

**Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА**

621.3
м 23

С. А. МАНДРЫКИН

ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРО- ДВИГАТЕЛЕЙ



ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Назначение электродвигателей и предъявляемые к ним требования	3
2. Типы двигателей, их краткая характеристика и конструктивные особенности	14
3. Допустимые режимы работы двигателей	37
4. Измерение сопротивления изоляции обмоток двигателей	44
5. Пуск двигателей в работу	49
6. Надзор и уход за двигателем	53
7. Неисправности двигателей. Действия персонала при их появлении	62
8. Соединение обмоток двигателей в звезду и треугольник. Определение начал и концов каждой фазы обмотки	70
9. Особенности обслуживания двухскоростных двигателей серии ДАЗО	78
10. Особенности обслуживания двигателей постоянного тока, устанавливаемых на пылепитателях	80

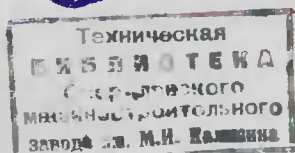
С. А. МАНДРЫКИН

ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ



DJVI

Scan
AAW



«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1968

65444

6П2.12

М 23

УДК 621.313.3.004.5(04)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большаков Я. М., Долгов А. Н., Ежков В. В., Мандрыкин С. А.,
Каминский Е. А., Синьчугов Ф. И., Смирнов А. Д., Устинов П. И.

Мандрыкин С. А.

М 23 Обслуживание электродвигателей, М., «Энергия»,
1968.

88 с. с илл. (Б-ка электромонтера. Вып. 253).

В брошюре кратко описано назначение двигателей, установленных на тепловых электростанциях, и изложены требования по надежности, предъявляемые к ним. Дана характеристика двигателей новых типов ДАЗО, АТД, АВ, ВДН. Рассмотрены допустимые режимы работы двигателей и последствия несоблюдения их. Описан надзор и уход за двигателями при пуске и нормальной работе. Указаны неисправности двигателей и действия персонала по их устранению. Рассказано о методе определения начала и конца фаз обмотки, об особенностях обслуживания двигателей постоянного тока и двухскоростных двигателей. Брошюра рассчитана на электромонтеров и электрослесарей, обслуживающих электродвигатели.

3-3-10

122-68

6П2.12

Мандрыкин Сергей Андреевич

Обслуживание электродвигателей

Редактор Г. Г. Родин.

Технический редактор А. М. Фридкин

Сдано в набор 30/1 1968 г.

Подписано к печати 5/IV 1968 г.

Т-00317

Формат 84×108¹/₃₂

Бумага типографская № 3

Усл. печ. л. 4,52

Уч.-изд. л. 4,85

Тираж 20 000 экз.

Цена 17 коп.

Зак. 1074

Издательство «Энергия». Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Шлюзовая наб., 10.

1. НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ ТРЕБОВАНИЯ

На тепловой электростанции установлены паровые котлы, паровые турбины и электрические генераторы. В котлах за счет сжигания угля, нефти, газа или другого вида топлива вода превращается в пар. Пар, нагретый в мощных современных котлах до 565°C и сжатый до давления 130—225 ат, с громадной скоростью поступает в паровую турбину. Ударяясь в лопатки ротора, пар заставляет этот ротор и соединенный с ним ротор генератора вращаться со скоростью 3 000 об/мин. В генераторе механическая энергия превращается в электрическую.

Чем больше вырабатывается электрической энергии генератором, тем больше пара должно поступить в турбину и тем больше его должно быть получено в котле. Например, для вращения генератора, несущего электрическую нагрузку 100 000 квт, в турбину должно поступать 350 т пара в 1 ч с давлением 130 ат и температурой 565°C . Для получения такого количества пара в котле, работающем на угле, приходится за каждый час сжигать около 35 т угольной пыли.

Назначение двигателей котельного цеха. Для обеспечения горения топлива каждый котел, как правило, имеет два дымососа и два дутьевых вентилятора.

Дымососы удаляют образующийся при сгорании топлива газ (дым) и создают разрежение в топке котла.

Дутьевые вентиляторы подают воздух в топку котла, необходимый для полного сгорания топлива.

Котлы, работающие на угольной пыли, кроме того, имеют еще вентиляторы горячего дутья, мельничные вентиляторы, мельницы, пылепитатели, питатели сырого угля и механизмы для удаления шлака.

Вентиляторы горячего дутья обеспечивают транспортировку угольной пыли при помощи горячего воздуха, движущегося с большой скоростью по пылепроводам от пылепитателей до форсунок и топки котла. Одновременно пыль при движении подсушивается, что способствует ее более полному сгоранию.

Мельничные вентиляторы создают разрежение в мельнице и обеспечивают транспортировку угольной пыли от мельницы до бункера пыли. В котлах более ранних выпусков мельничные вентиляторы обеспечивают также подачу пыли от пылепитателей до топки котла. Вентиляторы горячего дутья в этом случае отсутствуют.

Мельницы предназначены для превращения кускового угля в угольную пыль. Наиболее часто для этой цели применяют шаровые барабанные мельницы, представляющие собой вращающийся цилиндр, в который засыпается до 32 т и больше стальных шаров. Уголь, поступаая во вращающуюся мельницу, попадает под воздействие непрерывно перемещающейся многотонной массы трущихся и давящих друг на друга стальных шаров и превращается в угольную пыль.

Угольная пыль вместе с горячим воздухом, поступившим в мельницу от дутьевого вентилятора, засасывается мельничным вентилятором в пылепровод, поднимающийся к сепаратору, и затем в циклон, где за счет центробежной силы отделяется от воздуха и по второму пылепроводу ссыпается в бункер пыли. Воздух по спускающемуся трубопроводу попадает на всас мельничного вентилятора и, пройдя вентилятор, сбрасывается в топку котла. На некоторых котлах, как уже говорилось, перед сбросом в топку котла этот воздух транспортирует пыль от пылепитателей до форсунок котла.

Питатель сырого угля обеспечивает подачу угля от бункера сырого угля на транспортер сырого угля.

Транспортер сырого угля подает уголь от питателя сырого угля до приемного патрубка, откуда он поступает в мельницу.

Пылепитатели подают уголь из бункера пыли в пылепроводы, по которым она, увлекаемая струей воздуха, поступает через форсунки в топку котла.

Паропроизводительность котла зависит от количества пыли, поступающей в его топку, и регулируется изменением скорости вращения пылепитателей в пределах от 450 до 1350 об/мин. Поэтому для вращения пылепита-

телей нужны электродвигателя, позволяющие регулировать скорость вращения в широких пределах.

Мазутные насосы подают мазут к котлам.

Смывные насосы обеспечивают гидравлическое удаление по каналам шлака и золы, выпадающих из топки котла в нижнюю воронку, на золоотвал.

Останов одного из двух дымососов приведет к уменьшению выработки пара на 30—40% и, следовательно, к снижению мощности станции. К такому же последствию приведет останов одного из двух дутьевых вентиляторов, одного из двух вентиляторов горячего дутья, одного из двух мельничных вентиляторов, если они обеспечивают подачу пыли к форсункам котла.

При останове обоих дымососов или обоих дутьевых вентиляторов, обоих вентиляторов горячего дутья или мельничных вентиляторов, если последние подают пыль к форсункам, а также при остановке всех пылепитателей горение топлива и выработка пара в котле прекращаются полностью и котел гасится аварийно. Поэтому двигатели дымососов, дутьевых вентиляторов, вентиляторов горячего дутья, мельничные вентиляторы, если они подают пыль к форсункам, а также пылепитатели относятся к числу ответственных механизмов, и требования их к бесперебойной, надежной работе высоки.

Останов одного и даже двух пылепитателей вызовет только кратковременное снижение нагрузки, так как за счет увеличения скорости вращения оставшихся в работе пылепитателей количество подаваемой в котел пыли можно восстановить до прежнего уровня. Однако при этом ухудшится режим котла по экономическим и другим показателям. Поэтому каждый двигатель пылепитателя должен работать бесперебойно.

Останов мельницы и мельничного вентилятора, если он не подает пыль к форсункам, питателя или транспортера сырого угля не вызовет немедленного снижения нагрузки на котле, так как имеется запас пыли в пылевом бункере, достаточный для работы котла в течение нескольких часов. Поэтому в аварийных условиях, когда по каким-либо причинам произошла глубокая посадка напряжения на сборных шинах секции, питающей двигатели котла, в целях обеспечения успешного, быстрого разворота (самозапуска) ответственных двигателей станции двигатели мельниц и мельничных вентиляторов, если они не подают пыль к форсункам котла, так же

как и двигатели других неотвественных механизмов станции, например дробилок на топливоподаче, компрессоров, отключаются от защиты минимального напряжения. Включение их в работу производится после восстановления нормальной работы ответственных механизмов.

При останове смывных насосов каналы гидрозолоудаления могут быстро забиться шлаком и золой. В некоторых случаях от смывных насосов подается вода на змеевики, охлаждающие нижние воронки топок котла. Даже при кратковременном прекращении циркуляции воды в змеевиках они сгорят, а без них котел на пыли работать не сможет. Поэтому смывные насосы в большинстве случаев приходится относить к числу ответственных механизмов.

Мазутные насосы также относятся к числу ответственных механизмов.

Двигатели котла в ряде случаев находятся в таких местах, где воздух загрязнен золой или угольной пылью и его температура высока. Условия работы двигателей в этих случаях являются тяжелыми, так как зола или пыль, попадая в двигатель вместе с охлаждающим воздухом, истирает изоляцию и забивает вентиляционные каналы, ухудшает охлаждение двигателя. Кроме того, зола и особенно пыль, проникая в неплотности в изоляции, например в соединения между катушками обмоток, а также в изоляторную коробку, резко снижает электрическую прочность двигателя. Высокая температура окружающего воздуха приводит к перегреву и быстрому старению изоляции обмотки.

Запыленность воздуха, как и его высокая температура, сильно ухудшает условия работы подшипников двигателя, особенно подшипников скольжения.

Часто для облегчения условий работы двигателей охлаждающий воздух к ним подводится по коробам с улицы или из турбинного цеха. Однако такое решение усложняет эксплуатацию двигателей, так как при подводе воздуха с улицы при каждом останове двигателя в зимнее время необходимо закрывать шибер на коробе, иначе из-за отпотевания обмотка может увлажниться до аварийного состояния. Кроме того, в эксплуатации были случаи пробоя изоляции обмоток двигателей из-за попадания пара в короба, проложенные в полу, при повреждении рядом идущих труб с горячей водой или паром. В других случаях повреждение двигателей насту-

пало в результате попадания в короба испарений из рядом идущего канала гидрозолоудаления при включении их после нахождения в резерве. Отмечен также случай пробоя двигателя из-за попадания в него пара, поступившего с охлаждающим воздухом из турбинного цеха при разрыве там паропровода. Пар в этом случае поступал еще в 11 двигателей мельниц и мельничных вентиляторов трех котлов и только останов от аварийной кнопки после короткого замыкания в первом двигателе спас их от повреждения. Поэтому если в процессе эксплуатации установлено, что температура воздуха в месте установки двигателя не превышает 35°C и запыленность воздуха невелика, то надежнее всего отказаться от подачи воздуха по коробам и перевести двигатель на охлаждение от окружающего воздуха. В тех случаях, когда от подвода воздуха с улицы или из помещения с чистым воздухом отказаться нельзя, необходимо тщательно проверить отсутствие попадания испарений в короба и демонтировать все трубопроводы с водой и паром, проходящие вблизи коробов, проложенных в полу.

В последнее время на мощных котлах дымососы и дутьевые вентиляторы часто устанавливаются на открытом воздухе. В этом случае двигатели должны быть приспособлены к работе в условиях попадания на них дождя и снега.

Технологическая блокировка механизмов котлов. При останове обоих дымососов котла отсос дыма из топки котла прекращается. Разряжение быстро падает до нуля, а вместо него создается давление. Условия горения топлива нарушаются, и котел гаснет. Если и после погасания котла в его топку будут поступать воздух и топливо, то в топке образуется взрывчатая смесь. При достижении определенной концентрации эта смесь от соприкосновения с раскаленными поверхностями обмуровки взорвется и разрушит котел.

Останов мельничного вентилятора приведет к забиванию пылью мельницы, если не прекратить подачу в нее сырого угля.

Останов вентиляторов горячего дутья приведет к забиванию пылью пылепроводов, если не прекратить работу пылепитателей.

При останове маслососа мельницы сторгят ее подшипники, если она не будет немедленно остановлена.

В целях недопущения взрыва в котле, забивания пылью мельниц и пылепроводов на котле выполняется технологическая блокировка между механизмами котла, предусматривающая автоматическое отключение их в определенной последовательности.

При отключении последнего (второго) дымососа должны отключиться оба дутьевых вентилятора. При отключении обоих дутьевых вентиляторов должны отключиться оба вентилятора горячего дутья или оба мельничных вентилятора, если они подают пыль в топку. Отключение обоих вентиляторов горячего дутья вызовет отключение питания всех пылепитателей.

При отключении мельничного вентилятора или мельницы должен отключиться транспортер сырого угля, а останов последнего вызовет отключение питателя сырого угля.

При отключении маслососа мельницы должна отключиться мельница.

На котлах, работающих в блоке с турбогенератором, дутьевые вентиляторы и другие механизмы отключаются не только при отключении обоих дымососов, но и при аварийном отключении генератора или закрытии стопорного клапана турбины, при срабатывании тепловой защиты блока от повышения или понижения температуры свежего пара, от срыва вакуума в конденсаторе турбины или от осевого сдвига турбины, а также при отключении всех питательных насосов этого котла. В свою очередь отключение обоих дымососов, обоих дутьевых вентиляторов или вентиляторов горячего дутья вызовет отключение от блокировки питательных насосов и генератора.

Автоматическое включение резерва (АВР) при аварийном останове механизма предусматривается для мазутовых и смывных насосов.

Самозапуск (восстановление нормальной скорости вращения без вмешательства персонала) после глубокого понижения или кратковременного исчезновения напряжения на шинах собственных нужд предусматривается для двигателей дымососов, дутьевых вентиляторов, вентиляторов горячего дутья и мельничных вентиляторов, если последние подают пыль в топку. В случае останова по любой причине двигатель-генератора, питающего постоянным током центральный щит пылепи-

тателей, автоматически включится резервное питание этого щита от аккумуляторной батареи и тем самым работа пылепитателей будет сохранена.

Назначение двигателей турбинного цеха. В турбинном цехе двигатели установлены на питательных, циркуляционных, конденсатных, сетевых насосах, маслонасосах и др. Питательные насосы в некоторых случаях устанавливаются в котельном цехе, а циркуляционные — на центральной насосной.

Питательные насосы предназначены для подачи воды из деаэраторов в котлы. Значение этих насосов особенно велико. Прекращение подачи воды в котел из-за останова питательного насоса приведет к тому, что вода за несколько десятков секунд уйдет из барабана и кипяtilьные трубы, находящиеся в топке котла, где бушует пламя с температурой 1300—1700°С, окажутся без воды и сгорят, не получая охлаждения. В прямоточных котлах сгорание кипяtilьных труб произойдет еще быстрее. Котел в этом случае должен быть немедленно аварийно погашен. Промедление резко увеличит размеры его повреждения. Таким образом, останов питательного насоса в случае отказа во включении резерва приведет не только к останову котла и сбросу нагрузки, но может вызвать повреждение котла с выходом его в длительный и трудоемкий ремонт по замене поврежденных труб.

Циркуляционные насосы подают в трубки конденсатора турбины воду, необходимую для охлаждения и превращения в конденсат отработанного в турбине пара. При прекращении подачи циркуляционной воды в конденсатор пар, перестав конденсироваться, быстро заполняет объем конденсатора. Необходимый для нормальной работы турбины вакуум в конденсаторе за считанные десятки секунд упадет до аварийного, и турбину придется отключить.

Конденсатные насосы турбины откачивают конденсат из конденсатора турбины в деаэраторные баки. Останов конденсатного насоса в случае невключения резервного насоса вызовет быстрый подъем уровня конденсата в конденсаторе, падение вакуума из-за того, что трубки конденсатора одна за другой окажутся затопленными конденсатом и перестанут охлаждать пар. Если турбина не будет отключена из-за падения вакуума, то при дальнейшем подъеме уровень конденсата может достиг-

нуть лопаток ротора, вращающегося со скоростью 3 000 об/мин, что приведет к их разрушению.

Сетевые насосы устанавливаются на ТЭЦ (теплоэлектроцентралях) для обеспечения циркуляции сетевой воды, которая после подогрева ее в подогревателях ТЭЦ поступает в теплофикационную сеть для отопления и горячего водоснабжения бытовых и промышленных потребителей.

При работе на общую магистраль часть из этих насосов может быть кратковременно остановлена без серьезных последствий. Поэтому для облегчения самозапуска ответственных двигателей при глубоких посадках напряжения в ряде случаев предусматривают отключение допустимого количества сетевых насосов от защиты минимального напряжения.

В некоторых установках, например на теплофикационных турбинах 100 Мвт, сетевые насосы прокачивают воду через встроенный пучок, который выполняет роль конденсатора. В этом случае сетевые насосы по сути дела равноценны циркуляционным насосам.

Конденсатные насосы подогревателей (бойлеров) откачивают конденсат из подогревателей, устанавливаемых на теплофикационных турбинах. Требования к ним в части надежности сходны с требованиями к конденсатным насосам турбин.

Насосы охлаждения генераторов подают охлаждающую воду в газоохладители генераторов и часто также в маслоохладители турбины. Прекращение поступления воды на охлаждение генератора и маслоохладители турбины вызовет быстрый перегрев генератора и масла турбины, что приведет к аварийному останову турбогенератора. Поэтому насосы газоохлаждения относятся к числу ответственных.

Маслонасосы водородных уплотнений генераторов необходимы для обеспечения маслом водородных уплотнений чаще всего при пуске и на остановленном генераторе. Во время работы генераторов масло на уплотнения, как правило, подается через инжектор от системы регулирования турбины, а маслонасосы водородных уплотнений находятся в резерве. Останов маслонасоса даже на остановленном генераторе приведет к прорыву водорода из корпуса генератора через уплотнения в маслосистему. Если же останов маслонасоса произойдет при вращении генератора, то это приведет к по-

вреждению водородных уплотнений и выводу генератора в аварийный ремонт. Чаще всего для каждого генератора устанавливаются два маслососа водородного уплотнения: один с двигателем переменного тока, другой — с двигателем постоянного тока.

Маслососы турбины обеспечивают подачу масла для смазки подшипников турбины и генератора при их вращении на валоповороте, а также во время останова турбины. Останов маслососа при вращении турбины приведет к повреждению подшипников турбины и генератора. На турбине, как правило, устанавливаются два маслососа: один с двигателем переменного тока, второй — с двигателем постоянного тока.

Пусковой маслосос турбины необходим для пуска турбины.

Валоповоротное устройство турбины необходимо для вращения ротора турбины на малой скорости после каждого останова турбины и непосредственно перед каждым пуском. Отказ в работе валоповоротного устройства в нужный момент приведет к недопустимому прогибу вала ротора турбины, задеванию ротора за неподвижные части корпуса турбины и повреждению ее.

В турбинном цехе устанавливаются также насосы охлаждения подшипников, насосы подпитки теплосети и другие насосы. Некоторые из них относятся к числу ответственных механизмов.

В целях повышения надежности работы электростанции все питательные, циркуляционные, конденсатные, сетевые насосы, насосы охлаждения генераторов, маслососы турбин и водородных уплотнений и другие ответственные насосы обеспечиваются схемами автоматического включения резерва (АВР).

Назначение двигателей топливоподачи. Крупная электростанция сжигает до 5 000—20 000 т угля в сутки. Такое количество угля нужно разгрузить из железнодорожных вагонов, раздробить и подать в бункера сырого угля котельной на высоту 12—20-этажного дома. Для этой цели на электростанции сооружаются разгрузочные устройства, открытый или закрытый склад угля и топливоподача, состоящая из питателей угля, транспортеров, узлов пересыпки с одного транспортера на другой, дробилок, магнитных сепараторов, щепкоуловителей, плужковых или других сбрасывателей.

В разгрузочном устройстве для механизации раз-

грузки угля в зимнее время применяются бурорыхлительные и вибрационные установки, а на наиболее мощных современных станциях — и вагоноопрокидыватели.

На складах устанавливаются один или два мощных порталных или мостовых грейферных крана, которые обеспечивают выгрузку угля из вагонов или его складирование, а также погрузку угля в бункера для транспортирования в котельный цех.

Питатели угля подают уголь из бункеров под разгрузочным устройством на транспортер.

Назначение транспортеров пояснений не требует. Обычно на топливоподаче имеются две нитки транспортеров. Каждая нитка рассчитана на подачу угля в таком количестве, которое обеспечит полную потребность в угле всех котлов. В узлах пересыпки предусматривается возможность ссыпания угля с каждого из двух параллельных транспортеров на любой из двух следующих по ходу угля транспортеров. Это позволяет при выходе одного транспортера одной из ниток сохранить в резерве или работе остальные транспортеры и механизмы, принадлежащие к этой нитке.

Дробилки служат для дробления крупнокускового угля в мелкокусковой. При плохом дроблении угля снижается производительность мельниц и резко возрастает расход электроэнергии на помол угля.

Магнитные сепараторы, шкивные или подвесные, предназначены для извлечения металлолома (костылей, скоб, зубьев врубовых машин и т. д.) из угля. Шкивные сепараторы устанавливаются на приводных станциях и служат одновременно как шкив для приведения в движение ленты, а подвесные — подвешиваются над транспортерами до дробилок (по ходу угля).

Неполное удаление металлолома из угля при плохой работе магнитных сепараторов и тем более отключение их при подаче угля транспортерами приведет к повреждению дробилки от попадания в нее вместе с углем металлолома.

Плужковые сбрасыватели служат для сбрасывания угля с ленты в бункер.

Поскольку останов любого из механизмов топливоподачи не приведет к немедленному снижению нагрузки станции, так как имеется запас угля на несколько часов в бункерах котлов, самозапуска механизмов топливоподачи после их останова из-за снижения напряжения

в питающей сети не требуется. Нет необходимости также в автоматическом включении резервных элементов топливоподачи при повреждении какого-либо из механизмов.

