Глава 11

ИСПЫТАНИЯ И СДАЧА ОБОРУДОВАНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

1. ВИДЫ И СОСТАВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Виды испытаний. Смонтированное оборудование подвергается индивидуальным испытаниям. Различают следующие виды индивидуальных испытаний: на прочность и герметичность (сосуды, аппараты, трубопроводы и системы смазочные, гидравлики, пневматики и т. д.); вхолостую и под нагрузкой (машины, механизмы и аппараты с приводом).

При индивидуальных испытаниях выполняют также обеспечивающие их надежное проведение наладочные работы.

Возможность начала индивидуального испытания оборудования устанавливается совместно монтажной организацией, шефперсоналом завода-изготовителя и техническим надзором заказчика. Оборудование и трубопроводы, подведомственные органам государственного надзора, испытывают в соответствии с правилами, утверждаемыми этими органами.

Испытания на герметичность и прочность. Испытаниям на герметичность и прочность водой или воздухом под пробным давлением должны подвергаться все сосуды и аппараты, работающие под давлением, сборку которых производили на строительстве.

Поставленные на монтажную площадку полностью собранные и испытанные на заводе-изготовителе сосуды и аппараты испытаниям на герметичность и прочность не подвергаются, кроме случаев, когда в процессе их транспортировки и монтажа получены повреждения или истекли сроки гарантийного хранения, а также при выполнении на монтаже сварки, пайки и вальцовки элементов, работающих под давлением.

Испытание сосудов и аппаратов водой с установленными деталями крепления и прокладками, предусмотренными в технической документации, осуществляют при удовлетворительных результатах внутреннего осмотра.

1. Пробное давление для испытания сосудов водой

Сосуды	Рабочее давление p, МПа (кгс/см²)	Пробное давление
Все, кроме литых	Ниже 0,5 (5)	$1{,}5pK$, но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см²)
То же	0,5 (5) и выше	$1{,}25pK$, но не менее $(p + 0{,}3)$ МПа [$(p + 3)$ кгс/см²]
Литые	Независимо от давления	$1{,}25pK$, но не менее 0,3 МПа (3 кгс/см²)

Пробное давление при испытании сосудов и аппаратов водой, предназначенных для работы с различной температурой, приведено в табл. 1. Коэффициент K учитывает снижение прочности материала стенок при рабочих температурах.

Для сосудов и аппаратов, работающих под давлением при отрицательных температурах, пробное давление такое же, как и при 20 °С. Значение коэффициента K принимают для наименее прочного материала деталей оборудования.

При испытании водой сосудов и аппаратов температура воды должна быть 5—40 °С или соответствовать указаниям технической документации. Разрешается проводить испытания, только когда температура воды и окружающей среды не различаются более чем на 5 °С. При заполнении оборудования холодной водой и появлении на его наружной поверхности росы испытание разрешается проводить только после высыхания стенок аппарата.

Сосуды и аппараты испытывают до нанесения защитного покрытия или изоляции.

Перед испытанием следует удалить из сосуда воздух, затем необходимо плавно увеличивать и снижать давление, контролируя его значение по манометру. Технические характеристики насосов, применяемых при испытаниях, приведены в табл. 2.

Оборудование должно находиться под пробным давлением в течение определенного времени (табл. 3), после чего давление снижают до рабочего значения и осматривают оборудование, обращая основное внимание на вальцованные и сварные соединения.

2. Насосы для испытания сосудов и аппаратов водой

Тип насоса	Давление нагнетания, МПа	Подача, м³/ч	Габариты, мм			Масса, кг, не более
			Длина	Ширина или диаметр	Высота	
Установка МГН-720/100	10	0,063	800	635	800	193
Агрегат передвижной НП-600	63	0,25	1440	570	650	293
Агрегат НШ-40	1,6	1,08	640	320	295	51
Переносной с ручным приводом:						
НР-15	44,1	1,9	—	⌀ 465	570	28
НР-450	45	—	—	⌀ 460	635	40
СТД-1751	2,0	—	—	⌀ 320	450	25

При резком падении давления в процессе испытания или возникновения шума, ударов или стука внутри сосуда испытание прекращают для установления и устранения причин нарушений.

