

Эксплуатация электрических машин

Общие вопросы эксплуатации электрических машин

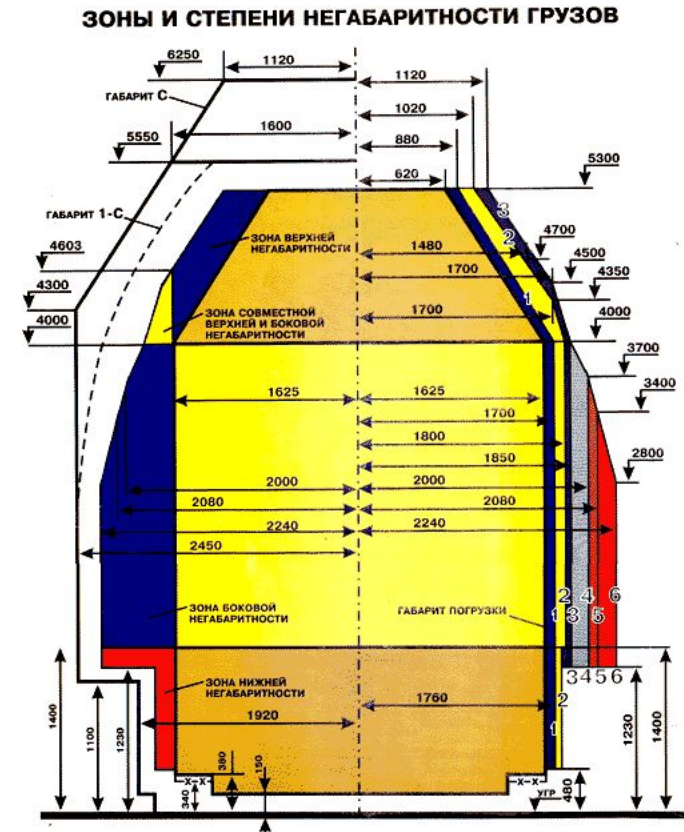
Техническая эксплуатация – это комплекс мероприятий, по поддержанию работоспособности или исправности изделия, при использовании его по назначению, ожидании., хранении и транспортировании.

Эксплуатация - стадия жизненного цикла изделия, при которой реализуется, поддерживается или восстанавливается его качество

Этапы технической эксплуатации

1. Транспортирование
2. Монтаж
3. Ввод в эксплуатацию
4. Техническое обслуживание во время эксплуатации
5. Ремонт
6. Утилизация

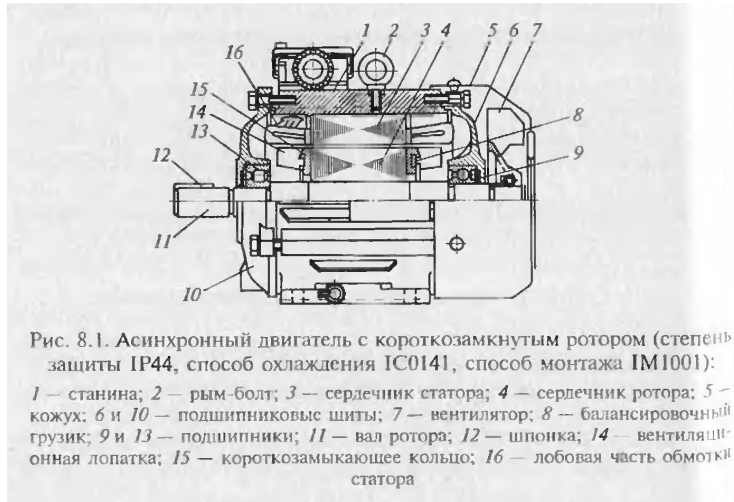
Транспортирование электрических машин и трансформаторов



Нормативные документы:

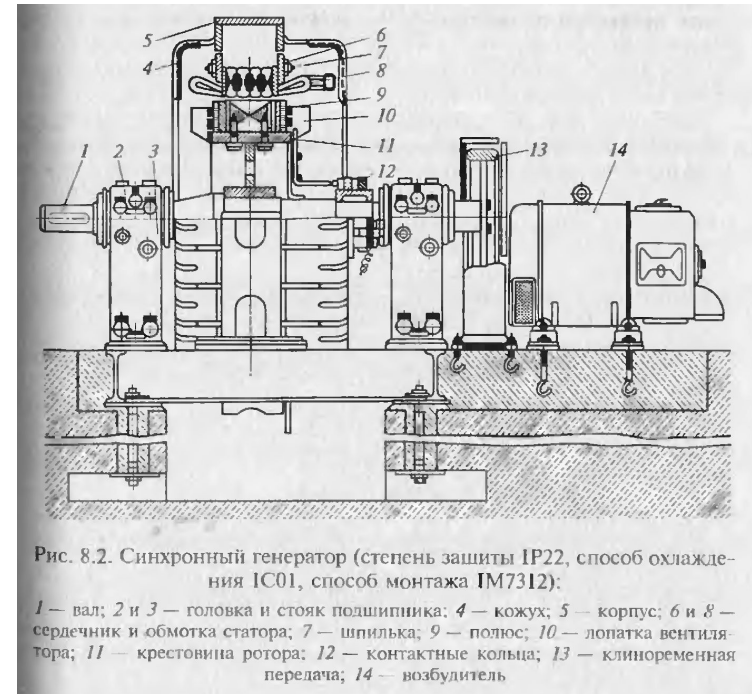
1. Правила размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах
2. ГОСТ9238-83 габарит приближения строений и подвижного состава

Электрические машины условно можно разделить на два вида:



С щитовыми подшипниками

Перевозят, хранят и монтируют
в собранном состоянии



Со стояковыми подшипниками

Перевозят, хранят и монтируют
в разобранном состоянии.