В целях недопущения завала углем остановившегося по какой-либо причине транспортера или дробилки на топливоподаче имеется технологическая блокировка, которая предусматривает немедленное отключение всей цепочки механизмов, подающих уголь на остановившийся механизм. Например, если остановился транспортер № 4, подающий уголь в бункера котельной, то от блокировки должны отключиться транспортер № 3, за ним транспортер № 2, транспортер № 1 и питатель угля, подающий уголь на транспортер № 1. Дробилка обычно от блокировки не отключается. Если же остановится дробилка, то от блокировки должны отключиться транспортер, подающий в нее уголь, и все предшествующие ему транспортеры и питатель угля.

Для опробования любого механизма на холостом ходу обычно предусматривается возможность включения его с местного пульта управления с предварительной постановкой ключа блокировки в положение «деблокировано».

Двигатели топливоподачи работают в условиях большой запыленности окружающего воздуха. В ряде случаев угольная пыль взрывоопасна. Поэтому двигатели на топливоподаче должны быть закрытыми, а если угольная пыль взрывоопасна, то во взрывоопасном исполнении.

Назначение общестанционных двигателей. К числу общестанционных относятся двигатели: двигатель-генераторов, резервных возбудителей, обдувки силовых трансформаторов, компрессоров, электроприводов задвижек и др.

Двигатель-генераторы питателей пыли обеспечивают питание центральных щитов пылепитателей. Их останов при отсутствии резервного питания приведет к прекращению работы пылепитателей и сбросу нагрузки станцией. Поэтому центральные щиты пылепитателей имеют автоматическое резервное питание от аккумуляторной батареи.

Двигатель-генераторы подзарядки и зарядки аккумуляторных батарей станции. Остановка этих двигателей не отразится немедленно на работе станции, так как нагрузку постоянного тока примут на себя аккумулятор-

ные батареи, а генераторы постоянного тока отключаются автоматом обратного тока.

Резервный возбудитель предназначен для питания ротора генератора постоянным током в случае повреждения основного возбудителя. Ответственность резервного возбудителя велика и пояснений не требует.

Компрессоры обеспечивают сжатым воздухом все цехи станции, но допускают перерывы в работе, поэтому относятся к числу неответственных механизмов.

Электроприводы задвижек устанавливаются в котельном, турбинном, химическом цехах, на насосных. Число их на крупных станциях достигает 1 500—2 000. Многие электроприводы задвижек, в том числе такие, как главные паровые, аварийного слива, продувки пароперегревателей на котле, главные паровые на турбинах, напорные на питательных и других насосах, включены в цепи защиты и автоматики котлов, турбин и насосов. Роль и значение их исключительно велики. Например, главные паровые задвижки на котле имеют такое же значение для котла, как выключатель для генератора.

Сборка задвижек, откуда запитываются электроприводы, должна обеспечиваться питанием с такой же надежностью, какая требуется для самых ответственных механизмов. Это тем более необходимо, что, кроме электроприводов, со сборок задвижек обычно обеспечивается питание тепловой автоматики и тепловых приборов котлов и турбин. При исчезновении напряжения на сборке задвижек тепловая автоматика и приборы котла или турбины выводятся из действия и режим работы котла или турбины приходится вести вслепую. Неслучайно, что из-за потери напряжения на сборках задвижек не раз происходили аварии с повреждением котлов и турбин.

2. ТИПЫ ДВИГАТЕЛЕЙ, ИХ КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

На электростанциях в подавляющем большинстве случаев применяются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. Главное достоинство этих двигателей — наибольшая простота и надежность. Более сложные и менее надежные асинхронные двигатели с фазным ротором и двигатели постоянного тока устанавливаются

только в тех случаях, когда необходимо регулировать скорость вращения в широких пределах. На кранах, перегружателях угля и лебедках чаще всего устанавливаются двигатели с фазным ротором, а на пылепитателях — двигатели постоянного тока.

Наряду с асинхронными двигателями на мощных механизмах, как, например, мельницах, питательных насосах, иногда устанавливаются синхронные двигатели.

Главное преимущество синхронных двигателей перед асинхронными состоит в том, что они не только не потребляют из сети реактивную мощность, но, наоборот, сами являются источником такой мощности. Кроме того, за счет автоматического регулирования тока возбуждения синхронные двигатели позволяют поддерживать напряжение на шинах в заданных пределах и обеспечивать тем самым наиболее выгодный режим работы приемников электроэнергии, а в аварийных условиях ускорять восстановление нормального положения, обеспечивать самозапуск двигателей.

Стоимость синхронных двигателей несколько выше, чем асинхронных. Однако за счет меньших потерь как в самих двигателях, так и в питающем трансформаторе суммарные расчетные затраты на их эксплуатацию даже в условиях электрической станции в ряде случаев могут стать меньше тех же затрат при установке асинхронных двигателей. На промышленных предприятиях, где для повышения коэффициента мощности часто приходится применять статические конденсаторы, установка синхронных двигателей вместо асинхронных экономически целесообразна в еще более широких пределах. Из-за наличия возбудителя синхронные двигатели сложнее в эксплуатации по сравнению с асинхронными и менее надежны. Это обстоятельство несколько сдерживает широкое применение их на электростанциях.

С 1949—1951 гг. отечественная электропромышленность взамен разнообразных типов асинхронных двигателей (И, ТН, АД, АДО, МТО, МА-8, МА-200, Р-51 и ТАГ и др.) стала выпускать *асинхронные двигатели единой серии А и АО*.

Обозначение типа двигателя основного исполнения (общепромышленного применения) расшифровывается следующим образом:

А — защищенное исполнение; АО — закрытое обдуваемое исполнение. Число после букв обозначает типо-

размер, в котором первая цифра указывает порядковый номер наружного диаметра сердечника статора (габарит), вторая цифра — порядковый номер длины сердечника; цифра после тире — число полюсов.

Если оболочка двигателя не чугунная, а алюминиевая, то к обозначению добавляется буква Л (АЛ или АОЛ).

Двигатели с повышенным пусковым моментом имеют буквенное обозначение АП или АОП, а двигатели с повышенным скольжением — АС или АОС. На электростан-

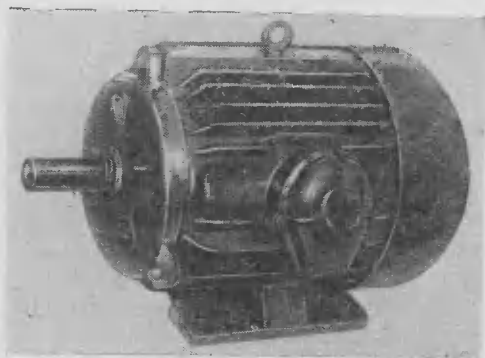


Рис. 1. Двигатель новой единой серии АО2.

циях двигатели АП и АОП применяются на шлакодробилках, транспортерах, а АС и АОС — главным образом на электроприводах задвижек и лифтах.

Двигатели с фазным ротором обозначаются добавлением буквы К (АК).

С 1963—1964 гг. электропромышленность перешла на выпуск *двигателей новой единой серии А2 и АО2* (рис. 1).

Двигатели новой единой серии имеют ряд преимуществ по сравнению с двигателями серии А и АО, в том числе большую надежность за счет применения высокопрочных синтетических изоляционных материалов и лаков, а также в связи с выпуском двигателей в пределах 1—5-го габаритов только в закрытом обдуваемом исполнении, меньшие габаритные размеры и меньший вес на единицу мощности.

Пример. Расшифровать обозначение типа двигателя АО2-82-4. АО — закрытое обдуваемое исполнение, 2 — но-

вой единой серии, 8 — порядковый номер наружного диаметра сердечника статора (габарит), 2 — порядковый номер длины сердечника, 4 — число полюсов.

В пределах от 1-го до 9-го габарита двигателей единой серии имеют мощность от 0,4 до 100 квт. Как исключение двигатель А2-92 при 3 000 об/мин имеет мощность 125 квт.

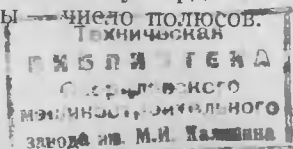
Начиная с 10-го габарита двигателя при скорости вращения 1 500—3 000 об/мин имеют мощность, превышающую 100 квт. В обозначении типа двигателя, имеющего 10-й габарит и выше, первые две цифры за буквами указывают габарит двигателя (порядковый номер наружного диаметра сердечника статора), третья цифра — условную длину сердечника и цифра после дефиса — число полюсов.

Двигатели 10-го и 11-го габаритов в исполнении А (защищенное) предназначены для привода вентиляторов, дымососов, центробежных насосов, компрессоров, дробильных механизмов и мельниц, транспортеров и другого оборудования, работающих в закрытых помещениях с незапыленным воздухом при его температуре не выше 35°С и относительной влажности до 70% на высоте до 1 000 м над уровнем моря.

При температуре и влажности воздуха выше указанных, а также в запыленных помещениях или помещениях, содержащих пары кислот, щелочей и других веществ, вредно действующих на изоляцию или токоведущие части, должны применяться двигатели только продуваемого исполнения, работающие при подводе к ним по трубам охлаждающего воздуха с температурой 5—35°С и влажностью не более 70%.

Двигатели 10-го и 11-го габаритов в исполнении АО (закрытое обдуваемое) предназначены для тяжелых условий работы; изготавливаются с короткозамкнутым ротором, залитым алюминием.

Асинхронные двигатели 12-го и 13-го габаритов единой серии А (рис. 2) и АЗ (рис. 3) короткозамкнутые мощностью до 1 250 квт выпускаются взамен двигателей серии ДАМСО 14-го и 15-го габаритов, а двигатели единой серии АК и АКЗ — взамен двигателей ФАМСО. Первые две цифры за буквенными обозначениями определяют габарит двигателя (12-й или 13-й), следующие две цифры после дефиса — длину сердечника в сантиметрах, последние цифры — число полюсов.



Двигатели серий А и АК указанных габаритов выполняются в защищенном исполнении, а двигатели серий АЗ и АКЗ — в закрытом исполнении с принудительной вентиляцией.

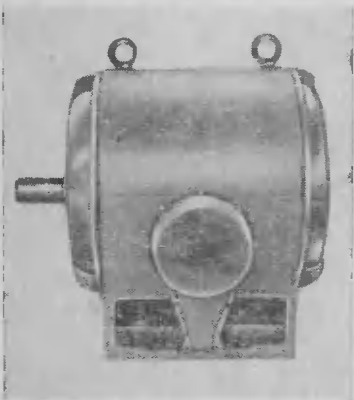


Рис. 2. Двигатель единой серии А 12-го и 13-го габаритов в защищенном исполнении.

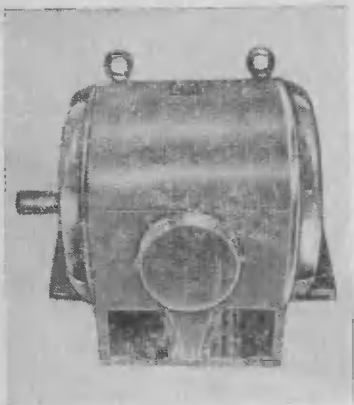


Рис. 3. Двигатель единой серии АЗ 12-го и 13-го габаритов в закрытом исполнении.

Двигатели с короткозамкнутым ротором серий Аи АЗ предназначены для тяжелых условий работы с относительно частыми пусками при полном напряжении сети.

Для двигателей серий АЗ и АКЗ при использовании их с принудительной циркуляцией от постороннего вентилятора шкала мощностей остается такой же, как у двигателей серий А и АК. При использовании этих двигателей в качестве закрытых с самовентиляцией их мощность снижается по согласованию с заводом.

На электростанциях двигатели серий А и АЗ 12-го и 13-го габаритов применяются на дымососах, вентиляторах, мельницах и насосах.

Для установки на открытом воздухе выпускаются двигатели серий ДАЗО (рис. 4), где Д означает двигатель, А — асинхронный, З — закрытый, О — обдуваемый. Первые две цифры после буквенного обозначения указывают габарит, две вторые — число пакетов стали и цифра после дефиса — число полюсов.

По мере освоения двигателей единой серии АО 12-го, 13-го габаритов и выше двигатели серии ДАЗО будут сняты с производства. На электростанциях двигатели типа ДАЗО устанавливаются чаще всего для вращения дымососов и дутьевых вентиляторов.

Двигатели серии ДАЗО с подшипниками скольжения имеют на валу два вентилятора: один забирает воздух снаружи и прогоняет его по трубкам воздухоохладителя, который установлен наверху двигателя, а второй заставляет циркулировать по замкнутому циклу воздух внутри

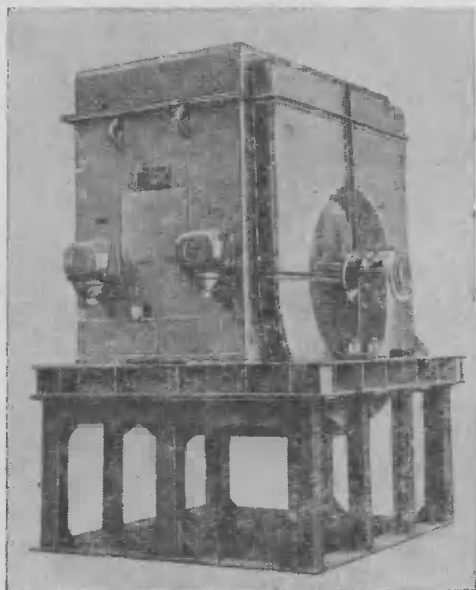


Рис. 4. Двигатель серии ДАЗО.

двигателя. Этот воздух отбирает тепло от обмотки и активной стали и отдает его, соприкасаясь с наружной поверхностью трубок воздухоохладителя (рис. 5).

В двигателях серии ДАЗО с подшипниками качения воздух по трубкам воздухоохладителя прогоняется при помощи двух вентиляторов, приводимых во вращение от отдельных асинхронных двигателей. Эти вентиляторы устанавливаются непосредственно на корпусе двигателя и потому часто называются вентиляторами-наездниками. В связи с тем что отключение вентилятора-наездника при работе двигателя приведет к перегреву последнего, требования к надежности питания вентилятора-наездника высоки. При останове вентилятора-наездника должны появляться световой и звуковой сигналы. С момента

останова одного вентилятора двигатель типа ДАЗО может работать не более 1 ч, а с момента останова обоих — не более 5 мин. На ряде электростанций в целях повышения надежности циркуляции воздуха по трубкам воздухоохладителей последние со стороны выброса наружного воздуха подсоединены к всасывающим коробам дымососов и вентиляторов, что позволило отказаться от вентиляторов-наездников.

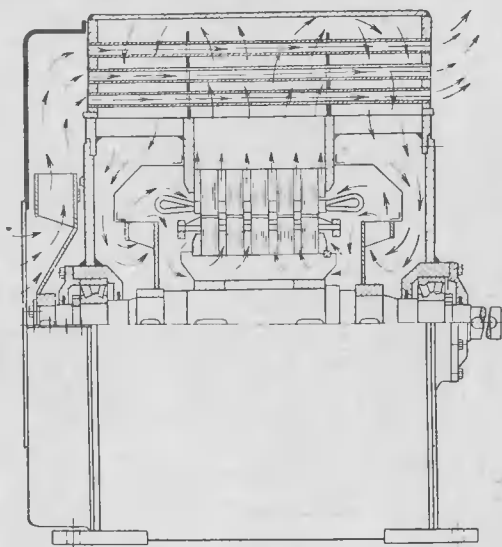


Рис. 5. Схема охлаждения двигателя серии ДАЗО.

В корпусах двигателей серии ДАЗО заложены электронагреватели. При расположении двигателя на открытом воздухе в зимнее время эти нагреватели должны включаться под напряжение при каждой длительной остановке двигателя. Целесообразно автоматизировать включение нагревателей от блок-шайбы выключателя, замкнутой при его отключенном положении, что облегчит работу дежурного персонала и повысит надежность работы двигателя.

В подшипниках скольжения двигателей серии ДАЗО предусмотрена возможность установки датчиков термосигнализаторов или термосопротивлений, от которых может быть выполнена сигнализация к машинисту котла

о повышении температуры вкладышей. В целях повышения надежности целесообразно выполнить такую сигнализацию. Она особенно необходима при расположении двигателей на открытом воздухе, где из-за удаленности от обслуживающего персонала вовремя незамеченные нагрев и подплавление подшипника, как правило, заканчиваются задеванием ротора за статор и повреждением двигателя, требующим не только замены обмотки, но и полной перешихтовки активной стали статора. При расположении двигателей на открытом воздухе, по-видимому, такую сигнализацию следует осуществить и на двигателях серии ДАЗО с подшипниками качения. Термосопротивления в этом случае устанавливаются в гнезда, высверливаемые в капсулах подшипника.

Над выводными коробками двигателей серии ДАЗО, установленных на открытом воздухе, необходимо приварить козырьки или кожухи для защиты от попадания влаги на выводы двигателя и концевую кабельную разделку, так как заводская конструкция коробки для работы на открытом воздухе не приспособлена.

На конденсатных насосах в последнее время начали применяться вертикальные двигатели серии АВ (асинхронный вертикальный, защищенное исполнение). Особенность двигателя серии АВ состоит в том, что его верхний подшипник рассчитан как на радиальную, так и на осевую нагрузки от веса ротора. Лап двигатель не имеет. На корпусе насоса он крепится при помощи фланца. В остальном двигатель серии АВ ничем не отличается от двигателей с горизонтальным расположением вала.

На циркуляционных и других насосах турбинного цеха, имеющих скорость вращения 1 000 об/мин и ниже, когда требуется мощность 1 000 квт и выше, на мощных резервных возбудителях применяются двигатели единой серии АН (А — асинхронный с короткозамкнутым ротором, Н — нормального исполнения) 14—16-го габаритов. Особенность конструкции двигателей серии АН состоит в том, что они имеют открытое исполнение. Лобовые части обмотки статора защищены только легкими щитками из листовой стали, в которой выштампованы прорези для вентиляции обмотки. Вал и торец бочки ротора открыты, и при работе двигателя находиться вблизи них небезопасно. Поэтому двигатели могут быть установлены только в закрытом помещении

при условии, что посторонний персонал к ним доступа иметь не будет.

Двигатели серии АН имеют подшипники скольжения.

В ряде случаев для привода во вращение циркуляционных насосов применяются *вертикальные асинхронные двигатели* (рис. 6) типа ВДН (В — вертикальный, Д — двигатель, Н — наружной установки). Число после

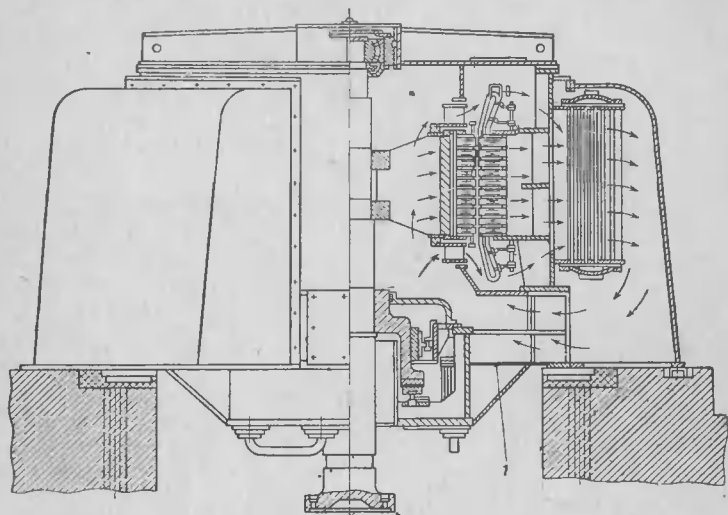


Рис. 6. Вертикальный двигатель серии ВДН.

буквенного обозначения определяет: числитель — наружный диаметр сердечника статора в сантиметрах; знаменатель — длина сердечника статора с каналами в сантиметрах; число после дефиса — число полюсов.

Особенностью этих двигателей является наличие в них опорно-упорного подшипника (упорный подшипник типа подшипника Митчеля), рассчитанного на осевую нагрузку не только от ротора двигателя, но и от ротора насоса, достигающую 10 *T* и больше.

В сегментах и упорных колодках подшипника заложены датчики термосигнализаторов, обеспечивающие подачу сигнала и импульса на отключение двигателя при повышении температуры подшипника сверх допустимой.

Целесообразно такую же защиту от повышения температуры сверх допустимого значения выполнять и для подшипника качения, устанавливаемого в верхней крыш-

ке двигателя, так как последствия выхода из строя верхнего подшипника не менее тяжелы, чем нижнего, а возможность выхода из строя подшипника качения, как показывает опыт эксплуатации, полностью не исключена.

В находящихся в резерве двигателях типа ВДН, установленных на открытом воздухе, в зимнее время наблюдается сильное отпотевание внутренних поверхностей корпуса и обмотки. Установка в корпусе двигателя серии ВДН электронагревателей в отличие от двигателей серии ДАЗО результата не дает. Вблизи электронагревателя отпотевание прекращается, а в удаленных местах продолжается. Объясняется это тем, что корпус двигателя разделен сплошными перегородками на несколько горизонтальных отсеков, затрудняющих циркуляцию воздуха. Кроме того, двигатели типа ВДН со стороны полумуфты открыты и теплый воздух из помещения циркуляционной насосной беспрепятственно поступает по каналам ротора в верхнюю часть и, соприкасаясь с сильной охлажденной верхней крышкой, вызывает на ее поверхности сильное отпотевание. Поэтому наряду с установкой электроподогревателей необходимо закрыть доступ в двигатель воздуха из помещения насосной путем установки перегородки 1 из листовой стали, как показано на рис. 6.

На питательных насосах, имеющих, как правило, скорость вращения 3 000 об/мин, ранее устанавливались двигатели серии АТМ (асинхронный турбомотор). В настоящее время вместо снятых с производства двигателей серии АТМ на питательных насосах устанавливаются двигатели серии АТД (рис. 7), где А означает асинхронный, Т — трехфазный, Д — двигатель.

Двигатели серии АТМ выпускались только двухполюсными мощностью 500, 700, 850, 1 400, 2 000 и 3 500 квт. Все двигатели этой серии — закрытого типа с подводом и отводом охлаждающего воздуха снизу, на двух стояковых подшипниках скольжения. Для охлаждения воздуха при замкнутом цикле вентиляции в фундаментной камере устанавливаются воздухоохладители. При разомкнутом цикле вентиляции для двигателей мощностью 500—850 квт забор холодного воздуха осуществляется так, чтобы он не смешивался с выходящим из машины горячим воздухом.