Оборудование признается выдержавшим испытание водой при отсутствии на нем признаков разрыва, течи, потения и видимых остаточных деформаций.

Аппараты, работающие при давлении окружающей среды, испытывают путем налива в них воды, выдержки в течение 4 ч и обстукивания сварных соединений молотком. При невозможности испытания оборудования водой (вследствие низкой температуры воздуха, недостаточной прочности опорных конструкций) герметичность сварных соединений проверяют керосином. На наружную сторону сварного стыка наносят меловой раствор или каолин,

3. Время выдержки сосудов под давлением при испытании водой

Сосуды	Толщина стенки, мм	Время, мин
Все, кроме литых	До 50	10
	50—100	20
	Св. 100	30
Литые и многослойные	Любая	60

4. Время испытания (в мин) сварных швов керосином

Толщина шва, мм	Положение сварного шва	
	нижнее	вертикальное или потолочное
До 4	20	30
От 4 до 10	25	35
Св. 10	30	40

после высыхания которого внутреннюю поверхность шва смачивают керосином не менее 2 раз с перерывом 10 мин. Если в соединении имеются поры, неплотности, то на меле через некоторое время образуются пятна. Время этого испытания приведено в табл 4.

Для проверки герметичности сварных соединений используют вакуумные агрегаты с электроприводом и насосами РВН-20 или НВР-3Д.

При испытании сосудов и аппаратов воздухом последний должен быть очищен от масла и осушен. Давление повышают до пробного поэтапно с выдержкой через определенные интервалы времени (табл. 5). Для этих испытаний используют следующие компрессоры:

	Давление нагнетания, МПа:
Передвижные:	
АКС-8	23
КС-9	0,6
Самоходный УКП-80	9
Бесколесный ВК-25Д	2,5
Переносной КВД	6

Осмотр сосудов и аппаратов, эксплуатируемых при рабочем давлении до 0,2 МПа, осуществляется при достижении 60% давления при испытании, а эксплуатируемых при давлении 0,2 МПа и выше — при достижении 30 и 60% давления при испытании соответственно. При осмотре аппаратов давление не повышают.

После выдержки аппарата под пробным давлением в течение 5 мин давление снижают до рабочего и проверяют герметичность сварных соединений нанесением на них мыль-

5. Режим испытаний воздухом

Давление, МПа	Время, мин	
	повышения давления	выдержки
До 0,1	15	10
От 0,1 до 2	30	10
» 2 » 5	40	15
» 5 » 10	50	15

ного раствора. Запрещается обстукивать оборудование, находящееся под давлением. При испытании воздухом измеряют падение давления в течение 24 ч. Падение давления

$$\Delta p = \frac{100}{t_и}\left(1 - \frac{p_к T_к}{p_н T_н}\right),$$

где Δp — падение давления за 1 ч (% к испытательному давлению); $T_н$, $T_к$ — температура в начале и конце испытания, °; $p_н$, $p_к$ — суммарное давление в начале и конце испытаний (манометрическое и барометрическое), МПа; $t_и$ — время испытаний, ч.

Оборудование для токсичных рабочих газов признается выдержавшим испытание воздухом на герметичность при падении давления за 1 ч не более 0,1 и 0,2% — при взрыво- и пожароопасных средах соответственно. После испытания воздухом давление в аппарате снижают постепенно с интервалами, указанными в табл. 6.

Для оборудования, работающего в вакууме под остаточным давлением, проводят испытание водой под пробным давлением 0,2 МПа или под давлением, указанным в рабочих чертежах на оборудование. Результаты испытания на герметичность и прочность оформляют в виде акта.

Испытания оборудования вхолостую. К началу испытаний оборудования вхолостую должны быть смонтированы системы смазочные, гидравлики, пневматики, охлаждения, управления и контроля, электрооборудования, защитного заземления, автоматизации, противопожарной защиты, а также коммуникации для подвода воды, газа, воздуха и т. д. У компрессоров, воздуходувок, турбин, насосов и т. п. заказчик проверяет чистоту фильтров и участков всасывающих трубопроводов от ближайшего аппарата. При необходимости трубопроводы продувают сжатым воздухом.

