопрягаемых поверхностей оборудования, искривление которых возможно под воздействием остаточных напряжений, монтажных нагрузок и процессов старения.

Операцию по исправлению формы поверхностей оборудования и конструкций называют **рихтовкой**. Иногда таким способом устраняют отклонения формы в виде вогнутой или выпуклой поверхности, полученные при заводском изготовлении оборудования. Особенности регулирования положения оборудования при выверке зависят от способов его опирания и закрепления на фундаментах.

Конструкцию опорных элементов выбирают с учетом используемых методов достижения требуемой точности установки оборудования и данных сравнительной оценки способов установки оборудования (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная оценка способов установки оборудования

Тип опорных элементов	Относительная трудоемкость выверки, %	Относительный расход металла, %	Диаметр фундаментных болтов, мм
С закреплением на опорных элементах			
Пакеты подкладок	100		Не ограничен
Жесткие опоры (бетонные подушки)	60...70	20...30	
Пирамидальные пакеты подкладок	80...100	60...70	
С закреплением на подливке			
Регулировочные винты	30...40	10...15	До М42
Винтовые подкладки	40...60	15...25	
Установочные гайки фундаментных болтов	30...50	5...10	
Жесткие опоры (бетонные подушки)	40...60	10...15	Не ограничен
Уменьшенное число пакетов подкладок	60...70	40...60	
Инвентарные домкраты	30...40	—	

Регулирование положения оборудования, устанавливаемого со сплошным опиранием на подливку. Опорные элементы, применяемые для установки такого оборудования, служат только для его выверки, а эксплуатационные нагрузки воспринимает подливка. Несмотря на то что выверочные опорные элементы могут оставаться под оборудованием в процессе эксплуатации, такой способ установки получил название **бесподкладочного монтажа**. При этом соединение оборудование — фундамент отличается высокой виброустойчивостью, повышенной жесткостью и прочностью. Установка и выверка оборудования таким способом характеризуется повышенной производительностью и позволяет получать экономию металла до 2 % от массы монтируемого оборудования.

В качестве опорных элементов при выверке оборудования, устанавливаемого со сплошным опиранием на подливку, **применяют**: отжимные регулировочные винты; установочные гайки фундаментных болтов; инвентарные домкраты; бетонные опоры; пакеты облегченных металлических подкладок.

Если в опорной части оборудования конструкторской документацией не предусмотрены отжимные регулировочные винты, тип и число опорных элементов принимают в соответствии с технологической картой, проектом производства работ (ППР) или инструкцией на монтаж. Опорные элементы необходимо размещать на возможно близком расстоянии от фундаментных болтов. Как правило, их располагают в местах нахождения ребер жесткости или перегородок в опорной части оборудования. При неравномерном распределении давления от массы оборудования на установочную поверхность опорные элементы устанавливают в местах действия наибольших нагрузок.

Число опорных элементов должно быть минимальным при соблюдении следующих условий:

- а) обеспечения устойчивого положения оборудования в процессе предварительного закрепления и подливки;
- б) исключения прогибов опорных частей под действием массы оборудования и сил предварительной затяжки фундаментных болтов.

При рихтовке корпусных деталей оборудования в качестве опорных элементов используют пакеты подкладок, клиновые или другие домкраты, располагая их в местах наибольших отклонений от плоскостности или прямолинейности.

Суммарная грузоподъемность опорных элементов должна превышать массу выверяемого узла оборудования не менее чем в 2 раза или соответствовать указанной в ППР.

Минимально допустимая площадь опирания опорных элементов на фундаменты (см²)

$$S = 0,015 M + 6 nF ,$$

где n – число фундаментных болтов, предварительно затягиваемых при выверке;
F – расчетная площадь поперечного сечения фундаментного болта (см²), принимаемая по табл. 2.

Таблица 2. Расчетные площади поперечного сечения фундаментных болтов по резьбе

Резьба болта, мм	Площадь сечения, см ²	Резьба болта, мм	Площадь сечения, см ²	Резьба болта, мм	Площадь сечения, см ²
M12	0,77	M42	10,34	M90 × 6	53,68
M16	1,44	M48	13,80	M100 × 6	67,32
M20	2,25	M56	18,74	M110 × 6	82,67
M24	3,24	M64	25,12	M125 × 6	108,56
M30	5,19	M72×6	32,23	M140 × 6	138
M36	7,59	M80×6	40,87		

Регулирование положения оборудования с помощью отжимных регулировочных винтов (табл. 3). Опорные пластины размещают на фундаментах в соответствии с расположением отжимных регулировочных винтов в опорной части оборудования. Места размещения опорных пластин на фундаментах выравнивают с отклонением не более 10 мм на 1 м.

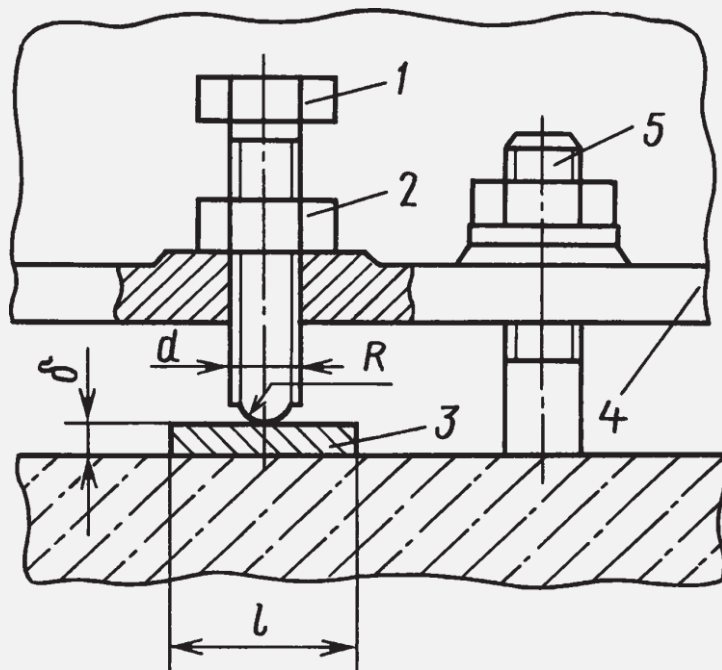


Рис. 3 – Винт отжимной регулировочный:

1 — регулировочный винт; 2 — стопарная гайка; 3 — опорная пластина; 4 — опорная часть оборудования; 5 — фундаментный болт

Таблица 3. Винты отжимные регулировочные

Диаметр резьбы d	20	24	30	36	42	48
Шаг резьбы P	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Размер под ключ S	27	32	41	50	60	70
Радиус опорной сферы R	20	25	32	32	40	50
Размеры опорных пластин: толщина δ	8	8	10	12	14	16
длина l	60	80	100	120	130	140

При опускании оборудования на фундаменты отжимные регулировочные винты должны выступать ниже установочной поверхности оборудования на одинаковую величину в пределах 10...30 мм.