У двигателей мощностью до 850 квт включительно, а в более ранних выпусках до 2 000 квт применены подшипники с дисковой смазкой (рис. 8). На валу имеется

диск 2, погруженный нижней частью в масло. При вращении ротора масло увлекается диском и, дойдя до скребка 5, установленного в верхней части, направляется в специальный прилив верхней половинки вкладыша и далее на вал. Уровень масла в камере подшипника

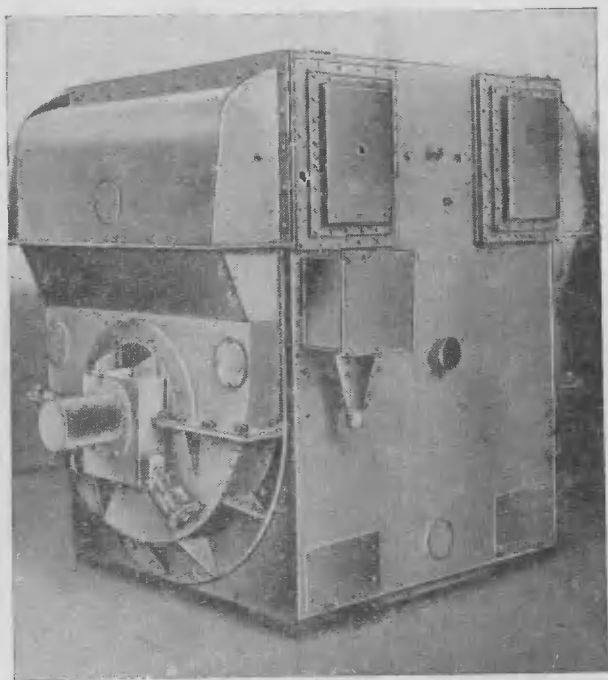


Рис. 7. Двигатель типа АТД-2000.

контролируется по указателю. Для охлаждения масла предусмотрен маслоохладитель — согнутая в виде петли трубка с шайбовым или проволочным оребрением. Расход воды до $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ на оба подшипника.

Как показывает опыт эксплуатации, дисковая система смазки на двигателях мощностью до 850 кВт при условии выдерживания равномерного и минимального зазора между диском и медными кольцами на корпусе вкладыша, образующими направляющую канавку для масла, не менее надежна, чем система смазки от маслонасоса. Количество масла, подаваемого на вкладыш

в двигателях большей мощности, при дисковой смазке близко к минимально допустимому. При плохой шайровке вкладыша или при появлении осевого давления от вала на торец вкладыша этого количества масла становится недостаточно, вкладыш перегревается и, если двигатель не будет остановлен, сгорает. Поэтому на двигате-

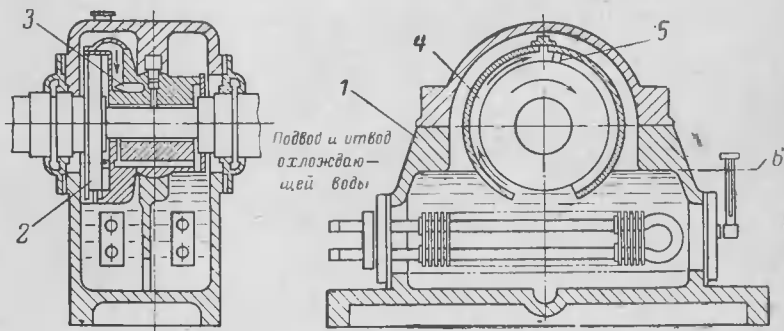


Рис. 8. Подшипник двигателя типа АТМ с дисковой смазкой.
1 — стул; 2 — диск на валу; 3 — направляющий канал; 4 — канавка для масла; 5 — скребок; 6 — уровень масла.

лях типов АТМ-1400-2, АТМ-2000-2 завод-изготовитель и большинство электростанций перешли на систему смазки от маслососа на валу питательного насоса. Для пуска и останова насоса устанавливается пусковой маслосос. На двигателях типа АТМ-3500-2 подшипники работают от маслососа, начиная с первых образцов.

В двигателях типов АТМ-500-2, АТМ-700-2 и АТМ-850-2 ротор и статор имеют аксиально радиальную двустороннюю систему вентиляции (рис. 9). Вентиляторы, установленные на валу ротора, всасывая воздух из торцевых камер всасывания, сообщаящихся с камерой холодного воздуха в фундаменте, нагнетают его в зоны лобовых частей обмотки статора и короткозамыкающих колец ротора. Отсюда воздух разветвляется. Основная струя устремляется в аксиальные каналы статора, охлаждая по пути лобовые части обмотки статора. Другая струя идет в аксиальные каналы ротора. Обе струи соединяются в радиальных каналах статора и выходят в камеру горячего воздуха. Незначительное количество холодного воздуха поступает в зазор между статором и ротором.

В роторе двигателей типов АТМ-1400-2 и АТМ-2000-2 применена аксиально-радиальная система вентиляции с большим количеством аксиальных и радиальных каналов, а статор охлаждается по тангенциально-радиальной системе (рис. 10).

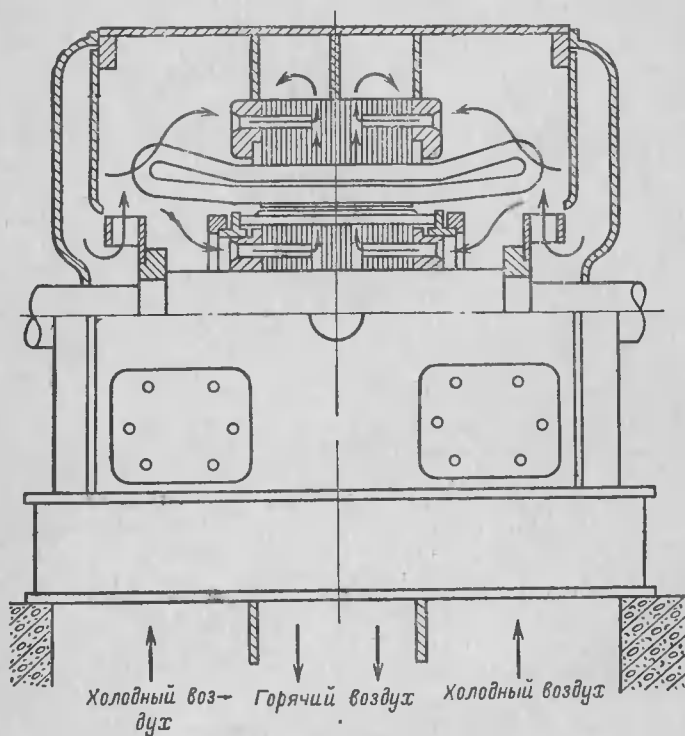


Рис. 9. Система вентиляции двигателей типа АТМ мощностью 850 квт.

Выйдя из вентилятора, холодный воздух разделяется на три струи. Одна струя через аксиальные каналы в роторе доходит до средней части ротора и направляется в радиальные каналы и оттуда в каналы статора и далее в камеру горячего воздуха. Другая струя, охлаждая по пути лобовые части обмотки статора, заходит в карманы статора и оттуда попадает в вентиляционные каналы сердечника статора и проходит в них в тангенциальном направлении ввиду такого расположения направляющих распорок. Третья, дополнительная струя входит в воздуш-

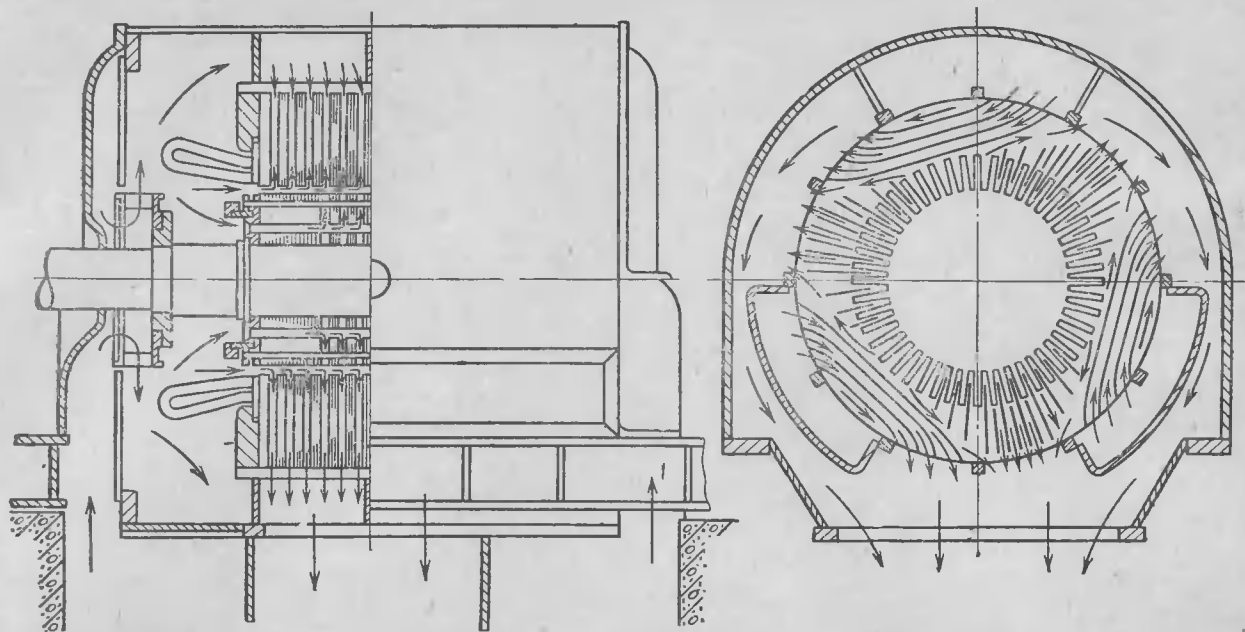


Рис. 10. Система вентиляции двигателей типов АТМ-1400-2 и АТМ-2000-2.

ный зазор между статором и ротором и направляется радиально в статор.

Двигатели типа АТМ-3500-2 имеют обычную радиальную вентиляцию (рис. 11). Ввиду большой длины двигателя применена трехструйная система вентиляции статора. Воздух после вентилятора, омывая лобовые части обмотки статора, разветвляется на две струи. Одна

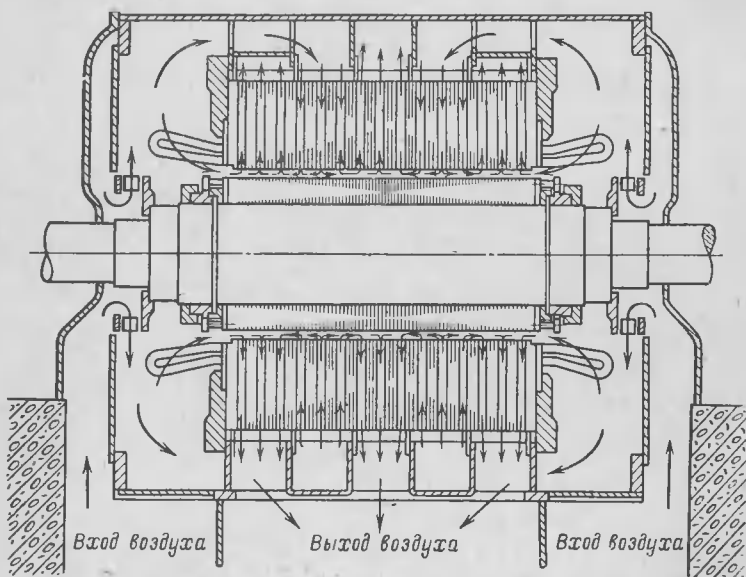


Рис. 11. Система вентиляции двигателей типа АТМ-3500-2.

струя поступает в воздушный зазор, далее направляется в радиальные каналы статора и, охлаждая крайние пакеты статора, выходит в крайние камеры горячего воздуха. Другая струя поступает через перепускные камеры станины в радиальные каналы статора в средней его части и направляется по ним к оси двигателя. Далее она выходит в воздушный зазор и через него поступает в радиальные каналы средних и крайних пакетов статора и оттуда в камеры горячего воздуха. По числу камер горячего воздуха (одна средняя и две крайние) такая система и названа трехструйной. Ротор охлаждается только с поверхности. Из камер горячего воздуха последний при помощи общего патрубка направляется к воздухоохладителю.

Двигатели типа АТД выпускаются мощностью: 500, 630, 800 кВт (1-й габарит); 1 000, 1 250 и 1 600 кВт (2-й габарит); 2 000, 2 500 кВт (3-й габарит). Вместо снятых с производства двигателей типа АТМ-3500 выпускается двигатель типа АТД-4000 мощностью 4 000 кВт. Для питательных насосов, устанавливаемых на энергоблоках 300 Мвт, применяются двигатели мощностью 8 000 кВт с водяным охлаждением обмотки ротора.

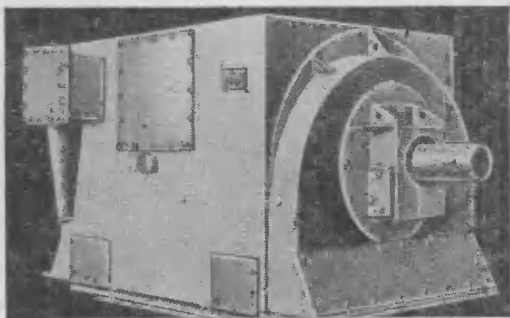


Рис. 12. Двигатель типа АТД-1600 без воздухоохладителей в защищенном исполнении.

Двигатели серии АТД мощностью до 2 500 кВт выполнены на щитовых подшипниках скольжения и имеют два конца вала под полумуфту, что позволяет использовать их для механизмов с любым направлением вращения. Ввиду размещения воздухоохладителей в верхней части корпуса двигателя серии АТД указанной мощности не требуют наличия камеры охлаждения в фундаменте.

Но расположение воздухоохладителей наверху двигателя имеет и свой недостаток, заключающийся в том, что при появлении в воздухоохладителях течи вода может попасть на обмотку. Чтобы защитить обмотку от попадания воды, хотя бы при появлении небольших течей, под каждым воздухоохладителем имеется неглубокое корыто. Для слива воды, которая скапливается в корыте, в боковой стенке двигателя под каждым охладителем имеется отверстие, закрытое болтом-пробкой. При монтаже двигателя эти болты-пробки необходимо вывернуть и вместо них установить дренажные трубочки.

При появлении воды в дренажных трубочках двигатель должен быть немедленно остановлен и выведен в ремонт.

Двигатели с замкнутым циклом вентиляции имеют два воздухоохладителя. Для разомкнутого цикла вентиляции, если условия окружающей среды это позволяют, двигатели серии АТД выпускаются в защищенном исполнении без воздухоохладителей (рис. 12).

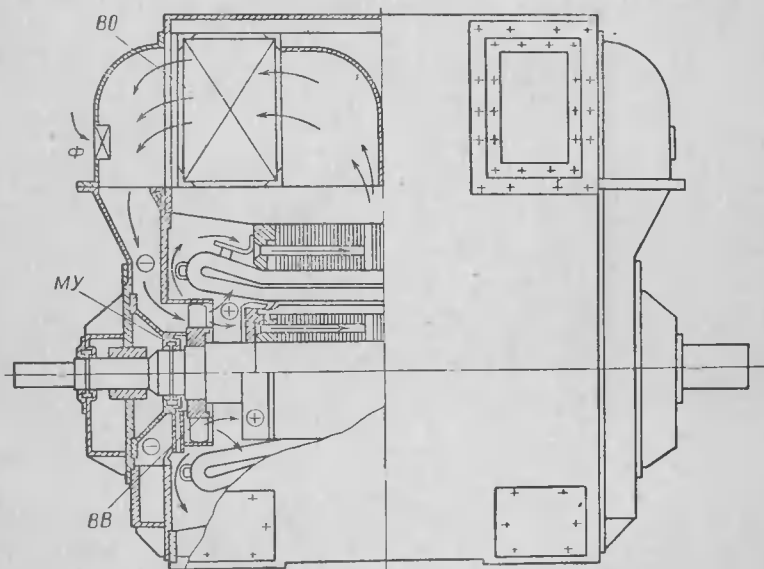


Рис. 13. Система вентиляции двигателей серии АТД мощностью до 2 500 кВт.

Ф — фильтр; МУ — масляное уплотнение; ВВ — втулка вентилятора; ВО — воздухоохладитель.

Система вентиляции двигателей серии АТД аксиально-радиальная. Вентиляторы всасывают воздух из камер подшипниковых щитов и выбрасывают его в камеру лобовых частей обмотки статора (рис. 13). Далее охлаждающий воздух разветвляется. Основная часть идет в аксиальные каналы статора, охлаждая по пути лобовые части обмотки статора. Другая часть проходит по аксиальным каналам ротора. Обе струи охлаждающего воздуха соединяются в радиальных каналах статора и выходят на периферию сердечника статора.

Средней стенкой корпус статора двигателя разделен на две симметричные по вентиляции части.

Горячий воздух из камеры горячего воздуха поступает к воздухоохладителям, а в двигателях с разомкнутым циклом вентиляции выбрасывается в помещение или по воздуховоду — вне помещения. Последнее предпочтительнее, так как при выбросе воздуха по воздуховоду вне помещения значительно ослабляется уровень шума.

При работе двигателя перед вентилятором создается разрежение, отмеченное на рис. 14 значком «—», а после вентилятора — избыточ-

ное давление по сравнению с атмосферным, отмеченное значком «+». Масляные уплотнения подшипников находятся в зоне разрежения, поэтому масляные пары и даже масло могут засасываться внутрь двигателя. Чтобы не допустить этого, применена система воздушного уплотнения подшипников. Воздух из зоны повышенного давления по специальному каналу подается в камеру между втулкой вентилятора и масляным уплотнением (рис. 14). Между втулкой вентилятора и масляным уплотнением создается избыточное давление воздуха, чем и предотвращается подсос масла и паров из подшипника.

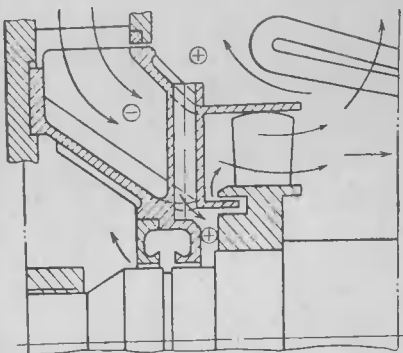


Рис. 14. Схема воздушного уплотнения подшипников на двигателях серии АТД мощностью до 800 квт.

В зависимости от величины и распределения неплотностей в наружной оболочке двигателей с замкнутой системой вентиляции «точка атмосферы» (место вентиляционного тракта двигателя, в котором давление равно атмосферному) может перемещаться по вентиляционному тракту и давление за вентилятором может оказаться недостаточным для компенсации разрежения в камере между вентилятором и уплотнением подшипника. Для предотвращения этого в кожухах двигателей с замкнутым циклом вентиляции выполняются специальные окна для создания искусственной «точки атмосферы» на входе воздуха в подшипниковый щит. Окна закрываются фильтрами (рис. 13).

Подшипники двигателей 1-го и 2-го габаритов смазываются с помощью свободно висящего на валу кольца

(рис. 15). Для увеличения подачи масла во вкладыш применены скребки, снимающие слой масла с наружной поверхности смазочного кольца. Снимаемое скребком с кольца масло подается в специальное отверстие во вкладыше и далее на шейку вала. Большая часть масла, отработанного во вкладыше, сливается в узкую кольцевую щель и охлаждается за счет соприкосновения со стенками, омываемыми входящим в двигатель холодным

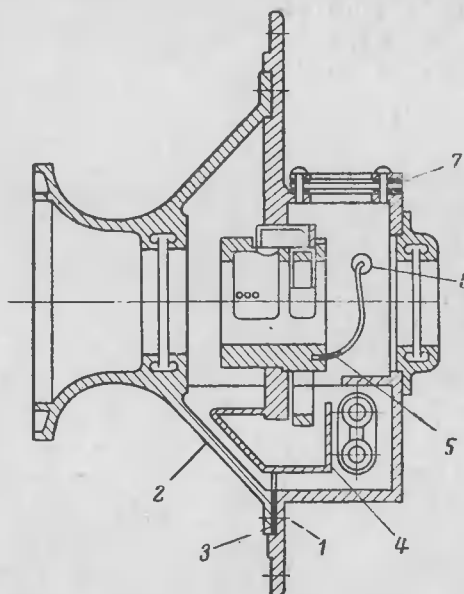


Рис. 15. Подшипник двигателя серии АТД мощностью до 1600 кВт.

1 — подшипниковый щит; 2 — конус; 3 — прокладка; 4 — перегородка; 5 — термосопротивление; 6 — разъемное штепсельное соединение; 7 — дополнительная резиновая прокладка.

воздухом. Из кольцевой щели масло поступает во внутреннюю камеру подшипника, откуда при помощи кольца вновь подается во вкладыш.

В подшипниках двигателей 2-го габарита для дополнительного охлаждения масла устанавливается маслоохладитель. Расход воды на маслоохладитель до $1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ на оба подшипника.

Для контроля за фактическим поступлением воды на охлаждение каждого подшипника слив воды из подшип-

ников следует выполнять по двум самостоятельным трубкам в воронку, расположенную в удобном для наблюдения месте (рис. 16). В ту же воронку следует вывести дренажные трубки от воздухоохладителей.

Подвод воды к подшипникам следует выполнить также по двум самостоятельным трубкам с установкой на каждой из них вентиля. Это позволит регулировать коли-

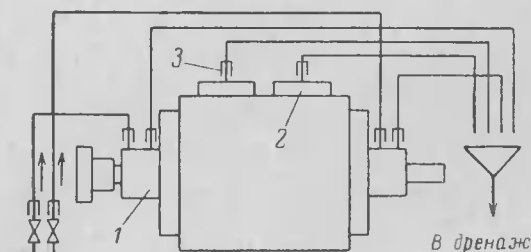


Рис. 16. Схема подвода воды для охлаждения подшипников.

1 — подшипники; 2 — воздухоохладители; 3 — муфтовое разъемное соединение.

чество воды, поступающей на каждый маслоохладитель.