До обкатки оборудования вхолостую проверяют комплектность и готовность механической и электрической

6. Интервалы снижения давления после испытаний воздухом

Давление, МПа	Время снижения давления, мин
От 10 до 5	90
» 5 » 2	60
» 2 » 1	30
» 1 » 0,1	30
» 0,1 » 0	5

частей, точность установки и закрепления оборудования в проектном положении, наличие ограждений и других элементов, обеспечивающих безопасную работу, отсутствие дефектов и несогласованных отступлений от проекта.

При подготовке к испытаниям необходимо проверить смазку в узлах зацепления, муфтах и в подшипниковых опорах, легкость и правильность вращения узлов машин, затяжку резьбовых соединений, прочность и надежность закрепления оборудования, бесперебойное поступление масла во все смазываемые точки, герметичность сальниковых и других типов уплотнений.

Возможность осуществления обкатки и программу испытаний монтажная организация согласовывает с заказчиком, который назначает ответственного работника, имеющего право давать разрешение на опробование, подачу и снятие напряжения. Из числа механо- и электромонтажников, а также эксплуатационников выделяются работники, отвечающие за проведение испытаний.

В процессе обкатки проверяют взаимодействие движущихся частей: смазку зубчатых зацеплений, подшипников, поверхностей скольжения; герметичность соединений и уплотнений; работу подшипников; радиальное и торцовое биение муфт, валов, зубчатых колес, маховиков и т. д.; правильность зацеплений и их шумовую характеристику. При этом контролируют показания приборов; работу тормозов, контргрузов, натяжных цепей; действие удерживающих, блокирующих и захватывающих устройств, ограничителей движения узлов и деталей.

Порядок испытания и его продолжительность устанавливается техническими условиями завода-изготовителя, которые уточняют при разработке программы испытания оборудования. Обкатку машин начинают при малой частоте вращения валов. Предварительно для проверки направления вращения валов кратковременно включают привод. По мере грирабoтки зацеплений, подшипников и трущихся поверхностей скорость доводят до нормы. Для оборудования, смонтированного в соответствии с технической документацией, время испытания составляет 7—8 ч (кроме поршневых компрессоров).

При отсутствии специальных указаний в ТУ обкатку проводят 8 ч для оборудования, работающего непрерывно

или с незначительными перерывами, 4 ч для оборудования, работающего с большими или частыми перерывами (циклично), и 2 ч для оборудования, работающего периодически.

Испытание считается удовлетворительным, если по истечении периода обкатки оборудование не останавливали и проверяемые узлы работали без отклонений от нормы, при правильном взаимодействии движущихся частей и т. п.

При испытаниях вхолостую должна обеспечиваться работа оборудования без стуков, чрезмерного шума и вибраций. Давление масла в системах принудительной циркуляции должно быть стабильным и в пределах нормы, а при падении давления масла должна срабатывать блокировка электропитания оборудования. При этом не должно наблюдаться утечек масла из корпусов подшипников и соединений. Системы водяного или воздушного охлаждения должны работать бесперебойно и надежно. Допускается нагрев корпусов подшипников на 35—40 °С выше температуры окружающего воздуха, но не более 60—70 °С, кроме случаев, оговоренных в технических условиях завода-изготовителя. При отклонении от норм, установленных в ТУ или СНиП, оборудование останавливают для выявления и устранения дефектов. Те из них, которые допущены по вине монтажной организации, устраняются ею без дополнительной оплаты; дефекты оборудования ликвидирует завод-изготовитель.

Допускается проводить испытания оборудования при подаче напряжения по временной схеме от переносных пусковых станций типа ППС-30 (100), позволяющих проводить обкатку машин с электроприводом постоянного тока мощностью 30—100 кВт. Для испытания оборудования с электродвигателями как переменного, так и постоянного тока можно использовать контроллеры мостовых кранов.