Положение оборудования по высоте и горизонтали (вертикали) регулируют поочередно всеми отжимными винтами, не допуская в процессе выверки отклонения оборудования от горизонтальности (вертикальности) более чем 3 мм на 1 м. После завершения выверки плотность прилегания регулировочных винтов к опорным пластинам проверяют щупом толщиной 0,1 мм, а положение винтов фиксируют контргайками.

Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов регулировочные винты должны быть вывернуты на два-три оборота. Неоднократно используемые винты выворачивают полностью. Оставшиеся отверстия во избежание попадания масла и других разъедающих бетон веществ заглушают резьбовыми пробками или заливают цементным раствором, поверхность которого покрывают маслостойкой краской.

Регулирование положения оборудования на установочных гайках. Для выверки оборудования с помощью соответствующих гаек используют заранее установленные фундаментные болты, которые должны иметь удлиненную (до шести диаметров) резьбу, что предусматривается при их изготовлении.

Оборудование выверяют на установочных гайках посредством упругих элементов в виде тарельчатых стальных, плоских резиновых или пластмассовых шайб. Установочные гайки 5 (рис. 4) с упругими шайбами 4 размещают на болтах 2 так, чтобы верх шайбы был на 2...3 мм выше проектной отметки опорной поверхности оборудования 3. После установки оборудования на шайбы его окончательно выверяют с помощью затяжки крепежных гаек 1, деформируя шайбы. Выверку в более широких пределах осуществляют регулировкой положения установочных гаек 5. При этом крепежные гайки 1 должны быть отвинчены. При использовании съемных фундаментных болтов и болтов с цангами для их фиксации устанавливают дополнительные гайки 7 с шайбами 6.

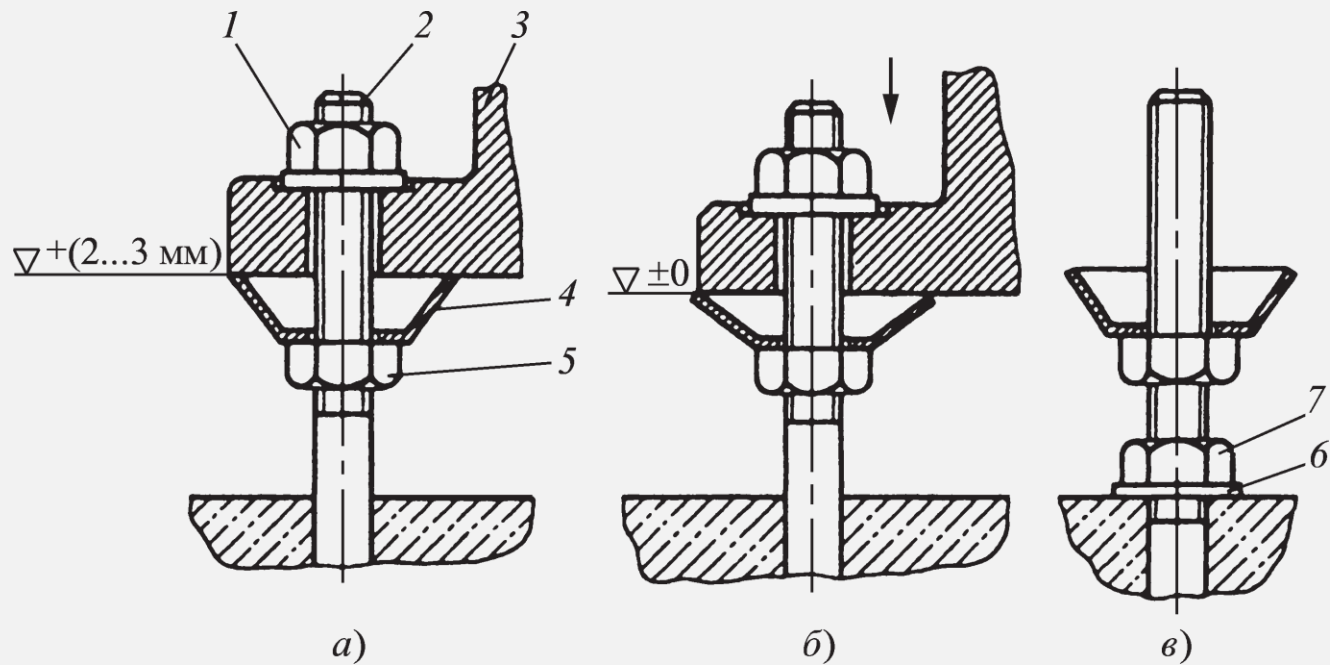


Рис. 4 – Схемы регулирования положения оборудования на установочных гайках с упругим элементом:

а — установка оборудования с завышением на 2...3 мм; б — регулирование положения оборудования затяжкой гайки; в — установка дополнительной гайки при использовании съемных болтов или болтов с цапгами

Для выверки можно также использовать установочные гайки без упругих элементов с регулированием положения оборудования на фундаментных болтах 2 по высоте (рис. 5). Перед подливкой установочной гайки 4 выгораживают опалубкой 5. После твердения подливки 6 (через 2...3 сут после подливки) опалубку 5 снимают, а оборудование 1 закрепляют затяжкой крепежных гаек 3. Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов установочные гайки опускают на 3...4 мм. Оставшиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки.