Подсоединение трубок к маслоохладителям целесообразно выполнить при помощи разъемных муфтовых соединений. В случае ремонта двигателя это позволит легко и быстро отсоединить систему охлаждения.

Для наблюдения за температурой, уровнем масла и количеством масла, подаваемого во вкладыш, на каждом подшипнике должно быть установлено местное освещение.

Подшипники двигателей 3-го габарита имеют принудительную смазку под давлением 0,3—0,5 ат. Расход масла около 8 л/мин на один подшипник. Масло на подшипники подводится от маслосистемы, общей для двигателя и приводимого механизма. Для обеспечения кратковременной работы двигателя (до 10 мин) при отключенном масляном насосе подшипники двигателей 3-го габарита снабжены двумя смазочными кольцами, свободно-подвешенными на валу ротора.

Как показал опыт эксплуатации, подшипники двигателей 2-го габарита работают ненадежно, часто выходят из строя. Поэтому завод-изготовитель наметил перейти на выпуск двигателей 2-го габарита с подшипниками,

имеющими принудительную смазку. Для удобства ремонта двигателя подшипниковые щиты будут состоять из двух половинок, как на двигателях 3-го габарита.

Двигатели типов АТД-3200, АТД-4000, АТД-5000 снабжаются воздухоохладителями, размещаемыми в фундаментной камере. Подшипники имеют принудительную систему смазки.

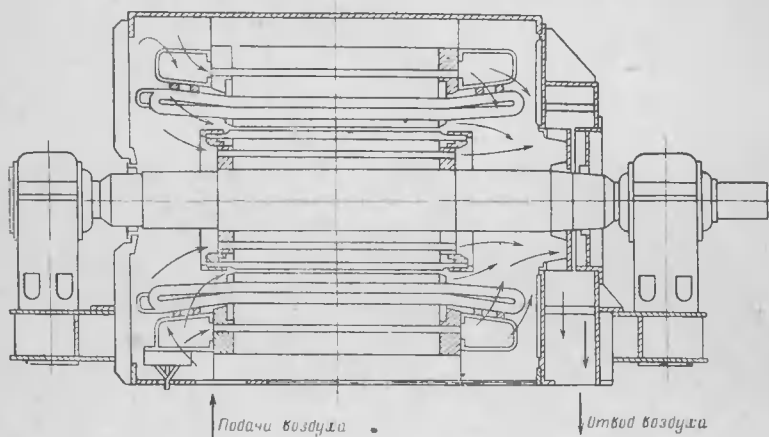


Рис. 17. Схема охлаждения двигателей типов АТД-3200, АТД-4000 и АТД-5000.

Система вентиляции аксиальная по каналам, имеющимся в активной стали ротора и статора (рис. 17).

При забивании воздухоохладителей грязью температура двигателей повышается. В целях снижения температуры двигателя обслуживающий персонал иногда открывает имеющиеся в корпусе двигателя люки. Например, в двигателях типа АТД-4000 открываются люки в нижней части корпуса со стороны заднего подшипника и со стороны полумуфты, в двигателях типа АТМ-3500 — нижние листы обшивки, а в двигателях типа АТМ-2000 — смотровые люки вблизи лобовых частей. Приоткрываются также двери камер воздухоохладителей. При этом температура воздуха в зоне термометров снижается и у персонала создается ложное впечатление, что цель достигнута. Фактически же при этом нарушается система вентиляции и обмотка двигателя может перегреться в недопустимых пределах.

В двигателях типов АТД-3200, АТД-4000, АТД-5000 при открытии люков со стороны заднего подшипника и со стороны полумуфты резко сокращается количество воздуха, проходящего по каналам статора и ротора, так как вентилятор забирает воздух из помещения через открытые люки со стороны полумуфты и выбрасывает его опять в помещение через открытые люки со стороны заднего подшипника (рис. 17).

В двигателях типа АТМ-3500 при открытии нижних листов обшивки и двери в камере воздухоохладителя резко сокращается проход воздуха по каналам статора в трех средних камерах, так как большая часть его выходит в помещение через открытые проемы в обшивке (рис. 11).

В двигателях типа АТМ-2000 при открытии смотровых люков и двери камеры воздухоохладителя воздух бесцельно выбрасывается в помещение вместо того, чтобы направляться в каналы статора и ротора и охлаждать обмотку (рис. 10).

Во избежание нарушения вентиляции открывать люки или обшивку двигателей при их работе недопустимо.

Для очистки воздухоохладителей от грязи, палок и слизи без их вскрытия рекомендуется выполнить схемы промывки воздухоохладителей обратным ходом воды (рис. 18). Для осуществления промывки достаточно смонтировать дополнительно только две задвижки.

Такую промывку надежней всего производить на остановленном двигателе. Однако в случае невозможности остановить двигатель промывка может быть выполнена и при работе двигателя. Для промывки закрываются задвижки 2 и 1 и открываются задвижки 3 и 4. После того как на сливе за задвижкой 4 пойдет чистая вода, восстанавливается нормальная схема.

Взрывозащищенные асинхронные двигатели серии КОМ предназначены для работы в каменноугольных шахтах и в помещениях, в атмосфере которых могут со-

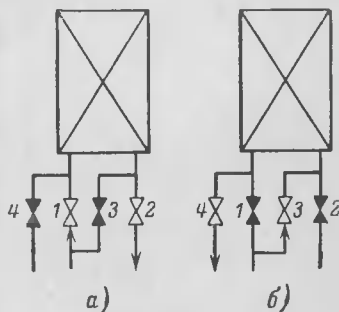


Рис. 18. Схема промывки воздухоохладителей обратным ходом.

а — нормальная работа; б — промывка обратным ходом.

держаться угольный газ (метан) или угольная пыль во взрывоопасных концентрациях.

На крышке коробки выводов статора должен быть знак РВ (рудничный взрывобезопасный). При отсутствии этого знака применять двигатели во взрывоопасных условиях категорически запрещается.

На электростанциях двигатели серии КОМ в исполнении РВ устанавливаются в разгрузочных устройствах,

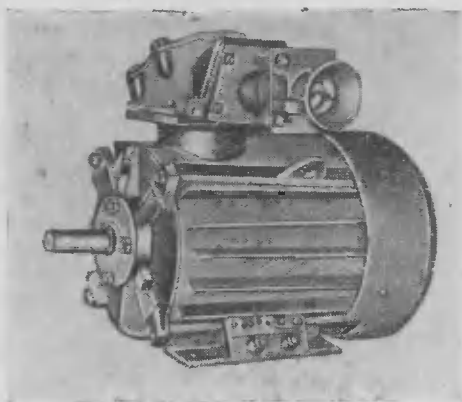


Рис. 19. Двигатель серии ВАО.

топливоподаче и установках пылеприготовления, если угольная пыль взрывоопасна.

При наличии на коробке выводов знаков В1А, В2Б или В3Г двигатели допустимо применять только при соответствующих категориях взрывоопасности и группах воспламеняемости газов, в среде которых может оказаться двигатель.

В настоящее время промышленность переходит на выпуск *взрывонепроницаемых двигателей новой единой серии ВАО* (рис. 19) в исполнении В1А, В2Б, В3Г и РВ. По мере внедрения новой серии двигатели серий МА, КО, КОМ будут сниматься с производства.

На действующих электростанциях находится в эксплуатации много двигателей старых серий ДАМСО, БАМСО, ДАМТ, ГАМО и др. Особенно широкое распространение получили двигатели серии ДАМСО, которые выпускались в специальном исполнении для собственных нужд (с усиленной изоляцией).

В указанных типах обозначения расшифровываются следующим образом:

А — асинхронный; М — мотор; Д — ротор с двойной клеткой (новое название); Б — ротор с обмоткой «Бушера» (старое название обмотки с двойной клеткой); С — специального исполнения для собственных нужд; Т — для тяжелых условий работы; Г — ротор с глубоким пазом; О — обдуваемого исполнения (для ГАМО и КАМО).

3. ДОПУСТИМЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ

Допустимые режимы при изменении напряжения сети. Двигатели допускают длительную работу с номинальной нагрузкой при отклонении напряжения от номинального в пределах от +10 до —5%.

При понижении напряжения на 5% номинального ток статора при номинальной нагрузке на валу двигателя возрастает на 5% выше номинального, чем вызовет увеличение тепловых потерь в меди обмотки статора. Но одновременно за счет снижения напряжения понизится величина магнитной индукции и уменьшатся потери в активной стали статора. Суммарные потери в статоре (в меди и стали) останутся примерно на том же уровне, на каком они были при номинальном напряжении. Поэтому температура обмотки статора при напряжении на 5% ниже номинального и номинальной нагрузке сохранится в допустимых пределах.

Работа двигателя при пониженном напряжении, отличающемся от номинального больше чем на 5%, допустима только при условии, что нагрузка двигателя будет ниже номинальной. Это объясняется тем, что повышение тока статора более чем на 5% вызовет такое увеличение

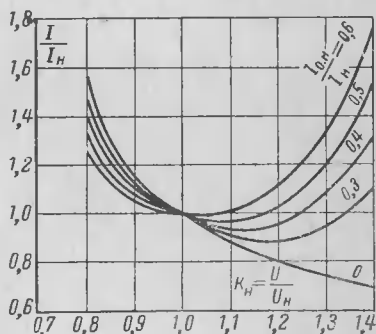


Рис. 20. Изменение тока статора в зависимости от величины напряжения.

I/I_N — отношение тока статора при фактическом напряжении к номинальному току; $I_{0,н}/I_N$ — отношение тока холостого хода к номинальному току; $K_N = U/U_N$ — отношение фактического напряжения к номинальному

потерь в меди обмотки статора, которое не скомпенсируется некоторым уменьшением потерь в активной стали от снижения напряжения и приведет к повышению температуры обмотки статора сверх допустимой величины. К тому же понижение напряжения в пределах больше чем на 5% вызывает увеличение тока ротора не в обратном пропорциональной, а в более высокой степени. В более высокой степени повысится при этом и ток статора (рис. 20).

Возрастание токов ротора и статора при понижении напряжения, кроме того, зависит от отношения максимального момента, который может развить двигатель, к номинальному моменту. Чем ниже отношение этих моментов, тем в большей степени будут расти токи ротора и статора при понижении напряжения.

Следует также иметь в виду, что вращающийся момент двигателя изменяется пропорционально квадрату напряжения. При больших снижениях напряжения вращающийся момент двигателя может стать меньше момента сопротивления механизма и двигатель затормозится до полной остановки.

Например, если двигатель имеет номинальное напряжение 220/380 в, то его можно включить при соединении обмотки в звезду в сеть с линейным напряжением 220 в для повышения коэффициента мощности только при условии, если сопротивление момента механизма в 3 раза меньше номинального момента вращения двигателя. Если нагрузка равномерная, без толчков, то допустима работа двигателя по схеме звезды при значениях момента сопротивления, составляющего не $\frac{1}{3}$ номинального, а несколько больше. Но при этом максимальная нагрузка на валу двигателя должна быть не выше 50% номинальной, иначе он перегрузится по току статора.

Двигатель, имеющий напряжение обмотки 500 в, может быть включен в сеть с линейным напряжением 380 в, если момент сопротивления механизма составляет не более 58% номинального момента двигателя. При механизме, работающем без толчков, нагрузка на валу при этом может быть допущена несколько выше, но не более 70—75% номинальной.

При повышении напряжения на 10% номинального ток статора должен быть, как правило, уменьшен на 10% номинального значения. При этом нагрузка на валу будет соответствовать номинальной.

Работа двигателя с номинальной нагрузкой при напряжении, превышающем номинальное в пределах не более 10%, допустима потому, что некоторое увеличение температуры активной стали из-за повышения магнитной индукции опасности не представляет, а на температуру обмотки статора увеличение температуры стали скажется в меньшей степени, чем снижение нагрева обмотки в результате уменьшения тока статора. Повышение напряжения на 10% не опасно также и для изоляции обмотки.

Повышение напряжения на двигателе более чем на 10% сверх номинального не рекомендуется из-за возможного перегрева активной стали, а для двигателей высокого напряжения и по соображениям надежности изоляции обмотки.

Допустимые режимы при изменении температуры входящего воздуха. Номинальной температурой входящего воздуха, при которой двигатель может работать с номинальной мощностью, для двигателей, изготовленных по ГОСТ 183-55, считается 35° С, а для двигателей, изготовленных по ГОСТ 183-66, 40° С.

Мощность двигателя при повышении температуры охлаждающего воздуха сверх номинальной должна быть уменьшена, а при понижении температуры может быть повышена.

Мощность двигателей серий АТМ и АТД при различной температуре входящего воздуха определяется по табл. 1.

Таблица 1

Допустимая мощность двигателей серий АТМ и АТД в зависимости от температуры входящего воздуха

Температура входящего воздуха, °С	50	45	40	35	25	20	15 и ниже
Мощность двигателя АТМ, % номинального значения	75	87,5	95	100	105	107,5	107,5
Мощность двигателя АТД, % номинального значения	87,5	95	100	102	105	107,5	107,5

Для двигателей единой серии А мощностью до 100 квт в заводской инструкции указано, что при температуре охлаждающего воздуха выше 35° С необходимо умень-

шить нагрузку двигателя так, чтобы температура обмотки или сердечника стали не превосходила 100°C (по методу сопротивления для обмотки и по термометру для активной стали). До проведения испытания сниженную нагрузку можно определить по табл. 1, как для двигателя серии АТМ.

Минимальная температура входящего воздуха должна быть не ниже 5°C . При разомкнутом цикле вентиляции сильное понижение температуры охлаждающего воздуха может вызвать отпотевание коробов всасывания. Для устранения этого необходимо выполнить перепуск воздуха из камеры горячего воздуха в камеру холодного воздуха.

Двигатели серии ДАЗО могут работать при температуре наружного воздуха 40°C . На двигателях, находящихся в резерве, при температуре наружного воздуха 5°C и ниже, а также при сырой погоде должны включаться электроподогреватели.

При замкнутом цикле вентиляции для предотвращения отпотевания воздухоохладителя необходимо поддерживать температуру входящей в воздухоохладитель воды не ниже $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$.

Разность между температурой входящего воздуха и температурой воды, входящей в воздухоохладитель, обычно не превышает $7\text{--}10^{\circ}\text{C}$. Резкое увеличение этого перепада говорит о малом расходе воды через воздухоохладитель или засорении его. Нагрев воды в воздухоохладителе колеблется в пределах $2\text{--}8^{\circ}\text{C}$ (целесообразно определить этот перепад на заведомо чистом охладителе). Заметное превышение установленного для данного воздухоохладителя перегрева воды говорит о недостаточности расхода воды через охладитель.

Работа двигателей при изменении частоты. При изменении частоты в пределах $\pm 5\%$ двигатель может быть нагружен до номинальной мощности. Увеличение частоты свыше 105% номинальной недопустимо.

Двигатели типов АТД-500, АТД-630, АТД-800, АТД-1000, АТД-1250, АТД-2000 могут нормально работать при частоте 50 и 60 гц и при изменении частоты в пределах 45—66 гц. Двигатель типа АТД-1600 может нормально работать при частоте 50 гц и при изменении ее в пределах 45—55 гц.

Ток статора при увеличении частоты, номинальном напряжении и номинальном моменте будет увеличивать-

ся, причем это увеличение будет тем больше, чем меньше ток холостого хода. Уменьшение частоты вызывает увеличение магнитной индукции и соответственно тока холостого хода.

Ток статора нагруженного двигателя при небольших значениях тока холостого хода вначале снижения частоты уменьшается за счет снижения нагрузки на валу, а затем, при дальнейшем уменьшении частоты, начинает расти, несмотря на продолжающееся снижение нагрузки. При больших значениях тока холостого хода ток статора начинает расти с самого начала снижения частоты.

О красной черте, наносимой на шкале амперметра. Согласно § 671 ПТЭ на шкале амперметра должна быть отмечена красной чертой величина тока, на 5% превышающего номинальный ток двигателя, обозначенный на заводской табличке. Иногда из этого делают вывод, что двигатель допускает длительную перегрузку на 5%. Это неправильно. Ток статора на 5% выше номинального допустим при напряжении на двигателе на 5% ниже номинального или при температуре охлаждающего воздуха на 10°С ниже номинальной. При номинальном напряжении и номинальной температуре охлаждающего воздуха ток статора не должен быть выше номинального, а при напряжении или температуре, превышающих номинальные, ток статора должен быть, как уже говорилось, ниже номинального.

Допустимые температуры подшипников. Вкладыши подшипников скольжения у двигателя не должны нагреваться выше 80°С, а разность между температурой подшипника и температурой окружающего воздуха не должна быть больше 45°С. Например, если температура окружающего воздуха равна 20°С, то максимальная температура подшипника не должна быть выше $45 + 20 = 65^{\circ}\text{C}$.

Замер температуры подшипника со смазывающим кольцом производят обычно путем опускания термометра в масло. Делать это нужно с большой осторожностью, при наличии хорошей освещенности вблизи подшипника, чтобы случайно не вызвать останов смазывающего кольца. Даже кратковременный останов кольца приведет к сгоранию вкладыша. В заднем подшипнике безопасней всего термометр опустить в масло через торцевое отверстие, для чего следует снять торцевую крышку подшипника. По окончании замера термометр следует

вынуть из подшипника, так как при оставлении его там он может упасть и остановить кольцо.

Температура масла в подшипнике, не имеющем маслоохладителя, ниже температуры вкладыша на 5—10° С. Поэтому максимальная температура масла в подшипниках с кольцевой смазкой без маслоохладителей не должна быть выше 70—75° С.

Для двигателей, имеющих принудительную смазку подшипников, температура масла на сливе из подшипников не должна превышать 65° С, причем при длительной работе температура подводимого масла должна быть не выше 40—45 и не ниже 25° С.

Согласно ГОСТ 183-66 для подшипников качения предельно допустимая температура равна 100° С. Но в большинстве случаев фактическая температура подшипников качения значительно ниже предельно допустимой величины. Если подшипник длительное время работал с одной температурой, а затем эта температура заметно повысилась, несмотря на то что температура окружающего воздуха и двигателя осталась на прежнем уровне, то это указывает на появление какого-то дефекта в подшипнике. Двигатель при первой возможности следует остановить для ревизии подшипника.

Допустимая вибрация двигателя. Вибрация двигателя, измеренная на каждом подшипнике, не должна превышать следующих величин:

Синхронная скорость вращения. об/мин	3 000	1 500	1 000	750 и ниже
Допустимая амплитуда вибрации подшипников, мм	0,05	0,1	0,13	0,16

Повышенная вибрация вредно отражается на обмотках двигателя, его подшипниках и других частях, увеличивает износ и расстраивает крепления. При сильной вибрации могут произойти задевание ротора за статор, поломка вала ротора, нарушение контакта в обмотках. Поэтому при появлении вибрации, превышающей норму, двигатель должен быть выведен в ремонт при первой возможности, а при сильной и возрастающей вибрации — остановлен немедленно.

Причины появления вибрации указаны в § 7.

Предельные допустимые температуры обмоток и активной стали двигателей. Предельные допустимые превышения температуры частей двигателей переменного тока мощностью до 5 000 *кв*а при температуре окружающей среды 40° С и высоте над уровнем моря не более 1 000 м, установленные ГОСТ 183-66, указаны в табл. 2.

Таблица 2

Предельно допустимые превышения температуры частей двигателя по ГОСТ 183-66

Части электрических машин	Температура для изоляционного материала классов, ° С, не более	
	А	В
Обмотки при замере методом термометра	50	70
Обмотки при замере методом сопротивления	60	80
Активная сталь	60	80

Предельные допустимые температуры частей двигателей, изготовленных по ГОСТ 183-66, получают суммированием предельного допустимого превышения температуры для данной части, при данном классе изоляции и предельной допустимой температуре охлаждающей среды, принятой равной 40° С.

Например, предельная допустимая температура обмотки с изоляцией класса А при замере термометром равна $50 + 40 = 90^{\circ}\text{С}$, а при замере по методу сопротивления и для стали того же двигателя: $60 + 40 = 100^{\circ}\text{С}$.

Предельная допустимая температура обмотки с изоляцией класса В при замере по методу сопротивления равна $80 + 40 = 120^{\circ}\text{С}$.

При температуре охлаждающей среды меньше чем 40° С предельные допустимые превышения температуры, указанные в табл. 2, для всех классов изоляции обмоток могут быть повышены на величину разности между температурой 40° С и фактической температурой охлаждающей среды, но не более чем на 10° С. Допустимые нагрузки двигателей, соответствующие этим изменениям предельных допустимых превышений температуры, должны быть указаны заводом-поставщиком (см. в табл. 1).

При температуре охлаждающей среды в пределах от 40 до 50° С предельные допустимые превышения темпе-

ратуры для всех классов изоляционных материалов на каждые 5°C разности между температурой охлаждающей среды и температурой 40°C , округленную до 5°C в сторону увеличения, уменьшаются на 5°C . Это означает, что предельные допустимые температуры, определенные для охлаждающей среды 40°C , не должны быть превышены и, следовательно, нагрузка на двигатель должна быть уменьшена, если охлаждающая среда имеет температуру более 40°C .

4. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК ДВИГАТЕЛЕЙ

Величина сопротивления изоляции обмоток двигателей согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) не нормируется. В связи с этим может возникнуть вопрос, а стоит ли замерять сопротивление изоляции обмоток? Безусловно, стоит.

Обмотка двигателя в результате попадания воды, пара, длительного соприкосновения с увлажненным воздухом или отпотевания может отсыреть.

Особенно чувствительны к увлажнению обмотки двигателей напряжением до 1 000 в, а в двигателях напряжением выше 1 000 в с компаундированной изоляцией — междукатушечные соединения. В изоляции обмотки от старения и перегрева могли появиться трещины. В эти трещины может набиться угольная пыль, попасть масло, что резко понизит электрическую прочность изоляции обмотки. Электрическая прочность изоляции двигателя может понизиться также от скопления пыли на поверхности выводных изоляторов или клеммной доске.

Если двигатель, имеющий недопустимо низкое сопротивление изоляции обмотки из-за ее увлажнения или по другим причинам, включить в работу, то могут произойти пробой изоляции и короткое замыкание между фазами обмотки. Двигатель выйдет из строя, и для его восстановления придется затратить значительные средства. Например, перемотка двигателя высокого напряжения мощностью 320—680 кВт с изготовлением новых секций в зависимости от номинальной скорости вращения и напряжения обходится от 3 000 до 5 000 руб. Вот во что может обойтись отказ от замера сопротивления изоляции двигателя.