Испытания оборудования под нагрузкой. Возможность начала испытания оборудования под нагрузкой определяется совместно монтажной организацией, заказчиком и шефперсоналом. Порядок проведения испытаний устанавливается приказом директора предприятия и генподрядчиком.

При обкатке под нагрузкой выполняют отдельные пуски оборудования, в процессе которых постепенно повышают рабочие параметры (производительность, давление, мощность и т. д.) с последующей остановкой для осмотра и устранения неполадок, а также непрерывное испытание на рабочих режимах. При этом контролируется работа тех же узлов систем, что при обкатке вхолостую, кроме того, определяют вибрацию оборудования или его отдельных узлов, например подшипников, которая должна соответствовать проектным значениям. После испытания под нагрузкой проверяют затяжку гаек фундаментных болтов.

По окончании испытания генеральный подрядчик и субподрядные организации представляют оборудование рабочей комиссии, которая подписывает акт приемки оборудования для комплексного опробования, являющийся одновременно и актом передачи оборудования от монтажников заказчику. С момента подписания такого акта ответственность за сохранность оборудования несет заказчик.

2. ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Зубчатые передачи (редукторы) и муфты. Обкатывают на холостом ходу при малой, средней и максимальной частоте 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, работающих со скоростью до 5 м/с — на всю длину зуба; в червячных и глобоидных передачах при нижнем расположении червяка — на высоту витка его нарезки, при верхнем расположении червяка — 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:

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.

В случае обнаружения течи масла, чрезмерного нагрева корпуса, недопустимых шумов, стуков, вибраций и т. д. испытание следует приостановить и выявить их причину. При необходимости проверить межцентровое расстояние, боковой и радиальный зазоры. Отклонения не должны превышать допустимых норм, приведенных в ГОСТ 1643—81, ГОСТ 1758—81, ГОСТ 3675—81, ГОСТ 16502—83.

В муфтах перед обкаткой проверяют затяжку болтовых соединений в месте разъема методом обстукивания. При биении и нагреве муфт во время испытания необходимо проверить их центрирование и отклонение от соосности валов.

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 испытанию и регулированию под нагрузкой. При этом проверяют 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.

Испытание компрессоров производят вначале 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 смазке.

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 при нормальной

смазке компрессор вновь включают на 5 мин. После его остановки 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., то вновь пускают 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, после чего 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 уделяют контролю 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. Кроме того, необходимо следить и вовремя выявлять и устранять причины появления стуков, шумов и вибраций во всех частях компрессора и трубопроводах. После доведения нагрузки на компрессор до максимальной и устранения всех неполадок его испытывают под полной нагрузкой с длительностью, предусмотренной инструкцией завода-изготовителя. В период испытания регистрируют основные параметры работы компрессора в специальном журнале.

Центробежные компрессоры вхолостую не испытывают. Перед испытанием под нагрузкой центробежного компрессора, предназначенного, например, для сжатия воздуха, осуществляют прокачивание через него масла 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 уделяют проверке систем: противопомпажной защиты; осевого сдвига ротора; автоматического регулирования подачи воздуха; блокировки и сигнализации. По окончании испытаний для остановки 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 остановки 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 превышать 85 дБ.

Кроме того, в процессе испытаний проверяют давление на входе 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 изложенными выше 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 осуществляют 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% ширины роликов во всех положениях аппарата. Обкатка оборудования под нагрузкой выполняется 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.

Мостовые краны. Смонтированные краны до пуска в работу должны подвергаться полному техническому

освидетельствованию, которое заключается в осмотре, статическом и динамическом испытании и проводится в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» Госгортехнадзора СССР.

Перед осмотром должны быть смонтированы и сданы подкрановые пути и все устройства, обеспечивающие безопасное обслуживание и работу крана.

При осмотре проверяют: состояние металлоконструкций крана, сварные и заклепочные соединения на отсутствие трещин, деформаций, утоньшение стенок вследствие коррозии и т. п.; состояние и регулировку механизмов, электрооборудования, приборов безопасности, тормозов, аппаратуры управления, освещения и сигнализации.

