

1. ВИДЫ, ОБЪЕМ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ РЕМОНТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Капитальным ремонтом электродвигателя называется ремонт с полной разборкой включая выемку ротора. В типовой объем капитального ремонта кроме полной разборки и сборки входят: чистка, осмотр и проверка статора и ротора; устранение выявленных дефектов (например, перебандажировка схемной части обмотки статора, переклиновка ослабевших клиньев и т. д.); покраска, если требуется, лобовых частей обмотки и расточки статора, промывка и проверка подшипников; если необходимо, перезаливка подшипников скольжения или замена подшипников качения; чистка и гидравлическое испытание воздухоохладителей; проведение профилактических испытаний.

Кроме типового объема при капитальном ремонте могут выполняться реконструктивные или специальные работы по ремонту или замене отдельных узлов с целью устранения недостатков, выявленных во время эксплуатации электродвигателя.

В текущий ремонт производятся: чистка и продувка статора и ротора от пыли при снятой задней крышке, осмотр обмоток, стали и деталей в доступных местах; замер зазоров между статором и ротором; замер зазоров и замена смазки в подшипниках скольжения или осмотр и добавление смазки в подшипниках качения.

По «Правилам технической эксплуатации станции и сетей» (ПТЭ) [6] периодичность капитальных и текущих ремонтов электродвигателей устанавливается по местным условиям. При этом имеется в виду, что периодичность ремонтов должна быть обоснована для каждой группы двигателей не только, например, по температуре и загрязненности окружающего воздуха, но и с учетом других местных условий, таких как требования заводов-изготовителей, выявившаяся недостаточная надежность отдельных узлов данной группы электродвигателей. Установленная на месте периодичность ремонтов должна, безусловно, обеспечить надежную работу электродвигателей.

Капитальный ремонт электродвигателей, работающих нормально, без замечаний, по-видимому, целесообразно проводить в сроки проведения капитальных ремонтов основных агрегатов электростанций (котлов, турбин), на которых электродвигатели установлены, то есть 1 раз в 3—5 лет, но не реже. Это позволит выполнять ремонт без спешки, более качественно и при этом будет иметься достаточно времени для устранения выявленных при ремонте дефектов, например для ремонта обмотки в случае пробоя ее изоляции при испытании. Кроме того, на вышедшем из капитального ремонта и имеющем повышенную надежность основном агрегате будет обеспечена такая же надежная работа всех его электродвигателей.

В тех случаях, когда капитальный ремонт электродвигателей для обеспечения надежности должен выполняться чаще, чем капитальный ремонт основного агрегата, а резерв по производительности механизмов, на которых установлены электродвигатели отсутствует, ремонт электродвигателей должен планироваться на период простоя основных агрегатов в среднем и текущем ремонтах. При наличии резерва по производительности механизмов капитальный ремонт электродвигателей, установленных на этих механизмах, по ПТЭ допускается проводить в периоды между капитальными ремонтами основных агрегатов. Это позволяет при выводе в ремонт основных агрегатов сосредоточить всю рабочую силу на ремонте этих агрегатов. Но вывод в ремонт резервных механизмов при работе основного агрегата снижает его надежность. Поэтому, если это не вызывается производственными условиями, не совпадающий с капитальным ремонтом основного агрегата капитальный ремонт электродвигателей механизмов, имеющих резерв по производительности, желательно также совмещать со средним и текущим ремонтом основных агрегатов.

Для сокращения трудозатрат на работы по центровке и по подготовке рабочего места оперативным персоналом ремонт электродвигателей целесообразно совмещать по времени с плановым ремонтом механизма, на котором электродвигатель установлен.

Текущий ремонт электродвигателей обычно проводят 1—2 раза в год.

2. РАЗБОРКА И СБОРКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТЕ

До начала ремонта необходимо просмотреть документацию по электродвигателю и проверить: производилась ли

при предыдущем ремонте замена подшипников качения или перезаливка подшипников скольжения; установить, сколько часов отработали подшипники качения после замены; каковы были зазоры в подшипниках скольжения при последнем замере; не остались ли неустраненными какие-либо дефекты; не появились ли дефекты при работе электродвигателя. На основе этих данных решается вопрос об объеме ремонта электродвигателя.

Для проведения ремонта должен быть выделен бригадир, которому мастер сообщает объем ремонта электродвигателя. Бригадир подготавливает необходимый инструмент, материалы и запчасти, проверяет наличие запасных шарико- и роликоподшипников. Подбираются по массе двигателя и его деталей стропа и, при необходимости, переносные подъемные приспособления. Стропа и подъемные приспособления должны быть испытаны и иметь бирку, свидетельствующую об этом.

Чтобы не допустить потери болтов и мелких деталей, их следует складывать в ящик, который должен входить в набор инструмента и приспособлений.

При разборке электродвигателя необходимо нанесением меток керном зафиксировать положение полумуфт относительно друг друга и в каком отверстии полумуфты установлен каждый палец. Прокладки под лапами электродвигателя, подложенные при центровке его с приводимым механизмом, следует сгызать и разметить, чтобы после ремонта каждую группу прокладок можно было безошибочно положить на то же место, где она была. Это значительно облегчит и ускорит центровку электродвигателя после ремонта.

Следует разметить также крышки, фланцы и другие детали, чтобы при сборке все было установлено на свое место. Несоблюдение этого правила может привести к ошибкам, повторной разборке и в некоторых случаях к повторному ремонту. Например, если вентилятор, снятый с ротора, не установить в прежнее положение, может быть нарушена балансировка ротора и на электродвигателе после ремонта появится вибрация.

Кабель, питающий электродвигатель, следует опустить вниз или отвести в сторону. Если сделать это невозможно, то при снятии электродвигателя с фундамента кабель нужно оберегать от повреждения, не допуская перемещения электродвигателя в сторону кабеля. Во избежание разрыва изоляции и последующего электрического пробоя ее ни в коем случае не следует допускать крутых изгибов самого кабеля и его жил.

Наиболее часто повреждение изоляции от крутого изгиба происходит в месте выхода кабеля из кожуха концевой разделки. Для устранения излома необходимо снимать на время ремонта электродвигателя кожух концевой разделки с кабеля или принимать меры к предупреждению излома, например, путем привязывания кожуха и кабеля к укрепленной доске.

Для предохранения от попадания воды в концевую кабельную разделку последнюю вместе с жилами и наконечниками после отбалчивания кабеля от электродвигателя целесообразно укрывать лакотканью.

Установка и снятие электродвигателя с фундамента. Для разборки электродвигатель стропится на крюк подъемного устройства за рымы (рис. 1, а), приподнимается и

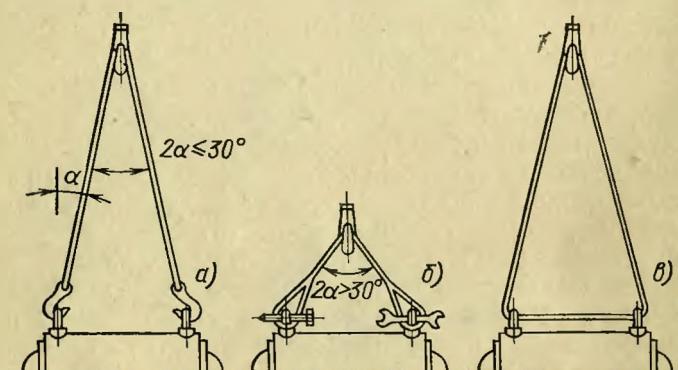


Рис. 1. Строповка электродвигателя для снятия с фундамента:

а — правильно; б, в — неправильно

перемещается на свободное место или разворачивается на фундаменте на такой угол, чтобы было удобно снимать полумуфту.

При подъеме электродвигателя за два рыма усилие, возникающее в стропах, зависит от угла между ветвями стропа. Чем больше угол между ветвями, тем больше усилие, приходящееся на стропа, и, следовательно, тем меньший груз им можно поднять. При угле между ветвями, равном 0° , усилие в каждой ветви стропа минимальное и равно половине нагрузки, создаваемой массой электродвигателя. При угле между ветвями 60° это усилие возрастает в 1,15 раза, при угле 90° — в 1,42 раза и при угле 120° — в 2 раза.

В табл. 1 приведены максимально допустимые нагрузки на стальные канаты в зависимости от диаметра каната, количества ветвей и угла между ветвями.

Таблица 1

Диаметр каната, мм	Максимально допустимая масса груза на стальные канаты, кг				Диаметр каната, мм	Максимально допустимая масса груза на стальные канаты, кг			
	Груз подвешен на одной вертикальной ветви	Груз подвешен на двух ветвях, при угле между ветвями, град				Груз подвешен на одной вертикальной ветви	Груз подвешен на двух ветвях, при угле между ветвями, град		
		0	60	90			0	60	90
7,6	442	884	769	622	15,5	1867	3734	3334	2551
8,5	552	1104	960	777	22,5	3817	7734	6725	5418
9,0	614	1228	1068	865	24,5	4617	9234	8030	6503
11,5	958	1916	1666	1349	27,0	5508	11 016	9579	7758
13,5	1373	2746	2388	1934	29,0	6458	12 916	11 231	9096

Таблица 1 составлена для канатов с расчетным пределом прочности проволок 1570 МПа (160 кгс/мм²). Коэффициент запаса прочности согласно [7] как для стропов с крюками, так и работающих на обвязку принят равным 6.

На бирке стропа указывается его номер, максимально допустимая масса груза, подвешенного на одной вертикальной ветви (грузоподъемность), и дата испытания.

Рассмотрим несколько примеров подбора строп по табл. 1.

Пример 1. Груз массой 4000 кг подвешен на двух ветвях, угол между ветвями 90°. Определить диаметр и грузоподъемность (массу груза, подвешенного на одной вертикальной ветви) стропа.

Решение. По табл. 1 для угла 90° находим, что нагрузка 5418 кг (ближайшая к 4000 кг) соответствует диаметру стропа 22,5 мм грузоподъемностью 3817 кг. Грузоподъемность и диаметр фактически применяемого стропа должны быть не менее этих величин.

Пример 2. Груз массой 2600 кг подвешен на двух ветвях, угол между ветвями 30°. Определить диаметр и грузоподъемность стропа.

Решение. При угле между ветвями 30° усилие в каждой ветви превышает усилие при угле 0° всего лишь на 3%. Поэтому практически при угле 30° и меньше нагрузку можно выбирать, как и для угла 0°. По табл. 1 для угла 0° находим, что нагрузка 2746 кг (ближайшая большая к 2600 кг) соответствует диаметру стропа 13,5 мм грузоподъемностью 1373 кг.

❗ Не допустимо производить подъем электродвигателя на слишком коротком стропе (рис. 1,б), так как это может привести к поломке рымов. Длина стропов при подъеме за рымы должна быть такой, чтобы угол между ветвями стро-

на был не более 30° . Для этого каждая ветвь стропа должна иметь длину не менее удвоенного расстояния между рымами или общая длина стропа должна быть не менее четырехкратного расстояния между ними.

Еще опасней и тем более недопустимо стропить электродвигатель за рымы, как показано на рис. 1,в. Даже при угле между ветвями, равном или меньшем 30° , рымы работают главным образом на излом и при подъеме электродвигателя могут оборваться.

Если из-за недостаточной высоты помещения расстояние между электродвигателем и крюком таково, что обеспечить угол в 30° и меньше между ветвями стропа не представляется возможным, то следует изготовить и применять специальное коромысло, например, в виде двух швеллеров, закрепляемых на рымах болтами и имеющих посередине короткое приспособление для подъема крюком.

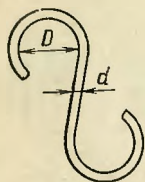


Рис. 2. Восьмерка

Закрепление петли стропа на рыме при помощи закладки случайных предметов (гаечных ключей, коротких кусков труб и т. д., рис. 1,б) недопустимо. Для этой цели на концах строп, применяемых для подъема электродвигателей, должны иметься крюки, испытанные двойным грузом. Могут быть применены также восьмерки (рис. 2). Однако их грузоподъемность (допустимая масса поднимаемого груза) сравнительно невелика (табл. 2).

Таблица 2

d , мм	D , мм	Допускаемая масса груза, кг
20	60	300
25	65	550
30	70	850
35	80	1200
40	90	1500

Таблица 3

Диаметр посадочной поверхности гала, мм	Длина посадочной поверхности, мм, для исполнения	
	1	2
80—90	170	130
100—125	210	165
130—150	250	200
160—180	300	240
190—220	350	280

При отсутствии крюков или восьмерок для крепления петель стропа на рымах в отверстия рымов и в петли стропа вставляется проверенная расчетом и испытанная в рабочем состоянии на двойную нагрузку труба, длина которой больше расстояния между рымами на 200—300 мм.

Наружный диаметр этой трубы должен быть близок к внутреннему диаметру отверстия рыма. На одном конце трубы должен иметься постоянный бортик, а на другом — стопорное кольцо для фиксации трубы во избежание выпадания ее из рымов.

Снятие и установка полумуфты. Полумуфта, слабо посаженная на вал электродвигателя, при работе его будет вибрировать. При этом посадочные поверхности на валу и в отверстии полумуфты будут разбиваться и слабина в посадке полумуфты увеличится настолько, что дальнейшая работа электродвигателя станет невозможной и его придется остановить аварийно.

Чрезмерно плотная посадка полумуфты значительно повысит усилия, необходимые для снятия ее, и сильно затруднит эту операцию.

Вид посадки и допустимые отклонения диаметров вала и отверстия в полумуфте указываются в чертежах заводоизготовителей. Если чертежи отсутствуют, то допустимые отклонения в соответствии с ГОСТ 8592-79 можно определить по ГОСТ 12080-66.

Согласно ГОСТ 12080-66 для концов валов диаметром 14—220 мм при исполнении 1 (по длине) отклонение от их номинального диаметра должно соответствовать напряженной посадке (Н), а при исполнении 2 — тугой посадке (Т). Допуски на отклонения диаметров вала и отверстия в полумуфте принимаются по системе отверстий 2-го класса точности.

Таблица 4

Номинальный диаметр вала, мм	Отклонение отверстия от номинального диаметра, мкм*		Тугая посадка				Напряженная посадка			
			Предельное отклонение вала, мкм		Разница в диаметрах вала и отверстия, мкм		Предельное отклонение вала, мкм		Разница в диаметрах вала и отверстия, мкм	
	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	Максимальный натяг	Максимальный зазор	верхнее	нижнее	Максимальный натяг	Максимальный зазор
18—30	+23	0	+23	+8	23	15	+17	+2	17	21
30—50	+27	0	+27	+9	27	18	+20	+3	20	24
50—80	+30	0	+30	+10	30	20	+23	+3	23	27
80—120	+35	0	+35	+12	35	23	+26	+3	26	32
120—180	+40	0	+40	+13	40	27	+30	+4	30	36
Свыше 180	+45	0	+45	+15	45	30	+35	+4	35	41

* 1 мкм=0,001 мм.

В табл. 3 указаны длины посадочной поверхности вала в зависимости от диаметра вала и исполнения, а в табл. 4—допуски и натяги в посадке полумуфты в зависимости от диаметра вала и вида посадки.

Из-за посадки полумуфты с натягом и особенно в тех случаях, когда он выше нормы, усилия, необходимые для снятия полумуфты с вала крупного электродвигателя, достигают 10 тс и более. Поэтому снятие полумуфты, несмотря на кажущуюся простоту, является операцией, для выполнения которой необходим достаточно мощный съемник, а от исполнителя требуются большой опыт и умение.

До настоящего времени для снятия полумуфт на ряде предприятий применяется съемник, изображенный на

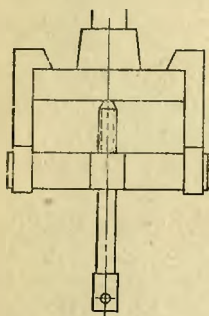


Рис. 3. Съемник для снятия шкивов

рис. 3. Конструкция этого съемника, созданная для снятия шкивов еще во времена распространения ременных передач, имеет ряд недостатков. Съемник сравнительно тяжел. Например, масса съемника, применяемого для электродвигателей мощностью 200 кВт и выше, доходит до 32 кг. Для установки его на полумуфту требуются три человека. Лапы съемника приходится удерживать от падения до тех пор, пока съемник не будет натянут. Из-за неустойчивого крепления к полумуфте съемник при приложении к нему больших усилий, необходимых, чтобы сдвинуть полу-

муфту с места, часто начинает отклоняться от оси полумуфты. Это вынуждает ослабить натяжение съемника, выправить положение винта, изменить положение лап на полумуфте и затем начинать операцию сначала. В конце снятия полумуфты приходится поддерживать не только полумуфту, но и съемник.

На рис. 4 показан съемник, в котором указанные недостатки отсутствуют. Траверса 2 съемника крепится к полумуфте 1 не при помощи лап, а при помощи двух шпилек 4, пропускаемых через отверстия в полумуфте, предназначенные для пальцев. Для одной и той же полумуфты за счет меньшей длины траверсы со шпильками сечение такой траверсы может быть изготовлено меньших размеров, чем сечение траверсы с лапами.

Траверса получается более легкой. За счет уменьшения массы траверсы и меньшей массы шпилек по сравнению с массой лап общая масса съемника составляет всего 18 кг.

Благодаря жесткому креплению траверсы к полумуфте возможность отклонения винта 3 съёмника от оси полумуфты исключена. Поэтому времени на съём полумуфты затрачивается меньше. Съём полумуфты производится двумя рабочими вместо трех.

К траверсе приварены цапфы 5, на которые надеваются удлинитель 6. При помощи воздействия на эти удлинители

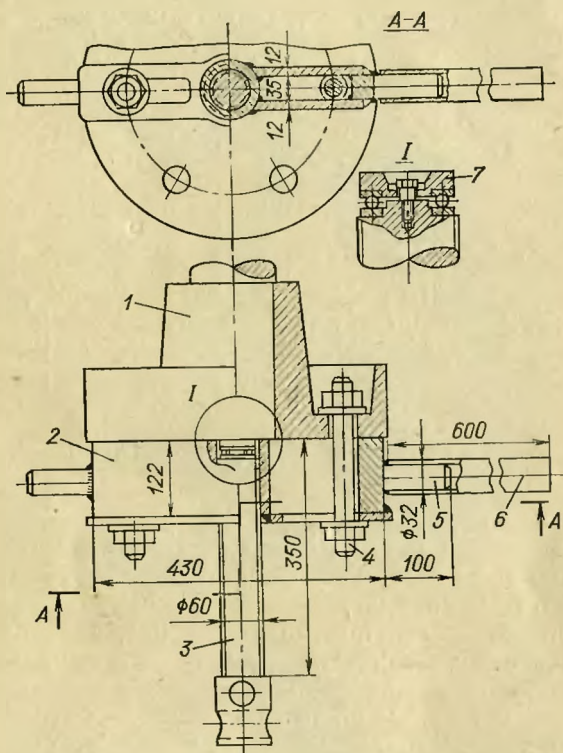


Рис. 4. Съёмник для снятия полумуфт

тели траверсы вместе с полумуфтой и ротором удерживается от проворачивания при вращении винта съёмника.

В применяемых съёмниках (рис. 3) винт обычно упирается в центровое углубление на торце вала ротора непосредственно коническим концом или через запрессованный в этот конец стальной шарик. В обоих случаях при съёме полумуфт нарушается правильность центрального углубления. В дальнейшем при необходимости установить ротор

в центре токарного станка, например для проверки отсутствия погнутости вала или для проточки шеек вала, приходится выполнять очень трудоемкую работу по восстановлению центрального углубления.

В изображенном на рис. 4 съемнике на конце винта, опирающемся в торец вала ротора, имеется опорная пятя 7 с упорным шариковым подшипником. Такая конструкция уменьшает усилие, необходимое для вращения винта, и, кроме того, обеспечивает сохранность центрального углубле-

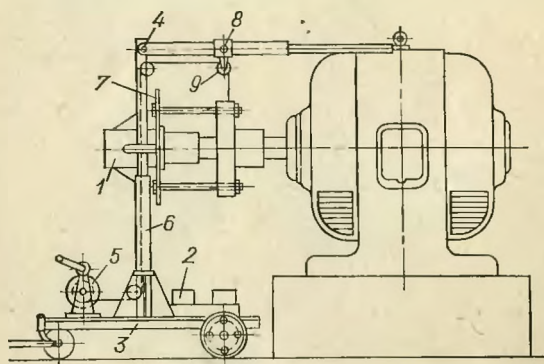


Рис. 5. Гидросъемник для снятия полумуфт

ния на торце вала ротора. Как показывает опыт, съемник с опорной пяткой можно использовать даже и без опорного шарикового подшипника.

Размеры отверстий под пальцы в разных полумуфтах могут значительно отличаться друг от друга, поэтому для каждого съемника должен иметься набор из двух-трех комплектов шпилек и шайб разных диаметров, чтобы съемник можно было применить для любой полумуфты. Целесообразно составить карту, по которой можно было бы заранее определить, какой тип шпилек нужно применить для любой полумуфты. Такая карта избавит от необходимости носить со съемником полный набор всех шпилек и шайб.