Сроки замера сопротивления изоляции обмоток двигателей должны устанавливаться местной инструкцией по эксплуатации двигателей с учетом конкретных условий.

В нормальных условиях, когда в помещении, где расположен двигатель и особенно вблизи него, нет парения или течи воды и воздух сух, сопротивление изоляции сохраняется на должном уровне месяцами. Для таких условий замер сопротивления изоляции двигателей следует производить, если с момента предыдущего замера прошло не менее 1 мес. С учетом указанного срока замер сопротивления изоляции целесообразно производить не только при пуске, но и при останове основного агрегата (котла, турбины), чтобы при пониженном сопротивлении изоляции на каком-либо из двигателей принять меры к устранению дефекта, пока основной агрегат стоит.

При большой влажности окружающего воздуха отсыревание обмотки во время нахождения двигателя в резерве может произойти значительно быстрее. Поэтому в этих условиях замер перед пуском целесообразно производить, если двигатель находился в резерве хотя бы в течение нескольких суток.

Если в двигатель попал пар или вода, то замер сопротивления изоляции должен быть произведен независимо от того, в течение какого времени двигатель находился в резерве. Следует принять меры к предотвращению дальнейшего попадания пара или воды, а если изоляция успела увлажниться, то двигатель должен быть выведен из резерва для сушки.

Сопротивление изоляции обмотки двигателя следует замерить также после его ремонта.

В аварийных условиях пуск двигателя в работу, как правило, производится без замера сопротивления изоляции независимо от того, сколько времени прошло с момента предыдущего замера.

Для контроля за состоянием изоляции и выдерживания сроков замеров необходимо для всех двигателей высокого напряжения и крупных двигателей низкого напряжения вести журнал замера изоляции, куда должны заноситься результаты замера.

Какую величину сопротивления изоляции следует считать удовлетворительной, а какую нет? Для двигателей с компаундированной изоляцией (с номинальным напряжением выше

1 000 в) целесообразно и в условиях эксплуатации руководствоваться «Инструкцией по определению возможности включения вращающихся машин переменного тока без сушки» (СН-241-63 Госстроя СССР), хотя эта инструкция распространяется только на вновь вводимые машины или машины, прошедшие капитальный ремонт со сменой обмоток.

Согласно инструкции СН-241-63 абсолютные значения сопротивления изоляции каждой фазы обмотки R_{60} должны быть не менее значений, приведенных в табл. 3 или определенных по рис. 21.

Как видно из табл. 3 минимально допустимая величина сопротивления изоляции зависит от температуры обмотки, при которой производится замер. Чем ниже температура обмотки, тем выше значение минимально допустимого сопротивления

изоляции. Объясняется это тем, что по мере повышения температуры обмотки влага начинает распространяться по внутренним слоям изоляции (изоляция как бы распаивается, что приводит к снижению величины сопротивления изоляции. Примерно на каждые 20°C повышения температуры обмотки сопротивление изоляции снижается в 2 раза.

При температуре обмотки 75°C величина сопротивления изоляции должна быть не ниже 1 Мом на 1 кВ номинального напряжения двигателя.

Чтобы удовлетворить этому требованию при более низких температурах обмотки, при которых обычно производится замер, сопротивление изоляции должно быть выше этого значения в несколько раз. Например, если температура обмотки двигателя 6 кВ равна 20°C , то величина сопротивления изоляции, соответствующая этой температуре, должна быть выше величины сопротивле-

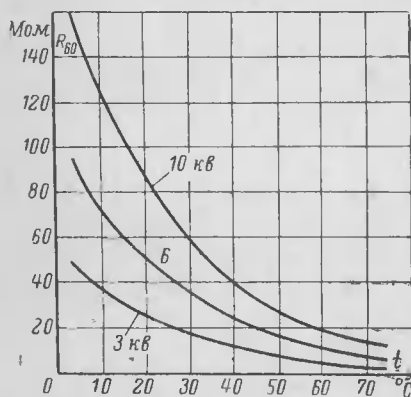


Рис. 21. Зависимость наименьшей допустимой величины сопротивления изоляции R_{60} обмоток двигателей мощностью до 5 000 кВт от температуры обмотки.

Таблица 3

**Наименьшие допустимые значения сопротивления
изоляции одной фазы обмоток статоров
электрических машин**

Температура обмотки, °С	Сопротивление изоляции R_{60} , Мом, при номинальном напряжении машины, кВ		
	3—3,45	6—6,3	10—10,5
10	35	75	125
20	25	50	85
30	18	35	60
40	12	24	40
50	9	16	27
60	6	10	18
75	3	6	10

ния изоляции при температуре 75°С примерно в 8 раз и составлять $6 \cdot 8 \approx 50$ Мом.

Дополнительным критерием состояния изоляции может служить отношение величины сопротивления изоляции R_{60} , отсчитанной через 60 сек с начала вращения рукоятки мегомметра, к величине сопротивления изоляции R_{15} , отсчитанной через 15 сек с начала замера. Это отношение R_{60}/R_{15} , называемое коэффициентом абсорбции, должно быть не ниже 1,2.

Если отношение $R_{60}/R_{15} = 1,2$ или выше, то двигатель допустимо включать без сушки, если величина сопротивления изоляции R_{60} всех трех фаз обмотки, соединенных между собой, будет в 2 раза меньше значений, приведенных в табл. 3.

Если двигатель имеет сопротивление изоляции обмотки меньше указанных в табл. 3 величин, то при отсутствии аварийного положения включать его в работу без сушки не следует. Более правильно будет подвергнуть его сушке при помощи воздухоудвки или путем подачи на него пониженного напряжения.

Для двигателей напряжением до 1000 в (по ГОСТ 183-66), величина сопротивления изоляции должна быть не ниже 0,5 Мом.

Если замер сопротивления изоляции производился при температуре 10—30°С (а не 75°С), рекомендуется первое время двигатель, имеющий сопротивление изоляции, близкое к минимально допустимой величине, не нагружать на полный ток. А еще лучше прогреть двигатель

при помощи воздуходувки или ламп до получения сопротивления изоляции, равного хотя бы 0,5 Мом.

Как нужно замерять изоляцию. Измерение сопротивления изоляции обмоток двигателей номинальным напряжением до 1 000 в производится мегомметром на 500—1 000 в, а двигателей номинальным напряжением выше 1 000 в — мегомметром на 2 500 в.

Сопротивление изоляции обмотки статора измеряется совместно с питающим кабелем, а обмотки ротора —

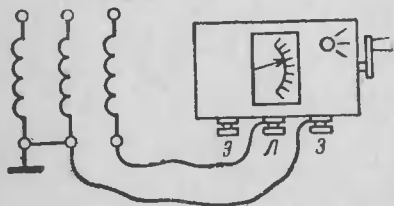


Рис. 22. Схема замера сопротивления изоляции обмотки двигателя.

с регулирующей аппаратурой. Если величина сопротивления изоляции окажется низкой, то для определения участка с неудовлетворительной изоляцией кабель или регулирующая аппаратура ротора отсоединяются от обмоток и замер производится отдельно.

Если при этом окажется, что сопротивление изоляции всей обмотки статора ниже приведенных в табл. 3, то при наличии на доске зажимов шести выводов (начал и концов всех трех фаз обмотки) замеряется сопротивление изоляции каждой фазы обмотки. При замере две другие фазы должны быть соединены с корпусом двигателя (рис. 22).

Для двигателей напряжением выше 1 000 в вращение рукоятки мегомметра производится равномерно в течение 60 сек. Через 15 сек с начала вращения делается первый отсчет показания мегомметра и тем самым определяется 15-секундное значение сопротивления изоляции R_{15} . Через 60 сек производится второй отсчет и определяется 60-секундное значение сопротивления изоляции R_{60} . Несоблюдение этого правила, когда в одном случае отсчет будет произведен через один промежуток времени, а в другом — через другой промежуток, исказит результаты измерения.

Для двигателей напряжением до 1 000 в вращение рукоятки мегомметра производится до тех пор, пока стрелка не установится устойчиво в определенном положении, указывающем величину сопротивления изоляции. После аварийного отключения двигателя, а также после ремон-

та вслед за замером сопротивления изоляции мегомметром следует проверить отсутствие обрыва цепи между фазами (см. рис. 27).

5. ПУСК ДВИГАТЕЛЕЙ В РАБОТУ

Пуск двигателя в работу производится персоналом, обслуживающим механизм, приводимый во вращение этим двигателем. О предстоящем пуске мощного или ответственного двигателя, находившегося в длительном резерве, если пуск не связан с ликвидацией аварийного положения, персонал, обслуживающий механизм, должен поставить в известность персонал электроцеха. Получив такое сообщение, персонал электроцеха обязан проверить, когда производился последний замер сопротивления изоляции пускаемого двигателя, и, если необходимо, произвести такой замер. Разрешение на пуск дается только при удовлетворительном состоянии сопротивления изоляции двигателя.

Перед включением двигателя в работу после ремонта или длительного нахождения в резерве, а также в порядке планового опробования по утвержденному графику необходимо осмотреть двигатель. При осмотре проверяется наличие нормального уровня масла в подшипниках, отсутствие посторонних предметов вблизи двигателя (тряпок, кусков провода и др.). После ремонта двигателя целесообразно замер сопротивления изоляции производить непосредственно на выводной коробке. При этом необходимо проверить надежность подсоединения жил питающего кабеля к выводам обмотки путем обтяжки гаек ключом, убедиться в наличии пружинящих шайб или контргаек на зажимах и в отсутствии следов нагрева наконечников, следов попадания воды в коробку. Следует также проверить подсоединение заземления к корпусу двигателя и осмотреть пусковую аппаратуру: масляный выключатель, пускатель, предохранители.

После ремонта, как правило, при пробном пуске двигателя должен присутствовать мастер или бригадир, производивший ремонт.

На двигателях, имеющих принудительную смазку подшипников, должен быть включен маслonaсос.

Пусковой ток двигателя с короткозамкнутым ротором превышает номинальный ток в 5—7 раз. Появившись

в обмотке двигателя в момент подачи на нее напряжения, он практически не уменьшается или уменьшается, но незначительно, до тех пор, пока двигатель не развернется до скорости вращения, отличающейся от номинальной не более чем на 10—15%. Только при достижении скорости вращения, близкой к номинальной, пусковой ток спадает и становится равным номинальному, а при неполной нагрузке на валу — и меньше номинального.

Чем дольше разворачивается двигатель при пуске, тем сильнее нагреется его обмотка от пускового тока. Обычно наиболее быстро разворачиваются насосы, время пуска которых не превышает 2—4 сек. Мощные питательные насосы разворачиваются в течение 7—8 сек. Наиболее долго разворачиваются механизмы, имеющие большие маховые моменты, такие как дымососы, дутьевые и другие вентиляторы, дробилки. Время разворота этих механизмов достигает 15—20 сек.

Даже в том случае, если пуск продолжается несколько секунд, обмотка статора успевает сильно нагреться от пускового тока. При более продолжительном пуске нагрев может достигнуть предельного значения.

Дополнительное превышение температуры за время пуска для двигателей с редкими пусками из холодного состояния принимается равным 200°C . Для ответственных двигателей, самозапуск которых должен быть обеспечен сразу же после останова, т. е. из горячего состояния, дополнительное превышение температуры обмотки при самозапуске принимается равным 135°C .

На механизмах с большими маховыми моментами продолжительность разворачивания может оказаться недопустимо большой и обмотка двигателя при пуске может нагреться до температуры, при которой будет превышена и без того высокая норма перегрева (200°C). Мощность двигателей для таких механизмов выбирают больше номинальной мощности механизма, благодаря чему время пуска сокращается.

Чтобы не допустить чрезмерного перегрева обмоток от пусковых токов, для двигателей с короткозамкнутым ротором при максимально допустимом маховом моменте механизма разрешается не более двух пусков подряд из холодного состояния. Пуск двигателей из горячего состояния допускается не более 1 раза. Последующий однократный пуск допустим только после получасового перерыва.

Снижение напряжения при пуске приводит к уменьшению пускового момента двигателя и увеличению времени разворачивания механизма до нормальной скорости вращения. В результате, несмотря на некоторое снижение пускового тока, нагрев обмотки при пониженном напряжении из-за значительного увеличения продолжительности пуска увеличивается. Поэтому в настоящее время автотрансформаторы и пусковые реакторы для пуска двигателей, если это не вызывается необходимостью не допустить глубокую посадку напряжения на шинах, не применяются.

На электростанциях согласно ПТЭ для асинхронных и синхронных двигателей должен применяться прямой пуск при полном напряжении сети.

Во время пуска двигателя необходимо наблюдать по амперметру за режимом пуска. По окончании пуска следует проверить по амперметру, не превышает ли ток двигателя номинального значения. Следует также осмотреть запущенный в работу двигатель и убедиться, что смазочные кольца подшипников вращаются нормально, вибрация подшипников в пределах нормы и других ненормальностей нет.

Для контроля наличия напряжения на групповых щитках и сборках двигателей должны быть установлены вольтметры или сигнальные лампы.

Для наблюдения за пуском и нагрузкой длительно работающих двигателей мощностью 40 квт и выше, а также двигателей механизмов, регулирование технологического процесса которых ведется по величине тока, на пусковом щитке или панели должен быть установлен амперметр, измеряющий ток в цепи статора двигателя.

При пуске двигателя на двух фазах (при обрыве третьей фазы) вращающего момента в нем не создается и он не развернется. По двум фазам обмотки статора, соединенной в звезду, *будет проходить пусковой ток, равный $\sqrt{3}/2 = 0,866$ пускового тока двигателя* при наличии напряжения на всех трех фазах.

Если амперметр установлен на той фазе, где нет обрыва, то по его показаниям будет обнаружена ненормальность и двигатель будет отключен. Если же оборванной окажется та фаза, в которую включен амперметр, то стрелка амперметра останется на нуле, хотя по обмотке будет проходить ток, превышающий в 4—6 раз номинальный. Если не отключить двигатель, то через несколько

ко минут он нагреется до такой степени, что может появиться дым и возможно загорание обмотки. Поэтому необходимо проинструктировать персонал, обслуживающий механизмы, о том, что если после подачи импульса ключом или кнопкой управления на включение двигателя стрелка амперметра не отклонилась и осталась на нуле,

следует без промедления подать импульс на отключение двигателя путем поворота ключа управления в положение «отключить» или нажать кнопку «стоп».

При вращении механизма в обратном против нормального направления из-за неплотного закрытия задвижки или шиберов на напоре пусковой момент двигателя может оказаться недостаточным для остановки этого вращения. Поэтому пуск двигателя при вращении механизма в обратном направлении недопустим.

Иногда для уменьшения посадки напряжения в питающей сети при пуске двигателей с короткозамкнутым ротором применяют схему переключения обмотки со звезды на треугольник (рис. 23). Пуск двигателя в этом случае производится в следующем порядке. Переключатель 2 ставится

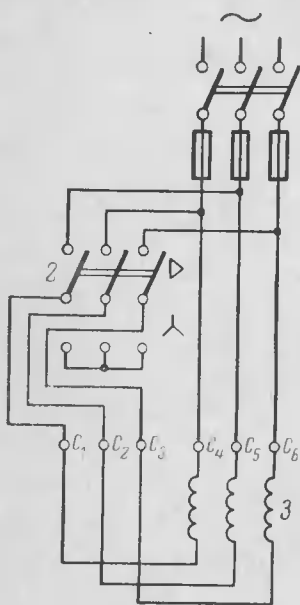


Рис. 23. Схема пуска двигателя с переключением обмотки статора со звезды на треугольник.

в положение, при котором обмотка соединена в звезду. Включается питающий рубильник 1. После разворота двигателя до номинальной скорости вращения переключатель 2 быстро переводится в положение, при котором обмотка соединена в треугольник.

Схема пуска с переключением обмотки со звезды на треугольник может быть применена только в том случае, если сеть имеет напряжение между фазами 220 в, а двигатель рассчитан на напряжение 220/380 в. Кроме того, момент сопротивления механизма при пуске должен составлять не более $\frac{1}{3}$ номинального момента дви-

гателя. Обычно к такой схеме пуска прибегают на строительных и в сельской сети. На электростанциях она не применяется.

Пуск двигателя с фазным ротором производится с помощью реостата, включаемого в цепь ротора (рис. 24), в следующем порядке. Проверяется положение пускового реостата. Сопротивление реостата должно быть полностью введено, т. е. движок должен находиться на контактах, при которых в цепь ротора включено максимальное сопротивление реостата. Если двигатель имеет короткозамыкающее устройство на кольцах, то оно должно находиться в положении «пуск» (щеточки опущены на кольца). Включаются рубильник, магнитный пускатель или масляный выключатель в цепи статора. Поворотом штурвала или перемещением ручки реостата постепенно уменьшается величина сопротивления в цепи ротора до нуля. При этом перевод движка реостата с одного контакта на другой должен производиться плавно, чтобы ток статора не превышал номинальный больше чем в 2 раза.

После полного выведения реостата короткозамыкающее устройство на кольцах ротора (если оно есть) устанавливают в положение «работа», при котором кольца замкнуты накоротко, а щетки подняты.

Останов двигателя с фазным ротором производится выключением рубильника, магнитного пускателя или масляного выключателя в цепи статора. После этого ручка или штурвал пускового реостата и короткозамыкающее устройство на кольцах ставятся в положение «пуск».

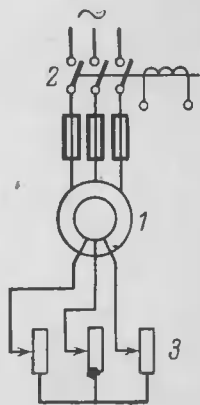


Рис. 24. Схема пуска двигателя с фазным ротором.

1 — двигатель; 2 — пускатель или выключатель; 3 — пусковой реостат.

6. НАДЗОР И УХОД ЗА ДВИГАТЕЛЕМ

Согласно § 667 ПТЭ постоянный надзор за нагрузкой двигателя, контролируемой по амперметру, температурой подшипников, входящим и выходящим воздухом у двигателей с замкнутой системой вентиляции, уход за

подшипниками, операции по пуску, регулирование нагрузки, остановку производятся персоналом цеха, обслуживающим механизмы. Кроме того, в соответствии с [Л. 1] персонал, обслуживающий механизмы, обязан следить за вибрацией подшипников и корпуса двигателя, за шумом и чистотой двигателя, за отсутствием попадания воды или пара в двигатель и должен периодически протирать двигатель от пыли.

Дежурный персонал электроцеха обязан периодически, в сроки, установленные графиком обходов-осмотров оборудования, осматривать двигатели и контролировать режим работы их по всем показателям (нагрузка по току статора, нагрев и уровень масла в подшипниках и т. д.). Персонал электроцеха, кроме того, обязан замерять сопротивление изоляции двигателей.

Уход за подшипниками. При осмотре двигателя необходимо проверить нагрев и вибрацию его подшипников на ощупь. Если заводом-изготовителем предусмотрена установка термометров на подшипниках, то они должны быть в наличии и температура контролируется по ним.

Если на ощупь будет обнаружено, что температура подшипника близка к предельно допустимой или заметно повысилась против наблюдавшейся ранее, то необходимо замерить ее при помощи термометра. Предельно допустимые значения температуры и вибрации подшипников указаны в § 3. Заметное повышение температуры или вибрации по сравнению с ранее наблюдавшимися указывает на появление какой-то ненормальности в работе подшипника.

Если двигатель имеет подшипники скольжения, то кроме температуры и вибрации, необходимо проверить, чтобы уровень масла в подшипниках соответствовал нормальному, а масло было чистым. Для возможности контроля на масломерном стекле должны быть нанесены отметки минимального, нормального и максимального уровней масла в подшипнике. Следует также проверить, нормально ли вращается смазочное кольцо и не отвернулись ли шпильки или болты, предотвращающие проворачивание вкладышей в корпусе подшипника.

При низком уровне масла производится доливка масла в подшипник. Марка масла для каждого двигателя должна быть указана в инструкции по двигателям. В целях удобства обслуживания следует стремиться к тому,

чтобы для всех двигателей применялась одна и та же марка масла. Как показывает опыт эксплуатации, в условиях электростанции в большинстве случаев все двигатели могут работать с турбинным маслом марки 22 или 30.

При доливке масла нельзя допускать перелива его выше допустимого уровня, так как масло может попасть на обмотку. Указатели уровня масла представляют собой изогнутую трубочку, закрытую колпачком; на время доливки масла этот колпачок должен быть снят. Уровень масла в конце доливки не должен доходить до верхней кромки указателя на несколько миллиметров.

В нормально работающие подшипники доливать масло приходится редко (через 1 мес. и еще реже). Если требуется частая доливка, то это указывает на наличие утечки масла через неплотности или по валу. В этом случае необходимо определить место утечки и принять меры к устранению дефекта. Любая утечка масла при несвоевременном восполнении ее доливкой может привести к сгоранию вкладыша. Но особенно опасна утечка масла внутрь двигателя. Попадая на обмотку, масло разъедает ее изоляцию, растворяет покровные лаки, что приводит к резкому снижению электрической прочности и пробоем обмотки. Поэтому при обнаружении попадания масла на обмотку двигатель в кратчайший срок должен быть выведен в ремонт.

Наиболее часто попадание масла внутрь двигателя происходит в результате перелива масла в картер подшипника (от чрезмерно высокого уровня) или от появления выработки в торце вкладыша в результате осевых усилий ротора.

Когда выработки в торце вкладыша нет, масло, имеющееся на поверхности шейки вала, дойдя до торцевой плоскости в месте утолщения вала, под воздействием центробежной силы срывается в картер. Незначительная часть масла, попавшая на утолщенную часть

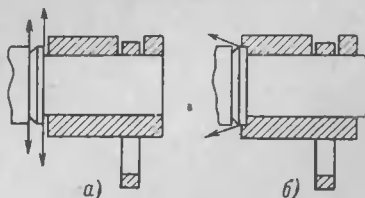


Рис. 25. Попадание масла в двигатель при появлении торцевой выработки у вкладыша.