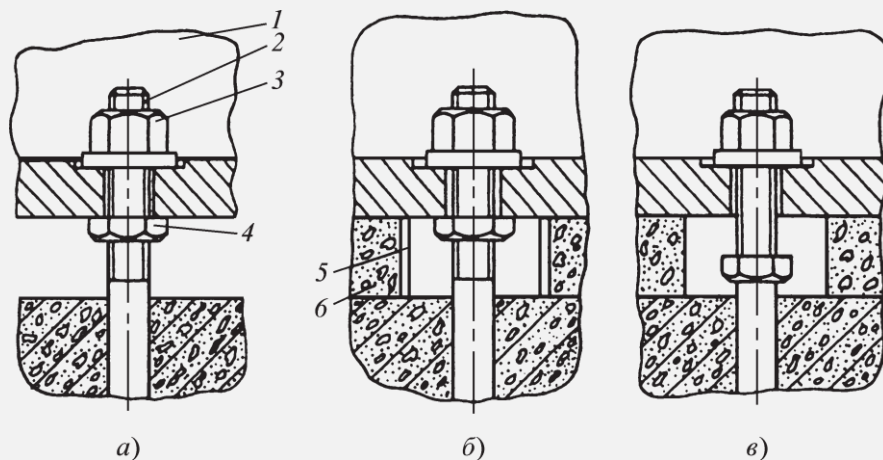


Рис. 5 – Схемы регулирования положения оборудования на установочных гайках без упругого элемента:

а — установка в проектное положение; б — подливка оборудования; в — отвинчивание установочной гайки перед закреплением

Необходимость применения опалубки исключается при использовании гаек, срезающихся при окончательной затяжке фундаментных болтов (рис. 6). Такие гайки должны выдерживать нагрузку от оборудования и сил предварительного закрепления, но разрушаться или деформироваться при окончательной затяжке фундаментных болтов. В качестве ослабленных установочных гаек рекомендуются гайки из менее прочного, чем у крепежных гаек, материала, стандартные гайки с уменьшенной на 50...70 % высотой, а также гайки, ослабленные путем расточки их до диаметра, соответствующего внутреннему диаметру резьбы, гайки с проточками или резьбой неполного профиля. В этом случае после выверки оборудования и его подливки при окончательной затяжке фундаментных болтов происходит срез или смятие резьбы установочных гаек, что сопровождается скачкообразным падением силы затяжки, а затем постепенным увеличением силы до заданного значения.

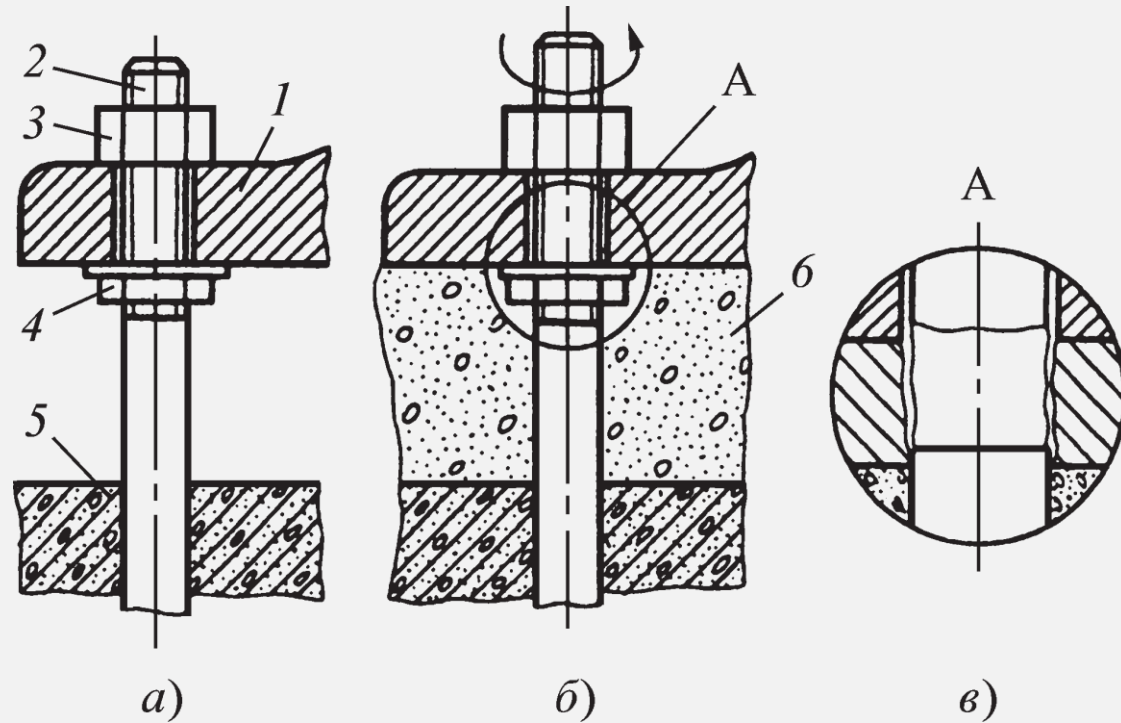
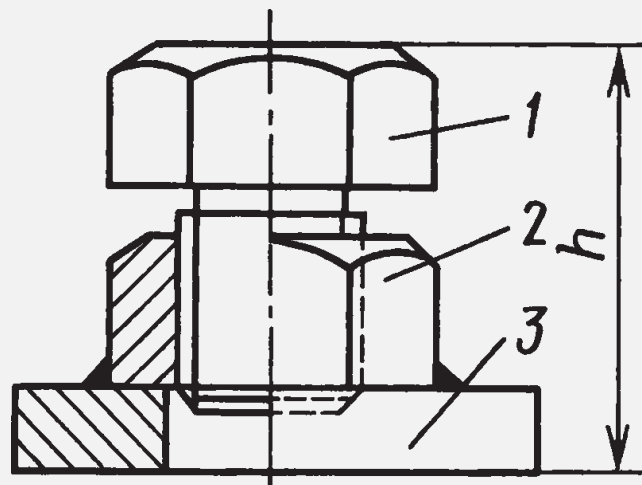


Рис. 6 – Схемы регулирования положения оборудования на ослабленных установочных гайках:

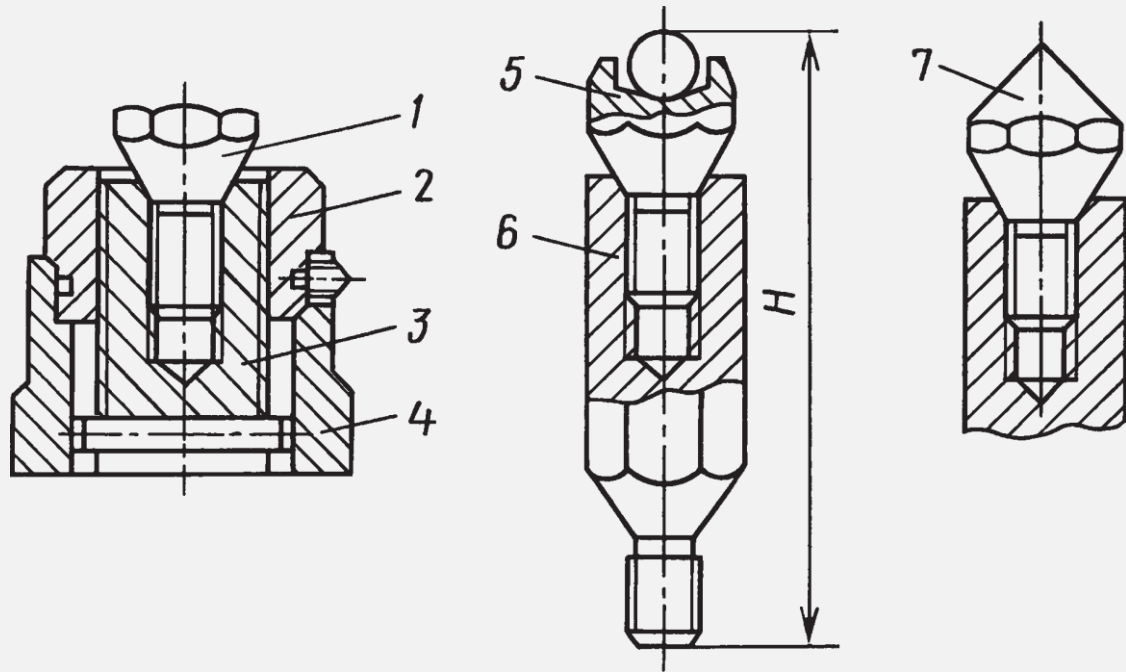
а — установка в проектное положение по высоте и горизонтали; б — подливка и последующее закрепление; 1 — оборудование; 2 — фундаментный болт; 3 — крепежная гайка; 4 — специальная установочная гайка; 5 — фундамент; 6 — подливка

Регулирование положения оборудования с помощью инвентарных домкратов. Для выверки этим способом используют домкраты, конструктивные размеры которых позволяют их размещать в зазоре оборудование—фундамент, т.е. в пределах 50...80 мм. **К таким домкратам относятся** винтовые опоры, малогабаритные винтовые домкраты, регулируемые клиновые подкладки, опорные башмаки, некоторые виды гидравлических и пневматических домкратов.



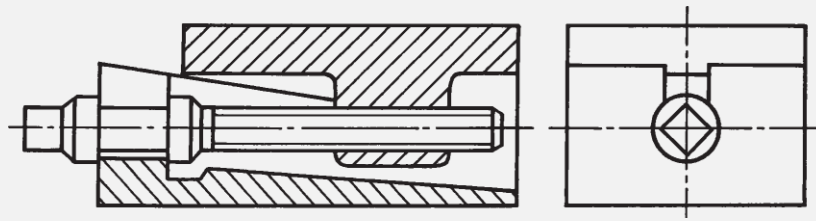
Винтовая опора:

1 — болт; 2 — гайка; 3 — пластина; h — максимальная высота регулировки

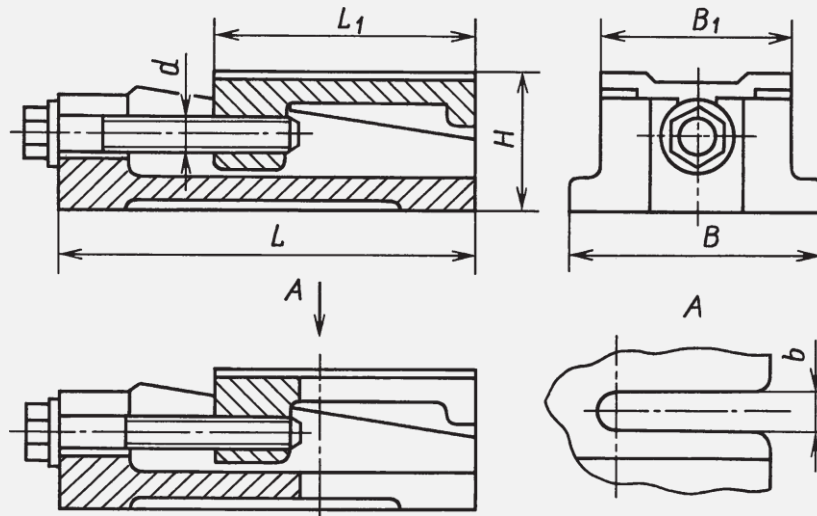


Малогабаритный винтовой домкрат:

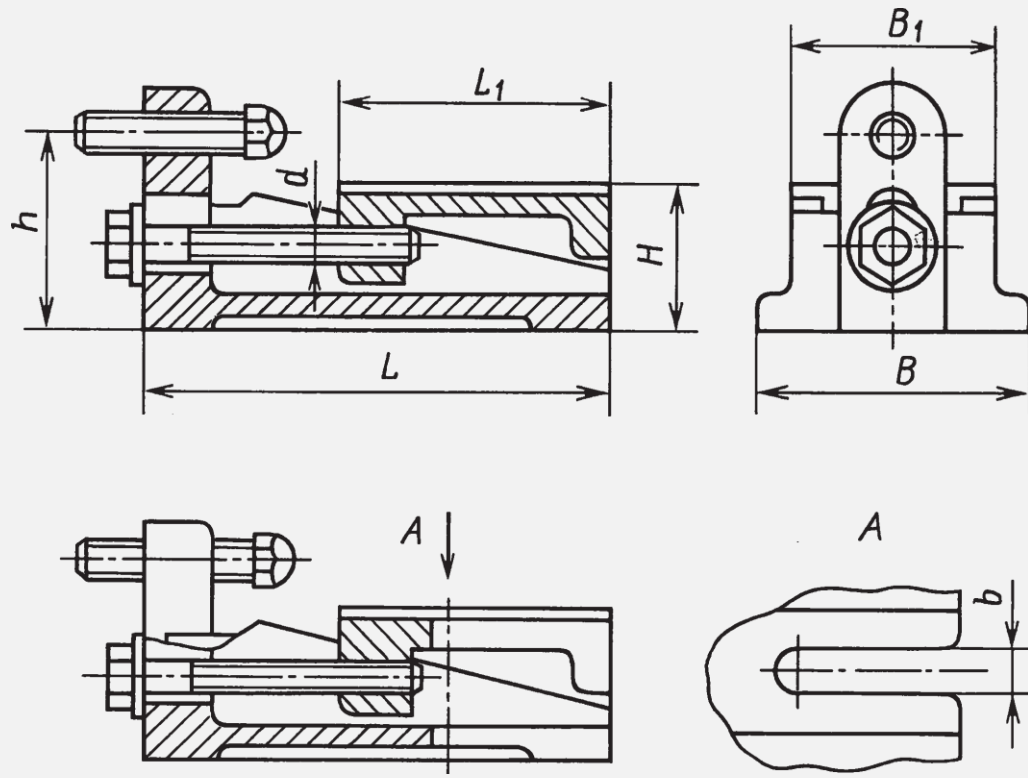
1, 5, 7 — сменные опоры; 2 — гайка; 3 — винт; 4 — корпус; 6 — удлинитель;
H — размер домкрата



Регулируемые клиновые подкладки



Опорные башмаки



Опорные башмаки с упорным винтом



Эластичный пневматический домкрат

Эластичный пневматический домкрат является исполнительным органом пневмосиловой оснастки и представляет собой многослойную полую эластомерную (резинокордную) оболочку подушечного типа, армированную металлическим тросиком и снабженную металлическим штуцером.

Домкраты, размещенные на подготовленных фундаментах, регулируют по высоте на проектный уровень с помощью нивелира и рейки с точностью до $\pm 1,0$ мм. Затем оборудование опускают на домкраты и окончательно регулируют его положение.

Перед подливкой инвентарные домкраты «выгораживают» опалубкой. Опалубку и инвентарные домкраты удаляют через 2...3 сут после подливки. Оставшиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки.

Удобство при выверке оборудования обеспечивают специальные домкраты с лапой. Такие домкраты не требуют выгораживания опалубкой, так как легко извлекаются из бетона подливки.

Установка оборудования на бетонных опорах. На бетонных опорах устанавливают оборудование, поверхность основания которого может выполнять функции установочной базы, а погрешности изготовления последней значительно меньше допустимых отклонений расположения оборудования по высоте. Суммарные погрешности изготовления поверхности бетонных опор и установочной поверхности оборудования (включая отклонения формы) не должны превышать допустимых отклонений положения оборудования по высоте и горизонтали.

Бетонные опоры представляют собой местные возвышения на поверхности фундамента, изготавливаемые перед установкой оборудования.

Габаритные размеры опор выбирают такими, чтобы давление от оборудования не превышало 500 кПа. Опоры выполняют из бетона марки не ниже 200 с наполнителем в виде щебня или гравия фракции 5...12 мм.

Для изготовления опор в специальную опалубку на предварительно очищенную и увлажненную поверхность фундамента загружают порцию бетонной смеси до уровня на 1...2 см выше требуемой отметки. Излишки смеси удаляют до необходимой высотной отметки. При этом поверхность опор выравнивают.

Для повышения точности бетонных опор на них укладывают металлические пластины с механически обработанной опорной поверхностью. Расстояние от пластины до края бетонной опоры не должно быть меньше ширины пластины.

Для изготовления бетонных опор с металлическими пластинами бетонную смесь укладывают в опалубку до уровня ниже проектной отметки на $1/2 \dots 1/3$ толщины пластины. На несхватившийся бетон кладут пластину и легкими ударами молотка опускают ее до проектной отметки, которую выверяют нивелиром с точностью до $\pm 0,5$ мм.

Для достижения более высокой точности ($0,1 \dots 0,2$ мм) следует пользоваться прецизионным нивелиром с инварной рейкой или гидростатическим уровнем. Отклонение пластины от горизонтальности проверяют с помощью пузырькового уровня, который устанавливают на пластину последовательно в двух взаимно-перпендикулярных направлениях.

Оборудование монтируют при прочности бетона 1500 кПа. После опускания на опоры оборудование выверяют в плане и закрепляют путем предварительной затяжки гаек фундаментных болтов. В процессе выверки допускается точное регулирование высоты опорных элементов добавлением на пластину тонких металлических подкладок.

Проверка технологического оборудования перед запуском

Когда все монтажные работы выполнены, проводится пуско-наладка механизмов и линий. В этот пункт входит и проверка технологического оборудования.

Чтобы понять, что все компоненты подключены правильно и смогут обеспечить высокую производительность предприятия, их нужно протестировать. Для этого специалистами проводится проверка оборудования на технологическую точность. Это достаточно сложный и трудоемкий процесс, который требует использования специальных инструментов и затрат времени.

Тестовый запуск линий позволяет выявить даже самые незначительные недочеты, которые могут в последующем значительно сократить срок службы машин и даже привести к полной остановке производства.

Диагностика технологического оборудования проводится путем испытаний его работоспособности в экстремальных условиях. Это разрушительный метод тестирования, но есть и неразрушающие методики, которые также широко используются современными компаниями, предоставляющими услуги по техническому обслуживанию машин и агрегатов.

При помощи неразрушающих технологий можно выявить все неточности в работе производственных компонентов, не перегружая их и не подвергая большим нагрузкам.

Комплексное опробование и сдача оборудования в эксплуатацию

После индивидуальных испытаний оборудование должно пройти комплексное опробование. Период комплексного опробования складывается из времени непосредственно комплексного опробования и времени пусконаладочных работ, выполняемых для его проведения.

Комплексное опробование оборудования заключается в испытании всего оборудования, составляющего технологическую линию, на холостом ходу с последующим переводом на работу под нагрузкой и выводом на устойчивый технологический режим, предусмотренный проектом и обеспечивающий выпуск продукции в установленном объеме.