В случае съема полумуфт, не имеющих отверстий для пальцев, например шестеренчатых, вместо траверсы на винт наворачивается фланец. Этот фланец прикрепляется болтами к наружному цилиндру (кожуху), имеющемуся на каждой шестеренчатой полумуфте, после чего вращением винта создается стягивающее усилие на наружный цилиндр, ко-

торое через торцовую часть цилиндра передается на шестеренчатую полумуфту.

На некоторых шестеренчатых полумуфтах в торцовой части имеются отверстия для шпилек. В этом случае снятие полумуфты можно выполнить съемником со шпильками.

На рис. 5 показан гидравлический съемник, смонтированный на трехколесной тележке. Стягивающее усилие создается в нем при помощи гидропресса 1. Насос 2 гидропресса работает от электродвигателя.

Гидравлический съемник устанавливают так, чтобы ось вала двигателя и поршня гидропресса совпали в вертикальной плоскости. П-образную телескопическую конструкцию 6 устанавливают и фиксируют в таком положении, чтобы шарниры 4 находились на высоте верха электродвигателя. Затем горизонтальная часть П-образной конструкции, находившаяся в опущенном состоянии, вместе с передвижным роликом 9 поднимается, удлиняется выдвижением поперечины 8, опускается на корпус электродвигателя и закрепляется на нем при помощи рыма.

Лебедкой 5 поднимают гидропресс до совпадения его оси с осью вала электродвигателя и закрепляют в таком положении стопорными болтами. При помощи шпилек с гайками соединяют упорный диск 7 гидропресса с полумуфтой. Затем включают в работу электродвигатель насоса гидропресса. Под воздействием давления, создаваемого насосом, поршень гидропресса будет стремиться выдвинуться из цилиндра. Но, поскольку он упирается в вал электродвигателя, с которого снимается полумуфта, перемещаться могут только корпус с цилиндром гидропресса и прикрепленная к нему полумуфта. Когда поршень превысит усилие, необходимое для сдвига полумуфты, последняя начнет сниматься с вала.

Одновременно будет перемещаться тележка съемника 3. Горизонтальная часть конструкции будет удлиняться за счет выдвижения поперечины 8.

Когда полумуфта окажется на конце вала, ее прикрепляют к тросу лебедки 5, перекинутому через передвижной ролик 9. После полного снятия полумуфты с вала она отсоединяется от гидропресса и при помощи лебедки опускается на тележку. Затем с помощью той же лебедки гидропресс опускается в нижнее положение.

Для контроля за давлением в гидропрессе и фактически за усилием, стягивающим полумуфту, на гидропрессе целесообразно подключить манометр со шкалой на 150—300 кгс/см².

Колеса тележки гидросъемника следует выполнить на резиновом ходу и на шариковых подшипниках. Диаметр колес желательно иметь не менее 300–400 мм. Перевозить гидросъемник на таких колесах будет легко и удобно.

Вместо диска 7 можно приварить траверсу, подобную той, которая применяется в ручном съемнике со шпильками. Это уменьшит вес гидросъемника.

Если ручным или гидравлическим съемником снять полумуфту при максимально возможном усилии или давлении не удастся, то следует полумуфту подогреть. Подогрев должен производиться горелкой не ниже № 5 интенсивно, быстро, с тем чтобы не успел прогреться вал двигателя. Вал целесообразно обернуть влажным асбестом. Прогрев полумуфты во избежание появления местных перенапряжений следует начинать с наружной цилиндрической части. Затем прогревается дисковая часть и, наконец, ступица. Не следует допускать, чтобы пламя горелки попадало на вал электродвигателя.

Если, несмотря на подогрев, снять полумуфту не удастся, то следует дальнейший прогрев прекратить и дать полумуфте и валу ротора остыть до температуры, близкой к температуре окружающего воздуха, затем следует приступить к повторной попытке снятия полумуфты с применением более интенсивного прогрева ее, например, одновременно двумя горелками, и охлаждения вала прикладыванием ветоши, смоченной в воде.

Остывание полумуфты и особенно вала, успевшего передать тепло ротору, продолжается 4–5 ч и более. Во избежание большой задержки в ремонте электродвигателя из-за неудачной попытки снятия полумуфты целесообразно более тщательно подготовиться к первому прогреву, чтобы исключить необходимость повторять его.

Установка полумуфты на вал крупных электродвигателей, как правило, должна производиться с подогревом. Нагрев полумуфты на 100 °С дает увеличение диаметра на 0,1%. Например, отверстие диаметром 100 мм увеличится на 0,1 мм, поэтому в большинстве случаев полумуфту достаточно нагреть до 250 °С. Для контроля за температурой к нагреваемой полумуфте периодически прикладывается палочка из олова, которая при температуре 250 °С начинает плавиться. На практике полумуфту иногда нагревают до 350–400 °С. В этом случае нагрев контролируется приложением к полумуфте спички. Нагрев прекращается, как только спичка начинает загораться.

Подогретая полумуфта с момента прикосновения ее

к валу должна быть установлена быстро на место, так как задержка приведет к прогреву вала и закусыванию полумуфты в промежуточном положении. Обычно прогретая полумуфта легко устанавливается на место ручным нажатием. Однако наготове должна находиться свинцовая кувалда, чтобы при необходимости можно было довести операцию до конца с ее помощью

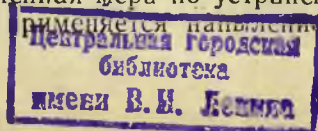
Полумуфты мелких и средних электродвигателей обычно устанавливают без подогрева с применением свинцовой кувалды. Чтобы при набивке полумуфты не повредить подшипник со стороны задней крышки, торец вала ротора следует опереть на трубу, лом или рукоятку кувалды, упирающиеся в свою очередь в неподвижную конструкцию.

Если полумуфта снималась с трудом, то для обеспечения следующего, особенно аварийного, ремонта следует на токарном станке увеличить отверстия в полумуфте при помощи проточки и шлифовки до получения диаметра, обеспечивающего только нормированную посадку, но не более тугую. Недопустимо для облегчения установки и снятия полумуфты обрабатывать поверхность вала электродвигателя.

Если отверстие в полумуфте велико, то его следует расточить до такого диаметра, чтобы можно было запрессовать промежуточную втулку с толщиной стенки, превышающей глубину шпоночной канавки на 3—5 мм. Допуски на обработку наружной поверхности втулки должны обеспечить глухую посадку. Для облегчения запрессовки втулки полумуфту следует прогреть до 350—400 °С. После запрессовки втулки производится обработка посадочного отверстия полумуфты по допускам, обеспечивающим ее напряженную или тугую посадку на вал (см. табл. 4), и выполняется шпоночная канавка.

Устранять зазор между полумуфтой и валом путем подкладывания фольги нежелательно, так как из-за возможности перемещения фольги вдоль вала и смятия ее «гармошкой» в месте упора в заплечики установка полумуфты сильно осложняется и иногда затягивается на несколько часов, что особенно недопустимо при ремонте в аварийных условиях. Поэтому на установку фольги можно пойти только как на временную меру, если срок ремонта крайне ограничен. При очередном ремонте следует устранить дефект установкой в полумуфту промежуточной втулки.

Как временная мера по устранению слабину в посадке полумуфты применяется напыление вала медью электро-



Машинами, выпускаемыми предприятиями «Главэнерго-ремонта».

Не следует прибегать к устранению слабины в посадке полумуфты путем накернивания посадочной поверхности на валу, так как при недостаточно частом накернивании после непродолжительной работы двигателя может появиться прежняя слабина в посадке полумуфты, которая приведет к внеплановой остановке и повторному ремонту

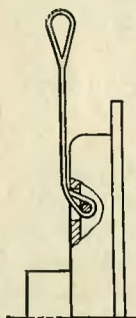


Рис. 6. Строповка торцевой крышки с использованием лючка для замера зазоров

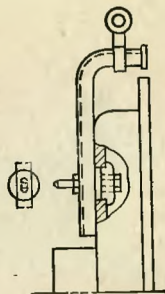


Рис. 7. Скоба для снятия торцевой крышки

двигателя. При чрезмерно частом и глубоком накернивании могут возникнуть затруднения со снятием полумуфты при последующих ремонтах.

Снятие и установка торцевых крышек. Перед снятием торцевых крышек у двигателей с подшипниками скольжения следует измерить зазоры между валом и вкладышами для решения вопроса о перезаливке вкладышей.

Торцовая крышка, если в ней есть лючки для замера зазора между ротором и статором, стропится путем пропускания петли стропа в верхний лючок. Затем в петлю через лючок просовывается короткий отрезок трубы или гаечный ключ, который, упираясь концами в крышку, служит перекладиной для крепления петли стропа в крышке (рис. 6). Для предупреждения падения отрезка трубы или ключа строп должен все время находиться в натянутом положении.

Более удобно снимать торцовую крышку при помощи скобы (рис. 7), закрепляемой на крышке с использованием лючка или отверстий, предназначенных для крепления крышки к статору. Путем перемещения серги находят

такое ее положение, при котором крышка при подъеме остается в вертикальном положении.

Крышки, не имеющие лючков или рымов, при отсутствии скобы стропят «мертвой петлей» (рис. 8).

После отвертывания болтов, крепящих крышку, и удаления контрольных шпилек, если они есть, отжатие крышки от корпуса статора производится ввертыванием болтов в отжимные отверстия. Обычно резьба в этих отверстиях закрашена, что сильно затрудняет пользование отжимными болтами. При снятой крышке следует прорезать резьбу метчиком. Чтобы резьба не была закрашена вновь, отжимные болты в отверстиях следует оставить.

Крышки, не имеющие отжимных отверстий, снимают с центрирующей заточки путем забивания в разъем между крышкой и корпусом статора зубила.

При наличии подшипников качения до снятия крышки следует отвернуть гайки, крепящие внутренний фланец подшипника со шпилек. В противном случае при отжатии крышки произойдет поломка этого фланца. Отжимать и снимать крышку следует, не допуская перекоса. При наличии в крышке шарикового подшипника или капсулы с ним перекося вызывает закусывание подшипника или капсулы в посадочном отверстии крышки. Попытка продолжить снятие крышки с применением еще большего усилия может привести к повреждению подшипника или крышки. Поэтому после отжатия крышки отжимными болтами дальнейшее снятие ее целесообразно производить при помощи двух коротких ломиков-лопаток, закладываемых между корпусом статора и крышкой в диаметрально противоположных точках.

В двигателях с подшипниками скольжения ротор перед снятием и установкой торцовых крышек следует установить шпоночной канавкой вниз. Если канавка будет находиться наверху, то при снятии и установке крышки с рабочей стороны может быть повреждена поверхность вкладыша.

Крышка, застропленная за лючок, при снятии с подшипника может резко наклониться и повредить лобовую

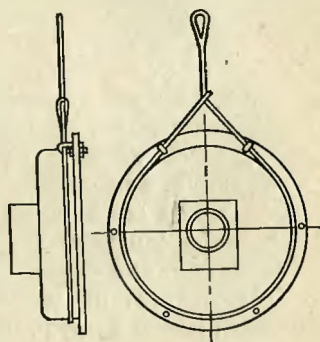


Рис. 8. Строповка торцовой крышки «мертвой петлей»

часть обмотки статора. Поэтому ее следует удерживать от наклона за верхнюю часть.

Снятую крышку, если она остается в вертикальном положении, во избежание падения размещают в таком месте, где по возможности исключалось бы случайное задевание за нее. Для устойчивости под крышку подкладывают доски или верхнюю ее часть привязывают к неподвижной конструкции.

При установке торцевой крышки на место ее надвигают на вал ротора до соприкосновения с торцевой поверхностью корпуса статора, затем центрируют относительно выточки в статоре при помощи контрольных шпилек и окончательно закрепляют при помощи болтов. Подтяжка болтов производится в таком порядке, чтобы крышка входила в выточку корпуса статора равномерно, без перекоса. Затянув, например, на 1—2 оборота нижний болт, затем на такое же число оборотов затягивают диаметрально противоположный болт. Потом подтягивают соседний болт снизу и соседний болт сверху и т. д.

При отсутствии контрольных шпилек крышку приподнимают вместе с ротором настолько, чтобы нижняя кромка центрирующего выступа крышки была выше выточки в корпусе статора на 0,5—1 мм, и ввертывают от руки нижний и верхний болты. Затем нижним болтом прижимают крышку до захода ее выступа на 0,5—1 мм в выточку корпуса статора, ослабляют натяжение стропа и поджимают верхний болт. Проверив, что выступ крышки зашел в выточку корпуса по всей окружности, ввертывают и подтягивают остальные болты.

Если в крышке имеется подшипник скольжения, то смазочное кольцо подшипника перед установкой крышки должно быть вынуто из прорези вкладыша и в таком положении подвязано или удержано другим способом до полного захода вкладыша на рабочую шейку вала. Кольцо приподнимается для того, чтобы не допустить погнутия или появления вмятин на его поверхности при ударе его о выступы на валу ротора. В некоторых случаях вместо привязывания кольца крышку устанавливают так, чтобы прорезь во вкладыше находилась внизу.

На подшипники качения крышка обычно устанавливается без больших усилий. Иногда приходится применять легкие удары свинцовой кувалдой. Перекосы в посадке следует выправлять, не доводя дело до закусывания подшипника в посадочном отверстии крышки.

После установки торцевых крышек проверяется легкость вращения ротора, замеряются зазоры в подшипни-

ках и, если требуется, зазоры между железом ротора и статора.

Если ротор не вращается или вращается чрезмерно туго, необходимо установить и устранить причину заедания. Чаще всего она состоит в перекосе торцовых крышек или подшипников. В некоторых случаях заедание вызывается слишком малым зазором между вкладышем и шейкой вала в сочетании с небольшим перекосом вкладыша. Одной из возможных причин может быть отсутствие осевого разбега ротора и зажатие его в аксиальном направлении между вкладышами или шариковыми подшипниками.

Для определения причины заедания ослабляют крепление крышек к корпусу статора и по мере ослабления проверяют, не начнет ли ротор легко вращаться. В некоторых случаях целесообразно несколько отжать торцовые крышки отжимными болтами. При подшипниках качения ротор иногда начинает легко вращаться при ослаблении крепления фланцев, закрывающих подшипники. В зависимости от причины заедания принимают конкретные меры по ее устранению.

Нормы на зазоры в подшипниках и на осевой разбег ротора приведены в § 5.

Неравномерный зазор между статором и ротором вызывает одностороннее притяжение ротора к статору, дополнительно нагружающее вал и подшипники, неодинаковую загрузку параллельных ветвей и фаз обмотки статора, уменьшение пускового вращающего момента, повышение шума и вибрации, изменение других характеристик электродвигателя и, наконец, при большой неравномерности — задевание ротора за статор и выход двигателя из строя. Поэтому максимально допустимое отклонение от среднего зазора не должно превышать $\pm 10\%$.

Насколько важно соблюдать равномерность зазоров между ротором и статором, можно судить по следующему случаю из практики. При включении электродвигателя типа ДАЗО-1810-10/12600/250 кВт, установленного на дымососе, он не развернулся и отключился от защиты. Путем проворачивания ротора дымососа вместе с ротором электродвигателя через люк в улитке дымососа было установлено, что оба ротора вращаются нормально, заеданий не имеют. Обе обмотки статора при замере изоляций и целости фаз дефектов не имели. Было высказано предположение, что двигатель не разворачивается из-за неравномерного зазора. И действительно, когда были сняты крышки и замерены боковые зазоры между ротором и статором, то они оказались с одной стороны 0,95 мм, а с другой 2,55 мм.

После выравнивания зазоров путем смещения статора электродвигатель вновь стал разворачиваться нормально. Следует отметить, что статор указанного электродвигателя был установлен на контрольных шпильках. Зазоры при монтаже были равномерны. Нарушение равномерности произошло после эксплуатации электродвигателя в течение всего лишь 6 мес, по-видимому, из-за недостаточно прочного крепления активной стали в корпусе двигателя или из-за недостаточной жесткости корпуса.

В двигателях с подшипниками скольжения, расположенными в торцовых крышках, неравномерность зазора между ротором и статором может увеличиться и превысить допустимое значение при выработке вкладыша сверх нормы. При выработке вкладыша в пределах нормы неравномерность зазора между ротором и статором хотя и увеличится, но, как правило, не превысит 10%.

Неравномерность зазора между ротором и статором может превзойти норму также за счет расточки вкладыша с эксцентриситетом.

В двигателях с выносными подшипниками равномерность зазора может быть нарушена за счет смещения статора и за счет смещения одного или обоих ступей подшипников при отсутствии или неудовлетворительном состоянии контрольных шпилек или при изменении количества и толщины прокладок.

Поэтому для электродвигателей с подшипниками скольжения и с выносными подшипниками замер величины и симметрии зазора между ротором и статором следует производить при каждом капитальном ремонте электродвигателя. Производить центровку электродвигателя с приводимым механизмом путем смещения ступей выносных подшипников электродвигателя или изменения числа прокладок под ними после выравнивания зазоров в междужелезном пространстве и закрытиях торцовых крышек недопустимо.

В электродвигателях с подшипниками качения, расположенными в торцовых крышках, зазор между ротором и статором в процессе эксплуатации и при ремонте с заменой подшипников существенно измениться не может, за исключением редких случаев, когда крышка входит в расточку статора с явной слабостью. Поэтому необходимости в замере равномерности зазора при ремонте таких двигателей нет, достаточно замерить зазоры перед вводом электродвигателя в работу после монтажа. Следует отметить, что на ряде электродвигателей, имеющих подшипники качения, в торцевых крышках отсутствуют лючки — отверстия для

замера зазоров между ротором и статором. При изготовлении таких электродвигателей на заводе обработка крышек и корпуса выполняется по такой технологии, чтобы была обеспечена симметрия воздушного зазора.

Замер зазора между ротором и статором производится щупом, состоящим из набора пластин из стали марки 65Г длиной 350 мм или 750 мм, скрепленных с одного конца вшитом. В щупе целесообразно иметь пластины толщиной 0,3; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5 мм. Замер тонкими и сравнительно длинными пластинами из-за их недостаточной жесткости представляет некоторую трудность. Особенно неудобно измерять одновременно двумя и большим числом пластин из-за расхождения их концов.

Более удобно пластины делать короткими, длиной 100—150 мм, и закреплять их на стальном стержне диаметром 4—5 мм, длиной 500—700 мм при помощи винта. Для этой цели можно использовать пластины стандартных коротких щупов.

При зазорах между ротором и статором 4—6 мм и более щуп можно выполнить в виде стержня длиной 500—750 мм с набором съемных накопечников разного диаметра, длиной 20—30 мм. При измерении наконечник, закрепленный на стержне при помощи резьбы, вводится в зазор. Если обнаруживается слабина, берется наконечник большего диаметра. Операция повторяется до тех пор, пока диаметр наконечника не окажется равным зазору.

Диаметры наконечников должны отличаться друг от друга на 0,2—0,3 мм. Меньшее значение относится к наконечникам диаметром 4—5 мм, а большее — к наконечникам диаметром 6 мм и более.

Замер зазора производится с каждой стороны электродвигателя в трех или, если возможно, четырех точках окружности ротора. Чтобы не допустить ошибки из-за наличия боя бочки ротора, целесообразно зазоры измерить при четырех положениях ротора, поворачивая его каждый раз на 90°. Изменение зазора в одной и той же точке окружности при поворачивании ротора указывает на наличие боя ротора. Разница между меньшим и большим зазором равна значению боя точки ротора. При бое, превышающем 10% зазора, следует вынуть ротор и принять меры к устранению дефекта.

Необходимо следить за тем, чтобы щуп при замере находился между зубцовой, а не пазовой частью окружности статора или ротора и чтобы в месте замера не было отдельно выступающих листов стали. Междужелезное прост-

ранство при замере зазоров должно просвечиваться электролампой с противоположной от замеряемой стороны электродвигателя.

Выемка и ввод ротора в статор. Выемка ротора вызывается тем, что без нее невозможно проверить состояние активной стали, обмоток статора и ротора, клиньев в пазах, вентиляторов. Трудно также выполнить полноценную чистку лобовых частей обмотки статора и вентиляционных каналов в статоре и роторе, невозможно покрасить обмотки статора.

Выемка и ввод ротора в статор относятся к числу наиболее ответственных операций по разборке и сборке крупных электродвигателей. Масса ротора, составляющая 25—30% всей массы электродвигателя, достигает 500 кг и выше. Например, в электродвигателе АТМ-2000 мощностью 2000 кВт масса ротора составляет 3000 кг. Подъем и перемещение любых грузов с такой массой требуют от исполнителя такелажных навыков, внимательности и осторожности. Но ответственность операций выемки и ввода ротора определяется не только большой массой его. Как ни малы зазоры между ротором и статором, недопустимо, чтобы при выемке и вводе ротора произошло задевание ротора за статор. Такое задевание из-за большой массы ротора приведет к нарушению плотности прессовки крайних пакетов или изоляции между листами активной стали статора и ротора.

К еще более опасным последствиям приведет задевание ротора за обмотку статора. Даже легкое задевание или давление ротора на обмотку неизбежно вызовет повреждение ее изоляции.

Чтобы не допустить повреждения электродвигателя при выемке и вводе ротора, он должен быть застроплен на крюк подъемного устройства таким образом, чтобы исключалось случайное проскальзывание стропа вдоль шейки вала ротора. Проскальзывание стропа приведет к резкому наклону и раскачиванию ротора. Поэтому на валу ротора строп должен располагаться не на ровной части, а в местах ступенчатого изменения диаметра вала. На трубе, при помощи которой удлиняется вал, для предупреждения проскальзывания стропа должно быть приварено ограничивающее кольцо.