Обкатку вхолостую, при которой проверяют работу каждого механизма в отдельности, осуществляют только после окончания всех работ по сборке и опробованию механизмов вручную.

Механизмы подъема испытывают дважды: до запасовки каната и после навески этих механизмов. В процессе испытания проверяют срабатывание концевых выключателей и блокировку механизмов при их совместной работе, действие аварийного выключателя и дверного контакта.

Испытание механизмов тележки вхолостую заключается в трехкратных ее передвижениях, подъеме и опускании крюка каждого механизма подъема при минимальной и максимальной скоростях. Механизм передвижения испытывают при двухкратном перемещении крана в оба конца на участке длиной не менее его трех баз. Ходовые колеса крана и тележки должны перемещаться по рельсам без перекосов и заеданий. При этом техническая характеристика механизмов должна соответствовать проекту. Допускаются отклонения: высоты подъема +0,1 м, полного хода крана +0,2 м и скорости отдельных механизмов не более 10%.

Если механизмы работают исправно, приступают к их регулированию. Тормоза регулируют с таким расчетом, чтобы после их включения путь торможения соответствовал скорости передвижения:

Скорость передвижения, м/мин . . .	40	55	70	85	100
Путь торможения, м	0,4	0,7	1,2	1,75	2,5

После удовлетворительной обкатки механизмов в отдельности кран испытывают вхолостую в целом при совмещенной работе механизмов по одному циклу.

Для проверки прочности моста крана и механизмов осуществляют статическое испытание под нагрузкой, на 25% превышающей его грузоподъемность. Кран устанавливают над опорами подкрановых путей, а тележку — в положение, отвечающее наибольшему прогибу. Груз поднимают на высоту 200—300 мм с последующей выдержкой в таком положении в течение 10 мин. После снятия нагрузки проверяют отсутствие остаточной деформации моста крана.

Динамическое испытание, к которому приступают после получения удовлетворительных результатов испытаний статической нагрузкой, проводят отдельно для каждого механизма (по три цикла), а затем по одному циклу при совмещении движения. Испытательная нагрузка при этом должна превышать грузоподъемность на 10%.

Оборудование дробильно-обогатительных и обжиговых (агломерационных) фабрик испытывают вхолостую при непрерывной работе:

Оборудование	Продолжительность испытания, ч
Мельницы, агломерационные и обжиговые машины, барабанные смесители, охладители агломерата	8
Конусные и щековые дробилки	4
Роторные и отбойно-центробежные дробилки, грохоты, питатели	2
Остальное оборудование	4

Щековые и конусные дробилки. Перед пуском щековых дробилок устанавливают разгрузочную щель, проверяют натяжение пружины оттяжной штанги, приводных ремней и зазоры по внутреннему диаметру вкладышей головки шатуна. При испытании проверяют отсутствие стука в узлах дробления, распорных плитах и сухарях, нагрев сухарей в подвижной щеке, шатуне и заднем упоре. В конусных дробилках следят за натяжением ремней, проверяют размеры разгрузочного отверстия в сближенном положении профилей при различных положениях эксцентрикового стакана.

Агломерационные и обжиговые машины. На холостом ходу испытывают привод машины без спекательных тележек в течение 4 ч, постепенно увеличивая частоту вращения вала привода от минимальной до рабочей так, чтобы наибольшая нагрузка приходилась на последний час работы, а затем — агломерационную машину с полным набором спекательных тележек в течение 8 ч. Наибольшая скорость перемещения тележек должна при этом приходиться на последние 4 ч испытаний. Обкатку питателей и охладителей проводят в последнюю очередь.

Испытание машин вхолостую считается удовлетворительным, если зацепление зубьев звездочек привода и спекательных тележек осуществляется одновременно с двух сторон без перекосов и заеданий; спекательные тележки без перекосов сходят с горизонтального участка пути на дугообразные направляющие и ударяются о ранее сошедшие тележки одновременно всей поверхностью соприкосновения; скольжение пластин спекательных тележек по уплотнениям рукавов происходит плавно без ударов.