При опробовании оборудования проверяют, регулируют и налаживают работу взаимосвязанных механизмов, машин, аппаратов, автоматических систем, контрольно-измерительных приборов и приспособлений, входящих в состав технологических линий, установок или агрегатов. При этом определяют надежность их совместной работы и готовность к эксплуатации, проверяют синхронность работы всех агрегатов и устройств, точность и четкость выполнения всех технологических операций по изготовлению продукции.

Для отдельных видов оборудования в процессе опробования осуществляют сушку обмуровки воздухонагревателей, печей, газоходов, а также промывку, продувку и химическую очистку внутренних поверхностей трубопроводов. Кроме того, проверяют и налаживают системы защиты, блокировки, оперативной и диспетчерской связи, управления, регулирования и сигнализации.

Комплексное опробование оборудования и всей технологической схемы производства вхолостую и под нагрузкой осуществляет заказчик с привлечением проектных, строительных, монтажных и пусконаладочных организаций, участвовавших в монтаже оборудования, а при необходимости и заводовизготовителей. В задачу представителей монтажных, специализированных организаций и эксплуатационного персонала входят круглосуточное дежурство и наблюдение за работой и правильной эксплуатацией оборудования, устройств и коммуникаций. При возникновении неполадок и выявлении дефектов монтажа они обеспечивают их немедленное устранение.

Продолжительность, режим, объем и условия опробования, а также расход сырья, материалов, энергоресурсов, необходимых для проведения комплексного опробования, определяются техническими условиями на монтаж оборудования, отраслевыми правилами приемки в эксплуатацию законченных строительством предприятий, объектов и цехов.

Необходимые для комплексного опробования сырье, пар, сжатый воздух, смазочные материалы, топливо, электроэнергию, материалы, арматуру, контрольно-измерительные приборы и другие изделия представляет заказчик.

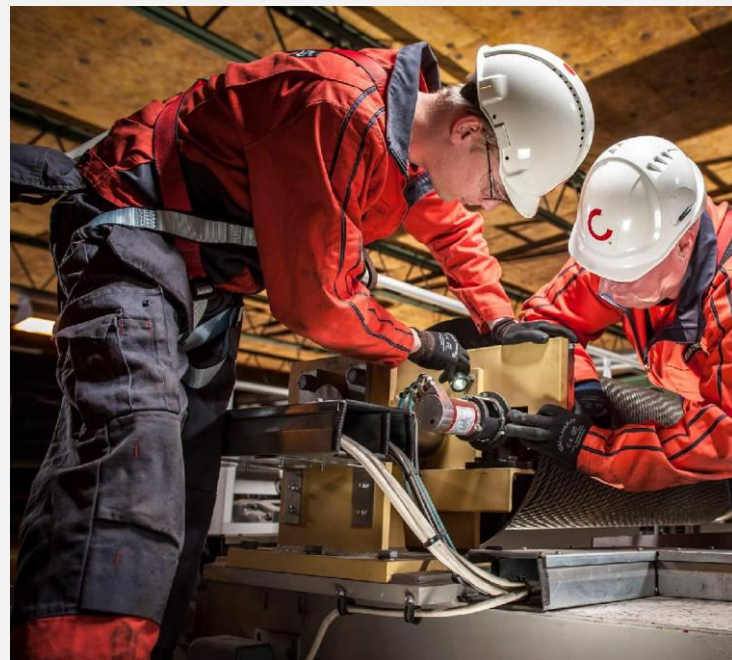
Продолжительность комплексного опробования при отсутствии указаний в проекте устанавливается рабочей приемочной комиссией, но не должна превышать 72 ч непрерывной работы на рабочем режиме.

Длительность пусконаладочных работ определяется по специальным нормативам для каждого вида производства.

Комплексное опробование технологической линии должно начинаться на инертных средах с последующим использованием рабочих сред до выдачи предусмотренной проектом продукции. Порядок проведения и особенности организации комплексного опробования технологических линий и пусконаладочных работ по отдельным видам производства определяются разрабатываемыми предприятиями и проектными организациями, технологическими регламентами, планами-графиками и инструкциями, в которых устанавливаются этапы, очередность и особые условия наладки и пуска.

При комплексном опробовании под нагрузкой осуществляют контроль за режимом работы оборудования, результаты которого фиксируют в специальном журнале. Для обеспечения постепенной приработки контактирующих поверхностей в механизмах и машинах их нагружают так, чтобы в начальный период нагрузка не превышала 60 % от проектной. После опробования под нагрузкой оборудование останавливают и проверяют состояние ответственных узлов оборудования.

При удовлетворительных результатах комплексного опробования оборудование принимает рабочая комиссия для предъявления его Государственной приемочной комиссии.



Особенности испытаний оборудования различных типов

Зубчатые передачи (редукторы) и муфты обкатывают на холостом ходу при малой, средней и максимальной частотах вращения и под нагрузкой совместно с машинами и механизмами, в состав которых они входят.

Перед испытанием проверяют уровень масла в редукторах. Уровень масла в картере поддерживается таким, чтобы зубья смазывающего колеса по всей рабочей зоне зацепления были погружены в масло: в цилиндрических передачах и зацеплениях Новикова, работающих со скоростью 3 м/с, — на всю высоту зуба; в конических передачах, чья скорость до 5 м/с, — на всю длину зуба; в червячных и глобоидных передачах при нижнем расположении червяка — на высоту витка его нарезки, при верхнем — на всю высоту зуба червячного колеса.

При обкатке шум в зубчатых зацеплениях должен быть незначительным ровным однотонным без стука и периодического изменения звучания.

Дефекты изготовления и монтажа, изменяющие характер шума, представлены ниже.