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

вала, будет перехвачена маслоулавливающими канавками на валу ротора (рис. 25,а). Если же во вкладыше появилась торцевая выработка, то масло под воздействием центробежной силы, не имея возможности сорваться в картер, выбрасывается в виде брызг вдоль вала и, преодолев маслоулавливающие канавки, попадает внутрь двигателя (рис. 25,б).

Для устранения попадания масла внутрь двигателя из-за наличия торцевой выработки во вкладыше необходимо принять меры к устранению причины осевого давления ротора на вкладыш. Чаще всего для этого необходимо устранить дефекты в зубьях и пальцах муфты, соединяющей двигатель с механизмом. Реже и главным образом после монтажа или ремонта с заменой подшипника торцевая выработка вызывается тем, что ротор смещен относительно статора в осевом направлении.

При медленном ходе смазочных колец во вкладыш подается недостаточное количество масла и он будет перегреваться. Кроме того, кольцо может остановиться, что приведет к немедленному сгоранию вкладыша. Поэтому при обнаружении медленного вращения кольца необходимо срочно выяснить и устранить причину. Причиной медленного вращения кольца могут быть чрезмерно высокий уровень масла в картере подшипника, повышенная вибрация двигателя, наличие односторонней выработки на шейке вала в месте работы кольца, наличие заусенцев и погнутости на кольце, налипание грязи (слизи) на внутреннюю поверхность кольца, касание кольцом одной из стенок в прорези вкладыша из-за негоризонтального положения вала двигателя. Для устранения причины медленного вращения кольца в большинстве случаев двигатель приходится выводить в ремонт. При чрезмерно высоком уровне масла необходимо отлить масло из подшипника.

Смена масла в подшипниках скольжения производится не реже 1 раза в год и всякий раз, как будет замечено загрязнение масла или сильный нагрев подшипника. При смене масла камера подшипника тщательно промывается керосином, продувается воздухом, ополаскивается маслом и только после этого заливается свежим маслом. В неотложных случаях можно ограничиться только ополаскиванием камеры свежим маслом.

При наличии течей масла из подшипника персонал впрямь до устранения дефекта обязан своевременно вы-

тирать подтеки масла и не допускать его скопления, так как иначе оно попадет на обмотку.

У двигателей с подшипниками, охлаждаемыми встроенными маслоохладителями, при осмотре следует убедиться в наличии достаточного слива воды из этих охладителей.

В подшипниках с принудительной системой смазки следует проверить давление масла в напорной части маслосистемы и количество масла на сливе из подшипника, которое должно заполнять примерно от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ сечения сливного маслопровода. Слишком малый расход масла может вызвать нагрев и вибрацию подшипника, а чрезмерно большой — появление течи масла по валу.

В подшипниках качения, кроме проверки нагрева и вибрации, необходимо следить за отсутствием ненормального шума, который указывает на отсутствие смазки или появление дефекта на поверхностях качения.

Одной из частых причин повреждения подшипников качения в двигателях является производство сварочных работ на механизмах и связанных с ними коробах и трубопроводах с нарушением правил по электросварке (ПУЭ, § VII-6-36) без прокладки обратного провода. В этом случае обратный сварочный ток чаще всего проходит от механизма через полумуфты в ротор двигателя и затем через подшипник в корпус статора, имеющего надежное заземление, и далее по заземляющей сети к сварочному трансформатору. На поверхности качения подшипника появляются подгары, которые даже при незначительных размерах (например, точечных) приводят к появлению во время работы раковин и выходу подшипника из строя. Поэтому следует запрещать электросварку вблизи двигателей без обратного провода.

В подшипниках качения применяются мазеподобные (консистентные) смазки, представляющие собой смесь минерального масла (80—90%) и мыла, играющего роль загустителя.

Наиболее подходящей смазкой для подшипников качения мощных двигателей, работающих при температуре до 100°C и с большими скоростями (1 500—3 000 об/мин), является универсальная тугоплавкая водостойкая смазка марки УТВ (1—13).

Для подшипников качения, работающих при температуре до 110°C , в условиях нормальной влажности, со скоростями вращения до 3 000 об/мин, рекомендуется

применять консталин марок УТ-1, УТ-2, УТс-1. Консталин более чувствителен к влаге, чем смазка 1—13.

Для легко нагруженных подшипников качения при скоростях вращения до 1500 об/мин и температуре подшипников до 60°С можно применять солидол жировой. Особенно важно солидол применять зимой для двигателей наружной установки, так как смазка 1—13 и консталин при низких температурах застывают и не могут обеспечить нормальной работы подшипников.

Заполнять подшипники следует не более чем на $\frac{2}{3}$ объема его свободного пространства. Чрезмерно большое количество смазки приведет к недопустимому нагреву подшипников, особенно работающих при скоростях 1500—3000 об/мин.

Замена смазки в подшипниках качения, как правило, должна производиться не реже 1 раза в год.

На что следует обратить внимание при осмотре работающего двигателя. Кроме проверки работы подшипников, при осмотре двигателя обращается внимание на нагрев статора, отсутствие ненормального шума, отсутствие течей воды и пара вблизи двигателя, чистоту двигателя и вблизи него, целостность заземления.

Нагрев статора проверяется по термометрам, если они предусмотрены заводом-изготовителем, или на ощупь рукой.

Температура холодного воздуха в двигателях, имеющих замкнутую систему вентиляции, измеряется обычно со стороны торцевых крышек. Как указано в § 3, она должна быть для двигателей, изготовленных по ГОСТ 183-55, не выше 35°С и для двигателей серий АТД и ДАЗО и двигателей, изготовленных по ГОСТ 183-66, не выше 40°С. Температура горячего воздуха измеряется по термометру, устанавливаемому в средней части корпуса статора.

В двигателях типов АТД-4000 и АТД-5000, имеющих аксиальную систему вентиляции, температура холодного воздуха измеряется со стороны заднего торцевого щита, а горячего воздуха — со стороны полумуфты.

В двигателях, работающих с проточной системой вентиляции и не имеющих термометров, нагрев статора контролируется приложением руки к средней части корпуса двигателя. При работе двигателя с номинальной нагрузкой корпус статора обычно имеет температуру, не превышающую 50—55°С. Такую температуру ладонь руки

выдерживает сравнительно продолжительное время. Более высокая температура корпуса статора вызывает ощущение обжигания ладони даже после непродолжительного прикосновения к корпусу статора.

Для температуры корпуса статора, так же как и для температуры горячего воздуха, норма не устанавливается. Однако в двигателях с проточной системой вентиляции повышение температуры корпуса статора по сравнению с ранее наблюдавшейся, если температура окружающего воздуха заметно не повысилась, указывает на нарушение системы вентиляции. В этом случае необходимо проверить, не забились ли пылью и грязью сетки на всасе воздуха в двигатель, и если забились, очистить их. Если сетки чисты, то при отсутствии перегрузки двигателя перегрев статора вызван забиванием пылью и грязью вентиляционных каналов статора и ротора. Необходимо продуть двигатель сжатым воздухом. Если температура статора не понизится, то при первой возможности двигатель должен быть выведен в ремонт для очистки вентиляционных каналов при вынутом роторе. Затяжка с устранением дефекта вентиляции приведет к перегреву изоляции обмотки статора и может вызвать появление в ней витковых замыканий и пробой на корпус.

В двигателях с замкнутой системой вентиляции повышение перепада между температурами горячего и холодного воздуха также указывает на забивание вентиляционных каналов. В этом случае двигатель должен быть выведен в ремонт для очистки вентиляционных каналов.

Иногда наблюдаются местные повышенные нагревы корпуса статора. Такие нагревы могут быть вызваны или забиванием вентиляционных каналов вблизи места повышенного нагрева корпуса статора, или появлением местного перегрева активной стали статора из-за нарушения изоляции ее листов. Местные нагревы не менее опасны, чем общий нагрев. Поэтому должны быть приняты меры к выяснению и устранению причины появления местных нагревов.

Если температура горячего воздуха в двигателях, имеющих воздухоохладители, повысилась из-за повышения температуры холодного воздуха, необходимо открытием дренажного краника убедиться в наличии воды в воздухоохладителе и достаточности ее напора, а заодно

и выпустить воздух из водяного объема воздухоохладителя, если он там скопился. Если вода в воздухоохладителе имеется и ее напор достаточен, то должны быть приняты меры по очистке водяных камер и трубок воздухоохладителя.

Изменение тона и силы шума двигателя, появление легких стуков или признаков задевания (чирканье), как правило, указывают на появление в двигателе дефекта. Например, легкие глухие стуки — чирканье, явно указывающие на наличие задевания внутри двигателя, чаще всего возникают при выпадании клиньев из пазов статора. При срабатывании пальцев или зубьев полумуфта иногда появляются стуки в подшипниках скольжения, сопровождаемые часто повышенным нагревом подшипника из-за трения галтелью на валу ротора о торец вкладыша. При обрыве стержней обмотки ротора появляется шум, периодически меняющийся с частотой скольжения ротора. Изменение шума, появление стуков могут быть вызваны также ослаблением крепления деталей и частей двигателя, попаданием в двигатель посторонних предметов.

При изменении шума в двигателе, появлении стуков в нем необходимо принять меры к выяснению и устранению причины.

Попадание воды или пара в двигатель — одна из наиболее частых причин аварийного выхода их из строя. Поэтому при обнаружении течи воды или пара не только непосредственно над двигателем, но даже и вблизи него следует принять немедленные меры по прекращению течи воды или пара и одновременно по ограждению двигателя ширмой или закрытию толем или брезентом, отводу воды или пара в сторону. При этом необходимо учитывать, что брызги, разлетающиеся после удара воды о пол или фундамент и засасываемые внутрь двигателя с охлаждаемым воздухом, не менее опасны, чем вода, попадающая в двигатель сверху. С особой тщательностью следует защищать от воды и пара выводную коробку и подшипники двигателя.

Попадание в течение длительного времени даже капель воды на выводную коробку приведет к тому, что влага проникнет внутрь коробки и, попав в корешок концевой разделки кабеля или на выводные концы обмотки статора, вызовет короткое замыкание в концевой разделке кабеля или на выводах двигателя.

При коротком замыкании на выводах происходит повреждение изоляторов. Создается ложное впечатление, что причина короткого замыкания в увлажнении изоляторов. По этой причине на ряде предприятий изоляторы выбрасывают и соединение наконечников выводов статора с наконечниками кабеля выполняют без изоляторов, при помощи болтов с наложением на соединение изоляции из лакоткани. Такое решение затрудняет подсоединение и отсоединение кабеля к двигателю, а при неумелом наложении изоляции может привести к короткому замыканию. Между тем, короткое замыкание при попадании влаги в выводную коробку чаще всего наступает не из-за увлажнения поверхности изоляторов, а из-за увлажнения наружного покрова выводных концов обмотки статора, выполняемого из хлопчатобумажной пряжи или лент.

При увлажнении наружного слоя изоляции выводных концов происходит электрический пробой по этой поверхности от голого наконечника до места касания выводных концов статора корпуса коробки, переходящей затем в короткое замыкание между наконечниками соседних фаз (рис. 26). Поэтому по соображениям удобства подсоединения и отсоединения кабеля к двигателю изоляторы в коробке целесообразно сохранить, а для повышения надежности на выводных концах обмотки статора, начиная от наконечника на длине 150—200 мм, следует снять наружный покров из хлопчатобумажной пряжи или ленты и заменить его несколькими слоями перхлорвиниловой ленты. Выводные концы статора нужно крепить на изоляторах в таком положении, чтобы в месте прохода их через отверстие в дне коробки они не касались корпуса.

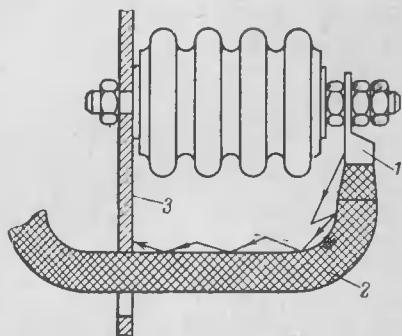


Рис. 26. Место первоначального пробоя при попадании влаги в выводную коробку.

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

Если двигатель установлен в таком месте, где ве-

роятность попадания воды в него велика, следует над двигателем выполнить постоянную крышу или в крайнем случае над выводной коробкой установить защитный козырек.

Попадание воды в подшипник скольжения приведет к смешиванию ее с маслом, к повышению нагрева и в худшем случае к сгоранию вкладыша. Кроме того, уровень смешанного с водой масла в картере подшипника поднимается настолько, что смесь воды и масла начнет вытекать через зазор между подшипником и валом внутрь двигателя. Попадая на обмотку, вода вместе с маслом может вызвать короткое замыкание в междукатушечных соединениях.

Попадание воды в подшипники качения приведет к появлению ржавчины на рабочих поверхностях качения и последующему аварийному выходу из строя этих подшипников.

Если есть резервный агрегат, то при появлении течей воды или пара вблизи работающего двигателя надежней всего резервный агрегат запустить в работу, а двигатель, находящийся под угрозой выхода из строя из-за попадания воды или пара, отключить.

Загромождение проходов к двигателю посторонними предметами, отсутствие достаточной освещенности, нарушение целостности заземления, отсутствие четкой надписи на двигателе о его номере или назначении может привести к несчастному случаю. Наличие вблизи двигателя разбросанных тряпок, кусков проводов и других предметов может привести к попаданию их в двигатель и повреждению последнего. При обнаружении подобных дефектов должны быть приняты меры к их устранению.

7. НЕИСПРАВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ. ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ПРИ ИХ ПОЯВЛЕНИИ

При включении в сеть электродвигатель гудит, но не вращается, или вращается, но очень медленно. Возможные причины:

Обрыв в цепи статора. В двигателях низкого напряжения чаще всего это происходит из-за сгорания предохранителя, отгорания наконечника у вывода обмотки статора или на кабеле, а также силовых контактов контактора или магнитного пускателя.

В высоковольтных двигателях обрыв цепи статора из-за плохого контакта в обмотке, на наконечниках кабеля, на ошиновке выключателя, происшедший при работе или пуске двигателя, как правило, сопровождается появлением однофазного замыкания на землю или междофазного короткого замыкания. Двигатель в этом случае отключается защитой или появляется сигнал о замыкании на землю, и повреждение (обрыв цепи) обнаруживается при определении причины срабатывания защиты или сигнализации.

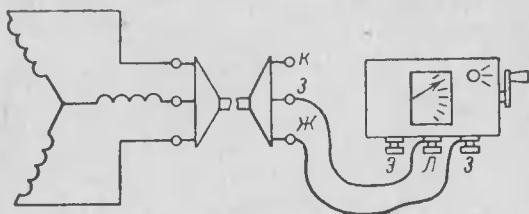


Рис. 27. Определение целости фаз цепи статора мегомметром.

При ухудшении состояния переходных контактов в масляных выключателях появляется сильный запах перегретого трансформаторного масла, по которому персонал имеет возможность выявить появление дефекта в выключателе и своевременно вывести последний в ремонт. Если же меры не будут приняты, то дальнейшее развитие дефекта может привести к разрушению выключателя и короткому замыканию на нем. Случаи обрыва цепи статора из-за дефектов в контактной системе выключателя без появления короткого замыкания возможны, но встречаются редко.

Обрыв цепи статора обнаруживается путем проверки целости цепи между всеми тремя фазами при помощи мегомметра (рис. 27). При обрыве одной фазы, например фазы Ж, при замере сопротивления изоляции между фазами Ж и З и Ж и К мегомметр покажет наличие изоляции (обрыв фаз), а при замере между фазами З и К покажет нулевое значение изоляции (целость фаз). При исправности цепи всех трех фаз мегомметр покажет нулевые значения сопротивления изоляции (целость фаз) при всех трех вариантах замера: между фазами Ж и З, Ж и К, З и К.

Обрыв или слабый контакт в цепи фазного ротора (реостате, наконечниках кабеля, щеточном аппарате и т. п.) или нарушение контакта между стержнями и кольцами в короткозамкнутом роторе. Двигатель при этом повреждении может не развернуться до полной скорости. Ток статора колеблется с частотой скольжения.

Дополнительным признаком нарушения контакта между стержнями и кольцами в двигателях с короткозамкнутым ротором является появление из двигателя искр и дыма при его пуске.

Механическое заедание в двигателе или приводном механизме. Механические заедания, например, мельничных вентиляторов вызываются часто забиванием пылью из-за неплотного закрытия шиберов, дробилок — углем, дымососов, установленных снаружи, — образованием мощного слоя инея со льдом. В этом случае следует открыть смотровые люки и принять меры к очистке механизмов. Для проверки отсутствия заедания необходимо провернуть агрегат за муфту вручную, а если требуется — с применением лома.

Иногда персонал тепловых цехов, не желая удалять из механизма пыль и уголь через люки, прибегает к многократному пуску двигателей подряд. Необходимо запрещать такую практику.

Большая несимметрия в зазоре между ротором и статором. При этом виде неисправности двигатель проворачивается за муфту нормально, без заеданий. Сопротивление изоляции обмотки в норме. Обрыва цепи статора нет. Окончательно неисправность устанавливается путем замера зазора при снятых торцевых крышках.

Недостаточное превышение пускового момента двигателя над начальным моментом механизма. При нормальном или повышенном напряжении на секции, питающей двигатель, последний разворачивается нормально, а при пониженном происходит отказ.

Для обеспечения пуска двигателя можно прибегнуть к повышению напряжения на секции путем включения на время пуска параллельно с рабочим питанием выключателя резервного питания. Однако идти на эту меру следует только в крайнем случае, так как при параллельной работе рабочего и резервного питания выключатели и другая аппаратура могут оказаться неустойчивыми к возросшим токам короткого замыкания. Кроме

того, в аварийных условиях не всегда удастся осуществить такую операцию. Поэтому более правильно принять меры к тому, чтобы обеспечить пуск двигателя при всех реально возможных напряжениях путем уменьшения начального момента механизма, если он окажется выше, чем на других таких же механизмах, или замены двигателя на такой же по мощности, но имеющий более высокий пусковой момент, или, наконец, на двигатель большей мощности.

Агрегат перед пуском вращается в обратную сторону из-за неплотного закрытия шиберов или задвижки. Необходимо потребовать от персонала тепловых цехов прекращения вращения агрегата в обратную сторону путем более плотного закрытия шиберов или задвижки, а если последние имеют дефекты, то устранения этих дефектов.

В случаях, когда запас пускового момента двигателя явно недостаточен, следует идти на замену двигателя на более мощный, выбрав его по условию достаточно надежного запаса пускового момента.

Витковое замыкание в обмотке статора. Как правило, в крупных двигателях и тем более в двигателях высокого напряжения витковое замыкание при первом же включении сопровождается появлением замыкания на корпус и коротким замыканием между фазами.

Неправильная схема статора. Обмотка соединена в звезду вместо треугольника, одна из фаз перевернута.

При работе двигателя обнаружен повышенный нагрев подшипника скольжения. Возможные причины:

Низкий уровень масла. Медленное вращение смазочного кольца. Загрязнение масла. При низком уровне масла необходимо долить его. Медленное вращение кольца может быть вызвано чрезмерно высоким уровнем масла, касанием кольцом стенки прорези во вкладыше из-за установки ротора не горизонтально, а с наклоном и дефектами кольца: неодинаковостью его толщины по окружности, наличием эллипсности, неправильно выбранным сечением. Повышенная вибрация подшипника, бой шейки вала ротора также могут замедлить вращение кольца. При слишком высоком уровне необходимо слить избыток масла. В остальных случаях для устранения дефекта двигатель должен быть выведен в ремонт.

Замена грязного масла должна, как правило, производиться на остановленном двигателе. Только в крайнем

случае, при невозможности остановить двигатель, замену масла можно произвести на ходу. Для этого необходимо запастись чистым маслом в количестве, превышающем объем картера подшипника в 2—3 раза. Операция производится двумя рабочими. Один из них отвертывает спускную пробку и сливает грязное масло. Второй рабочий в это же время добавляет в подшипник свежее масло, направляя его струю в зазор между кольцом и прорезью вкладыша. После того как из спускной пробки пойдет чистое масло, пробка заворачивается, уровень масла доводится до нормального и операция заканчивается.

Появление осевых усилий на вкладыш, вызванных износом деталей полумуфт (пальцев, зубьев, шестерен и т. п.).

Плохая шабровка вкладыша или нарушение ее в результате частичного подплавления и натаскивания баббита.

В тех случаях, когда устранить нагрев подшипника путем доливки или замены масла не удастся, а кольцо вращается нормально, полумуфты рассоединяются и двигатель запускается без механизма. Если повышенный нагрев подшипника после 1—2 ч работы на холостом ходу наблюдаться не будет, то причина нагрева — в появлении осевых усилий на вкладыш из-за срабатывания деталей полумуфт. Если же нагрев останется и на холостом ходу, а нажатием в торец вала вращающегося ротора будет установлено, что ротор имеет возможность перемещаться в одну и другую стороны и, следовательно, на торцы вкладыша не давит, то причина нагрева — в наличии дефекта на вкладыше. Двигатель в этом случае следует вывести в ремонт.

При работе двигателя обнаружен повышенный нагрев подшипника качения. Возможные причины:

Отсутствие смазки в результате ее вытекания или высыхания ее из-за несвоевременной замены. Для устранения нагрева необходимо добавить или заменить смазку.

Слишком много смазки. Обычно этот дефект наблюдается после ремонта. Для устранения нагрева необходимо уменьшить количество смазки, чтобы она занимала не более $\frac{2}{3}$ объема свободного пространства.

Появление дефектов в подшипнике: раковин, трещин, срабатывание, разрушение сепаратора и задевание его за обоймы подшипника.

Появление раковин, трещин, выработок в рабочих поверхностях обойм, на шариках или роликах подшипников сопровождается появлением ненормального шума при вращении подшипника. Двигатель при первой возможности должен быть остановлен в ремонт.

Срабатывание сепаратора обнаруживается по наличию следов металла (блесков) в смазке, а также по заметному проседанию сепаратора вниз с касанием обойм.

При работе двигателя обнаружен повышенный нагрев его корпуса. Возможные причины:

Перегрузка двигателя по току. Ток должен соответствовать фактическому напряжению на двигателе. При повышенном против номинального напряжении ток должен быть снижен на столько же процентов, на сколько фактическое напряжение превышает номинальное.