Мельницы. Перед испытанием при проворачивании барабанов проверяют: затяжку болтов крепления металлической футеровки; прилегание вкладышей к цапфам в подшипниках скольжения и торцовое биение вкладышей, которое не должно превышать 0,3 мм на каждые 100 мм радиуса вкладыша; радиальное и осевое биение зубчатого венца, которое в сумме не должно превышать 0,7 мм.

В период обкатки на холостом ходу наблюдают за подачей смазки, температурой подшипников, характером шума в зубчатой передаче и в редукторе. При испытании под нагрузкой проверяют герметичность всех соединений барабана, крышек и футеровки. Обнаруженную течь устраняют затяжкой болтов, установкой резиновых колец, шайб.

Дробильное, размольное, сортировочное, обогатительное и агломерационное оборудование испытывают под нагрузкой при комплексном опробовании всей технологической линии в течение 8 ч непрерывной работы.

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

Конвертор. Корпус конвертора через привод наклоняют на 45° в одну и другую стороны на минимальной скорости. Затем осуществляют поворот корпуса конвертора на 360° в ту или иную сторону (не менее 3 раз) на минимальной и максимальной скоростях с остановкой привода (корпуса) в промежуточных положениях через 10°.

При обкатке конвертора 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 °С. Продолжительность испытания 2 ч. Затем корпус конвертора сдают под футеровку, после которой проверяют самовозврат наклоненного конвертора в исходное положение (при отключенном и расторможенном приводе).

При испытании под нагрузкой корпус конвертора загружают грузом, масса которого должна соответствовать массе жидкого металла при проектной вместимости конвертора. Конвертор 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° привод останавливают для проверки работы тормозов на удержание конвертора 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 остановками в определенных положениях. После футеровки осуществляют три-четыре поворота в обе

стороны с остановками 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 футеровки и после.

При обкатке механизма наклона проверяют правильность зацепления шипов на секторах люльки с отверстиями в фундаментных балках (при неподлитой 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 раздельной 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 с полным электродом, следят за плавностью перемещения меха-

низма, регулируя при этом положение конечных выключателей и работу командоаппарата.

Оборудование прокатных цехов. Оборудование линий рабочих клетей. Предварительно в течение 3—4 ч вхолостую обкатывают отдельные механизмы, являющиеся составной частью линии: устройства для перевалки валков, нажимной механизм, уравновешивающее устройство, шестеренную клеть, редуктор и главный двигатель. К испытанию приступают по мере их готовности. При этом выполняют следующие операции: 1) прогоняют салазки или тележку устройства для перевалки в оба конца, а затем выполняют перевалку комплекта валков, сделав два полных двойных хода на каждом комплекте подушек; 2) с помощью гидроуправления нажимного устройства проводят пять включений и выключений, проверяя работу каждого винта в отдельности, и выполняют десять двойных ходов (подъем и опускание) верхнего валка на полный рабочий ход, не доводя бочки валков до соприкосновения; 3) после установки контргрузов на рычаги уравновешивающего устройства обращают внимание на отставание подушек с верхним валком от подпятника нажимных винтов; 4) регулируют работу командоаппарата и конечных выключателей нажимного устройства и других механизмов; 5) включив системы смазки и охлаждения валков, вращают их от главного двигателя в течение 7—8 ч сначала с минимальной частотой вращения, затем с максимальной; при вращающихся валках поднимают и опускают верхний валок.

В четырехвалковых клетях сначала испытывают только рабочие валки, а затем и опорные; перед этим валки ставят в «забой» [прижимают рабочий к опорному с усилием 1—3 МН (100—300 тс)]; предварительно опорные валки проворачивают краном на полный оборот. После этого выполняют ревизию подшипников опор валков.

Редукторы и шестеренные клети. Общие указания приведены в разделе «Испытание зубчатых зацеплений». В тех случаях, когда редукторы и шестеренные клети законсервированы смазками с ингибиторами типа К-17 и находятся под пломбой, рабочее масло заливают непосредственно в картер без их расконсервации. Перед пуском проверяют правильность сборки путем прокручивания валков вручную, с помощью лебедки или мостовым

краном при отсоединенном двигателе. Электродвигатель испытывают самостоятельно. Если при обкатке в течение 2 ч никаких дефектов не обнаружено, к нему подключают машины и механизмы.