При всех способах выемки и ввода ротора пужно добиваться того, чтобы оба конца ротора при подтягивании стропа или других приспособлений приподнимались одновременно. Иногда этим правилом пренебрегают и выравнивают положение ротора воздействием на один из концов

ротора руками или телом человека. Это недопустимо, так как обеспечить устойчивое положение ротора в этом случае крайне трудно. Сил человека в определенный момент может не хватить, и ротор заденет за сталь или обмотку статора. Именно по этой причине чаще всего и происходят повреждения электродвигателей при их разборке и сборке. К тому же следует помнить, что выравнивание грузов руками или телом человека запрещено правилами безопасности, так как оно может привести к несчастному случаю.

Статор перед выемкой ротора следует установить без наклона в продольной оси, иначе при выемке ротор заденет за него.

Стропы или другие приспособления, применяемые при выемке и вводе ротора, не должны располагаться на рабочей части шеек вала, давить на вентилятор, контактные кольца и даже касаться обмоток. В случае необходимости расположения стропа на рабочей части шеек вала шейки во избежание повреждения их поверхности стропом должны быть обернуты электрокартоном в один-два слоя. Если лобовые части обмотки статора выступают из корпуса статора, то для предохранения от нажатия на них стропом под строп подкладывается деревянный брусок или доска, опирающиеся на корпус статора.

Воздушный зазор при выемке и вводе ротора должен просвечиваться переносной электролампой.

Для предотвращения повреждения лобовых частей обмотки статора от случайного легкого задевания за них ротором поверхность лобовых частей закрывается картоном.

При выносных подшипниках целесообразно при выемке и вводе ротора закладывать картон и в нижнюю половину воздушного зазора, чтобы ротор не ложился непосредственно на сталь статора.

Выемка и ввод ротора при наличии крана, кран-балки, электротельфера или кошки на монорельсе часто еще производится устаревшим и несовершенным способом. При этом способе после снятия торцовых крышек и полумуфты на конец вала ротора, предназначенного для полумуфты, надвигается удлинитель в виде толстостенной трубы и ротор застропливается на крюк подъемного устройства при помощи стропа (рис. 9).

Чем длиннее будет применен строп, тем легче и быстрее можно добиться горизонтального положения ротора при его подъеме. Практически длина стропа должна быть

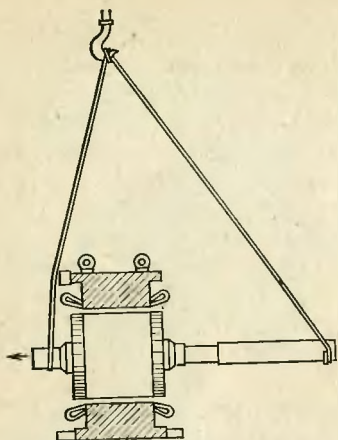


Рис. 9. Выемка ротора при помощи удлинителя

по крайней мере не менее четырехкратной длины ротора от одного конца вала до другого.

Одновременное подняние обоих концов ротора достигается изменением длины конца стропа, приходящегося на каждую сторону ротора. Если один из концов ротора при натяжении стропа не поднимается одновременно с другим концом, то конец стропа, идущий к опаздывающему в подъеме концу ротора, следует укоротить и операцию подъема ротора повторить. Если после укорочения стропа тот же конец ротора опять

опаздывает в подъеме, то строп, идущий к нему, вновь укорачивают. Операция повторяется до тех пор, пока оба ротора не начнут подниматься одновременно.

В целях недопущения проскальзывания стропа на крюке, что могло бы привести к резкому наклону или даже к падению ротора и повреждению электродвигателя, положение стропа на крюке фиксируется путем обхвата крюка петлей с удавкой (рис. 10).

Длина надставки должна позволять вывести ротор из статора настолько, чтобы было доступно обхватить и подвесить его на строп по центру тяжести. Конец вала, на который надевается удлинитель, должен быть обернут картоном или тряпками.



Рис. 10. Подвеска троса на крюк при выемке ротора

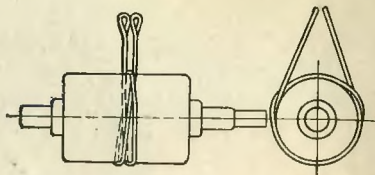


Рис. 11. Подвеска ротора на тросе за бочку

После вывода ротора из статора до указанного положения одна сторона ротора или один конец вала укладывается на заранее подготовленную шпальную выкладку или специальный козел, а другая сторона ротора опускается на сталь статора, защищенную картоном. Затем бочка ротора обхватывается стропом по центру тяжести (рис. 11), определяемому путем перемещения стропа до тех пор, пока при его натяжении оба конца ротора не начнут подниматься одновременно, и ротор полностью выводится из статора и опускается поблизости на деревянные подкладки или металлические козлы.

В месте обхвата стропом бочка ротора должна быть обернута картоном. Если требуется переместить ротор в другое место, удаленное от двигателя, то его следует перестропить за концы вала.

Выемка и ввод ротора с применением удлинителя требуют устройства шпальной выкладки. Сравнительно много времени уходит на перестропливание для получения горизонтального положения ротора.

После выемки ротора до половины его вновь приходится стропить за бочку.

Значительно удобнее, быстрее, производительнее и безопаснее выемку и ввод ротора при наличии крана, кранбалки или подъемного устройства на монорельсе производить при помощи скобы (рис. 12).

Скоба 1 со ступицей 2 надевается на конец вала ротора, с которого снята полумуфта, и стропится на крюк подъемного устройства. Перемещением серьги 3 вдоль конца скобы добиваются того, чтобы при подъеме скобы оба конца ротора начинали приподниматься одновременно. Затем, приподняв ротор настолько, чтобы он не касался статора, выводят его из статора и укладывают вблизи статора или в любом другом месте.

Если при натяжении стропа первым приподнимается конец ротора, на который надета скоба, то серьгу перемещают к концу скобы. Если же первым приподнимается свободный от скобы конец ротора, то серьгу перемещают в другом направлении. На скобе имеется хвостовик 4, позволяющий удобно регулировать в небольших пределах положение ротора и не допускать задевания его за статор.

При наличии скобы на выемку ротора из двигателей мощностью 200—1000 кВт затрачивается не более 5—10 мин при составе бригады из двух человек.

Для электродвигателей различных типов и мощностей, установленных на электростанции, как правило, достаточ-

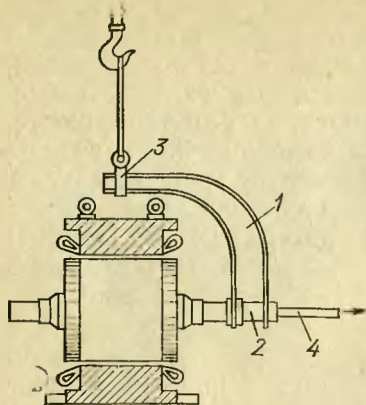


Рис. 12. Выемка ротора при помощи скобы

но иметь не более трех скоб разных размеров. Скобы имеют промежуточные втулки, которые вставляются в ступицу, если диаметр вала электродвигателя меньше внутреннего диаметра ступицы.

Наиболее рациональная по легкости и простоте изготовления конструкция скобы дана на рис. 13. Скоба выполнена сварной в виде изогнутой двутавровой балки. Для облегчения скобы размер ее сечения по мере удаления от ступицы 2 постепенно уменьшается.

Благодаря этому масса скобы для двигателей 200—1000 кВт всего 60 кг. Заготовки для внутренней части скобы 1, верхней и нижней полок 5 и 6 и серьги 3 вырезаются автогеном из листовой стали толщиной 10 мм. На рис. 13 показаны также хвостовик 4 и промежуточная втулка 7.

После изготовления скоба должна быть испытана на прочность. Для подвески испытательного груза, равного двойной массе наиболее тяжелого ротора, следует подобрать или изготовить вал диаметром, равным внутреннему диаметру ступицы скобы.

Скобы для электродвигателей меньшей мощности имеют подобную конструкцию, но размер и масса их меньше. Целесообразно одну скобу иметь для электродвигателей 55—200 кВт и еще одну — для электродвигателей 28 кВт и меньше.

При выемке ротора с применением скобы подъем ротора, вставленного в статор, следует производить особенно осторожно, короткими импульсами. При длительных импульсах за конец вала ротора будет приподнят не только ротор, но и статор, что недопустимо.

Ввод ротора в статор при помощи удлинителя и при помощи скобы производится с соблюдением тех же правил, которые применяются при выемке, и пояснений не требует.

Если на месте установки электродвигателя нет крана, кран-балки или подъемного устройства на монорельсе, то

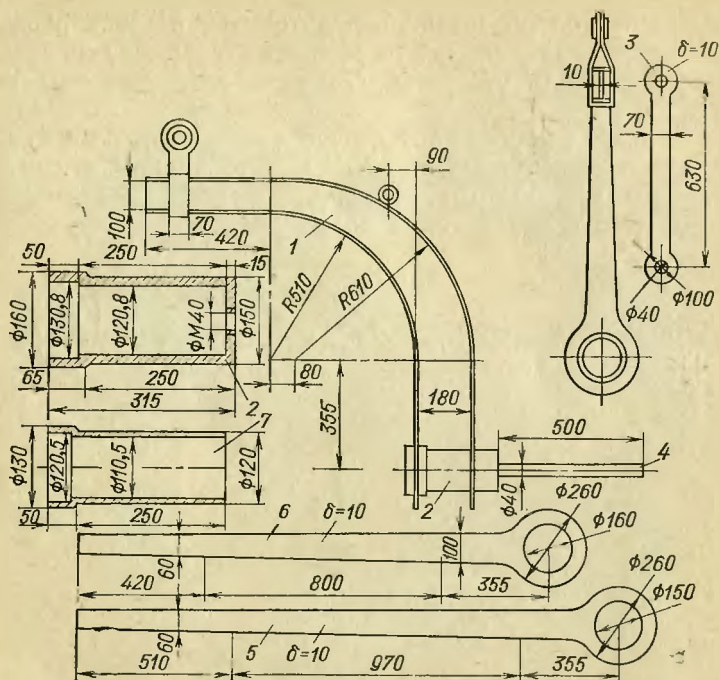


Рис. 13. Скоба для выемки роторов электродвигателей мощностью 200—1000 кВт

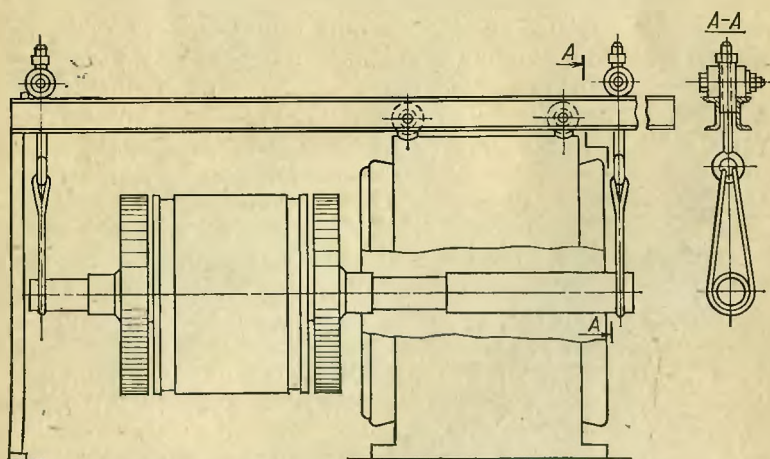


Рис. 14. Балка из двух швеллеров для разборки электродвигателей

выемка и ввод ротора производится при помощи переносной балки, закрепляемой на корпусе статора с использованием рымов или отверстий для крепления торцовых крышек.

На рис. 14 изображена переносная балка, составленная из двух швеллерных балок № 12. По концам и у рымов балки стянуты болтами. Промежуток между балками 40—60 мм, необходимый в этой конструкции для подвески вин-

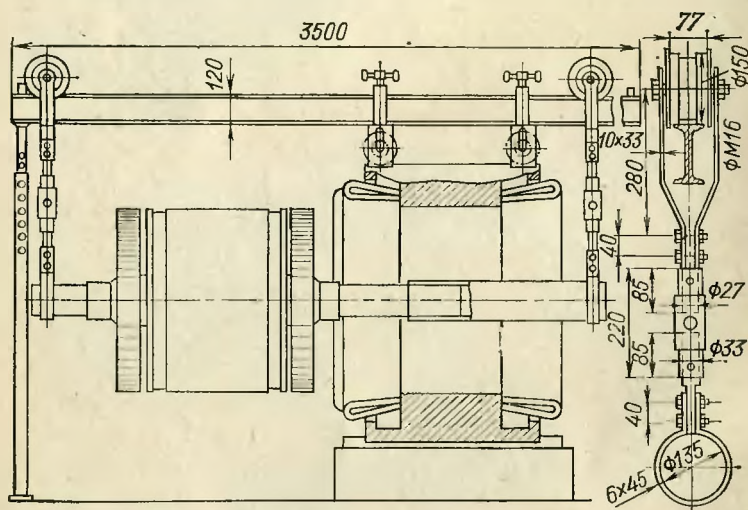


Рис. 15. Балка двутавровая для разборки электродвигателей

товых домкратов, создается при помощи установки распорных трубок на концах балок и прокладок у рымов.

Болты, стягивающие балки у рымов, одновременно служат для закрепления балок на статоре. Для большей устойчивости балок под ними на корпусе статора устанавливаются подкладки или применяются отжимные винты. Под длинный конец балки устанавливается стойка.

Винтовые домкраты подвешены к тележкам. Тележки перемещаются по верхним полкам балок на катках, изготовленных из шарикоподшипников.

Масса балки из двух швеллеров (без винтовых домкратов) при длине 3,5 м составляет 84 кг. Поэтому предпочтение следует отдать приспособлению в виде одной двутавровой балки № 12 (рис. 15): ее масса при длине 3,5 м составляет всего 50 кг.

Достоинство этой конструкции состоит также в ее универсальности. Она применима для любых электродвигате-

лей независимо от расстояний между рымами статора, тогда как в предыдущей конструкции (см. рис. 14) расстояние между отверстиями в балке, предназначенными для крепления ее к рымам, должно быть равно расстоянию между рымами.

Закрепление балки на статоре производится при помощи прижима (рис. 16). Прижим состоит из опорной скобы 1, прижимной скобы 2 и штифта 3. Балка укладывается на опорные скобы, установленные на статор, над рымами. Затем устанавливаются прижимные скобы и через отверстия в опорных и прижимных скобах и рымах пропускаются штифты. Ввертыванием болтов 4, упирающихся в балку, прижимные скобы вместе со штифтами приподнимаются кверху до тех пор, пока штифты не упрутся в верхнюю часть рымов. При дальнейшем ввертывании болтов балка и опорные скобы будут прижаты к статору.

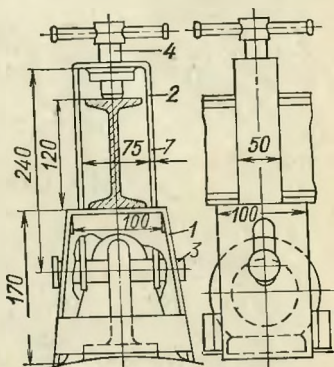


Рис. 16. Прижим

Во избежание самопроизвольного перемещения ротора на катках, что может привести к повреждению электродвигателя и несчастным случаям, балка должна иметь строго горизонтальное положение. Если при проверке уровнем окажется, что балка имеет уклон, необходимо выровнять ее положение путем установки подкладок между балкой и опорной скобой или под лапы статора и изменением длины опорной стойки.

Отверстия в опорной скобе для штифта выполняются продолговатыми, чтобы обеспечить возможность применения приспособления при различных диаметрах рымов. В верхней площадке опорной скобы имеются прорезы для прохода прижимной скобы.

На балку, закрепленную на статоре, с обоих концов устанавливаются катки с талрепами. Под длинный выступающий конец балки устанавливается подпорная стойка, высота которой может изменяться путем выдвижения внутренней трубы. Внизу талрепа закреплен кольцевой захват для надевания на концы ротора. Расстояние между центром кольцевого захвата и осью катка можно изменять вращением гайки талрепа от 840 до 980 мм, что обеспечивает

применение талрепа на электродвигателях от 200 по 1000 кВт. Резьба на винтах талрепа ленточная, с шагом 6 мм.

Балка и катки при наличии полиспаста или малогабаритной рычажной тали могут быть использованы для снятия торцовых крышек. Для этого гайка талрепа с нижним винтом удаляется. К оставшейся части талрепа подвешивается таль или полиспаст, на которые стропится торцовая

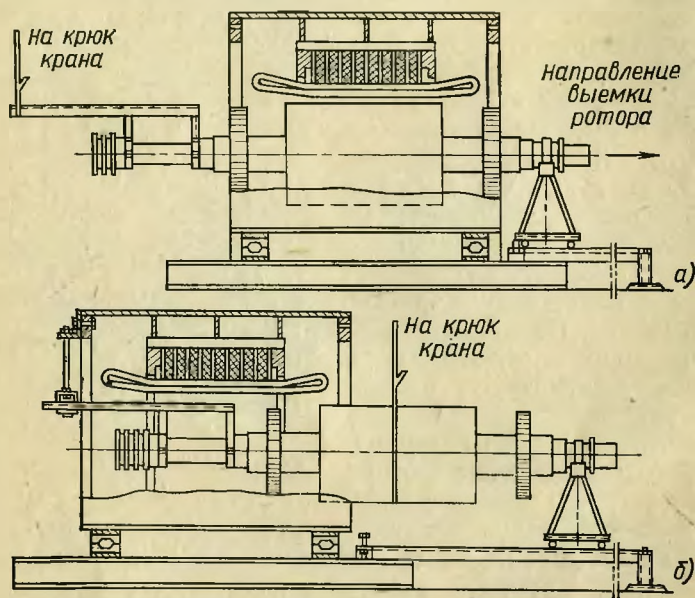


Рис. 17. Выемка ротора электродвигателя АТМ-2000:

а — начальное положение; *б* — промежуточное положение

крышка. Затем крышка приподнимается, снимается с вала ротора, опускается на пол и перемещается вручную на свободное место.

После снятия торцовых крышек на свободный конец вала ротора и на удлинитель надвигают кольцевые захваты вновь собранных талрепов и поворотом гаек поднимают ротор настолько, чтобы между ротором и статором имелся зазор. Затем вращением катков короткими ломиками или нажатием на талрепы ротор выдвигают из статора. Если предстоит большой объем ремонта статора или ротора, то последний опускается на шпальную выкладку или на специально изготовленную тележку.

Выемка ротора электродвигателей типа АТМ-2000, АС-3200/6000, АС-4000/6000, АС-5000/6000. После снятия торцовых щитов и выемки вкладышей подшипников статор электродвигателя вместе с ротором поднимается на 200—250 мм от фундаментной рамы и устанавливается на подкладки. Стул заднего подшипника убирается, и под вал ротора подводится тележка, установленная своими катками на направляющие из швеллерных балок.

Со стороны полумуфты укрепляется удлинитель в виде швеллера с хомутами. Вместо швеллера можно применить толстостенную трубу, надеваемую на конец вала после снятия с него внешней коронки полумуфты. Удаляется стул рабочего подшипника. Например, в двигателях, АТМ-2000, не имеющих дисков на валу ротора, предназначенных для самосмазки, статор и стул рабочего подшипника остаются на месте. Удаляется только внешняя коронка полумуфты. В двигателях, имеющих диски на валу ротора, но работающих от маслосистемы насоса, целесообразно при капитальном ремонте эти диски сточить. Тогда отпадает необходимость в подъеме статора.

Удлинитель застропливают на крюк крана и приподнимают конец ротора (рис. 17,а). Затем, перемещая кран в направлении выемки ротора и помогая движению тележки под вторым концом ротора при помощи ломиков или тали, выводят ротор до тех пор, пока строп не дойдет до торца статора. Центр тяжести ротора при этом выйдет из статора.

Конец удлинителя опускается на подвеску из короткого стропа и двух талрепов, закрепляемых на статоре при помощи болтов, предназначенных для крепления торцевой крышки.

Освобожденный кран устанавливается над бочкой ротора. Ротор стропится на крюк крана за бочку (рис. 17,б) и после нахождения равновесия окончательно выводится из статора.

При отсутствии тележки ротор вынимается вместе со стулом заднего подшипника, который в этом случае передвигается при помощи тали по стальному листу толщиной 2—3 мм, смазанному тавотом. Подшипник во время выемки остается собранным.

Выемка ротора вертикальных электродвигателей. На конденсатных насосах мощных турбин применяются вертикальные электродвигатели типа ВА или АВ, имеющие со стороны верхней крышки радиально-упорный шарикоподшипник.

Для разборки эти электродвигатели снимают с насоса и укладывают на шпальные подкладки в горизонтальном положении. Дальнейшая разборка их производится, как и обычных электродвигателей. При снятии верхней крышки удаляются гайки со шпилек, крепящих капсулу подшипника к крышке, и затем крышка снимается с капсулы. Предварительно следует зачистить выступающую часть цилиндра капсулы от краски и ржавчины, если она есть.