Характер шума	Причины, вызывающие повышенный шум
Шум, напоминающий периодическое щелканье зубьев, в особенности у ведомого колеса	Некачественное изготовление колеса — наличие больших отклонений в окружном шаге. Увеличение бокового зазора между зубьями против нормы
Резкий металлический скрежет, вызывающий вибрацию корпуса редуктора	Недостаточный боковой зазор между зубьями передачи. Расцентровка колес пары. Наличие острых кромок на головках зубьев или канавок на рабочем профиле зубьев
Стук в червячном редукторе, особенно при реверсе вращения червяка	Чрезмерный осевой разбег червяка или большая «выработка» зубьев червячного колеса

Уровень шума определяется шумомером на расстоянии 0,5 м от корпуса и не должен превышать 70...85 дБ для цилиндрических и конических передач при скорости 6...15 м/с и 60...70 дБ для червячных и глобоидных передач при частоте вращения 700... 1500 мин⁻¹.

Температура нагрева не должна превышать заданной в технической документации.

Колодочные тормоза. В процессе испытаний регулируют тормоза типа ТКТ и ТКП (с электромагнитом соответственно переменного и постоянного тока), устанавливая нормальный ход якоря, настраивая главную пружину и ход колодок. Для установки нормального хода якоря скобу оттягивают и поворачивают на 90° . Удерживая установочную гайку, ключом за хвостовик вращают шток до тех пор, пока отход якоря не достигнет величины, заданной в паспорте.

Регулирование главной пружины заключается в установлении такой ее рабочей длины, которая бы обеспечила необходимую силу, определяемую тормозным моментом. Установочную длину принимают по паспорту пружины.

Равномерность отхода колодок определяют при расторможенном тормозе. Для этого гайку прижимают к рычагу и, удерживая ключом, вращением штока за хвостовик раздвигают рычаги до тех пор, пока якорь не коснется сердечника катушки. Затем регулировочным болтом устанавливают одинаковые зазоры между шкивом и обкладками колодок.

Электрогидравлический толкатель заполняют маслом, марка которого зависит от температуры окружающего воздуха.

Проверенный и предварительно отрегулированный тормоз подвергают и регулированию под нагрузкой. При этом контролируют плавность торможения, длину тормозного пути, способность тормоза надежно удерживать груз на весу.

Поршневые компрессоры. Перед испытанием компрессора обязательно отдельно обкатывают вхолостую электродвигатель не менее 2 ч до установления нормальной температуры подшипников. Компрессоры вначале испытывают вхолостую, а затем под нагрузкой совместно с системами контроля, сигнализации и защиты автоматического управления.

Предварительно осуществляют пробный пуск компрессоров, обычно со снятыми клапанами, перед которым проверяют уровень масла в системе смазки и заполняют систему охлаждения водой. Включая масляные насосы, контролируют подачу масла во всех точках, подлежащих смазыванию.



При пробном пуске вначале проверяют направление вращения коленчатого вала путем кратковременного включения компрессора, после чего выполняют повторный пуск, доводя частоту вращения до номинальной, и останавливают компрессор. В это время следят за показаниями манометра системы циркуляционной смазки. При отсутствии неисправностей в работе и нормальной смазке компрессор вновь включают на 5 мин. После его останова проверяют нагрев коренных и кривошипных подшипников и других деталей, прочность крепления движущихся частей и сохранность шплинтов на гайках крейцкопфных пальцев и шатунных болтах. Если при этом не наблюдалось резкого шума, стука, перегрева и т.д., вновь запускают компрессор на 30 мин, а затем на 1 ч. В случае положительных результатов осмотра и при отсутствии неисправностей осматривают масляный фильтр, очищают его от грязи и промывают керосином, затем включают компрессор на 8...10 ч непрерывной работы. После обкатки заменяют масло, очищают маслосборники, корпуса фильтров и т.д. и продувают каждую ступень компрессора и его системы воздухом. Время продувки каждой коммуникации составляет не менее 2 ч.

Компрессоры испытывают под нагрузкой при рабочем давлении воздухом или азотом в зависимости от среды, на которой будет работать компрессор при эксплуатации. Нагрузку при испытании повышают постепенно в несколько этапов в соответствии с инструкцией по эксплуатации с постоянным контролем работы компрессора.

Основное внимание при этом обращают на контроль:

- работы системы смазки, клапанов, штоков, сальников;
- температуры и давления газа по ступеням;
- температуры трущихся поверхностей кривошипно-шатунного механизма, в том числе коренных подшипников;
- давления и подачи воды в систему охлаждения;
- плотности и прочности трубопроводов;
- температуры электродвигателя.

Центробежные компрессоры вхолостую не испытывают. Перед испытанием под нагрузкой центробежного компрессора, предназначенного, например, для сжатия воздуха, через него прокачивают масло без подвода к подшипникам до тех пор, пока оно будет поступать в масляный бак без примесей, что определяется лабораторным анализом. После присоединения маслопроводов к корпусам подшипников с установкой дроссельных шайб включают пусковой насос и при рабочем давлении определяют прохождение масла к зубчатому зацеплению редуктора, муфтам и подшипникам.

Перед запуском компрессора задвижка на линии всасывания должна быть закрыта, а на линии нагнетания открыта с возможностью выброса воздуха в окружающую среду. После запуска и набора ротором компрессора проектной частоты вращения постепенно открывают задвижку на всасывающем трубопроводе. При нормальной работе воздушного компрессора время испытания его под нагрузкой 8 ч. При этом основное внимание обращают на проверку систем: противопомпажной защиты; осевого сдвига ротора; автоматического регулирования подачи воздуха; блокировки и сигнализации.

По окончании испытаний для останова компрессора снижают нагрузку, частично перекрывая задвижку на всасывающей линии. После включения вспомогательного маслонасоса и отключения основного электродвигателя полностью закрывают задвижку на всасывающем трубопроводе и открывают задвижку на линии сброса воздуха. Прекращают подачу воды на охлаждение и после останова ротора компрессора выключают вспомогательный масляный насос.

Сепараторы и центрифуги. Испытание сепараторов вхолостую проводят в течение 2 ч, под нагрузкой — не менее 2 ч для машин с роторами диаметром до 400 мм и не менее 4 ч — с роторами диаметром более 400 мм. Через каждые 15 мин у сепараторов с периодической выгрузкой осадка проверяют работу ротора по выполнению данной операции.

Температура нагрева фрикционных муфт при разгоне сепаратора должна быть не более 200 °С, а подшипников — не превышать 70 °С. Допускаемая амплитуда вибрации электродвигателя должна быть не более 50 мкм, а станины — не более 0,1 мм. Уровень шума не должен превосходить 85 дБ.