Рычажно-планетарные летучие ножницы. Проверяют работу гидроцилиндра муфты сцепления и прокручивают на два-три оборота вручную барабаны. Убедившись в полной исправности механизмов, включают электродвигатель и испытывают ножницы в течение 30—40 мин. При нормальной работе подключают механизм пропуска реза и проверяют перекрытие ножей (в пределах 2—5 мм) и боковой зазор между ними (1,5—2,5 мм).

Манипуляторы и кантователи. С помощью мостового крана или вручную следует прокрутить манипулятор и кантователь, прогнав несколько раз в обе стороны тянущие штанги на полный рабочий ход. Убедившись в правильности сборки, осуществляют обкатку от электродвигателя. При испытании проверяют исходное положение крючьев кантователя, ход его штанги и положение крючьев в утопленном состоянии.

Роликовые конвейеры (*рольганги*). Вручную или краном ролики прокручивают на один оборот. Включают электродвигатель и прокручивают ролики в реверсивном режиме в течение 8 ч. Обращают внимание на работу подшипниковых узлов и зубчатых зацеплений.

Холодильник с подъемными дорожками. Испытания начинают с прокрутки механизмов подъема от гидропривода. При полном ходе гидроцилиндра верхняя поверхность тележек должна подняться выше уровня стеллажа: при этом клинья подъемных дорожек опираются на опорные ролики горизонтальными участками. Проверяют передвижение тележек при поднятых дорожках и работу механизмов переключения муфт трансмиссий перемещений тележек и подъема дорожек. Передают два-три пакета металла через весь холодильник.

Правильные машины. По отдельности в течение 2 ч испытывают электродвигатель, комбинированный редуктор со шпинделями. Проверяют работу нажимного механизма, опуская верхнюю траверсу с роликами до нулевого положения, т. е. когда верхний и нижний ролики будут иметь общую касательную, а также поднимая ее. Повто-

ряют движение вверх и вниз несколько раз. После этого машину обкатывают в течение 3 ч.

Механизмы с гидравлическим или пневматическим приводом. Работу механизма проверяют вручную или с помощью мостового крана. Производят пять двойных ходов от гидро- или пневмоцилиндра. Перемещения должны быть плавными, без рывков и заеданий. Устанавливают конечные выключатели и другие устройства, ограничивающие перемещение и обеспечивающие плавность остановки в крайних и промежуточных положениях.

3. КОМПЛЕКСНОЕ ОПРОБОВАНИЕ И СДАЧА ОБОРУДОВАНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

После индивидуальных испытаний оборудование должно пройти комплексное опробование.

Период комплексного опробования содержит время непосредственно комплексного опробования и время 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 заводов-изготовителей. В задачу представителей монтажных, специализированных организаций и эксплуатационного персонала входит 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.

Заказчик с работниками пусконаладочной организации разрабатывают программу и график проведения опробования и согласовывают их с генподрядчиком, монтажными организациями и при необходимости с шефперсоналом завода-изготовителя. Продолжительность комплексного опробования при отсутствии указаний в проекте устанавливается рабочей приемочной комиссией, но не должна превышать 72 ч беспрерывной работы на рабочем режиме.

Начало опробования указывается в приказе дирекции строящегося предприятия, в котором, кроме того, устанавливается порядок и сроки проведения комплексного опробования оборудования и пусконаладочных работ, а также назначаются лица, ответственные за их проведение. 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% 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.

Сдача смонтированного оборудования в эксплуатацию производится в соответствии с требованиями СНиП 111-3—81 «Прием в эксплуатацию законченных строительных объектов. Основные положения» и СНиП 3.05.05—84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы».

Приемку в эксплуатацию построенных объектов осуществляют рабочие комиссии, а особо важных и уникальных объектов производственного назначения — Государственная приемочная комиссия.