Снятие верхней крышки и замена подшипника могут быть выполнены в вертикальном положении электродвигателя. Для этого сначала снимают крышку, а затем, разобрав капсулу и отвернув стопорную гайку или торцевую шайбу, снимают подшипник.

Для привода циркуляционных насосов применяются электродвигатели типа ВДН или ДВДД. Особенность этих электродвигателей состоит в том, что один из их подшипников несет не только вертикальную нагрузку от массы собственного ротора, но и суммарную нагрузку от ротора насоса. Подвеска ротора на крюк подъемного устройства производится за приспособление, поставляемое заводом-изготовителем.

3. НА ЧТО СЛЕДУЕТ ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ ПРИ ОСМОТРЕ СТАТОРА И РОТОРА. К ЧЕМУ ПРИВЕДУТ ДЕФЕКТЫ, ЕСЛИ ИХ НЕ УСТРАНИТЬ

Перед осмотром статора и ротора их очищают от пыли, грязи и масла. Продувка от пыли производится сжатым воздухом. Прежде чем направить струю воздуха на детали электродвигателя, следует убедиться, что воздух чист и не содержит воды и масла. Особенно тщательно должны быть продуты лобовые части обмоток и все вентиляционные каналы.

Для уменьшения запыления помещения, где производится продувка, целесообразно иметь передвижную пылеотсасывающую установку, состоящую из вентилятора и фильтра на напорной стороне вентилятора. Всас вентилятора подсоединяется к корпусу электродвигателя вместо одной из торцовых крышек при помощи гофрированного брезентового рукава достаточного диаметра.

Запыленность статора и ротора и особенно их вентиляционных каналов и лобовых частей обмоток резко ухудшает охлаждение электродвигателя. Температура обмоток и

активной стали становится выше допустимой. В наиболее тяжелых случаях дело заканчивается тем, что от перегрева изоляция обмотки разрушается. Возникает пробой ее, и двигатель выходит из строя.

Характерным признаком пробоя изоляции от перегрева является наличие на боковых поверхностях вентиляционных каналов и на видимой поверхности катушек компаундной массы, вытекающей из обмотки.

Налипшая на обмотку грязь удаляется деревянными или другими неметаллическими лопатками и затем протирается сухими и чистыми тряпками. При наличии на обмотке и активной стали грязи, смешанной с маслом, после предварительного снятия лопатками полное удаление ее производится чистыми тряпками, смоченными в бензине. В некоторых случаях, при сильном загрязнении обмотки и вентиляционных каналов грязью с маслом, приходится прибегать к промывке обмотки и каналов бензином из пульверизатора. Для этой цели может быть использован опрыскиватель деревьев или краскопульт с компрессором. Промываемый статор или ротор устанавливается на противень.

При обтирании, и тем более при промывании статора и ротора бензином, должны быть приняты противопожарные меры во избежание воспламенения паров бензина. Место работ ограждается со всех сторон веревкой с повешенными на ней предупредительными плакатами. Предупредительные плакаты вывешивают и на промываемом статоре или роторе. Членов бригады необходимо проинструктировать об опасности воспламенения бензина. Помещение, где проводится работа, должно быть достаточно большим по объему или в нем должна иметься надежная вентиляция. Ограждения, плакаты должны быть оставлены на месте, а вентиляция должна работать до полного улетучивания бензина со статора или ротора.

Грязь, как и запыленность, ухудшает охлаждение электродвигателя. Любая грязь и пыль снижают электрическую прочность поверхностных слоев изоляции, а при наличии трещин в изоляции может вызвать пробой по этой трещине. Но особенно опасна грязь, образовавшаяся от смешивания пыли с маслом. Масло, попав на обмотку, разъедает ее изоляцию, разлагает компаунд, которым она пропитана, и резко снижает ее электрическую прочность. После длительного воздействия масла на вполне доброкачественную изоляцию обмотки даже при кратковременном попадании в двигатель увлажненного воздуха пробой изоляции неизбежен.

До продувки и очистки двигателя оценивают степень запыленности или загрязненности его, чтобы решить вопрос о сроке следующего ремонта. Попадание масла в двигатель должно быть устранено при данном ремонте (см. § 5).

При осмотре активной стали статора в целях проверки плотности прессовки ее следует убедиться в отсутствии на поверхности стали налета красного порошка, напоминающего ржавчину. Такой налет появляется на участках с неплотной прессовкой и свидетельствует о наличии контактной коррозии, которая возникает на поверхностях листов и деталей, перемещающихся относительно друг друга при их вибрации.

Состояние прессовки необходимо также проверить при помощи ножа или остро заточенной отвертки, которые при плотной прессовке не должны входить между листами.

Чаще всего слабая прессовка листов обнаруживается вблизи нажимных пальцев, а также вблизи вентиляционных каналов. При слабой прессовке возникает вибрация листов, которая приводит к разрушению межлистовой изоляции стали и последующему перегреву ее. Перегрев стали в свою очередь приведет к перегреву обмотки.

Вибрация стали зубцов статора может вызвать повреждение изоляции обмотки статора в местах соприкосновения ее с вибрирующими листами. Наконец, слабо спрессованные листы зубцов при работе электродвигателя от длительной вибрации могут отломиться у основания зубца. При выпадении отломившегося листа зубца он заденет за ротор и будет давить на пазовую изоляцию обмотки статора, врезаясь в нее (рис. 18). Рано или поздно изоляция обмотки будет повреждена настолько, что наступит пробой и электродвигатель выйдет из строя.

При общем ослаблении прессовки стали восстановление необходимой плотности возможно, как правило, только при вынутой обмотке и требует сжатия стали до получения давления в 1—1,2 МПа (10—12 кгс/см²).

При местных ослаблениях прессовки, в частности в зубцовой зоне, ее уплотнение производится путем забивки между листами текстолитовых или гетинаксовых уплотняющих клиньев (рис. 19). Уплотняющие клинья забивают на 2—3 мм ниже поверхности стали. Чтобы клинья не выпали, на них отгибают соседние с ними края зубцовых листов. Иногда для предупреждения выпадения клиньев ограничиваются покрытием их перед забивкой лаком.

Целесообразно после уплотнения стали покрыть ее поверхность изоляционным лаком. Если при последующих

ревизиях на покрытой лаком поверхности вновь появится коррозия, то необходимо дополнительное уплотнение стали.

При осмотре стали проверяют (круглогубцами, отверткой) прочность крепления распорок в вентиляционных каналах. В практике были случаи, когда эти распорки выпадали, задевали за ротор и повреждали изоляцию обмотки статора. Тщательную проверку особенно важно произвести при ревизии перед монтажом или при первой ревизии после включения в работу. Все слабо запрессованные распорки должны быть надежно укреплены путем приваривания их

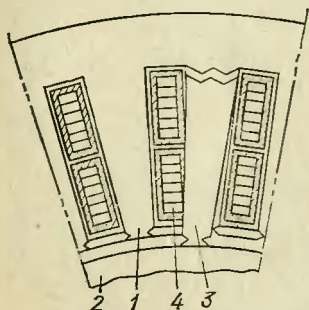


Рис. 18. Повреждение изоляции обмотки статора из-за неплотной прессовки стали:

1 — статор; 2 — ротор; 3 — отломившийся лист зубца; 4 — медь обмотки статора

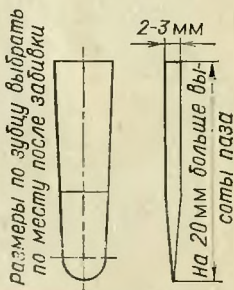


Рис. 19. Уплотняющий клин

к активной стали со стороны спинки статора или путем расклинивания и отгибания на них соседних листов стали.

Если при осмотре стали на ее поверхности будут обнаружены цвета побежалости, что указывает на наличие местных нагревов из-за нарушения изоляции листов, необходимо произвести испытание активной стали на нагрев.

В практике имелись случаи, когда из-за отсутствия надежного крепления активной стали в корпусе электродвигателей через несколько лет с начала их эксплуатации происходило проворачивание статора в корпусе. При этом из-за натяжения и обрыва выводных концов обмотки статора возникало короткое замыкание и электродвигатель отключался защитой. Поэтому при первой ревизии целесообразно проверить возможность проворачивания активной стали в корпусе электродвигателя. В упомянутых случаях для предупреждения повторного проворачивания активная сталь со стороны спинки приваривалась к корпусу электро-

двигателя электросваркой. Близкие к месту сварки вентиляционные каналы на время сварки закрывались асбестом.

При осмотре клиньев в пазах следует убедиться путем их простукивания в том, что все они держатся плотно и усилием от руки выдвинуть их из пазов не удастся, зазора между клиньями и пазовой частью обмотки нет.

Выпадение клиньев при работе электродвигателя может привести к задеванию и повреждению изоляции лобовых частей обмотки. Кроме того, после выпадения клиньев пазовые части обмотки окажутся незакрепленными и будут перемещаться и вибрировать при каждом пуске и работе электродвигателя. Это может привести к повреждению

пазовой части изоляции обмотки. К таким же последствиям может привести наличие зазора между клиньями и обмоткой. Поэтому при обнаружении указанного зазора его устраняют путем переуклинивания пазов с добавлением прокладок из текстолита нужной толщины.

Если слабая плотность установки клиньев обнаружена в большинстве пазов, целесообразно выполнить полную

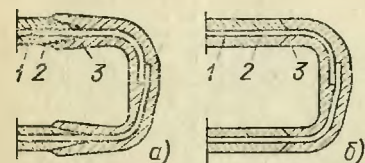


Рис. 20. Сопряжение изоляции на межкатушечных соединениях:

а — правильное; б — неправильное

переуклиновку статора с заменой прокладок из электрокартона, обладающих большей гигроскопичностью и изменяющих толщину в зависимости от степени увлажнения и под действием вибрации, на прокладки из текстолита, а в крупных машинах с тяжелыми условиями работы из стеклотекстолита СТЭФ 0,5—0,6 мм, не дающими усадки. Это повысит надежность электродвигателя и исключит необходимость переуклиновки в последующие ремонты.

При осмотре лобовых частей обмотки статора проверяют, нет ли повреждения изоляции. При этом особое внимание следует обратить на состояние изоляции в местах выхода катушек из пазов, межкатушечных соединений и соединений между полюсами. Часто некоторые заводы-изготовители изоляцию межкатушечных соединений и соединительных проводников выполняют небрежно, с неплотной намоткой слоев. Число слоев изоляции в некоторых случаях оказывается недостаточным. Вопреки требованиям заводской технологии, сопряжение компаундной изоляции 2 выводных концов 1 катушек с изоляцией 3, накладываемой на эти концы после их соединения и запайки, производится

не по конической поверхности (рис. 20,а), а встык без выполнения необходимого перекрытия (рис. 20,б). Это резко снижает электрическую прочность изоляции межкатушечных и схемных соединений и часто при первом же непродолжительном попадании на обмотку влаги или грязи приводит к короткому замыканию.

При обнаружении неправильных сопряжений изоляции на межкатушечных и междуполусных соединениях, неплотной намотки слоев (изоляция при нажиме пальцами легко сдвигается, сжимается), а также недостаточного числа слоев ее необходимо переизолировать с устранением дефектов.

Требуемое исполнение изоляции соединений приведено в табл. 5.

Таблица 5

Номинальное напряжение электродвигателя, В	Число слоев для								
	межкатушечных соединений			междуполусных соединений			выводов обмотки		
	Микален-та 0,17 мм	Лакоткань 0,2 мм	Киперная лента 0,2 мм	Микален-та 0,17 мм	Лакоткань 0,2 мм	Киперная лента 0,2 мм	Микален-та 0,17 мм	Лакоткань 0,2 мм	Киперная лента 0,2 мм

Нормальное исполнение

3 000	2	1	1	3	1	1	3	2	1
6 000	3	2	1	4	2	1	5	3	1
10 000	5	4	1	6	4	1	8	5	1

Усиленное исполнение

3 000	3	1	1	4	1	1	4	2	1
6 000	3	3	1	4	3	1	5	4	1
10 000	5	5	1	6	5	1	8	6	1

Примечания: 1. Данные относятся к машинам с классом изоляции В. При исполнении изоляции по классу А микалента заменяется тем же количеством слоев лакоткани. Классы изоляции А, Е, В, F, H характеризуют нагревостойкость изоляционных материалов длительной рабочей температурой нагрева 105, 120, 130, 155 и 180 °С соответственно.

2. Допускается замена киперной ленты стеклотентой.

3. Киперная лента и стеклотента предварительно пропитываются в лаке 447 до слабого отлипа.

Важное значение для надежной работы электродвигателя имеет состояние крепления лобовых частей обмотки, междуполусных соединений и выводных концов. При слабых креплениях от перемещений и вибрации катушек и проводников при пусках и работе двигателя изоляция будет повреждаться, что может привести к ее пробою. Кроме того, при слабом креплении лобовых частей число повреж-

денных катушек при возникновении короткого замыкания (КЗ) в двигателе резко возрастает, так как от электродинамических усилий, возникающих при КЗ, происходит выворачивание и излом непробитых, но слабо закрепленных катушек.

При обнаружении слабых креплений дефект должен быть устранен добавлением изоляционных прокладок и наложением новых бандажей из шпагата.

При неудовлетворительном состоянии лакового покрытия, а также после очистки обмотки от попавшего на нее

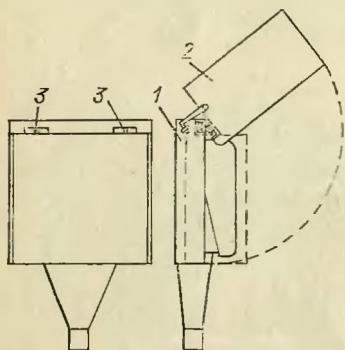


Рис. 21. Кожух для защиты от попадания влаги в выводную коробку:
1 — основание; 2 — крышка; 3 — шарнир

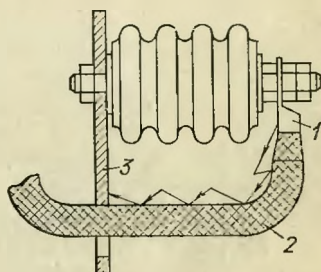


Рис. 22. Место первоначального пробоя при попадании влаги в выводную коробку:

1 — наконечник; 2 — хлопчатобумажный слой изоляции выводов статора; 3 — дно выводной коробки

масла обмотку покрывают эмалью ГФ-92хс или ГФ-92хн. Эти эмали предохраняют изоляцию от разъедания маслом.

Без необходимости производить лакировку не следует, так как дополнительно нанесенный слой лака ухудшает условия охлаждения лобовых частей (увеличивается толщина изоляции).

Перед покрытием эмалью обмотку прогревают до температуры 90—95°C, чтобы из внутренних слоев изоляции как можно больше выступило проникшего туда масла.

Нанесение эмали лучше всего производить при помощи пульверизатора, который по сравнению с кистью обеспечивает более быстрое, более равномерное и более полное покрытие поверхности обмотки. При покраске обмотки следует соблюдать меры противопожарной безопасности, как и при чистке обмотки бензином.

При осмотре выводной коробки следует, протерев ее от пыли, проверить, нет ли трещин на фарфоре изоляторов, хорошо ли изоляторы укреплены, не сорвана ли резьба на их шпильках, нет ли следов нагрева в контактном соединении, есть ли контргайки или пружинящие шайбы. Изоляторы с малейшими трещинами и сорванной резьбой на шпильках следует заменить новыми.

Контактные соединения между кабелем и выводами обмотки, учитывая невозможность контроля за их состоянием при работе электродвигателя, должны выполняться надежно, с гарантией, исключающей их ослабление и нагрев. Поэтому поверхность наконечников зачищают, добавляя отсутствующие контргайки или пружинящие шайбы, гайки при подсоединении кабеля затягивают достаточно плотно.

Для выявления грубых дефектов в пайке наконечников перед их подсоединением полезно при помощи пассатижей убедиться, не снимутся или не провернутся ли они на жиле кабеля при выводе обмотки.

При осмотре выводов важно также проверить, нет ли неплотностей в разъемах между корпусом статора и выводной коробкой, между корпусом коробки и ее крышкой, между горловиной воронки и кабелем; по отсутствию ржавых подтеков — убедиться, что в коробку не попадала вода и влага.

Все обнаруженные неплотности устраняют путем установки более толстых прокладок из мягкой резины, асбестового шнура, шпаклевки и покраски уплотненного разъема эмалью.

На электродвигателях наружной установки для защиты от попадания влаги в выводную коробку надежнее всего приварить специальный кожух (рис. 21). Для удобства обслуживания коробки кожух состоит из основания и крышки. Основание приваривается сплошным швом по всему периметру к корпусу электродвигателя. Крышка прикрепляется к основанию при помощи шарниров.

При работе электродвигателя крышка опущена, ее верхняя полка и боковые стенки входят в основание на 50—60 мм. В верхней полке имеется порог высотой 25 мм. Благодаря порогу и углублению стенок крышки в основание возможность попадания воды в выводную коробку сверху и с боков полностью исключена.

При необходимости открыть выводную коробку крышка кожуха поворачивается на шарнирах, поднимается вверх и фиксируется в таком положении при помощи крючка.

Одной из причин возникновения коротких замыканий

в выводной коробке является то, что наружный слой изоляции выводных концов, выполняемый обычно из хлопчатобумажной пряжи или ленты, гигроскопичен. При попадании влаги или проводящей пыли в коробку электрическая прочность увлажнившегося или запылившегося наружного слоя изоляции выводных проводов резко падает и происходит перекрытие по этой поверхности от неизолированного наконечника до места касания выводных проводов корпуса коробки (рис. 22). Затем это перекрытие переходит в междофазное КЗ, при котором повреждаются изоляторы. Создается ложное впечатление, что причина КЗ заключается в увлажнении или запылении изоляторов.

Для повышения надежности целесообразно на выводных концах статора, начиная от наконечника на длине 150—200 мм, снять наружный покров из хлопчатобумажной пряжи или ленты и заменить его несколькими слоями перхлорвиниловой ленты.

Выводные провода нужно крепить на изоляторах в таком положении, чтобы в месте прохода их через отверстия в дне коробки они не касались корпуса.

При сильной запыленности окружающего воздуха и возможности попадания влаги и пыли в выводную коробку из-за неудовлетворительного уплотнения ее, перекрытие может происходить по поверхности как выводных концов обмотки, несмотря на замену их наружного покрова, так и изоляторов. В этих случаях изоляторы следует демонтировать и выполнить болтовое соединение наконечников выводов обмотки статора и кабеля с наложением на соединение шести-семи слоев лакоткани (при напряжении обмотки 6 кВ) и верхнего слоя из перхлорвиниловой ленты.

При осмотре ротора проверяют состояние вентиляторов и их крепление. Все лопадки простукиваются легкими ударами молотка. Хорошо закрепленные и не имеющие трещин лопадки издают чистый звук, а имеющие дефекты — дребезжащий. Обнаруженные дефекты устраняют. Проверяют также плотность прессовки активной стали и посадки стержней обмотки ротора в пазах, убеждаются в отсутствии трещин, обрывов стержней, следов нагрева, нарушения пайки в местах выхода их из короткозамыкающих колец.

Плотность посадки стержней в пазах проверяют при помощи чеканки. Слабо закрепленные стержни при ударах по ним чеканкой перемещаются, дребезжат. При работе и особенно при пусках электродвигателей такие стержни сильно вибрируют, многократно изгибаются в местах жесткого крепления их к кольцам то в одну, то в другую сто-

рону, в результате чего из-за усталостных напряжений в металле стержней возникают трещины и обрывы. Поэтому при слабой посадке стержней в пазах дефект должен быть устранен путем расчеканки прямоугольной части стержней (рис. 23) по всей длине активной стали ротора так, чтобы медь стержня расклепалась и заполнила все неплотности между стержнем и стенкой паза.

В вентиляционных каналах чеканить стержни не нужно.

При чеканке стержней в крайних пакетах ротора во избежание надлома стержней в местах выхода их из кольца

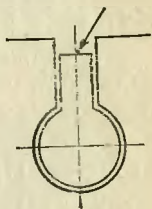


Рис. 23. Место чеканки стержня (указано стрелкой)

необходимо между стержнем и нажимной шайбой заложить временную стальную прокладку, которую по окончании чеканки удаляют.

Стержни, имеющие трещины или обрывы, должны быть заменены новыми, так как устранение дефекта только путем пайки не обеспечивает надежной работы. При распайке мест выхода стержней из колец дефект устраняют восстановлением пайки серебряным припоем или латунью.

4. АВАРИЙНЫЙ РЕМОНТ ОБМОТКИ СТАТОРА С УДАЛЕНИЕМ ИЗ СХЕМЫ ПОВРЕЖДЕННЫХ КАТУШЕК

Если отключение электродвигателя из-за повреждения его обмотки вызвало остановку котла, турбины или создало аварийное положение на станции, то для ликвидации этого положения проще и быстрее всего заменить поврежденный электродвигатель резервным.

При отсутствии резервного электродвигателя продолжительность ликвидации аварийного положения будет зависеть от того, насколько быстро удастся восстановить поврежденный электродвигатель. Даже частичная перемотка электродвигателя с заменой нескольких поврежденных катушек, если они расположены рядом друг с другом, займет не менее 4—6 дней. При расположении поврежденных катушек в разных местах по окружности статора потребуется полная перемотка статора, на что времени уходит еще больше.