Кроме того, в процессе испытаний проверяют давление на входе в сепаратор и выходе из сепаратора; герметичность разгрузочных щелей ротора; надежность уплотнений и отсутствие утечек масла.

Центрифуги испытывают вхолостую при максимальной частоте вращения в течение 2 ч. Предварительно, проворачивая ротор вручную, проверяют величину зазора между ним и кожухом. После испытания осматривают наружные и внутренние поверхности сепараторов и центрифуг.

Аппараты с вращающимися барабанами. Сварные швы корпусов вакуумных, роторных, барабанных и сушильных аппаратов испытывают в соответствии с требованиями на герметичность и прочность.

Перед обкаткой на холостом ходу на два-три оборота проворачивают барабан вручную или краном. Испытания проводят до футеровки корпуса барабана и после нее. В первом случае обкатку вхолостую осуществляют на всех скоростях в течение 4 ч. При этом проверяют работу привода, станций, правильность и надежность присоединения коммуникаций.

После футеровки корпуса выполняют непрерывную обкатку в течение 36 ч, во время которой контролируют распределение давления на опорные ролики; работу подшипников (температура нагрева должна быть не более 65 °С); прилегание рабочей поверхности бандажей к поверхности опорных роликов, которое должно составлять не менее 70 % от ширины роликов во всех положениях аппарата. Обкатка оборудования под нагрузкой происходит в течение 48 ч.

Ленточные конвейеры обкатывают вхолостую. Перед испытанием вращающиеся узлы конвейера должны быть ограждены защитными кожухами и сетками.

В процессе испытания проверяют: точность установки роликовых опор; ход натяжной станины; работу электродвигателей и редукторов; положение ленты на барабанах и роликах при ее движении; работу тормоза и стопорного зажима разгрузочной тележки; герметичность уплотнений и соединений. Испытывают конвейер в течение 4 ч. В период обкатки привод должен работать ровно, без шума и вибраций, в муфтах не должно наблюдаться стуков. Допускаемая температура нагрева подшипников 50 °С. Опробование конвейера под нагрузкой проводят во время пусконаладочных работ и комплексного опробования.



Оборудование сталеплавильных цехов. Индивидуальные испытания сталеплавильного оборудования проводят вхолостую и под нагрузкой без повышения температуры до рабочей.

Конвертер. Корпус конвертера через привод наклоняют на 45° в одну и другую стороны на минимальной скорости. Затем поворачивать корпус конвертера на 360° в ту или иную сторону (не менее 3 раз) на минимальной и максимальной скоростях с остановом привода (корпуса) в промежуточных положениях через 10° .

При обкатке конвертера наблюдают за работой навесного привода, редукторов, подшипниковых опор, тормозов, соединений валов, состоянием подвесок, на которых корпус подвешен к кольцу. Температура нагрева подшипниковых опор не должна превышать температуру воздуха более чем на 65°C . Продолжительность испытания 2 ч. Затем корпус конвертера сдают под футеровку, после которой проверяют самовозврат наклоненного конвертера в исходное положение (при отключенном и расторможенном приводе).

При испытании под нагрузкой корпус конвертера загружают, причем масса груза должна соответствовать массе жидкого металла при проектной вместимости конвертера. Конвертер с грузом поворачивают в каждую сторону (не менее 3 раз) на 120° в течение 1 ч; при этом после наклона на 60° через каждые $5... 10^\circ$ привод останавливают для проверки работы тормозов на удержание конвертера в наклонном положении.

Установку для подачи кислорода испытывают в течение 2 ч. Обкатку механизмов передвижения и подъема фурмы осуществляют, поднимая и опуская ее не менее 3 раз на повышенной скорости. Герметичность соединения фурмы с рукавами испытывают водой, а кислородных рукавов — очищенным сжатым воздухом при заглушенном рабочем отверстии фурмы.

При испытании установки обращают внимание на работу редукторов, реечного зацепления, звездочек, муфт, тормозов, на плавность перемещения платформ установки, следят за плавностью перемещения в направляющих каретки и противовеса.

Миксер. До сдачи миксера под футеровку осуществляют десять поворотов корпуса в обе стороны в пределах полного угла наклона на пониженной и нормальной скоростях с остановами в определенных положениях. После футеровки выполняют три-четыре поворота в обе стороны с остановами в промежуточных положениях. В процессе обкатки проверяют работу систем смазки, соединений валов, тормозов, реечного зацепления, следят за опиранием бандажей на ролики опорно-ходовой части и правильностью срабатывания шарнирных колец газовоздухопроводов.

Электросталеплавильные и ферросплавные печи. Испытанию подвергают механизмы наклона и вращения печи, подъема заслонок рабочих окон: подъема и поворота свода, зажима и перемещения электродов. Механизмы наклона и поворота печи обкатывают до и после футеровки.

При обкатке механизма наклона контролируют правильность зацепления шипов на секторах люльки с отверстиями в фундаментных балках (при неподлито одной балке) трехкратным наклоном люльки в обе стороны (на 45° в сторону слива и на 15° в обратную сторону). Затем балку подливают и сдают корпус печи под футеровку. После футеровки и окончания монтажа оборудования, располагаемого на люльке, делают семь наклонов люльки в обе стороны, регулируя действие каждого тормоза и командоаппарата на заданные проектом положения.

При испытании механизма вращения поворачивают корпус печи без футеровки 3 раза в обе стороны на заданный угол от нейтрального положения, а затем после футеровки 7 раз.

Механизм подъема обкатывают путем подъема и опускания свода по 5 раз с одним и двумя двигателями, сравнивая нагрузки при отдельной и совместной работе. Механизм поворота свода испытывают пятикратным поворотом тумбы на заданный угол, проверяя при этом прилегание роликов к рельсам, работу привода стопора, конечных выключателей и регулируют командоаппарат.

При испытании механизма зажима электродов проверяют действие пневмоприводов и пружинного зажима электродов, затем работу механизма в проектном положении с набором электродов из пяти секций на надежность зажима и отсутствие проскальзывания и зависания.

При обкатке механизма перемещения электродов, которую проводят без электрода, с облегченным и полным электродом, следят за плавностью перемещения механизма, регулируя при этом положение конечных выключателей и работу командоаппарата.