Засорение водяных охладителей. В некоторых случаях повышенный нагрев возможен от недостаточного давления охлаждающей воды или из-за скопления в трубах охладителей воздуха.

Забивание грязью и пылью защитных сеток в торцевых щитах со стороны подвода холодного воздуха.

Забивание грязью и пылью вентиляционных каналов в стали статора и ротора. Двигатель следует попытаться продуть сжатым воздухом; если нагрев не снизится, то двигатель следует вывести в ремонт с выемкой ротора.

Нарушение изоляции между листами стали статора. В большинстве случаев при этом наблюдается местный нагрев активной стали.

При работе двигателя из него появились искры и дым. Защита не работает. Наиболее вероятная причина — задевание ротора за статор. Необходимо аварийно отключить двигатель, так как задевание ротора за статор приведет к повреждению не только обмотки статора, но и междулистовой изоляции стали статора, требующему ее перешихтовки, а то и полной замены. При пуске дым и искры могут появиться из-за обгорания пыли, скопившейся в зазоре между ротором и статором.

Обрыв цепи статора при работе двигателя. Возможные причины описаны выше.

Если обрыв фазы статора произошел во время работы двигателя, то критическое скольжение и максимальный момент двигателя уменьшатся примерно в 2 раза по сравнению с работой на трех фазах и двигатель, если он не отключится защитой, будет продолжать работать

без заметного увеличения скольжения, если кратность его максимального момента и момента на валу при нормальных условиях больше чем 2. При номинальной нагрузке на валу ток в одной фазе станет равным нулю, а в двух других увеличится при кратности максимального момента 10 — в 1,73 раза и при кратности максимального момента 2 — в 2,37 раза. Обмотка статора от такого тока перегреется и сгорит через несколько минут. Поэтому при обнаружении работы двигателя на двух фазах, сопровождающейся появлением дыма и возрастанием тока статора в указанных выше пределах, двигатель следует остановить аварийно.

При работе двигателя с нагрузкой на валу не выше 50% номинальной ток статора хотя и возрастет при обрыве одной фазы, но может не превысить номинального. В этом случае имеется возможность принять меры к включению резервного двигателя и только потом отключить двигатель, оставшийся на двух фазах, для выяснения причины обрыва фазы. При обрыве одной фазы напряжение на выводах двигателя между оборванной фазой и любой из двух других даже в случае остановки двигателя снижается только до 50% номинального, а на продолжающем вращаться двигателе это напряжение в зависимости от загрузки практически равно номинальному или снижается незначительно.

Нарушение контакта в цепи фазного ротора или контакта между стержнями и кольцами короткозамкнутого ротора при работе двигателя. Такое повреждение обнаруживается по колебанию тока статора с частотой скольжения. Если колебания сравнительно невелики, немедленного отключения двигателя не требуется. В ремонт он вводится при первой возможности.

Сильная вибрация двигателя. Возможные причины:

Нарушение центровки двигателя с механизмом из-за ослабления крепления их к фундаментной раме или самой рамы к фундаменту. Появление трещин в сварке фундаментной рамы. Сильное срабатывание пальцев отверстий или зубьев полумуфты. Отрыв от вала и смещения бочки ротора. Появление небаланса в роторе по другим причинам, в том числе обрыв большого числа стержней короткозамкнутой обмотки ротора. Повреждение подшипников двигателя. Появление сильного осевого давления на вкладыши или на подшипники качения из-за дефектности полумуфт. Смещение статора относи-

тельно ротора, вызвавшее большую неравномерность зазора между ними.

При обнаружении повышенной вибрации подшипников двигателя желательно замерить ее виброметром или вибрографом, чтобы знать истинную величину.

Не отключая двигателя, следует проверить, не является ли причиной вибрации слабое закрепление двигателя, нарушение сварки элементов фундаментной рамы или разрушение бетона фундамента. Для этого на ощупь определяют и сравнивают вибрацию лап двигателя или ступей его подшипников, болтов, крепящих двигатель, и рамы вблизи лап. Легче всего разницу в вибрации можно заметить, приложив палец на стык двух сопрягаемых деталей. Иногда нарушение прочного сопряжения между деталями обнаруживается по появлению мелких пузырей и брызг масла в месте стыка.

Если дефекта в фундаменте, раме, креплении двигателя и механизма не обнаружено, следует рассоединить муфту между механизмом и двигателем и запустить двигатель на холостом ходу.

Если в момент пуска и на холостом ходу двигатель работает без вибрации, то причина вибрации в нарушении центровки, износе деталей полумуфт или небалансе механизма.

Если же двигатель вибрирует и на холостом ходу, то причина вибрации в самом двигателе. В этом случае следует проверить, не исчезает ли вибрация сразу же после отключения двигателя от сети. Исчезновение вибрации сразу же после отключения двигателя от сети указывает на наличие неравномерного зазора между ротором и статором. Для устранения вибрации в этом случае следует принять меры к выравниванию зазора.

Если вибрация двигателя после отключения от сети пропадает не сразу, а по мере снижения скорости вращения, то причина вибрации в небалансе ротора.

Действия персонала при появлении неисправностей двигателей. Двигатель должен быть немедленно отключен при несчастном случае с людьми, поломке приводного механизма и появлении огня и дыма из двигателя.

При ненормальном шуме или стуке в двигателе, запахе горелой изоляции, сильной вибрации, недопустимо высокой температуре подшипников и статора, перегрузке по току статора двигатель отключается только после пуска резервного агрегата.

При аварийном отключении двигателя следует немедленно включить резервный двигатель. Повторное включение отключившегося двигателя в этом случае может быть произведено лишь после его осмотра и замера сопротивления изоляции.

Если отключившийся двигатель не имеет резерва, допускается производить немедленное обратное однократное включение этого двигателя в работу, за исключением случаев явных признаков короткого замыкания в двигателе или питающем кабеле (дым, огонь), поломки механизма и несчастных случаев с людьми.

Тушение загоревшихся обмоток в двигателях наиболее эффективно производить водой. Мелкие двигатели можно тушить и углекислотными огнетушителями. Ликвидировать загорание крупных электродвигателей при помощи углекислотных огнетушителей чаще всего не удается. Затяжка же с тушением загорания приводит к пережогу меди обмотки (ее приходится списывать в металлолом) и повреждению изоляции листов активной стали, что вызывает необходимость перешихтовки стали статора.

8. СОЕДИНЕНИЕ ОБМОТОК ДВИГАТЕЛЕЙ В ЗВЕЗДУ И ТРЕУГОЛЬНИК. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛ И КОНЦОВ КАЖДОЙ ФАЗЫ ОБМОТКИ

Согласно ГОСТ 183-66 при наличии у обмотки машины трехфазного переменного тока шести выводов эти выводы имеют следующую маркировку:

	Начало	Конец
Первая фаза	C_1	C_4
Вторая фаза	C_2	C_5
Третья фаза	C_3	C_6

Буквенные обозначения выбиваются на наконечниках или на колечках из тонкой белой жести, размещаемых на выводах вблизи наконечников.

В малых машинах, где буквенное обозначение выводных концов затруднено, может применяться обозначение концов разноцветными проводами. Начала первой, второй и третьей фаз обозначаются соответственно

желтым, зеленым и красным цветом, а концы фаз — тем же цветом с добавлением черных полосок.

При номинальном напряжении двигателя 127/220 или 220/380 в их обмотки соединяются в звезду или треугольник.

Для соединения обмотки в звезду все концы фаз соединяются вместе и образуют нулевую точку (рис. 28,а, 29,а, 30,а). Питание от сети подается к на-

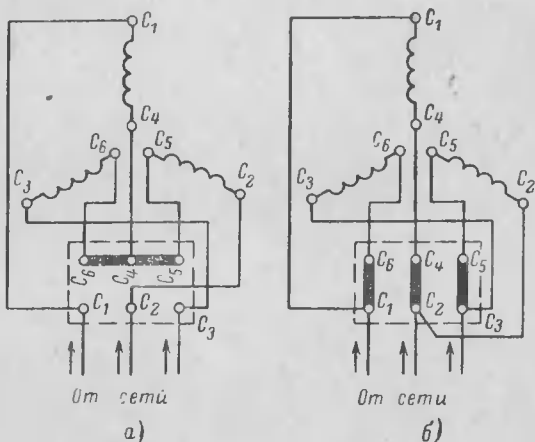


Рис. 28. Соединение обмотки статора при наличии у двигателя щитка с зажимами.
а — в звезду; б — в треугольник.

чалам фаз. В нулевую точку можно соединить и начала фаз. Питание от сети тогда должно быть подано к концам фаз.

Для соединения обмотки в треугольник начало первой фазы соединяется с концом третьей (рис. 28,б, 29,б, 30,б), начало второй фазы — с концом первой и начало третьей фазы — с концом второй. Можно соединить и по второму варианту: начало первой фазы — с концом второй, начало второй — с концом третьей и начало третьей — с концом первой.

При напряжении между фазами в питающей сети 380 в двигатель с номинальным напряжением 220/380 в соединяется в звезду. Двигатель с номинальным напряжением 127/220 в сеть с напряжением 380 в включать нельзя.

Если напряжение между фазами в питающей сети 220 в, то двигатель с номинальным напряжением 220/380 в соединяется в треугольник, а двигатель номинальным напряжением 127/220 в — в звезду.

При напряжении между фазами сети 127 в двигатель напряжением 127/220 в соединяется в треугольник.

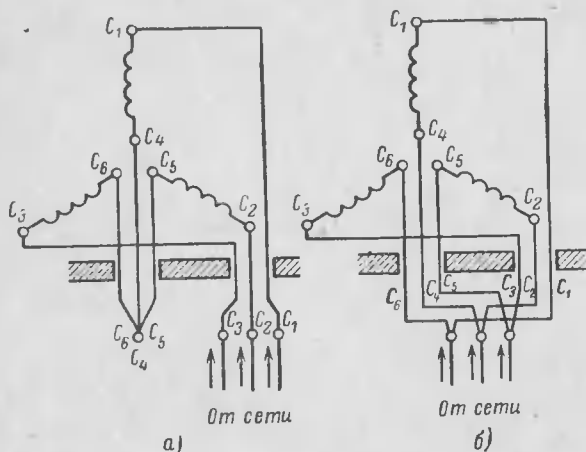


Рис. 29. Соединение обмотки статора при наличии у двигателя двух выводных отверстий.

а — в звезду; б — в треугольник.

Двигатель напряжением 220/380 в в этом случае может работать при условии соединения его в треугольник и если нагрузка двигателя не превышает 50% номинальной.

Выпускавшиеся ранее двигатели снабжались выводными щитками с зажимами. Для соединения обмотки такого двигателя в звезду перемычки устанавливаются горизонтально между тремя верхними зажимами C_6 — C_4 — C_5 (рис. 28,а), а для соединения в треугольник — вертикально между зажимами C_1 — C_6 , C_2 — C_4 и C_3 — C_5 (рис. 28,б).

У большинства двигателей мощностью до 100 кВт, выпускаемых по ГОСТ 186-52 *, щитки с зажимами не устанавливаются, а выводы для подсоединения питающих жил кабеля или проводов имеют только наконечники.

В небольших двигателях выводы начал всех трех фаз пропускаются через одно отверстие в корпусе, а выводы

концов — через другое отверстие. Соединение двигателей в звезду для таких двигателей показано на рис. 29,а и в треугольник — на рис. 29,б.

В более крупных двигателях выводы пропускаются через изоляционную пластинку, имеющую отверстия в один ряд. Для таких двигателей соединение обмоток в звезду и треугольник показано на рис. 30.

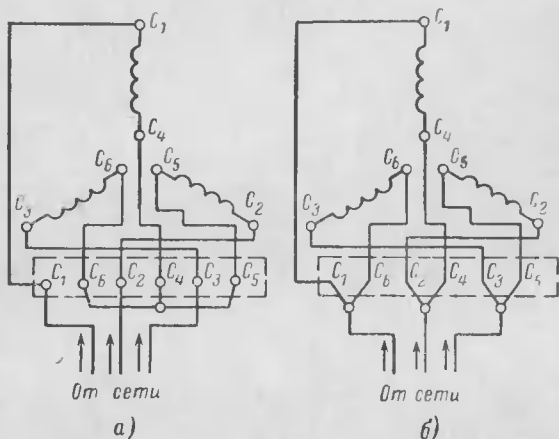


Рис 30. Соединение обмотки статора при наличии у двигателя выводов, расположенных в один ряд.

а — в звезду; б — в треугольник.

В двигателях напряжением 3 и 6 кВ, имеющих шесть выводов, подсоединение обмотки к выводной коробке и к сети показано на рис. 31. Наличие четвертого изолятора в коробке, на котором собирается нулевая точка обмотки, позволяет удобно и быстро замерить сопротивление изоляции между фазами и испытать изоляцию между ними повышенным напряжением. Чтобы средняя жила кабеля не проходила близко от нулевого зажима, иногда нулевую точку переносят на верхний изолятор, а вывод C_2 — на нижний. Если в нулевую точку, объединяющую концы фаз, подсоединить от одной из трех фаз не конец, а начало, т. е. «перевернуть» одну фазу (рис. 32), то двигатель будет плохо разворачиваться, ненормально гудеть, а при наличии нагрузки может и не набрать скорость или не тронуться с места. Величина тока в фазах будет различной и даже при холостом ходе может превышать номинальное значение. Происхо-

дит это по той причине, что в результате переворачивания фазы нормальное чередование полюсов по окружности статора нарушается. Катушки двух фаз создают магнитные потоки, вызывающие вращение ротора в одном направлении, а катушки перевернутой фазы — в другом, встречном направлении.

Переворачивание одной фазы обмотки, соединенной в треугольник, вызывает последствия, аналогичные последствиям переворачивания фазы в схеме звезды.

Определение начал и концов фаз.

Если выводные концы маркировки не имеют, то начало и конец каждой фазы можно определить при помощи вольтметра или контрольной лампы. Вначале при помощи мегомметра или контрольной лампы находят оба вывода первой, второй и третьей фаз. На один вывод первой фазы, выбираемый произвольно, вывешивают бирку, обозначающую начало фазы C_1 , а на второй вывод этой же фазы вывешивают бирку, обозначающую конец фазы C_4 . На выводы второй и третьей фаз вывешивают бирки, указывающие

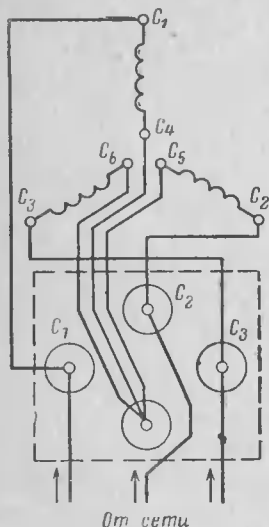


Рис. 31. Схема соединения в звезду для двигателей 3—6 кв.

к какой фазе принадлежит вывод. Затем конец первой фазы C_4 соединяют с одним из выводов второй фазы, а к началу первой фазы и оставшемуся свободному выводу второй фазы подключают вольтметр (рис. 33). На выводы третьей фазы подключают пониженное напряжение. На двигатели номинальным напряжением 3 000—6 000 в в этом случае можно подать напряжение от сети 220/380 в, а на двигатели номинальным напряжением 220/380 в — от сварочного трансформатора 60—70 в.

Если между началом первой фазы и свободным выводом второй фазы появится напряжение, примерно равное напряжению, подведенному к третьей фазе, то с концом первой фазы окажется соединенным начало второй фазы. Если же измеряемое напряжение равно нулю, то с концом первой фазы окажется соединенным конец вто-

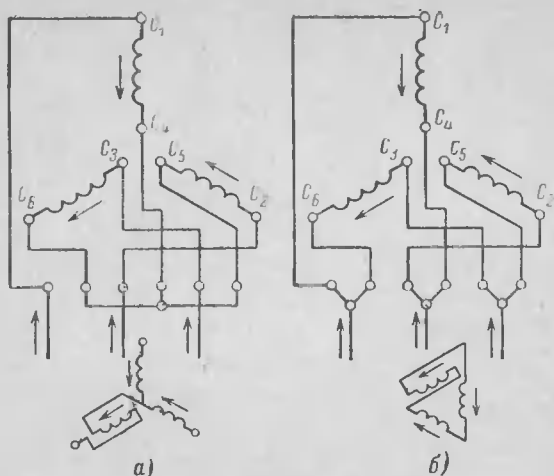


Рис. 32. Неправильное соединение обмотки статора (вывернута третья фаза).

а — в схеме звезды; *б* — в схеме треугольника.

рой фазы. По полученному результату маркируются выводы второй фазы. Затем таким же образом определяются начало и конец третьей фазы.

Начала и концы фаз можно определить также при помощи милливольтметра постоянного тока или гальванометра. Для этого, как и при предыдущем способе, вначале определяются выводы, принадлежащие каждой из трех фаз. На один из выводов первой фазы, выбираемый произвольно, вывешивается бирка, обозначающая начало фазы C_1 , а на второй вывод — бирка, обозначающая конец фазы C_4 . На выводы второй фазы подключается милливольтметр, и затем на выводы первой фазы подается напряжение 2—4 в от аккумулятора или другого источника постоянного тока. При этом плюс подключается к началу первой фазы, а минус — к концу (рис. 34).

Если в момент подачи напряжения на первую фазу стрелка милливольтметра отклонится в правую сторону,

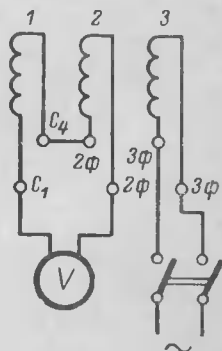


Рис. 33. Определение начал и концов фаз с применением вольтметра или контрольной лампы.

то, следовательно, плюсовой зажим милливольтметра подключен к концу второй фазы. Если же отклонение стрелки милливольтметра в правую сторону происходит в момент снятия напряжения с первой фазы, то плюсовой зажим милливольтметра подключен к началу второй фазы. Таким же образом определяются начало и конец третьей фазы. Более удобно определять начала и концы фаз, если вместо милливольтметра применить поляризованный гальванометр, стрелка которого

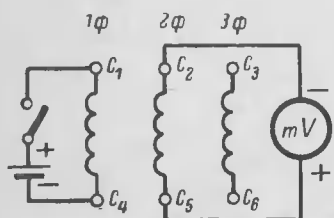


Рис. 34. Определение начал и концов фаз милливольтметром или гальванометром.

отклоняется от среднего положения в ту и другую сторону в зависимости от полярности поданного на него напряжения.

Если двигатель имеет только три вывода, правильность соединения фаз в звезду или треугольник проверяется путем подачи на два вывода пониженного напряжения и замера вольтметром напряжения между третьим выводом и каждым из двух других выводов (рис. 35). Проверка произ-

водится трижды: при подаче напряжения на выводы 1—2, 2—3 и 3—1. При правильном соединении фаз эти напряжения будут равны половине напряжения, приложенного к двум выводам в каждом из трех вариантов. Если же одна из трех фаз «вывернута», то при двух опытах из трех в случае соединения обмотки в звезду напряжение между третьим выводом и каждым из двух других выводов будет неодинаковым. Вывернутой фазой окажется та, которая участвует в обоих замерах, дающих неодинаковые показания вольтметра. При соединении обмотки в треугольник напряжение между третьим выводом и двумя другими близко к нулю.

Напряжение, подводимое к двум фазам, должно быть не более 5—10% номинального.

Определение начал и концов фаз у мелких двигателей (до 10 кВт) можно выполнить путем пробного включения двигателя на холостом ходу. Вначале определяют, как указано выше, выводы, принадлежащие к каждой из трех фаз, произвольно выбирают начало и конец первой фазы и вывешивают бирки. Затем к концу первой фазы подсоединяют по одному произвольно выбранному выво-

ду второй и третьей фаз. На оставшиеся свободными три вывода подают питание от сети и включают двигатель в работу на холостом ходу (рис. 36,а). Если двигатель разворачивается нормально, работает без сильного шума, и ток во всех трех фазах одинаков и составляет не более 40—60% номинального, то выводы второй и третьей фаз, соединенные в нулевую точку, являются концами этих фаз C_5 и C_6 . Если же двигатель разворачивается с трудом, сильно гудит («завывает») и ток в фазах различен, то следует, отключив двигатель, поменять местами выводы второй фазы (рис. 36,б). Если двигатель и после замены выводов второй фазы будет работать ненормально, следует восстановить первоначальное подключение выводов второй фазы и поменять местами выводы третьей фазы (рис. 36,в). Если двигатель и после этого будет работать ненормально, следует, сохранив последний порядок подключения выводов третьей фазы, поменять местами выводы второй фазы (рис. 36,г). В одном из четырех вариантов подключения будет обязательно получен такой, при котором двигатель начнет пускаться и работать нормально. В варианте, дающем нормальную

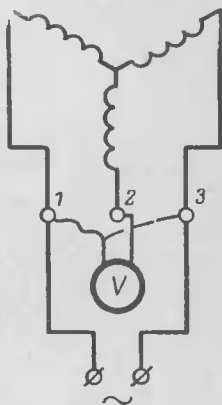


Рис. 35. Определение правильности соединения обмотки у двигателя с тремя выводами.

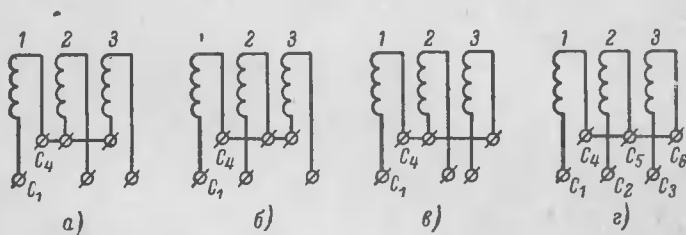


Рис. 36. Определение начал и концов фаз пробным пуском двигателя.

работу двигателя, соединенные в нулевую точку выводы маркируются как концы фаз, а выводы, на которые подается напряжение, как начала фаз.

9. ОСОБЕННОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ДВУХСКОРОСТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ ДАЗО

Для вращения дымососов, дутьевых вентиляторов и других механизмов на ряде электростанций применяются двухскоростные двигатели серии ДАЗО. Две скорости в этих двигателях получаются за счет наличия в статоре двух электрически не связанных между собой обмоток, имеющих различное число полюсов. Обмотка, дающая первую (меньшую) скорость вращения, имеет большее число полюсов, а обмотка, дающая вторую (большую) скорость вращения, — меньшее число полюсов.