В этих условиях целесообразно, если число поврежденных катушек невелико, выполнить аварийный (временный) ремонт обмотки статора путем удаления из ее схемы поврежденных катушек.

Какое же число катушек допустимо выключить из схемы?

Если напряжение, подводимое к электродвигателю, равно или ниже нормального, то в каждой фазе можно выключить до 10% числа катушек, приходящихся на одну фазу. Например, если на фазу приходится 24 катушки, то из каждой фазы можно выключить не более $24 \cdot 0,1 = 2,4$ катушки.

Поскольку поврежденная катушка должна быть выключена полностью, то число выключаемых катушек должно быть целым числом, в данном случае не более двух. Во всех трех фазах в данном случае можно выключить шесть катушек. При удалении из схемы не более 10% общего числа катушек, приходящихся на фазу, на каждой из оставшихся в работе катушек напряжение относительно номинального повысится не более чем на 10%, что вполне допустимо.

Если подводимое к электродвигателю напряжение превышает номинальное, в каждой фазе можно выключить только такое количество катушек, при котором на каждой из оставшихся в работе катушек повышенное напряжение не превысило бы 110% номинального. Например, если напряжение, подведенное к электродвигателю, составляет 105% номинального, то можно удалить из схемы не более 5% числа катушек в фазе.

Если напряжение, подведенное к электродвигателю, равно 110%, то удаление поврежденных катушек из схемы приведет к перегреву стали статора. Однако в исключительных случаях для ликвидации аварийного положения и при таком напряжении целесообразно идти на временное выключение поврежденных катушек.

В короткозамкнутых витках при работе электродвигателя будет проходить недопустимо большой ток, который вызовет сгорание не только этих витков, но приведет к перегреву и повреждению изоляции витков в соседних пазах. Поэтому в выведенных из схемы поврежденных катушках следует кусачками перекусить все витки и концы их отогнуть таким образом, чтобы исключить случайное образование короткозамкнутых витков при работе электродвигателя. Для этого важно не допустить касания концов проводников одного паза с концами проводников

другого паза. Нельзя также допустить касания концов проводников к активной стали и корпусу статора, так как при этом могут создаваться короткозамкнутые витки. Соединение между собой концов проводников одного и того же паза не опасно.

Если изоляция витков повреждена в обоих пазах, принадлежащих этим виткам, то витки следует перекусить с обеих сторон статора. Перекушенные концы витков катушки, если они надежно отогнуты и при работе не коснутся стали или корпуса электродвигателя, можно не изолировать.

Концы схемных проводников, отключенные от поврежденных катушек, должны быть надежно соединены перемычками для восстановления целости фазной цепи.

Как показывает опыт, электродвигатели с удаленными из схемы катушками могут успешно работать годами. Однако при очередном капитальном ремонте электродвигателя целесообразно поврежденные катушки заменить новыми.

5. РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Как уже говорилось, перед снятием торцевых крышек необходимо измерить зазоры в подшипниках и осевой разбег ротора. Допустимые зазоры в подшипниках в зависимости от диаметра вала и частоты вращения электродвигателя приведены в табл. 6.

Таблица 6

Номинальный диаметр вала, мм	Зазор в подшипниках, мм, при частоте вращения, об/мин		
	750 и ниже	1000—1500	3000
51—80	0,065—0,135	0,095—0,195	0,200—0,400
81—120	0,080—0,160	0,120—0,235	0,230—0,460
121—180	0,100—0,195	0,150—0,285	0,260—0,530
181—260	0,120—0,225	0,180—0,330	0,300—0,600
261—360	0,140—0,250	0,210—0,380	0,340—0,680

При зазоре в подшипнике больше верхнего предела, указанного в табл. 6, как правило, необходима перезаливка вкладыша. Вызывается это тем, что при недопустимо больших зазорах может увеличиться вибрация ротора, возможно вытекание масла из подшипника по валу и попадание его на обмотки. В наиболее тяжелых случаях при пусках и перегрузках электродвигателя может произойти задевание ротора за статор.

Зазоры в неразъемных подшипниках измеряют при помощи щупа. При замере пластина щупа вводится в верхний зазор между вкладышем и валом на полную длину. Желательно для ориентировки замерить и боковые зазоры, которые должны быть примерно в 2 раза меньше верхнего.

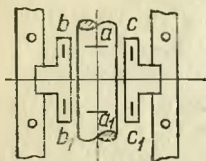
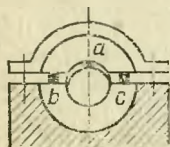


Рис. 24. Измерение зазоров между валом и вкладышем

В разъемных подшипниках зазоры между валом и вкладышем измеряются при помощи кусочков свинцовой проволоки диаметром около 1 мм, укладываемых на шейку вала и на поверхность разъема нижней половины вкладыша, как указано на рис. 24.

После укладки кусочков свинца верхнюю половину вкладыша кладут на место, подшипник закрывают крышкой и равномерно и умеренно затягивают болтами до смятия всех кусочков свинца.

Затем болты разбалчивают, крышку и верхнюю половину вкладыша снимают. При помощи микрометра измеряют толщину оттисков свинца и заносят на эскиз подшипника (рис. 24).

Верхний зазор между валом и вкладышем определяют по выражению

$$\delta = a - \frac{b + c}{2}; \quad \delta_1 = a_1 - \frac{b_1 + c_1}{2}.$$

Значения величин δ и δ_1 не должны отличаться друг от друга более чем на 10%.

Натяг между крышкой и вкладышем определяют по такому же методу.

Независимо от значений зазоров в подшипниках после снятия торцовых крышек или разборки разъемных подшипников необходимо протереть и осмотреть рабочую поверхность вкладыша, обратить внимание на отсутствие торцовой выработки, трещин, отставаний, задиров, рисок и подплавления или натаскивания баббита.

Следует также проверить, как работал вкладыш. Участки поверхности вкладыша, соприкасающиеся через масляную пленку с вращающимся валом, имеют характерный блеск баббита. В правильно пришабренном вкладыше зона касания вала располагается равномерно, по всей длине нижней части вкладыша, примерно на $1/6$ части окружности. В длительно работавших вкладышах зона касания становится шире.

Если вкладыш работал не по всей длине и, тем более, если зоны касания вала расположены по диагонали вкладыша, например со стороны одного торца внизу, а со стороны другого — вверх, то это указывает на наличие перекоса вкладыша относительно вала ротора. В этом случае вкладыш следует пришабрить не отдельно, а вместе с торцовой крышкой в рабочем положении. После шабровки мест касания торцовые крышки с вставленными в них вкладышами устанавливают и прибалчивают на место и ротор проворачивают при помощи цепного ключа за вал вручную. Затем крышку с пришабриваемым вкладышем снимают и места касания зашабривают вновь. Операция повторяется до получения равномерного касания по всей длине нижней части вкладыша и наличия зазоров сверху и по бокам его.

Отставание баббита от корпуса вкладыша обнаруживается путем нажатия или легкого удара деревянной рукояткой молотка по баббиту. Если баббит отстал, то в местах его отставания выдавливается масло.

При отставании баббита по всей окружности, и особенно в тех случаях, когда это отставание привело к появлению трещин в баббите, вкладыш должен быть перезалит независимо от значения зазора.

Риски и задирь обрабатывают при помощи шабера. При этом нет необходимости в полном удалении рисков, достаточно зашабрить их острые края, чтобы они не выступали над остальной рабочей поверхностью вкладыша.

Небольшие раковины и забоины целесообразно запаять или заплавить с применением автогенной горелки и затем зашабрить.

Наличие торцовой выработки на вкладыше указывает на отсутствие необходимого осевого разбега в сторону этого вкладыша или на смещение ротора под воздействием осевых усилий, возникающих в некоторых случаях в полумуфтах. Торцовые выработки сопровождаются повышенным нагревом, а нередко и расплавлением вкладыша. Поэтому при ремонте электродвигателя необходимо устранить причину появления торцовой выработки.

Общий осевой разбег ротора должен быть равен 3—5 мм. Замерить его легко. Для этого достаточно сместить ротор до упора в одну сторону, например в сторону задней крышки, и, нанеся риску на доступной части вала, замерить расстояние от нее до корпуса подшипника. Затем ротор сдвигают до упора в другую сторону и вновь замеряют расстояние между риской на валу и корпусом подшип-

ника. Разница в замеренных расстояниях равна осевому разбегу.

Важнее знать не общий осевой разбег, а разбег в одну и другую сторону от положения, которое занимает ротор после включения в сеть. При работе электродвигателя на холостом ходу замерить эти разбеги также нетрудно. Замерив на холостом ходу расстояние от риски на валу до корпуса подшипника, легким нажатием деревянной рукояткой на открытый торец вала ротора смещают его в сторону полумуфты до упора в торец вкладыша и вновь замеряют расстояния между риской на валу и подшипником. Разница в замеренных расстояниях равна разбегу в сторону полумуфты. Таким же образом определяет разбег в противоположную сторону. Надежнее всего, чтобы разбег в обе стороны был одинаков.

По замерам разбега ротора на холостом ходу можно выявить дефект только тогда, когда ремонт электродвигателя фактически закончен. Для устранения дефекта электродвигатель придется отключать и вновь выводить в ремонт, что связано с дополнительными трудозатратами.

Желательно так собрать подшипник, чтобы необходимости в повторной разборке не было. Для этого при сборке электродвигателя после замены или перезаливки вкладыша устанавливают ротор в статоре так, чтобы торцы активной стали статора и ротора совпали с обеих сторон. Если торцы стали ротора закрыты для наблюдения бандажными кольцами или вентиляторами, необходимо до ввода ротора определить расстояние от торцов бандажных колец до торцов стали и выверку симметричности ротора относительно статора производить по этим расстояниям. Для исключения ошибки замеры расстояний от торца стали статора до торца бандажных колец следует выполнять в трех-четыре точки, расположенных равномерно по окружности статора. Затем устанавливают и прибалчивают торцовую крышку с одной стороны и проверяют по положению открытых торцов стали ротора и статора, что ротор не переместился. Положение ротора фиксируется относительно установленной крышки нанесением риски. Ставят и крепят торцовую крышку с другой стороны. Сдвинув ротор до упора в одну сторону, по перемещению риски устанавливают разбег ротора в эту сторону. Затем ротор сдвигают до упора в другую сторону и по перемещению риски от первоначального положения определяют разбег ротора в другую сторону.

При большой разнице в разбегах принимаются меры к изменению положения вкладышей. Положение вкладышей в корпусе подшипника должно надежно фиксироваться при помощи стопорных болтов. Для этого в корпусе просверливают несквозное отверстие, в которое и должен входить с небольшим зазором (0,1—0,2 мм) сточенный от резьбы конец болта.

Во избежание сдавливания и закусывания вкладыша на валу торец болта не должен сильно упираться во вкладыш. Сам болт должен надежно фиксироваться при помощи контргайки. Если контргайки нет ее следует установить вновь. Отсутствие контргайки не раз приводило к самоотвертыванию стопорного болта, проворачиванию и сгоранию вкладыша.

Иногда торцовая выработка на вкладыше появляется не по причине отсутствия осевого разбега, а в результате смещения ротора под воздействием осевых усилий, возникающих в соединительной муфте. Осевые усилия, стремящиеся сблизить или удалить торцы роторов электродвигателя и механизма, могут возникнуть в соединительной муфте любого типа, в которой полумуфты не сболчены наглухо между собой. Как показывает опыт, чаще всего они появляются в шестеренчатых муфтах.

Появление осевых усилий (рис. 25) вызывается или недостаточной точностью обработки рабочих поверхностей полумуфт, через которые передается вращающий момент от одной полумуфты к другой (перекосом зубцов, отверстий, пальцев, кулачков и т. д.), или, чаще всего, неравномерной выработкой этих поверхностей при износе полумуфт.

На рис. 25,а осевое усилие F_0 стремится сблизить торцы полумуфт, а на рис. 25,б — раздвинуть. При перекосе зубцов (пальцев) всего лишь на 1° от оси муфты, при мощности двигателя в 1000 кВт, частоте вращения 1500 об/мин и диаметре полумуфты 250 мм осевое усилие будет равно 865 Н (88 кгс).

Шестеренчатую муфту, вызывающую осевые усилия, целесообразно заменить новой. В пальцевых муфтах для устранения осевых усилий часто достаточно заменить сработавшиеся пальцы с литой резиной или заменить и проточить сработавшуюся кожу или резину, установленную на пальцах в виде шайб. При появлении перекосов в отверстиях полумуфт от неравномерной выработки необходимо восстановить правильность (цилиндричность) их поверхности путем обработки на станке.

Если резервная муфта или резервные пальцы с литой резиной отсутствуют, то для предотвращения давления ротора на вкладыш подшипника от осевых усилий, стремящихся сблизить торцы полумуфт, следует между полумуфтами установить и закрепить промежуточный диск или упорный болт.

Если в муфте возникают усилия, стремящиеся раздвинуть торцы полумуфт, то в шестеренчатых муфтах ограничение расхождения полумуфт достигается установкой во фланцах, закрывающих цилиндр муфты с торцов, двух-трех винтов, упирающихся в торец ступицы полумуфты.

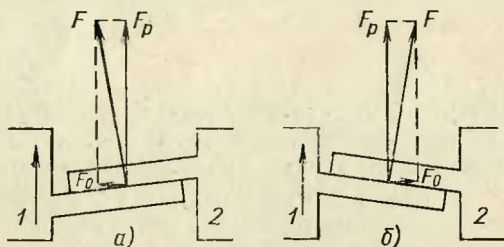


Рис. 25. Возникновение осевых усилий в муфтах:

1 — ведущая полумуфта; 2 — ведомая полумуфта

В пальцевых муфтах на двух диаметрально противоположных пальцах с обрешиненной стороны следует выполнить резьбовые отверстия под болты и при помощи этих болтов закрепить шайбы, имеющие диаметр больший, чем диаметр отверстий в полумуфте. Эти шайбы и ограничивают расхождение полумуфт.

Персонал, ведущий ремонт механизма, иногда отказывается от установки ограничительных упоров, высказывая опасения, что вал ротора двигателя начнет давить на вал механизма и вызовет повреждение подшипников механизма. Но эти опасения необоснованны. Фактически все осевые усилия, возникающие в муфте, будут гаситься в ней же. Для исключения осевых усилий, которые могли бы быть вызваны магнитным полем электродвигателя в случае осевого смещения его ротора относительно статора, необходимо замерить расстояние между торцами полумуфт при работе двигателя на холостом ходу и размеры ограничительных упоров выбрать такими, чтобы после их установки, это расстояние между полумуфтами сохранилось.

Выемка и перезаливка вкладыша. Выемка вкладыша для его перезаливки выполняется при помощи приспособ-

ления, изображенного на рис. 26,а. При вращении винта против часовой стрелки он промежуточной шайбой давит на вкладыш, заставляя его выходить из корпуса подшипника. Это же приспособление используется и для установки вкладыша в корпус подшипника (рис. 26,б).

В целях сокращения срока ремонта электродвигателя целесообразно на каждый тип и размер подшипника иметь запасные вкладыши. При наличии запасного вкладыша он устанавливается взамен дефектного, а дефектный вкладыш направляется в перезаливку.

Перезаливка вкладышей электродвигателей с тяжело нагруженными подшипниками или имеющими окружающую

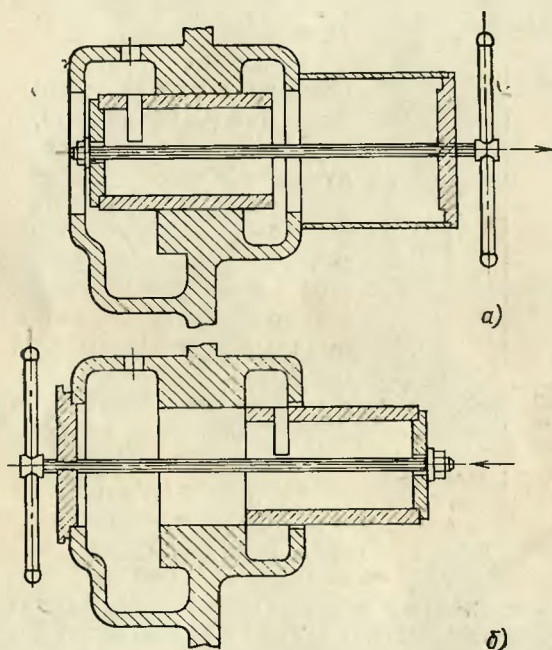


Рис. 26. Приспособление для выемки вкладышей

скорость на валу выше 5 м/с производится баббитом Б-83, а остальных — баббитом Б-16 или алюминиевым сплавом — алькусином Д. В последнее время в отдельных случаях вместо баббита во вкладышах начинают применять специальный капрон.

Старый баббит выплавляют путем нагрева вкладыша паяльной лампой, автогенной горелкой или индукционным

методом. Для нагрева индукционным методом вкладыш помещают в катушку высотой 150 мм, внутренним диаметром 180 мм, имеющую при напряжении 220 В 135 витков провода ПБД диаметром 3,05 мм. Ток в катушке равен 15 А. Время плавки 20—25 мин.

После выплавления старого баббита поверхность вкладыша зачищают шкуркой, стальной щеткой, шабером. Места, где отсутствует полуда, должны быть протравлены кислотой и полужены вновь. Перед заливкой корпус вкладыша нагревают до 250 °С (пруток олова при прикосновении к вкладышу начинает плавиться). При отсутствии полуды и без подогрева вкладыша возможно отставание баббита от стенок вкладыша.

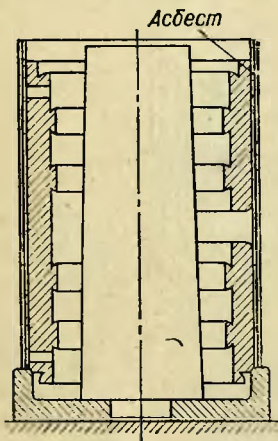


Рис. 27. Подготовка вкладыша к заливке баббитом

Плавление баббита, закладываемого в тигель, можно производить паяльной лампой, автогенной горелкой. Но лучше для этого иметь тигель с электронагревом. Для электронагрева на тигель укладывают обмотку из нихрома диаметром 2 мм, длиной 8 м, напряжением 65 В и током 26 А. Объем тигеля должен обеспечить заливку вкладыша баббитом полностью, без перерыва.

Старый баббит используется для заливки с добавлением 30—50% нового баббита.

После расплавления баббита с его поверхности удаляют шлак. Для предотвращения окисления на поверхность баббита целесообразно засыпать древесный уголь. Температура баббита при заливке должна быть равна 400—450 °С. Полоска белой писчей бумаги при соприкосновении с баббитом, имеющим такую температуру, становится бурого цвета (тлеет), но не горит, а при более высокой температуре загорается.

Перегревать баббит не рекомендуется, так как он теряет при этом свои качества.

Вкладыш перед заливкой устанавливают на специальную плиту (рис. 27). Внутри вкладыша вставляют конусный сердечник. Диаметр сердечника должен быть таким, чтобы при диаметре вала 100—150 мм обеспечить припуск баббита на обработку, равный 10—15 мм.

Разъемные половины вкладыша скрепляют хомутом или, если есть проушины, — при помощи болтов с укладкой в разъемы полосок из стали, которые должны выступать внутрь до соприкосновения с сердечником.

Снаружи вкладыши обертывают асбестовой бумагой в несколько слоев для предупреждения вытекания баббита через отверстия во вкладыше.

На ряде предприятий применяют центробежную заливку вкладышей баббитом, обеспечивающую минимальный расход баббита за счет сокращения припуска на обработку, а также высокие антифрикционные свойства баббита (минимальный коэффициент трения) и прочное сцепление его со стенками вкладыша. При этом способе расплавлен-

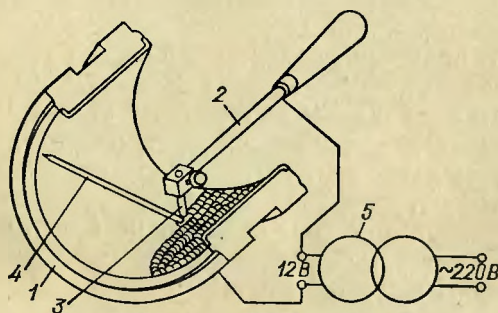


Рис. 28. Электронаплавка вкладыша:

1 — вкладыш; 2 — электрододержатель; 3 — электрод; 4 — прутки баббита; 5 — понижающий трансформатор

ный баббит вводится внутрь вращающегося вкладыша, который помещается в специально изготовленный станок. При диаметре вкладыша 100—150 мм частота вращения должна быть равна 1000—700 об/мин.

Для экономии баббита и сокращения трудозатрат вместо перезаливки сработавшийся вкладыш иногда наплавляют баббитом с применением автогенной горелки. Особенно удобно наплавку выполнять при разъемных вкладышах.

Восстановление вкладышей можно выполнить также электронаплавкой. Вкладыш перед электронаплавкой так же, как перед наплавкой автогеном, предварительно обезжиривают. Поверхность баббита покрывают тонким слоем флюса (концентрированный раствор равных частей хлористого аммония и хлористого цинка в воде). После высыхания флюса вкладыш подсоединяют к одному из выводов 12 В трансформатора 220/12 В мощностью 1000—1500 В·А.

Можно применить два понижающих трансформатора типа ОСО-500, соединенных параллельно. Другой вывод 12 В понижающего трансформатора подсоединяют гибким проводом сечением 25—35 мм² к электрододержателю со стандартным угольным электродом 8—15 мм длиной до 60 мм, или электродом 10×10 мм, изготовленным из угольно-графитовых блоков. Баббит для наплавки отливают в прутки.

Электрод плотно прижимают к поверхности баббита, и выделяемым при этом теплом расплавляют баббит. В расплавленный участок добавляют баббит из прутка. Постепенно электрод и прутки перемещают по образующей цилиндра и наплавляют валик (рис. 28). По мере наплавления одного за другим валиков вкладыш поворачивают так, чтобы наплавляемый валик находился в самой нижней части цилиндра.

Глаза в процессе наплавки защищают синими очками.

Наплавленный баббит мелкозернист, легко шабрится.

Обработка вкладыша на токарном станке. Перезалитый или наплавленный вкладыш протачивают на токарном станке. Очень важно, чтобы перед расточкой вкладыш был установлен в патроне достаточно точно. Бой наружной поверхности вкладыша должен быть не более 0,02 мм: это избавит от длительной шабровки, которая неизбежна, если вкладыш проточен с перекосом.

Объем шабровки будет минимальным, если на поверхности баббита следы резца будут мало заметны. Для этого последняя стружка при расточке должна быть мелкой, или, как говорят, «чистой». Диаметр расточки вкладыша должен быть на 0,05—0,07 мм больше диаметра шейки вала (при диаметре вала 100—150 мм).

Вблизи торцов вкладыша должны быть выполнены маслосборные канавки таких же размеров, какими они были до перезаливки. Если эти размеры не сохранились, то канавки делают шириной 6—7 мм и глубиной 2,5—3 мм.

Слесарная обработка и шабровка вкладыша. После расточки на токарном станке в баббите вырезают окно для смазывающего кольца и сверлят отверстия для спуска масла из маслосборных канавок, затем выполняют карманы («заманки») для масла. В верхней части карманов выполняют канавки шириной 8—12 мм и глубиной 1,5—2 мм, которые не должны доходить до кольцевых маслосборных канавок на 4—5 мм.

Правильно выполненные карманы вкладыша играют большую роль в обеспечении надежной работы подшипника с минимальной температурой. Если они выполнены не-

глубокими, с плавным, незаметным переходом на ту часть поверхности вкладыша, где при вращении вала создается масляная пленка, воспринимающая вес ротора (назовем ее рабочей зоной, рис. 29,а), то создаются хорошие условия для затягивания масла под шейку вала и перехода масляного клина в масляную пленку. Кроме того, благодаря малой толщине в нижней части масляный клин воспринимает на себя частично давление вала, разгружая тем самым масляную пленку и облегчая условия работы вкладыша.

И наоборот, если переход карманов на поверхность рабочей зоны вкладыша выполнен не плавно, а с изломом (рис. 29,б), то при работе электродвигателя масляный клин

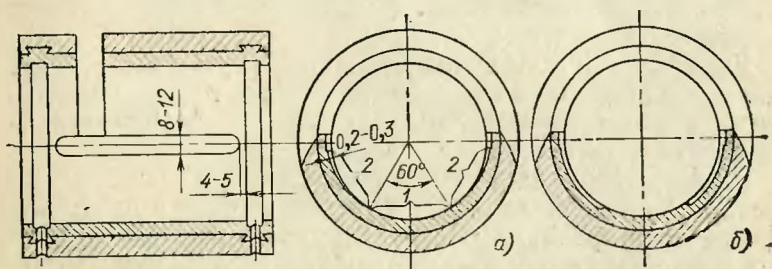


Рис. 29. Шабровка вкладыша:

а — правильно; б — неправильно

в месте излома поверхности вкладыша будет обрываться, не будет условий для создания надежной масляной пленки и вкладыш будет нагреваться.

После выполнения карманов вкладыш пришабривают по шейке вала с применением синьки. Предварительно шейку вала следует шлифовать мелкой шкуркой вначале без масла, а затем с маслом. Если шейка вала в результате выработки в рабочей зоне имеет диаметр меньший, чем в нерабочей, то такую шейку при неразъемных вкладышах следует проточить еще до расточки вкладыша. Вкладыш в этом случае должен растачиваться по диаметру шейки вала, полученному после устранения выработки.

Шабровку вкладыша производят до появления равномерного прилегания его к валу по всей длине нижней части вкладыша примерно на $1/6$ части окружности.

Затем вкладыш устанавливают в корпус подшипника, торцовые крышки устанавливают на место, проворачивают, как уже ранее говорилось, ротор и проверяют, как прилегает вкладыш при собранном двигателе. Если нужно, произ-

водят дополнительную шабровку. Нижняя половина разъемного вкладыша пришабровывается сразу в рабочем положении.

Устранение вытекания масла из подшипника и попадания его на обмотку. Вытекание масла из подшипника — серьезный дефект, который надо устранять самым решительным образом. Прежде всего он приводит к снижению уровня масла в подшипнике. Достаточно ослабить надзор за работающим двигателем и вовремя не добавить масло в подшипник для восполнения утечки, как вскоре наступит такой момент, когда кольцо не будет доставать до масла и подшипник сгорит.

Вытекание масла наружу нежелательно также и потому, что оно разъедает бетон фундамента и сильно загрязняет электродвигатель.

Еще более опасно вытекание масла внутрь электродвигателя и попадание его на обмотку. Попад раз на обмотку, оно не высохнет, а будет разъедать изоляцию обмотки до тех пор, пока не наступит ее пробой.

Наружу масло чаще всего вытекает через неплотности в масломерном стекле, маслоспускной пробке, гильзах для термометров, фланцах маслоохладителей и т. д. Эти течи не появятся, если при сборке подшипника будут тщательно затянуты прокладки спускной пробки, масломерного стекла, фланцев маслоохладителей и т. д. Поверхности под прокладками следует досуха протереть от масла и покрыть бакелитовым лаком.

Для устранения попадания масла на обмотку необходимо:

а) не допускать переполнения подшипника маслом больше нормы. Масломерный указатель должен быть установлен так, чтобы уровень масла был несколько ниже краев камеры подшипника. При стеклянном маслоуказателе должны быть нанесены отметки верхнего и нижнего уровней;

б) не допускать выработки в торце вкладыша. При отсутствии выработки масло, имеющееся на поверхности шейки вала, дойдя до места ступенчатого увеличения диаметра вала (рис. 30,а), под воздействием центробежной силы сбрасывается в картер подшипника. Незначительная часть масла, попавшая на утолщенную часть вала, будет перехвачена маслоулавливающей канавкой на валу ротора. Если же во вкладыше появилась торцовая выработка (рис. 30,б), то масло под воздействием центробежной силы, не имея возможности сорваться в картер, выбрасывается

в виде брызг вдоль вала и, минуя маслоулавливающие выступ и канавку, попадает внутрь двигателя;

в) чтобы зазоры между валом и маслоуловителем внизу не превышали 0,1—0,15 мм. Очень важно, чтобы отверстия, по которым уловленное масло из лабиринтных канавок стекает в картер, не были засорены. Целесообразно диаметр этих отверстий увеличить до 5—6 мм;

г) установить электродвигатель так, чтобы вал был строго горизонтален;

д) устранить вибрацию;

е) не допускать подтеков и разлива масла с паружной стороны торцовых крышек и на фундаменте;

ж) заменить масло на более вязкое.

Если указанные меры приняты, а масло продолжает попадать в двигатель, то можно рекомендовать изготовить

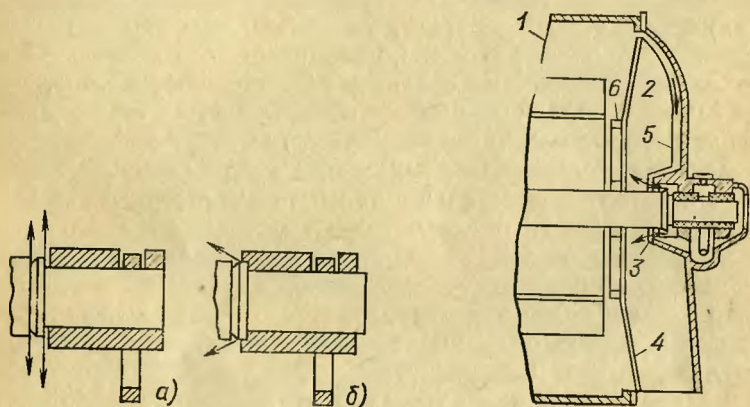


Рис. 30. Попадание масла в двигатель при появлении торцевой выработки у вкладыша:

а — сброс масла при отсутствии давления вала в торец вкладыша; б — выброс масла вдоль вала при появлении выработки во вкладыше

Рис. 31. Воздушное уплотнение подшипника:

1 — зона повышенного давления; 2 — зона разрежения; 3 — кольцеобразная камера; 4 — диффузор вентилятора; 5 — трубка для подвода воздуха; 6 — вентилятор

и установить с внутренней стороны подшипника воздушные уплотнения (рис. 31).

Принцип работы этого уплотнения состоит в том, что с внутренней стороны подшипника прикрепляется кольцевая камера, в которую по трубке подводится воздух из зоны повышенного давления, создаваемого вентилятором. Большая часть воздуха из кольцевой камеры уходит через

зазор между валом и камерой, а меньшая идет в камеры подшипника, предотвращая выброс из нее брызг масла.

В электродвигателях с выносными подшипниками и принудительной смазкой, например в электродвигателях АТМ-2000, АТД-3500 и т. д., для устранения выброса масла через уплотнения достаточно в большинстве случаев уменьшить диаметр шайбы на напорном маслопроводе. Нужный диаметр подбирается опытным путем. При правильно подобранном диаметре шайбы в сливном патрубке масло должно стекать несколько меньше, чем по половине сечения.

Камеры выносных подшипников при наличии потеков масла целесообразно при капитальном ремонте опрессовать при помощи керосина. Для этого камеру ставят на брус. Дно камеры с наружной стороны покрывают раствором масла, который через некоторое время высыхает. В камеру заливают керосин и оставляют там на сутки. При наличии трещины, раковины или другой неплотности на покрашенной мелом поверхности будут хорошо видны следы керосина. Обнаруженная неплотность должна быть заделана при помощи эпоксидной смолы.

Заливка подшипников маслом. Перед заливкой подшипник следует тщательно промыть керосином, продуть воздухом и обмыть маслом. Только после этого его можно заливать свежим маслом. Обмывка маслом необходима, так как даже ничтожное содержание керосина в масле резко понижает температуру вспышки масла, а несколько процентов керосина снижают вязкость масла и делают его непригодным для смазки.

Если вкладыш перезаливался, то после нескольких часов работы электродвигателя масло в подшипнике должно быть спущено и заменено свежим.

Сорта смазки, если нет специальных указаний завода-изготовителя, можно выбирать по табл. 7.

Таблица 7

Синхронная частота вращения, об/мин	Температура среды, °С	Основная марка масла	Чем можно заменить
1500 и выше	Выше 25	Индустриальное-30	Турбинное-30
1000-и ниже	Ниже 25	Индустриальное-20	Турбинное-22
	Выше 25	Индустриальное-45	Турбинное-46, моторное М, автол-6 серноокислотной очистки
	Ниже 25	Индустриальное-30	Турбинное-30

Как видно из табл 7, при меньшей частоте вращения и при более высокой температуре окружающей среды применяются более вязкие сорта масла, и наоборот.

Путем проведения испытаний необходимо стремиться к тому, чтобы число сортов масел, применяемых для подшипников электродвигателей, было минимальным. Как показывает опыт, в условиях электростанций для всех электродвигателей можно ограничиться применением одного и того же сорта масла — турбинного-22 и, тем более, турбинного-30.

6. РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

В подшипниках качения при отсутствии нагрузки шарики соприкасаются с дорожкой кольца в точке, а ролики по линии. При нагрузке за счет упругих деформаций поверхность соприкосновения хотя и увеличивается, но незначительно. Давление шариков и роликов на единицу поверхности кольца остается очень большим. При вращении подшипника это давление непрерывно перемещается по окружности кольца. Один и тот же участок дорожки кольца то испытывает сильное сжатие, то освобождается от него.

Под воздействием многократно повторяющихся усилий сжатия металл в поверхностных слоях дорожек колец так же, как и металл шариков и роликов, со временем устает и в нем появляются трещины усталости. Уставшие поверхностные слои начинают выкрашиваться. Растет температура подшипника. Появляется вибрация. К дальнейшей работе такой подшипник становится непригодным.

Продолжительность работы подшипника в часах до появления следов усталости металла называется долговечностью подшипника. Долговечность подшипника одного и того же размера и типа при равных условиях монтажа и эксплуатации зависит от радиальной и осевой нагрузок, приходящихся на него. Чем выше нагрузка, тем быстрее наступят усталостные явления в металле.

При конструировании электродвигателя задаются расчетной долговечностью подшипника. Если долговечность принять чрезмерно большой, то это вызовет необходимость применения подшипника необоснованно завышенных размеров. При малой долговечности подшипник будет быстро выходить из строя, что снизит надежность электродвигателя и повысит расходы на его ремонт.

В электродвигателях мощностью до 100 кВт включительно независимо от частоты вращения расчетная долго-

вечность (расчетный срок службы) подшипников принимается равной 10000—15000 ч, а в электродвигателях мощностью выше 100 кВт при 1500 об/мин и ниже — 10000 ч и при 3000 об/мин — 5000 ч.

Согласно ГОСТ 520-71 расчетный срок службы должны проработать без появления признаков усталости металла не менее 90% из данной группы подшипников.

Как показывает опыт эксплуатации, многие подшипники при правильном монтаже и эксплуатации выдерживают по несколько расчетных долговечностей. Вместе с тем нередки и случаи, когда подшипники качения в электродвигателях приходится заменять до отработки расчетной долговечности из-за преждевременного появления дефектов в них. Как правило, преждевременное появление дефектов в подшипниках вызвано не ошибкой в их выборе и не их низким качеством, а недостатками, допущенными при изготовлении, ремонте или эксплуатации электродвигателя.

Сравнительно распространенной причиной преждевременного выхода из строя подшипника является его неправильная посадка на вал — с чрезмерно большим натягом, со слабиной или с перекосом.

При чрезмерно большом натяге из-за увеличения диаметра дорожки внутреннего кольца радиальные зазоры в подшипнике уменьшаются до таких пределов, при которых свободное вращение шариков или роликов становится невозможным или сильно затруднено. Защемление шариков или роликов приводит к повышению температуры подшипника и к возрастанию нагрузок на сепаратор. Кроме того, от чрезмерного натяга появляются недопустимые напряжения во внутреннем кольце, вызывающие в некоторых случаях его разрыв. Ненормальные условия работы всех деталей, вызванные чрезмерным натягом, приводят в конце концов к тому, что подшипник выходит из строя аварийно, не отработав положенного ему срока.

При слабой посадке внутреннее кольцо подшипника может проворачиваться на валу, что вызовет недопустимый нагрев и расширение кольца, защемление шариков или роликов и выход подшипника из строя. Одновременно может появиться выработка на валу, а в некоторых случаях и произойти изгиб вала.

К преждевременному выходу подшипника из строя приведет и слишком тугая или чрезмерно слабая посадка подшипника в торцевой крышке.

Вот почему при замене преждевременно вышедшего из строя подшипника следует измерить диаметры вала и от-

верстий в крышках и проверить, не имеют ли эти диаметры отклонений от номинального размера выше допустимых пределов. Диаметр вала измеряется микрометром, а отверстия — индикатором нутромером. В электродвигателях с частотой вращения 1500 об/мин и ниже применяется напряженная посадка (H_n) подшипников на вал и плотная (P_n) в торцевой крышке. В электродвигателях с частотой вращения 3000 об/мин применяются посадки с меньшим натягом: плотная (P_n) на валу и скольжения (C_n) — в торцевой крышке.

В последнее время в ряде случаев начинают применять плотную посадку подшипников на валу и посадку скольжения в крышке и для электродвигателей с частотой вращения 1500 об/мин и ниже.

Предельные отклонения диаметра вала приведены в табл. 8, а предельные отклонения диаметра отверстия в крышке — в табл. 9.

Таблица 8

Номинальный диаметр вала, мм	Отклонение внутреннего диаметра подшипника, мкм		Напряженная посадка				Плотная посадка			
			Предельное отклонение диаметра вала, мкм		Натяг, мкм		Предельное отклонение диаметра вала, мкм		Натяг, мкм	Зазор, мкм
	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	максимальный	минимальный	верхнее	нижнее		
18—30	0	—10	+17	+2	27	2	+7	—7	17	7
30—50	0	—12	+20	+3	32	3	+8	—8	20	8
50—80	0	—15	+23	+3	38	3	+10	—10	25	10
80—120	0	—20	+26	+3	46	3	+12	—12	32	12
120—180	0	—25	+30	+4	55	4	+14	—14	39	14

Если фактический диаметр шейки вала больше, а отверстия в крышке — меньше номинального размера на величину, превышающую допустимое отклонение, то шейка вала или отверстие в крышке должны быть доведены до нужных размеров путем обработки на токарном станке. При необходимости уменьшить диаметр шейки вала или увеличить диаметр отверстия в крышке в пределах 0,02—0,03 мм достаточно ограничиться шлифовкой паждачной шкуркой. Если же диаметр посадочного места нужно изменить больше, чем на 0,03 мм, то целесообразно прибегнуть к проточке.

В тех случаях, когда диаметр шейки вала меньше, а диаметр отверстий в крышке больше номинального размера на величину, превышающую допустимое отклонение, прибегают к установке на вал или в отверстие промежуточной втулки. Перед установкой втулки вал протачивают на токарном станке до диаметра, обеспечивающего толщину стенки втулки после ее окончательной обработки в пределах 2,5—5 мм. Большой диаметр принимается для больших диаметров вала.

Таблица 9

Номинальный диаметр вала, мм	Отклонение наружного диаметра подшипника, мкм		Плотная посадка				Посадка скольжения			
			Предельное отклонение диаметра отверстия, мкм		Наибольшая разница в диаметрах отверстия и подшипника, мкм		Предельное отклонение диаметра отверстия, мкм		Наибольшая разница в диаметрах отверстия и подшипника, мкм	
	верхнее	нижнее	верхнее	нижнее	Натяг	Зазор	верхнее	нижнее	Натяг	Зазор
30—50	0	—11	+18	—8	8	29	+28	0	0	33
50—80	0	—13	+20	—10	10	33	+30	0	0	43
80—120	0	—15	+23	—12	12	38	+35	0	0	50
120—150	0	—18	+27	—14	14	45	+40	0	0	58
150—180	0	—25	+27	—14	14	51	+40	0	0	65
180—250	0	—30	+30	—16	16	60	+45	0	0	75

Втулка изготавливается с наружным диаметром на 3—5 мм больше, чем внутренний диаметр подшипника, и с внутренним диаметром, на 0,3—0,4% меньшим, чем диаметр вала, проточенного под втулку. Посадка втулки на вал производится в горячем состоянии, для чего она нагревается до 400—500°C. После остывания установленную на вал втулку протачивают до окончательного размера по внутреннему диаметру подшипника.

В отверстие крышки промежуточную втулку устанавливают без подогрева. Поэтому ее наружный диаметр должен быть равен или превышать диаметр отверстия в крышке после расточки не более чем на 0,02—0,03 мм (напряженная посадка). Окончательно втулку в крышке закрепляют двумя-тремя шпильками, устанавливаемыми на резьбе, по окружности соприкосновения втулки и крышки.

Если из-за наличия прогиба предстоит выполнять правку вала, то вместо установки втулки увеличить диаметр посадочного места на валу более целесообразно путем

наплавки его электросваркой. Наплавленный участок вала до правки вала подвергается предварительной проточке и после правки — окончательной проточке и шлифовке.

Вместо установки втулок для восстановления изношенных посадочных мест на некоторых предприятиях применяется покрытие изношенной поверхности слоем металла, распыляемого в расплавленном состоянии при помощи электрометаллизационного аппарата ЭМ-9. Расплавление проволоки, непрерывно подаваемой в пистолет, производится при помощи электрической дуги, горящей в полости пистолета, а выдувание расплавленного металла и направление его на изношенную поверхность — при помощи сжатого воздуха, подводимого к пистолету.

Во избежание отслаивания нанесенного металла поверхность хорошо очищают от грязи, масла, окалины, ржавчины и т. д. Для надежного сцепления нанесенного металла с основным на поверхности лучше всего нарезать на токарном станке резьбу с мелким, не более 1 мм, шагом, без подачи масла на резец, чтобы резьба получилась грубой, с заусенцами.

В некоторых случаях для устранения слабину в посадке подшипника прибегают к накерниванию посадочной поверхности. Но при недостаточно сильном накернивании после непродолжительной работы двигателя может появиться прежняя слабину в посадке подшипника, а при чрезмерно частом и глубоком накернивании внутреннее кольцо подшипника будет посажено на вал с недопустимым натягом. То и другое может вызвать преждевременный выход подшипника из строя. Поэтому на накернивание посадочных мест следует идти только в крайних случаях, при недостатке времени на выполнение полноценного ремонта, и как на временную меру.