Каждая обмотка имеет самостоятельную выводную коробку и подключается через свой выключатель по отдельному кабелю. Выключатели обеих скоростей заблокированы между собой таким образом, что включение выключателя для перехода на другую скорость можно произвести только после того, как отключится выключатель скорости, с которой до этого работал двигатель.

В двухскоростном двигателе серии ДАЗО при наличии номинального напряжения на одной из обмоток напряжение на выводах второй обмотки близко к нулю. Например, в двигателе типа ДАЗО-1712-8/10, 500/250 квт, 6 000 в это напряжение оказалось равным 20 в. Объясняется это тем, что из-за неодинаковости числа полюсов в обмотках первой и второй скоростей в катушках отключенной от сети обмотки под воздействием магнитного потока, создаваемого работающей обмоткой, наводятся встречные напряжения, благодаря чему суммарное напряжение на отключенной обмотке оказывается близким к нулю.

В эксплуатации было несколько случаев, когда двигатель серии ДАЗО, отключившийся от защиты из-за короткого замыкания в выводной коробке второй скорости, продолжал успешно работать на первой скорости в течение суток и больше, хотя изоляторы выводной коробки были повреждены электрической дугой. Замена изоляторов и переразделка концевой кабельной разделки были произведены после того, как представилась возможность снизить нагрузку на котле и остановить дымосос для ремонта двигателя. Следует отметить, что решение оставить двигатель в работе в одном случае было принято только после того, как путем осмотра выводной коробки, замера сопротивления изоляции обмотки, проверки целостности ее фаз было установлено, что обмотка

явных признаков повреждения не имеет, а наличие влаги на стенках коробки с достаточной достоверностью указывало на то, что причина отключения двигателя состоит в коротком замыкании на выводах. В другом случае двигатель после неуспешного однократного повторного включения от руки на вторую скорость был включен на первую скорость и оставлен в работе без предварительного осмотра. Осмотр двигателя был произведен при работе на первой скорости.

Если поврежденной окажется выводная коробка от обмотки первой скорости, то для включения двигателя сразу на вторую скорость тележку с выключателем первой скорости следует поставить в положение испытания.

При наличии внутреннего, например виткового, замыкания в обмотке одной из скоростей, двигатель не сможет работать и на другой скорости, так как ток в обмотке другой скорости будет ненормально большим. Кроме того, включение в работу двигателя в этом случае приведет к сгоранию короткозамкнутых витков, что неизбежно вызовет перегрев и пробой изоляции неповрежденной обмотки.

Несмотря на то что при работе двигателя на одной из скоростей напряжение между выводами обмотки второй скорости близко к нулю, ни в коем случае недопустимо прикасаться к токоведущим частям, связанным с обмоткой второй скорости. Во-первых, напряжение между обмоткой второй скорости и «землей» за счет емкостных зарядов может оказаться высоким. Во-вторых, и это главное, при пробое изоляции работающей обмотки высокое напряжение может появиться и на неработающей обмотке, так как катушки обеих обмоток лежат в одних и тех же пазах. Поэтому при работе двухскоростного двигателя в отношении техники безопасности отключенную обмотку и связанные с ней токоведущие части (выводы, кабель, ошиновку в ячейке КРУ) следует считать находящимися под напряжением.

Работа на любой из двух обмоток и связанных с ними токоведущих частях может быть допущена только при условии выкатывания в положение ремонта тележек с выключателями обеих скоростей, вывешивания плакатов *«Не включать — работают люди!»* на обеих тележках и выполнения других мер безопасности, предусмотренных правилами техники безопасности для предстоящего вида работ.

10. ОСОБЕННОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА, УСТАНОВЛИВАЕМЫХ НА ПЫЛЕПИТАТЕЛЯХ

Для вращения пылепитателей применяются двигатели постоянного тока типа ПН-85 и в более поздних установках двигатели новой серии в закрытом исполнении типа ПБ-61. Мощность двигателей равна 0,9 кВт, напряжение 110 или 220 в. Номинальный ток при напряжении 220 в равен 5,4/5,7 а.

Как двигатели типа ПН-85, так и двигатели ПБ-61 имеют параллельную (шунтовую) и легкую последовательную (серийную) обмотки возбуждения, что обеспечивает устойчивые скоростные характеристики. Такая система возбуждения называется смешанной (компаундированной).

Изменение скорости вращения двигателей пылепитателей производится при помощи регулирования сопротивления в цепи параллельной обмотки. Для увеличения скорости вращения пылепитателя сопротивление в цепи шунтовой обмотки увеличивают, а для снижения скорости вращения сопротивление уменьшают.

Наиболее экономичный и наиболее надежный режим работы котла получается, если все пылепитатели изменяют скорость вращения на одно и то же число оборотов. Поэтому на котлах применяется групповое регулирование скорости вращения пылепитателей, достигаемое тем, что вместо установки индивидуальных шунтовых реостатов на каждый двигатель пылепитателя устанавливается общий для группы двигателей плоский контроллер.

Плоский контроллер имеет шесть контактных рядов, к которым подключены отпайки от сопротивлений, включаемых последовательно с параллельными обмотками двигателей пылепитателей, и один ряд для сигнализации положения траверсы.

Схема включения одного двигателя пылепитателя показана на рис. 37. По такой же схеме включаются и все остальные двигатели пылепитателей котла.

Для включения пылепитателя в работу ключ управления пылепитателем КУ на щите управления котла ставится в положение «включено», при котором контакты ключа 1—2 и 3—4 замкнуты. В обмотке якоря и обмотках возбуждения появляется ток, и двигатель начинает вращаться. Сопротивления плоского контроллера С и

ШР, включенные в цепь параллельной обмотки, в момент пуска для увеличения пускового момента двигателя зашунтированы нормально замкнутыми контактами реле ускорения *РУ*. Для уменьшения величины пускового тока последовательно с обмоткой якоря включено добавочное сопротивление *СД*. По мере набора скорости вращения пусковой ток в обмотке якоря падает, а напряжение

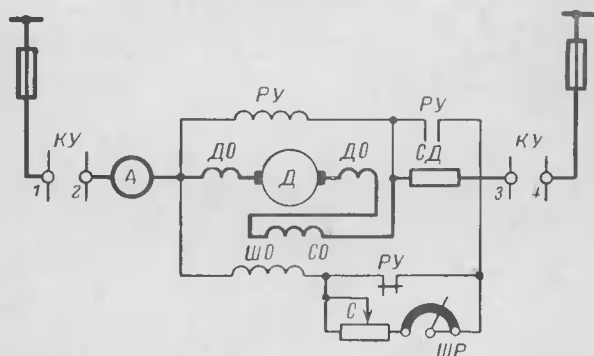


Рис. 37. Схема включения двигателя пылепитателя.

Д — обмотка якоря; *ШО* — параллельная обмотка; *СО* — последовательная обмотка; *ДО* — обмотка добавочных полюсов; *С* — сопротивление плоского контроллера; *ШР* — подрегулирующий реостат; *СД* — добавочное сопротивление в якоря; *РУ* — реле ускорения; *КУ* — ключ управления.

возрастает до такой величины, при которой срабатывает реле ускорения *РУ*, включенное параллельно обмотке якоря. При этом замыкаются его нормально разомкнутые контакты и шунтируют добавочное сопротивление *СД* в цепи якоря и размыкаются нормально замкнутые контакты и вводят в цепь параллельной обмотки сопротивление плоского контроллера *С* и подрегулирующего реостата *ШР*. Пуск двигателя закончен. Дальнейшая регулировка скорости вращения двигателя производится путем изменения положения траверсы плоского контроллера.

Когда траверса контроллера находится в крайнем нижнем положении, сопротивления, включенные последовательно с шунтовыми обмотками, без учета сопротивления подрегулирующих реостатов равны нулю. Скорость вращения пылепитателей минимальная. По мере подъема траверсы сопротивления, включенные последова-

тельно с параллельными обмотками, увеличиваются. При этом увеличивается и скорость вращения всех пылепитателей, подключенных к контроллеру.

Управление перемещением траверсы осуществляется при помощи двигателя приводного механизма дистанционно от ключа управления, установленного на щите котла, или от устройства автоматики горения котла.

При одной и той же величине сопротивления, включенного последовательно с параллельной обмоткой, двигатели пылепитателей за счет несколько различных характеристик могут иметь разную скорость вращения. Чтобы уравнивать скорость вращения пылепитателей на плоском контроллере, имеются шесть подрегулировочных реостатов *ШР*, включенных, так же как и основные сопротивления контроллера, последовательно с параллельными обмотками. Подбор величины сопротивления подрегулировочных реостатов производится в процессе наладки пылепитателей.

Положение стрелок штурвалов подрегулировочных реостатов, при которых получается одинаковая скорость вращения всех пылепитателей, должно быть отмечено нанесением хорошо видимых рисок на панели контроллера. В эксплуатации необходимо следить, чтобы штурвалы подрегулировочных реостатов находились в положении, отмеченном рисками.

Питание двигателей пылепитателей осуществляется от магнитной станции. Магнитная станция представляет собой панель, в верхней части которой расположены два контактора постоянного тока, при включении которых подается напряжение на две группы двухполюсных предохранителей. От двухполюсных предохранителей напряжение через ключи управления (обычно двухполюсные пакетные выключатели) подается к двигателям пылепитателей.

Управление контакторами магнитной станции осуществляется со щита управления котлом. Там же находятся и ключи управления каждым пылепитателем. Таким образом, можно отключить каждый пылепитатель отдельно или половину пылепитателей сразу.

Цепи управления контакторами магнитной станции заблокированы с вентиляторами горячего дутья. При отключении обоих вентиляторов горячего дутья отключаются оба контактора и, следовательно, все пылепитатели данного котла.

На панели магнитной станции размещены также реле ускорения *РУ*.

Как изменить направление вращения двигателя пылепитателя. Для изменения направления вращения двигателя постоянного тока, имеющего смешанное возбуждение, необходимо изменить направление тока в обмотках якоря и дополнительных полюсов или изменить направление тока как в параллельной, так и в последовательной обмотках возбуждения.

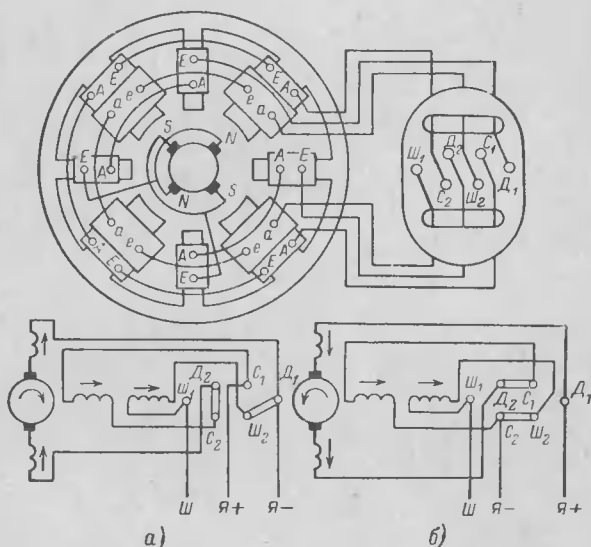


Рис. 38. Схема соединения двигателя типа ПН-85.
а — вращение по часовой стрелке; б — вращение против часовой стрелки.

Для получения вращения якоря у двигателя типа ПН-85 по часовой стрелке, если смотреть со стороны коллектора, перемычки на щитке зажимов должны быть установлены, как указано на рис. 38,а. При этом на зажим D_1 должен быть подключен провод с полярностью минус, а на зажим C_1 — с полярностью плюс. На зажим начала параллельной обмотки $Ш_1$ при этом оказывается подключенным проводник от сопротивления плоского контроллера, имеющий полярность плюс.

Для изменения направления вращения двигателя типа ПН-85 перемычки на щитке зажимов следует переста-

вить в положение, указанное на рис. 38,б, и якорный проводник с полярностью минус подключить к зажиму C_2 , а якорный проводник с полярностью плюс — к зажиму D_1 . Питание параллельной обмотки сохраняется прежним. Следовательно, изменение направления вращения в двигателях типа ПН-85 достигается изменением направления тока в якоре.

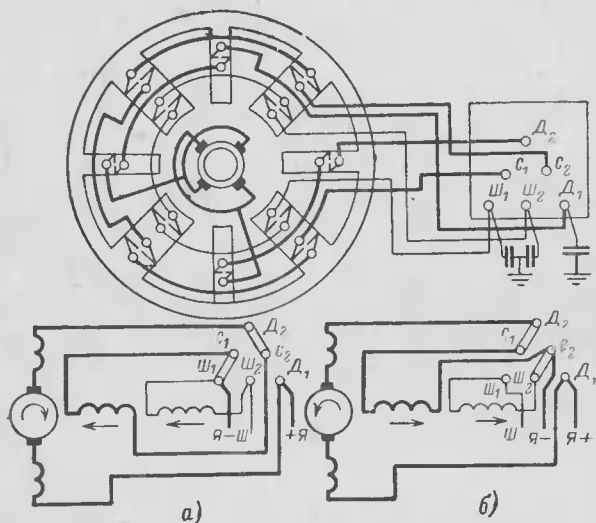


Рис. 39. Схема соединения двигателя типа ПБ-61
 а — вращение по часовой стрелке; б — вращение против часовой стрелки.

В двигателях типа ПБ-61 вращение якоря по часовой стрелке, если смотреть со стороны коллектора, получается при установке переключателя и подключении проводников, как указано на рис. 39,а. При необходимости получить направление вращения якоря против часовой стрелки необходимо поставить переключатель на щитке зажимов, как указано на рис. 39,б, якорный проводник с полярностью минус переключить с зажима C_1 на зажим C_2 и шунтовой проводник переключить с зажима $Ш_2$ на зажим $Ш_1$.

Как видно из схемы, в двигателе типа ПБ-61 изменение направления вращения получается за счет изменения направления тока в параллельной и последовательной обмотках.

Неисправности двигателей пылепитателей. При включении двигателя стрелка амперметра остается на нуле. Двигатель не вращается. Другие пылепитатели данного котла работают нормально.

Причина — перегорели предохранители пылепитателя на магнитной станции.

Для устранения неисправности нужно поставить новую плавкую вставку. Номинальный ток плавкой вставки должен быть равен 6—7 а.

При включении двигателя стрелка амперметра отклоняется до упора и, если предохранитель успеет сгореть, возвращается к нулю. Пылепитатель не разворачивается или вращается очень медленно. Причины:

заедание пылепитателя. Для проверки необходимо рассоединить муфту между двигателем и пылепитателем, заменить сгоревший предохранитель и запустить двигатель отдельно. Если на холостом ходу он работает нормально и ток не более 1—2 а, то причина в заедании пылепитателя;

короткое замыкание в обмотках двигателя или в одном из элементов питающей цепи (кабеле, катушке реле РУ, в коробке выводов). Для устранения неисправности нужно отсоединить жилы питающего кабеля от зажимов двигателя и замерить раздельно сопротивление изоляции обмоток двигателя и жил питающего кабеля относительно земли.

Если изоляция относительно земли исправна, то нужно подать напряжение на отсоединенный от двигателя кабель путем установки ключа управления данного пылепитателя в положение «включено». Проверить контрольной лампой наличие напряжения между жилами кабеля, подключаемыми к якорной цепи, а также между минусовой якорной жилой и параллельной жилой. Если напряжение есть в обоих случаях, то неисправен двигатель.

Если же предохранители вновь перегорели или напряжение между жилами питающего кабеля отсутствует, то причина в повреждении одного из элементов питающей цепи.

При включении двигатель не развивает нужной скорости вращения. Ток не превышает номинального. Причины:

реле ускорения РУ данного пылепитателя на магнитной станции не подтяну-

лось. Причина в обрыве цепи катушки этого реле или заедании его подвижной системы. Следует замкнуть сердечник реле нажатием на подвижную часть вручную. Если он останется подтянутым, то оставить пылепитатель в работе, а дефект устранить при первой возможности;

реле ускорения подтянулось, но не зашунтировало добавочного сопротивления в цепи якоря. При работающем двигателе контрольной лампой проверить, нет ли напряжения между контактами реле ускорения, шунтирующего добавочное сопротивление якоря. Наличие напряжения указывает на то, что блок-контакт разомкнут. Дефект устраняется зачисткой контактных поверхностей или регулировкой нажатия подвижных контактов на неподвижные;

жилы питающего кабеля при подключении к зажимам двигателя перепутаны местами. Этот дефект появляется после ремонта пылепитателей с отсоединением питающего кабеля и чаще там, где нет четкой и ясной маркировки жил кабеля.

Подсоединить жилы кабеля в соответствии с маркировкой. Если маркировка жил отсутствует или нет уверенности в ее правильности, необходимо на траверсе плоского контроллера отсоединить перемычку между двумя подвижными контактами, соединяющими медную полосу с контактами параллельно включенного сопротивления неисправного пылепитателя, и на магнитной станции замкнуть вручную сердечник реле РУ этого же пылепитателя. Принадлежность перемычки к неисправному пылепитателю устанавливается по маркировке, имеющейся на панели плоского контроллера над каждым рядом контактов, а также по отсутствию искрения в момент отсоединения. После этого на отсоединенный от двигателя питающий кабель подается напряжение и контрольной лампой на 220 в мощностью 25—40 вт находятся две жилы, при подсоединении к которым лампа горит практически полным накалом. Эти жилы являются якорными. При подсоединении лампы к третьей жиле, являющейся параллельной и одной из якорных, в одном случае она горит с явно неполным накалом, а в другом не горит совсем.

Полярность якорных жил устанавливается вольтметром постоянного тока. Для избежания перепутывания жил кабеля и связанных с этим непроизводительных

потерь рабочего времени персонала на устранение дефекта необходимо на жилах питающего кабеля у всех пылепитателей иметь четкую, ясную и единообразную маркировку. Целесообразно независимо от маркировки, принятой в проектной монтажной схеме, на якорной жиле с плюсовой полярностью вывесить бирку Y_1+ , на якорной жиле с минусовой полярностью — бирку $Y-$ и на шунтовой жиле — бирку Ш.

При подъеме траверсы плоского контроллера или при увеличении сопротивления шунтового реостата скорость вращения двигателя вначале резко возрастает, а потом падает. Иногда при этом двигатели изменяют направление вращения на обратное.

Параллельные и последовательные обмотки включены несогласованно и создают встречные магнитные потоки.

Для устранения причин следует поменять местами выводы последовательной обмотки, если первоначально двигатель вращается в нужном направлении, или выводы параллельной обмотки, если двигатель вращается вначале в обратном направлении.

При включении двигатель развивает завышенную скорость вращения. Ток в двигателе выше номинального. Причина — обрыв параллельной обмотки или ее цепи. Необходимо отсоединить от зажима двигателя жилы питающего кабеля и мегомметром или контрольной лампой проверить целостность параллельной обмотки. Если она обрыва не имеет, то, установив ключ управления пылепитателем в положение «включено», проверить, горит ли хотя бы в полнакала лампа при подсоединении ее к параллельной жиле и минусовой якорной жиле. Если не горит, то параллельная цепь дает обрыв. Измерение в этом случае следует повторить при других положениях траверсы плоского контроллера. Путем нажатия на подвижные контакты на траверсе контроллера проверить, нет ли обрыва параллельной цепи из-за заедания этих контактов.

Скорость вращения двигателя значительно превышает скорость других пылепитателей. Причины:

щетки сдвинуты с нейтрали против направления вращения. Поставить щетки на нейтраль;

междувитковое соединение или короткое замыкание в катушках параллельной обмотки.

Определяется замером активного сопротивления. Дефектная катушка подлежит замене;

последовательная обмотка включена противоположно параллельной.

Скорость вращения двигателя ниже, чем у других пылесосов. Причина — щетки сдвинуты с нейтрали

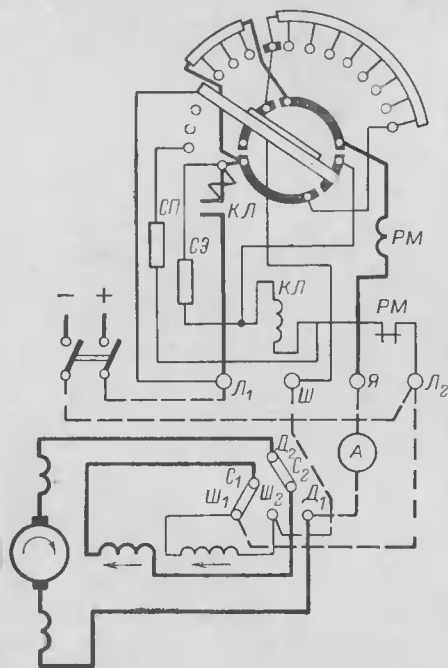


Рис. 40. Схема включения двигателя от пускорегулирующего реостата.

по направлению вращения двигателя. Поставить щетки на нейтраль.

Щетки сильно искрят. Двигатель не развивает номинальную скорость. Причины:

щетки слабо прилегают к коллектору из-за срабатывания или заедания в щеткодержателе. Заменить сработавшиеся щетки. Устранить заедания;

некоторые соседние пластины замкнулись между собой из-за затягивания промежутков между ними медью; между кол-

латорными пластинами выступает изоляция. Продорожить коллектор;

в одной или нескольких якорных катушках имеется междувитковое замыкание; обрыв в обмотке якоря. Заменить дефектный якорь.

Для облегчения определения причины ненормальной работы двигателя пылепитателя рекомендуется на площадке пылепитателей каждого котла иметь розетку постоянного тока 220 в. Это позволит опробовать ненормально работающий двигатель от самостоятельного пускорегулирующего реостата (рис. 40).

Если при этом двигатель будет работать нормально, то причина в неисправности внешней якорной или параллельной цепи. Если и от самостоятельного пускорегулирующего реостата двигатель работает ненормально, а заедания в пылепитателе нет, то неисправен двигатель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по эксплуатации электродвигателей в установках собственных нужд электростанции, Госэнергоиздат, 1960.
2. Сыромятников И. А., Режимы работы асинхронных электродвигателей. Госэнергоиздат, 1963.
3. Гемке Р. Г. Неисправности электрических машин. Госэнергоиздат, 1963.

Цена 17 коп.

Еще больше электротехнической
литературы на
www.kitnet.narod.ru