При замене преждевременно вышедшего из строя подшипника следует обратить внимание на отсутствие конусности или овальности в посадочной поверхности и перекоса в заплечиках вала или отверстий в крышке. Конусность или овальность посадочной поверхности не должна превышать половины предельного отклонения диаметра вала или отверстия.

Бой заплечиков при диаметре вала 50 мм должен быть не более 20 мкм, при диаметре вала 50—120 мм — не более 25 мкм и при диаметре вала 120—250 мм — не более 30 мкм. Бой заплечиков больше указанных значений приведет к нарушению перпендикулярности подшипника (особенно однорядного) к оси вала в недопустимых пределах

и к заземлению подшипника. Перпендикулярность запле-
чика проверяется индикатором на валу, установленном
в центрах токарного станка.

Высота заплечиков должна быть не менее половины
ширины торца внутреннего кольца подшипника. Радиус
галтели заплечика должен быть меньше радиуса фаски на
внутреннем кольце подшипника.

Перед установкой нового подшипника зачищают все
забоины и заусенцы на посадочной поверхности при помо-
щи личного напильника и мелкой наждачной шкурки. При
этом не следует стремиться полностью вывести забоину или
заусенец. Достаточно только снять вспучивание металла
вблизи забоины, заусенца.

**Чистка, промывка и осмотр подшипников при ремонте
двигателя.** Прежде чем приступить к чистке подшипника,
обращают внимание на состояние старой смазки—не пере-
сохла ли она, нет ли в ней мелкой стальной, латунной или
бронзовой стружки. Если смазка пересохла, необходимо
в дальнейшем более часто добавлять свежую смазку. На-
личие стальной латунной или бронзовой стружки в смазке
указывает на ненормальную работу сепаратора, его износ
и в большинстве случаев на необходимость замены под-
шипника.

Проверяется, нет ли большого радиального или осевого
люфта наружного кольца. В исправном однорядном под-
шипнике с внутренним диаметром 80—120 мм радиальный
зазор не должен быть более 0,040—0,046 мм, а осевой—
0,250—0,330 мм. В однорядном роликовом подшипнике тех
же размеров радиальный зазор должен быть не больше
0,065—0,090 мм.

Если в проверяемом подшипнике зазоры явно превыша-
ют указанные значения, то такой подшипник подлежит за-
мене и нет нужды тратить время на его тщательную про-
мывку.

Промывку снятого с вала или нового подшипника от
старой смазки или консервации легче всего выполнить
в ванне с трансформаторным маслом, подогретым до 90—
95°C. Снимать же подшипник специально для промывки
нецелесообразно. Каждое снятие подшипника сопряжено
с опасностью его повреждения, не говоря уже о том, что
в некоторых случаях на это уходит много сил и времени.

Удалить смазку и промыть подшипник на валу несколь-
ко труднее, чем в ванне, но вполне возможно. Вначале
смазка удаляется деревянными лопатками и подшипник
протирается сухими тряпками, а затем смоченными в бен-

зине. Для сбора стекающего бензина под подшипник ставится противень. Подшипник во время протирки вращается от руки за наружное кольцо, а если оно снято — за сепаратор. Протирка и промывка продолжают до полного удаления всей старой смазки.

Применять керосин для промывки подшипников качения не рекомендуется, так как полностью удалить его из подшипника не удается и со временем он вызывает коррозию подшипника.

По окончании промывки проверяются легкость и плавность вращения подшипника. Обращается при этом внимание на отсутствие заеданий и притормаживаний и ненормального шума, которые указывают на наличие дефектов на поверхности дорожек колец, на шариках или роликах.

Малейшие раковины и трещины, выкрашивание металла на дорожках качения, на шариках или роликах делают подшипник непригодным к дальнейшей работе, и он подлежит замене.

Должен быть заменен также подшипник, имеющий на дорожках колец, шариках и роликах хотя бы единственное точечное подплавление от электросварки. Такие подплавления происходят в тех случаях, когда при электросварочных работах на механизмах, приводимых во вращение электродвигателями, или на трубопроводах и коробах, соединенных с механизмом, не применяют обратный сварочный провод, считая, что трубопровод или короб вполне заменит его. Фактически при отсутствии второго провода обратный ток сварки часто идет от механизма через муфту в ротор электродвигателя и из ротора через подшипник в статор, обычно имеющий надежное заземление с малым сопротивлением. На рабочих поверхностях подшипника в месте прохождения тока электросварки появляется небольшое подплавление, которое при дальнейшей работе превратится в раковину.

Для предотвращения повреждения подшипников электросваркой нужно требовать от персонала, проводящего электросварочные работы на механизмах, трубопроводах и коробах, прокладывать второй (обратный) провод. Кстати, правила производства электросварочных работ запрещают в этом случае работу без прокладки обратного провода.

В роликовых подшипниках на рабочей поверхности колец часто появляются поперечные выработки — следы от роликов. При наличии таких дефектов подшипник так-

же должен быть заменен. Появление этого дефекта в большинстве случаев вызывается воздействием вибрации электродвигателя при его работе или вибрации основания (фундамента) электродвигателя, когда он находится в резерве. Например, такой дефект часто наблюдается в электродвигателях валоповоротного устройства турбин, особенно имеющих повышенную вибрацию, хотя число часов работы этих электродвигателей очень мало.

Для продления срока службы подшипников нужно добиваться снижения вибрации электродвигателей при их работе и при нахождении в резерве.

При осмотре сепаратора следует проверить, нет ли обрыва заклепок, трещин, надрыва ленты штампованного сепаратора или трещины и разрушения массивного сепаратора. Надавливая отверткой на сепаратор, проверяют, не касается ли он колец. При обнаружении указанных дефектов подшипник подлежит замене.

Подшипники, работающие в особо тяжелых условиях, например в крупных электродвигателях на 3000 об/мин, целесообразно заменять независимо от их состояния по истечении расчетного срока службы (долговечности).

Снятие подшипника с вала. Непригодный к дальнейшей работе подшипник можно снимать любым съемником, в том числе и применяемым для снятия полумуфт. При этом лапами съемника можно захватывать как за внутреннее, так и за наружное кольцо. Для облегчения снятия допустимо подогревать непригодный к ра-

боте подшипник автогеном. Если снять подшипник не удастся, то в крайнем случае можно прибегнуть к разрезанию его автогеном. При разрезании внутреннего кольца следует соблюдать большую осторожность, чтобы не повредить вал; пламя горелки направлять по касательной к валу, постепенно сдувая металл внутреннего кольца.

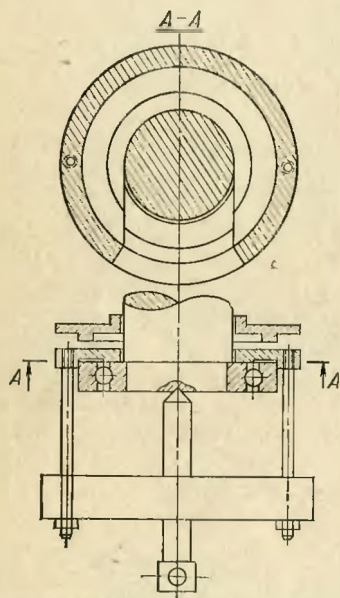


Рис. 32. Съемник подшипников качения

Исправные подшипники следует снимать специальным съемником (рис. 32). Он значительно удобнее съемника для снятия полумуфт, и его целесообразно применять для снятия и дефектных подшипников.

Могут быть применены и другие конструкции съемников подшипников. Но независимо от конструкции съемников при снятии исправного подшипника недопустимо захватывать его за наружное кольцо, так как можно повредить подшипник, за края, за шпильки внутреннего уплотняющего фланца, потому что фланец, как правило, чугуновый и легко ломается.

Усилие для снятия подшипника должно быть приложено только к внутреннему кольцу. Если между внутренним фланцем и кольцом подшипника расстояние мало, то разъемный фланец съемника можно установить за внутренним фланцем так, чтобы усилие снятия передавалось на подшипник через внутренний фланец. Однако при этом между внутренним фланцем и внутренним кольцом подшипника должно быть заложено разрезное кольцо.

Установка подшипника на вал. Перед установкой подшипник нагревается в ванне с трансформаторным маслом до температуры 90—100°C (но не выше). Подогревать масло можно прогревом стенок ванны автогеном. Но при этом следует опасаться загорания масла, так как температура воспламенения его паров равна 135—140°C. Поэтому безопасней под дном ванны иметь электропечь. Температуру следует контролировать термометром, опущенным в масло. Подшипник должен лежать на решетке, отстоящей от дна на 30—50 мм, так как при соприкосновении его с дном ванны может произойти перегрев и отпуск колец и тел качения.

Нагретый до 90—100°C подшипник легко надевается на вал вручную. Однако на случай, если произойдет заедание, необходимо иметь наготове молоток и трубу из мягкого металла (меди, алюминия) для добивки подшипника на место.

В последнее время для нагрева подшипников на некоторых предприятиях применяют индукционный метод. Для этой цели используют разъемный трансформатор тока нулевой последовательности с заменой вторичной обмотки на обмотку, рассчитанную на напряжение 220 В.

Подшипник, подлежащий нагреву, надевают на разомкнутый и разведенный сердечник трансформатора тока. Затем сердечник смыкают и закрепляют в замкнутом состоянии шпилькой. Обмотку подключают к сети перемен-

ного тока 220 В. В кольцах подшипника, выполняющих роль короткозамкнутого витка, проходит ток, который и нагревает их. Обычно на прогрев уходит 20—25 мин.

Достоинство индукционного метода нагрева подшипника состоит в том, что при нем требуется меньше времени на прогрев и исключается необходимость применения трансформаторного или другого масла, которое может загореться. К недостаткам следует отнести трудность замера температуры, которую по этой причине часто определяют приблизительно.

Подшипники мелких электродвигателей, как правило, устанавливают на вал без подогрева с помощью трубы из мягкого металла (меди, латуни, алюминия) диаметром, равным диаметру внутреннего кольца.

Для обеспечения надежной и длительной работы подшипников качения в крупных двигателях целесообразно проверять правильность их установки при помощи несложного приспособления (рис. 33). Приспособление состоит из прижимного фланца 1, индикатора часового типа 2 и втулки 3 со стойкой 4 для закрепления индикатора на валу ротора двигателя. Фланец 1 устанавливается вместо штатного фланца и обеспечивает прижим наружного кольца подшипника к внутреннему фланцу и вместе с тем позволяет ножке индикатора касаться и скользить по торцу наружного кольца подшипника при вращении вала ротора.

Если наружное кольцо подшипника расположено без недопустимого перекаса по отношению к внутреннему кольцу, то при вращении вала ротора, стрелка индикатора будет отклоняться в пределах $\pm 0,02$ мм. Если же стрелка индикатора отклоняется на большую величину, то наружное кольцо установлено с недопустимым перекасом, который вызывает нагрев, а при больших перекасах — и быстрый выход из строя подшипника. В этом случае необходимо принять меры к устранению перекаса. При выносных подшипниках для этого в большинстве случаев достаточно изменить положение стула подшипника (наклонить или повернуть). При подшипниках, встроенных в торцовые крышки, следует проверить параллельность плоскости разъема, на которую торцовая крышка опирается в торец корпуса двигателя и опорных плоскостей фланцев, крепящих подшипник, а также перпендикулярность по отношению к этим плоскостям цилиндрической поверхности отверстия под подшипник в торцовой крышке. Следует также проверить по всей окружности одинаковость высо-

ты бортика, занимающего наружное кольцо подшипника, по отношению к опорной плоскости фланца, закрепляющего подшипник в торцовой крышке.

Перекосы могут быть вызваны недостаточно точной обработкой на заводе-изготовителе, а в торцовых крышках, кроме того, и их короблением в результате недостаточной стабилизации заготовок для этих крышек.

Обнаруженные дефекты устраняют дополнительной обработкой поверхностей разъема на станке.

Смазка подшипников качения. В подшипниках качения электродвигателей применяются мазеподобные (конси-

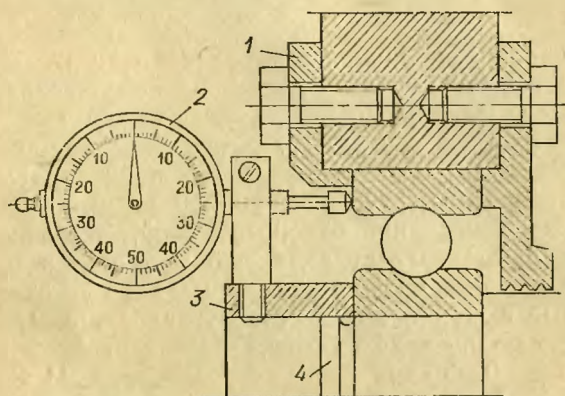


Рис. 33. Приспособление для проверки правильности установки подшипников качения

стентные) смазки, представляющие собой смесь минерального масла (80—90%) и мыла, играющего роль загустителя.

Для подшипников качения мощных электродвигателей, например типа ДАЗО, а также электродвигателей, установленных снаружи, рекомендуется применять высококачественные смазки Литол-24, ЦИАТИМ-201 и другие, обеспечивающие нормальную работу при низких (до -40°C) и при высоких (до $+120^{\circ}\text{C}$) температурах.

Для электродвигателей, установленных в помещении, наряду с указанными смазками, широко применяется универсальная тугоплавкая водостойкая смазка марки УТВ (1-13).

Очень важно не допускать загрязнения смазок. Хранить смазку нужно в закрытых сосудах. Закладывать

смазку в подшипник следует чистой деревянной лопаткой. Нельзя смешивать смазки разных марок во избежание потери ими своих свойств.

Заполнять подшипник смазкой следует не более чем на $\frac{2}{3}$ его свободного объема при частоте вращения двигателя 750 об/мин и меньше и не более чем на $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ объема при частоте вращения от 1000 до 3000 об/мин. Чрезмерно большое количество смазки приведет к недопустимому нагреву подшипника.

7. ПРАВКА ВАЛОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Повреждение подшипников электродвигателей в наиболее тяжелых случаях сопровождается искривлением вала ротора. Искривление вала вызывается тем, что при выходе из строя подшипника из-за проседания или сильной вибрации ротора происходит задевание вращающегося вала за уплотнение подшипника. В первый момент вал задевает за уплотнение одной стороной. Это приводит к одностороннему нагреву вала, что вызывает в месте нагрева расширение внешних слоев металла и изгиб вала, обращенный выпуклостью в сторону задевания. Появление изгиба в свою очередь увеличивает задевание и местный нагрев вала. Вибрация ротора усиливается. Искривление вала растет. Если электродвигатель не будет отключен персоналом, то неизбежно произойдет задевание бочки ротора за статор, заканчивающееся повреждением стали и обмотки статора и отключением электродвигателя от защиты.

Если задевание было не сильным и не продолжительным, то после остывания вал может выправиться или остаточное искривление будет незначительным. При сильных задеваниях остаточное искривление будет большим.

В некоторых случаях искривление вала происходит в результате нагрева вала из-за провертывания на нем внутреннего кольца подшипника качения.

Для определения искривления вала ротор устанавливается на токарный станок так, чтобы бой шеек на концах вала по индикатору не превышал 0,02—0,03 мм. Затем индикатором проверяют бой вала вблизи места его нагрева и в местах ступенчатого изменения его диаметра. Проверяется также бой бочки ротора вблизи обоих торцов. При замере определяются и отмечают точки окружности на валу, дающие наибольшее отклонение стрелки индикатора.

Наибольшее отклонение стрелки индикатора по часовой стрелке соответствует максимальной выпуклости вала, а наибольшее отклонение против часовой стрелки — максимальной впадине вала в данном сечении.

Для роторов с частотой вращения 3000 об/мин допустимо искривление вала до 0,03 мм, т. е. бой вала по индикатору допустим до 0,06 мм. Для роторов с частотой вращения 1500 об/мин и ниже бой вала по индикатору допустим до 0,1 мм.

При небольших искривлениях вала (до 0,12 мм в электродвигателях с частотой вращения 3000 об/мин) в некоторых случаях вместо правки можно ограничиться балансировкой ротора. При искривлениях вала больше 0,12 мм могут оказаться недостаточными зазоры в уплотнениях подшипников, а увеличивать их не рекомендуется. Балансировка может быть затруднена невозможностью разместить на роторе балансировочный груз достаточного веса. Бой бочки ротора — и это, пожалуй, наиболее существенно — может привести к недопустимой несимметрии воздушного зазора между ротором и статором. Иногда бой бочки ротора устраняют проточкой ее. Но при этом уменьшается диаметр бочки ротора, увеличивается воздушный зазор между ротором и статором, повышается ток холостого хода и уменьшается пусковой момент. Поэтому прибегать к проточке бочки ротора не следует.

Правка вала может производиться путем местного нагрева, механическим или термомеханическим способом. При местном нагреве правка вала производится путем нагрева его с выпуклой стороны.

Ввиду сравнительно небольшого диаметра валов электродвигателей их правка при помощи местного нагрева без применения механического нажима при значительных искривлениях не всегда удается. Для механического нажима требуется изготовить раму с козлами и нажимное приспособление, что усложняет правку. Поэтому правку валов электродвигателей наиболее целесообразно выполнять механическим способом.

Правка вала механическим способом. Ротор в этом случае устанавливают так, чтобы вогнутой стороной вал был обращен вверх. Под вал в месте его максимального прогиба подкладывают балку или другую жесткую опору.

Исправление вала производят наклепыванием его с помощью чеканки в месте максимального изгиба, с вогнутой стороны. При наклепывании наружные слои металла расширяются и заставляют вал изогнуться в сторону,

противоположную первоначальному изгибу, т. е. выправляют его.

При наклепе поверхность вала теряет цилиндрическую форму, получает вмятины. Исправлять поверхность проточкой недопустимо, так как при этом будут сняты наклепанные слои и вал вернется в прежнее положение. Поэтому наклеп нельзя производить на рабочих шейках вала и в местах расположения уплотнений подшипников. Для этого выбираются ближайшие от места максимального искривления нерабочие

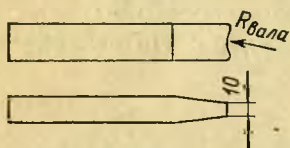


Рис. 34. Чеканка для правки вала

участки вала, желательно в местах перехода одного сечения вала в другое.

Чеканку изготовляют из зубила, сточив его острый конец, как показано на рис. 34. Край рабочего конца чеканки закругляют. Наклеп начинают от верхней точки вала

и постепенно перемещают удары вниз по окружности то с одной, то с другой стороны от верхней точки. Наклеп должен занимать одну треть окружности. Если наклеп по одной окружности не выправит полностью вала, то отступив по оси вала на 10—15 мм, производят наклеп по новой окружности.

Периодически следует проверять индикатором результаты правки. Целесообразно правку наклепыванием заканчивать после получения небольшого, но допустимого нормами изгиба вала от прямой линии в сторону, противоположную первоначальному изгибу.

Правка вала термомеханическим способом. В отличие от правки местным нагревом при этом способе снятый вал нагревается по всей окружности и на все сечение до 600—650°C и при нагретом состоянии изгибается в сторону, противоположную искривлению, при помощи нажимного приспособления.

Ввиду некоторой сложности и необходимости производить расчет по определению усилий нажатия на вал, при которых не были бы превышены максимально допустимые напряжения в нем, данный способ, как правило, для правки валов электродвигателей на месте их установки не применяется.

8. ЦЕНТРОВКА ДВИГАТЕЛЕЙ С МЕХАНИЗМАМИ

Чтобы электродвигатель и механизм, соединяемые при помощи муфты, работали спокойно, без вибрации, необходимо сцентрировать их. Центровка состоит в нахождении и закреплении такого взаимного расположения электродвигателя и механизма, при котором оси их валов в месте соединения совпали бы и составляли одну прямую линию.

Практически центровка сводится к тому, чтобы добиться концентричного расположения полумуфт относительно друг друга (что соответствует совпадению осей валов) и

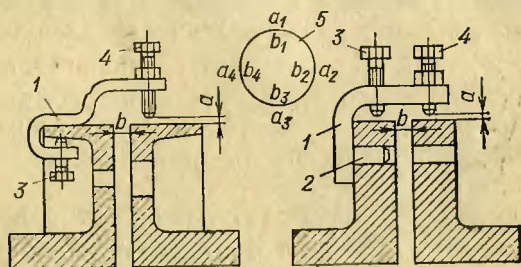


Рис. 35. Скобы для центровки электродвигателя с механизмом.

1 — скоба; 2 — палец; 3 — прижимной или стопорный болт; 4 — болт для замера зазора; 5 — рекомендуемая форма записи значений зазоров

одинакового зазора сверху, внизу и по бокам между их торцами (что соответствует отсутствию излома осей валов).

Для проверки концентричности полумуфт на одну из них устанавливается скоба 1 (рис. 35), имеющая болт 4 с шаровой заточкой конца. Скоба крепится на борту полумуфты прижимным болтом 3. Если на полумуфтах борта отсутствуют, то скоба крепится при помощи пальца 2 и стопорного болта 3.

Полумуфты устанавливают в такое положение, при котором отметки, нанесенные на них при спаренной обработке на станке или перед рассоединением их в начале ремонта, совпали бы. Скоба при этом должна находиться в верхнем положении.

При помощи щупа измеряют радиальный зазор a между болтом скобы и полумуфтой и аксиальный зазор b между торцами полумуфт (рис. 35).

Затем проворачивают оба ротора относительно первоначального положения на 90° , 180° и 270° и в каждом из

Этих положений замеряют зазоры a и b . Значения радиальных зазоров записывают вне окружности, аксиальных — внутри окружности, как указано на рис. 35. Для исключения ошибок от осевого смещения роторов при первом замере и после каждого проворачивания необходимо при помощи лома или другим способом подавать роторы друг к другу до упора галтелей на валу в торцы вкладышей.

Если осевое перемещение роторов из-за их большой массы затруднительно, то можно отказаться от него. Но в этом случае в каждом из четырех положений роторов (0° ; 90° ; 180° и 270°) следует замерять зазор в четырех точках: сверху, снизу и по бокам. Для верха, например, будут получены четыре значения аксиального зазора: $b_1^{0^\circ}$; $b_1^{90^\circ}$; $b_1^{180^\circ}$; $b_1^{270^\circ}$. В расчет принимается среднеарифметический зазор b_1 , получаемый делением суммы этих четырех зазоров на 4. Таким же образом определяется среднеарифметический зазор для низа — b_3 и обоих боков — b_2 и b_4 .

В заключение роторы устанавливают в первоначальное положение (скоба сверху) и вновь замеряют зазор a , который должен совпасть с тем же зазором, замеренным в начале проверки. Отличие в результатах замера зазоров в начале и конце проверки более чем на 0,02 мм недопустимо и свидетельствует о недостаточно жестком креплении скобы. В этом случае скобу следует укрепить более надежно и замер зазоров повторить.

Точность центровки определяется сравнением зазоров, замеренных в противоположных точках полумуфт. Разность значений этих зазоров ($a_1 - a_3$; $a_2 - a_4$; $b_1 - b_3$; $b_2 - b_4$) должна быть не более указанных в табл. 10.

Расцентровка в горизонтальной плоскости (большая разница в зазорах a_2 и a_4 , b_2 и b_4) устраняется переме-

Т а б л и ц а 10

Вид муфты	Допустимая разница в значениях зазоров, мм, при частоте вращения, об/мин		
	3000	1500	750
Жесткая	0,02—0,04	0,03—0,07	—
Полужесткая или с полужесткими пальцами	0,03—0,06	0,06—0,10	0,10—0,15
Пружинная	0,05—0,08	0,08—0,12	—
Зубчатая	0,06—0,10	0,10—0,14	—

Примечание. Меньшая разница в значениях зазоров относится к аксиальным зазорам, а большая — к радиальным.

щением по горизонтали корпусов выносных подшипников или всего электродвигателя. Для плавного перемещения двигателя целесообразно к фундаментной раме вблизи каждой лапы приваривать гайки с отжимными болтами.

Расцентровка в вертикальной плоскости (большая разница в зазорах a_1 и a_3 , b_1 и b_3) устраняется путем изменения толщины подкладок под корпусами подшипников или лапами электродвигателей. Для подкладок применяется листовая сталь или стальная фольга. Количество прокладок должно быть минимальным, так как при большом числе прокладок центровка со временем может нарушиться. Поэтому если при центровке двух-трех тонких прокладок оказывается недостаточно, то целесообразно вместо них заложить одну, более толстую, и только для точной центровки применять одну-две тонкие прокладки.

Толщину прокладок по замеренным зазорам можно определить расчетом. На практике к расчету прибегают только для двигателей с выносными подшипниками и длинным валом, например типа АТМ-2000. Для двигателей со встроенными подшипниками прокладки подбирают опытным путем.

По окончании центровки в двигателях с выносными подшипниками проверяются зазоры между ротором и статором. В случае необходимости производится центровка статора относительно ротора.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ПРИЧИН ВИБРАЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Повышенная вибрация резко снижает надежность электродвигателя и прежде всего опасна для его подшипников.

Под воздействием толковых, ударных нагрузок от вибрирующего ротора в подшипниках скольжения может нарушиться масляная пленка и наступить подплавление баббита. В некоторых случаях в баббите появляются трещины и сколы. В подшипниках качения быстро развиваются усталостные явления металла, появляются трещины, выбоины на рабочих поверхностях качения, разрываются сепараторы [2].

От воздействия вибрации может также наступить изгиб или излом вала, бочка ротора может оторваться от вала, появиться трещина в станине статора или в торцовой крышке, повредиться опорная рама и фундамент, Повышается и ускоряется износ изоляции обмоток.

Поэтому согласно «Правилам технической эксплуатации электростанций и сетей» [6] вибрация подшипников электродвигателей не должна превышать значений, указанных ниже:

Частота вращения, об/мин	3000	1500	1000	750 и ниже
Вибрация, мкм	50	100	130	160

Вибрация, превышающая норму, должна быть устранена. Но для этого нужно знать ее причину. Причинами вибрации, которые условно разделяются на две группы, могут быть следующие.

Первая группа

1. Неправильная центровка электродвигателя с механизмом.

2. Неудовлетворительное состояние соединительной муфты: износ пальцев, сухариков, зубцов, несоосность отверстий под пальцы в полумуфтах, небаланс полумуфты или пальцев.

3. Небаланс ротора приводимого механизма, особенно часто встречающийся у дымососов и вентиляторов вследствие износа лопаток.

4. Дефект подшипников приводимого механизма.

5. Дефекты фундамента и фундаментной рамы: разрушение бетона маслом, обрыв сварки на ребрах жесткости рамы, плохое крепление двигателя в раме после центровки и т. д.

Эта группа причин должна устраняться персоналом ремонтирующим приводимый механизм, за исключением, пожалуй, устранения дефекта в сварке рамы под электродвигателем, если она одновременно не является рамой механизма.

Вторая группа

1. Неравномерный зазор между ротором и статором.

2. Небаланс ротора электродвигателя.

3. Образование трещин и отрыв стержней короткозамкнутой обмотки ротора от кольца.

4. Отрыв бочки ротора от вала.

5. Изгиб или излом вала ротора.

6. Слабое крепление отдельных деталей электродвигателя (подшипников, торцовых крышек).

7. Недопустимо большой зазор в подшипниках скольжения, дефекты подшипников качения.

Эта группа причин устраняется персоналом, ремонтирующим электродвигатели.

На практике вибрация иногда вызывается не одной, а несколькими причинами.

При обнаружении повышенной вибрации подшипников электродвигателя желательно замерить ее виброметром или вибрографом, чтобы знать ее истинное значение.

Не отключая двигателя, следует проверить, не являются ли причиной вибрации слабое закрепление двигателя, нарушение сварки элементов фундаментной рамы или разрушение бетона фундамента. Для этого на ощупь определяют и сравнивают вибрацию лап электродвигателя или ступей его подшипников, болтов, крепящих электродвигатель, и рамы вблизи лап.

При недостаточной затяжке болта вибрирует только лапа двигателя, а болт не вибрирует или вибрирует незначительно.

Лучше всего разницу в вибрации можно заметить, приложив палец на стык двух сопрягаемых деталей, в данном случае на стык болта и лапы. При нарушении прочного сопряжения между ними вибрация вызывает перемещение одной детали относительно другой, и палец легко обнаружит это.

Если вибрирует и болт, то указанным способом проверяется, нет ли разницы в вибрации на стыке между лапой и рамой, между верхней полкой и вертикальной частью рамы, между ребром жесткости и верхней и нижней полками, между нижней полкой рамы и фундаментом и т. д. Иногда нарушение прочного сопряжения между деталями обнаруживается также по появлению мелких пузырей, а при сильной вибрации — и мелких брызг масла в месте стыка.

При обнаружении дефекта в сопряжении между рамой и фундаментом, появляющегося чаще всего из-за разъедания бетона маслом, весь пропитанный бетон, в том числе и пока сохранивший прочность, удаляют и заменяют свежим. На время схватывания бетона агрегат должен быть остановлен и выведен из резерва.

Если дефектов в фундаменте, раме, креплении электродвигателя и его торцовых крышек, креплении приводимого механизма не обнаружено, следует рассоединить муфту между электродвигателем и механизмом и запустить электродвигатель в работу на холостом ходу.

Если в момент пуска и на холостом ходу электродвигатель работает без вибрации, то причину вибрации нужно искать в нарушении центровки, износе пальцев или самих полумуфт или появлении небаланса в приводимом механизме.

Если же электродвигатель вибрирует и на холостом ходу, то причина вибрации находится в самом электродвигателе. В этом случае следует проверить, не исчезает ли вибрация сразу же после отключения электродвигателя от сети. Исчезновение вибрации сразу же после отключения от сети указывает на наличие неравномерного зазора между ротором и статором. Для устранения вибрации, вызванной неравномерным зазором, следует принять меры к его выравниванию.

Сильная вибрация электродвигателя при пуске на холостом ходу указывает на неравномерный зазор или на обрыв стержня в обмотке ротора. Если зазор равномерен, то причина вибрации только в обрыве стержня ротора. Вибрация в этом случае устраняется путем ремонта обмотки ротора.

Если вибрация электродвигателя, отсоединенного от механизма, после отключения от сети пропадает не сразу, а снижается по мере снижения частоты вращения, то причина вибрации — в неуравновешенности ротора или его полумуфты. Неуравновешенность ротора может быть вызвана изгибом вала, смещением обмотки, появлением слабины в посадке бочки ротора на вал.

В двигателях с проточной системой охлаждения в некоторых случаях, особенно в местностях, где наблюдаются песчаные бури, неуравновешенность ротора может появиться в результате неравномерного оседания пыли, попавшей в двигатель. При работе двигателя пыль, поступившая в него вместе с охлаждающим воздухом, оседает частично на поверхностях каналов ротора, располагаясь равномерно, не нарушая уравновешенности ротора. При остановке двигателя большая часть пыли из каналов, расположенных сверху, оседает в каналы, расположенные в нижней части ротора, что нарушает его уравновешенность и вызывает появление вибрации при последующем пуске. Поэтому в двигателях с проточной системой вентиляции следует снять торцовую крышку и продуть ротор от пыли.

Если и после продувки ротора наблюдается вибрация, то следует снять полумуфту и двигатель запустить без нее. Нормальная работа электродвигателя указывает на

небаланс полумуфты. Такую полумуфту необходимо установить на оправку и проточить по всей наружной поверхности на токарном станке. Если же и после снятия полумуфты вибрация осталась, ротор должен быть вынут и проверен на отсутствие дефектов на валу и в креплении на нем роторной бочки. При отсутствии дефектов ротор должен быть подвергнут динамической балансировке на станке или в собственных подшипниках, если они выносные. Статическая балансировка ротора на ножах в данном случае не поможет, и поэтому производить ее не следует.

Повышенные зазоры в подшипниках скольжения сами по себе вибрацию не вызывают. Если нет других причин вибрации, то и при больших зазорах электродвигатель, особенно на холостом ходу, будет работать нормально. Но если появятся другие причины вибрации, то она при больших зазорах будет значительно выше, чем при допустимых зазорах. Поэтому если электродвигатель вибрирует только под нагрузкой и определить причину вибрации не удастся, то следует принять меры к уменьшению зазора в подшипниках путем их перезаливки.

Вибрация электродвигателя из-за дефектности подшипников качения обнаруживается легко. Дефектный подшипник сильно шумит, греется. Его необходимо заменить и только потом продолжать выявление причины вибрации, если она осталась.

Дефектами соединительной муфты, вызывающими вибрацию, являются неуравновешенность полумуфт, несоосность отверстий в полумуфтах более чем на 1 мм, неодинаковость веса пальцев, неравномерный износ их или износ мягких шайб до такой степени, что пальцы касаются сталью отверстий в полумуфтах. Все пальцы должны быть взвешены. Если есть разница в весе, то каждые два пальца, имеющие одинаковый вес, устанавливаются в противоположные отверстия полумуфт. Все сработавшиеся пальцы должны быть восстановлены заменой кожи или резины. Полумуфты, имеющие несоосность отверстий, должны быть заменены.

10. ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ

Для своевременного выявления дефектов, которые осмотром не всегда удастся обнаружить, при капитальном ремонте электродвигателя с выемкой ротора производят профилактические испытания [5].

В объем испытаний для электродвигателей входит:

а) измерение сопротивления изоляции обмоток. Для электродвигателей на напряжение выше 3 кВ или мощностью более 1000 кВт обязательно определение отношения R_{60}''/R_{15}'' , где R_{15}'' — сопротивление изоляции через 15 с после начала испытания мегаомметром, R_{60}'' — то же через 60 с;

б) испытание изоляции обмоток повышенным напряжением промышленной частоты. При капитальном ремонте без смены обмоток это испытание обязательно только для ответственных двигателей или двигателей мощностью 40 кВт и выше.

Испытание изоляции обмоток повышенным напряжением следует производить при следующих значениях испытательного напряжения:

Номинальное напряжение двигателя, кВ	0,4 и ниже	0,5	2	3	6	10
Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ	1	1,5	4	5	10	16

Продолжительность испытания каждой фазы относительно корпуса и двух других заземленных фаз 1 мин;

в) измерение сопротивления обмоток постоянному току у электродвигателей на напряжение 3 кВ и выше и электродвигателей мощностью 300 кВт и более.

Значение сопротивления изоляции и отношение R_{60}''/R_{15}'' для электродвигателей, находящихся в эксплуатации, не нормируются, но должны учитываться при решении вопроса о необходимости сушки.

Если обмотка электродвигателя была заведомо увлажнена, то для определения возможности испытания и включения такого электродвигателя без сушки целесообразно руководствоваться нормами для вновь вводимых машин. В этом случае электродвигатели мощностью выше 5000 кВт, могут быть включены без сушки при соблюдении следующих условий:

1. Абсолютное значение сопротивления изоляции обмотки при температуре 75°C не ниже значения, опреде-

* Отношение R_{60}''/R_{15}'' , называемое коэффициентом абсорбции, характеризует степень увлажнения изоляции. Чем оно больше, тем лучше.

ленного по формуле:

$$R_{60}'' = \frac{U_{\text{ном}}}{1000 + 0,01 S_{\text{ном}}},$$

где R_{60}'' — сопротивление изоляции, измеренное мегаомметром через 60 с после начала испытаний, МОм; $U_{\text{ном}}$ — номинальное линейное напряжение, В; $S_{\text{ном}}$ — номинальная мощность, кВт·А.

Для температур ниже 75°C (но не ниже 10°C) наименьшее значение сопротивления изоляции обмоток машин определяется умножением значения, полученного по формуле, на температурный коэффициент K_T , приведенный ниже:

Температура обмотки, °C	75	70	60	50	40	30	20	10	
Коэффициент, K_T	. . .	1	1,2	1,7	2,4	3,4	4,7	6,7	9,4

2. Значение отношения R_{60}''/R_{15}'' при температуре $10\text{—}30^{\circ}\text{C}$ не ниже 1,3.

3. Значение коэффициента нелинейности K_U^* , определяемого по зависимости тока утечки от испытательного напряжения, должно быть не ниже 3. Если конструкция электродвигателя не позволяет измерять токи утечки или не допускает измерять их отдельно для каждой фазы или ветви при остальных фазах или ветвях, соединенных с корпусом, то машину можно включать без сушки при соблюдении только условий 1 и 2.

Электродвигатели мощностью до 5000 кВт включительно на напряжение выше 1000 В могут быть включены без сушки при соблюдении следующих условий:

а) Абсолютное значение сопротивления изоляции R_{60}'' не менее значения, указанного в табл. 11.

б) Отношение R_{60}''/R_{15}'' при температуре $10\text{—}30^{\circ}\text{C}$ не ниже 1,2.

* Коэффициент нелинейности $K_U = \frac{i_{\text{наиб}} U_{\text{наим}}}{i_{\text{наим}} U_{\text{наиб}}}$, где $i_{\text{наиб}}$, $i_{\text{наим}}$ —

токи утечки через изоляцию при испытательных напряжениях $U_{\text{наиб}}$, $U_{\text{наим}}$ соответственно. Испытания производят равными ступенями, не менее чем при пяти значениях испытательного напряжения. Построенная по данным измерений зависимость токов утечки через изоляцию обмотки от значений испытательного напряжения не должна иметь крутого изгиба.

Электродвигатели на напряжение ниже 1000 В включаются без сушки, если сопротивление изоляции, измеренное при температуре 10—30°C не менее 0,5 МОм.

Значения сопротивления каждой фазы обмотки постоянному току не должны отличаться между собой и от данных заводского и предыдущих испытаний более чем на 2%.

Таблица 11

Температура обмотки, °C	Сопротивление, МОм, при $U_{\text{ном}}$ машины, кВ			Температура обмотки, °C	Сопротивление, МОм, при $U_{\text{ном}}$ машины, кВ		
	3—3,15	6—6,3	10—10,5		3—3,15	6—6,3	10—10,5
10	30	60	100	50	7	15	25
20	20	40	70	60	5	10	17
30	15	30	50	75	3	6	10
40	10	20	35				

Проверка исправности стержней короткозамкнутой обмотки ротора. Для проверки исправности стержней короткозамкнутых роторов электродвигателей мощностью 100 кВт и выше при их капитальном ремонте, а также для нахождения повредившихся стержней рекомендуется производить замер магнитного потока рассеивания, образующегося вокруг стержней ротора при прохождении по ним переменного тока от постороннего источника [8].

В качестве постороннего источника используется котельный трансформатор 220/12 В. Питание от обмотки 12 В подается к обоим кольцам в точках, расположенных напротив одного и того же зубца. Ток в питающих проводах должен быть 10—30 А.

Относительное значение магнитного потока рассеяния над каждым стержнем замеряется вольт-амперфазоуказателем типа ВАФ-85. Переключатель «Величина — Фазы» ставится в положение «Величина», переключатель предела измерений — на 1 или 5 А, и подсоединяются токоизмерительные клещи, в разъем сердечника которых вставляется пластина из немагнитного материала толщиной 7 мм.

Клещи устанавливаются на бочку ротора плоскостью разъема вдоль стержня и передвигаются от одного конца паза до другого. Обе щетки клещей при измерении должны одинаково плотно прилегать к поверхности ротора. Записывается среднее показание прибора. Такое измере-

ние производится над пятью-шестью стержнями, расположенными влево от места присоединения питания, и над пятью-шестью стержнями, расположенными справа. Затем питание переносится на следующие 10—12 стержней.

Над исправными стержнями показания прибора будут одинаковыми и максимальными, над оборвавшимися — минимальными и над стержнями с неполным обрывом — промежуточными.

При небольшом диаметре ротора место подключения питания к кольцам можно не переносить. В этом случае на одном кольце питание подключается сверху, а на другом — внизу.

11. СУШКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

В условиях эксплуатации чаще всего сушка осуществляется нагреванием путем подачи горячего воздуха в двигатель через имеющиеся в нем проемы или люки от воздуходувки или потерями в меди обмоток статора и ротора путем включения обмотки статора на пониженное напряжение. Еще лучшие результаты получаются при одновременном применении обоих способов [1].

Двигатели 6 кВ при сушке включаются на напряжение 380—500 В, двигатели 3 кВ — на 220 В, а двигатели 380 В — на 36 В.

Температура обмотки во время сушки не должна превышать 90°C, если она определяется путем измерения сопротивления, и 70°C при измерении термометром.

Контроль сушки ведется по изменению сопротивления изоляции обмотки. Сушка считается законченной, когда сопротивление изоляции после понижения до минимального значения и последующего подъема в течение нескольких часов остается неизменным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алякритский И. М. и Мандрыкин С. А. Сушка электрических машин и трансформаторов. — М.: Энергия, 1964. — 88 с.
2. Главтехуправление Минэнерго СССР. Инструкция по эксплуатации электродвигателей в установках собственных нужд электростанций. — СПО Союзтехэнерго, 1979. — 38 с.
3. Иноземцев Е. К. Ремонт мощных электродвигателей блочных электростанций. — М.: Энергия, 1975. — 104 с.
4. Иноземцев Е. К. Ремонт и эксплуатация электродвигателей с посредственным водяным охлаждением типа АВ-8000/6000УЗ. — М.: Энергия, 1980. — 112 с.
5. Нормы испытания электрооборудования. — 5-е изд. — М.: Атомиздат, 1978. — 304 с.
6. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. — 13-е изд. — М.: Энергия, 1977. — 288 с.
7. Правила устройства безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. — М.: Металлургия, 1981. — 168 с.
8. Эксплуатационный циркуляр № Э-11/61. О способе проверки исправности стержней короткозамкнутых роторов асинхронных двигателей/ Союзглавэнерго. — М.: 1961. — 4 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
1. Виды, объем и периодичность ремонта электродвигателей	5
2. Разборка и сборка электродвигателя. Приспособления, применяемые при ремонте	6
3. На что следует обратить внимание при осмотре статора и ротора. К чему приведут дефекты, если их не устранить	34
4. Аварийный ремонт обмотки статора с удалением из схемы поврежденных катушек	43
5. Ремонт подшипников скольжения	45
6. Ремонт подшипников качения	59
7. Правка валов электродвигателей	70
8. Центровка двигателей с механизмами	73
9. Определение и устранение причин вибрации электродвигателя	75
10. Испытание электродвигателей при ремонте	79
11. Сушка электродвигателей	83
Список литературы	84