Условия хранения электротехнического оборудования

группы	Место хранения	Условия хранения			Дополни- тельные условия
		температура воздуха, °С		относительная влажность, %	
		max	min		
Л	Отапливаемые и вентилируемые склады, расположен- ные в любых климати- ческих зонах	+40	+5	≤ 80 % при 25 °С без конденсации влаги	Отсутствуют
С	Закрытые помеще- ния с естественной вентиляцией без искус- ственно регулируемых климатических усло- вий, где колебания температуры и влаж- ности существенно меньше, чем на откры- том воздухе (в районах типа У и УХЛ)	+40	−50	≤ 98 % при 25 °С без конденсации влаги	Отсутствуют
ЖІ	Открытые площадки в районах типа У и УХЛ	+50	−50	≤ 100 % при 25 °С с конденса- цией влаги	Солнечная радиация до 1125 Вт/м², ность дождя до 3 мм/мин, пыль

Условия хранения электротехнического оборудования

Индекс- группы	Место хранения	Условия хранения			тельные условия
		температура воздуха, °С		относительная влажность, %	
		max	min		
Ж2	Навесы или помеще- ния, где колебания температуры и влаж- ности несущественно отличаются от колеба- ний на открытом возду- хе (в районах типа У и УХЛ)	То же, что для Ж1	То же, что для Ж1	То же, что для Ж1	Наличие пыли
Ж3	Закрытые помеще- ния с естественной вентиляцией без искус- ственно регулируемых климатических усло- вий, где колебания температуры и влаж- ности существенно меньше, чем на откры- том воздухе (в районах типа Т)	+50	—50	≤ 95% при 35 °С без конденсации влаги	Наличие плесневых грибов
ОЖ1	Открытые площадки в любых климатических районах, в том числе в районах типа Т	+60	—50	≤ 100 % при 35 °С с конденса- цией влаги	Солнечная радиация 1125 Вт/м², интенсив- ность дождя до 5 мм/мин, наличие пыли и плесневых грибов
ОЖ2	Навесы или поме- щения, где колебания температуры и влаж- ности несущественно отличаются от колеба- ний на открытом возду- хе, расположенные в любых климатических районах	+60	—50	≤ 100 % при 35 °С с конденса- цией влаги	Наличие пыли и плесневых грибов
ОЖ3	Открытые площадки в районах типа У и УХЛ	+50	—50	≤ 100 % при 25 °С с конденса- цией влаги	Солнечная радиация 1125 Вт/м², интенсив- ность дождя до 3 мм/мин, пыль

Хранение машин и трансформаторов

В СОБРАННОМ ВИДЕ

Асинхронные машины с фазным ротором и синхронные машины следует хранить на складах группы Л в районах с умеренным климатом и ЖЗ в районах с тропическим климатом.

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором – на складах группы С и ЖЗ

Машины постоянного тока – Л и ЖЗ

В РАЗОБРАННОМ ВИДЕ

Статоры крупных машин переменного тока, магнитные системы крупных машин постоянного тока, кожухи, щиты, вентиляторы, маховики хранят на складах группы С и ЖЗ

Стояковые подшипники, роторы крупных электрических машин, аппараты и щиты управления – на складах группы Л и ЖЗ.

Фундаментные плиты - Ж2 и ОЖ2

Трансформаторы

Силовые и трансформаторы тока хранят под навесом группа ОЖ4 в собственных кожухах, залитые маслом.

Комплекующая аппаратура, крепеж, спец. инструмент, сухие вводы напряжением 6...35 кв хранят в заводской упаковке, в сухом закрытом помещении (группа ЖЗ)

Маслонаполненные вводы хранят в вертикальном положении. Следить за утечками масла!

Оборудование маслоохладителей – группа ОЖ4. Охладители и термосифонные фильтры должны иметь заглушки на фланцах.– на складах группы Л и ЖЗ.

Фундаментные плиты - Ж2 и ОЖ2

СРОКИ ХРАНЕНИЯ ДОЛЖНЫ БЫТЬ СВЕДЕНЫ К МИНИМУМУ

Конструктивное исполнение электрических машин

Определяется способами защиты от воздействия окружающей среды, охлаждения, монтажа

Способ защиты от воздействия окружающей среды

Установлено 10 климатических исполнений

У – для умеренного климата, УХЛ – умеренный и холодный климат,

ТВ, ТС – тропический влажный и тропический сухой,

М, ТМ - умеренно-холодный и тропический морской климат,

Т- все районы на суше, имеющие тропический климат,

О – все районы на суше

ОМ – все районы на море

В – все районы на море и суше

Температура воздуха при эксплуатации, °С

Исполнение	Категория размещения	Верхнее	Нижнее
У	1, 2, 3 5	+40/+45 +35	-45/-50 -5
УХЛ	1, 2, 3 5	+40/+45 +35	-60/-70 -10
Т, ТС	1, 2, 3 5	+50/+60 +35	-10 +1
О	1, 2 5	+50/+60 +35	-60/-70 -10
М	1, 2, 3, 5	+40/+45	-40
ОМ	1, 2, 3, 5	+45	-40
В	1, 2, 3 5	+50/+60 +45	-60/-70 -40

Примечание. В числителе указано рабочее значение температуры, а в знаменателе — предельное рабочее.

Категории размещения оборудования ГОСТ 15150-69

Укрупненные категории		Дополнительные категории	
Характеристика	Обозначение	Характеристика	Обозначение (по десятичной системе)
Для эксплуатации на открытом воздухе (воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района)	1	Для хранения в процессе эксплуатации в помещениях категории 4 и работы как в условиях категории 4, так и (кратковременно) в других условиях, в том числе на открытом воздухе	1.1
Для эксплуатации под навесом или в помещениях (объемах), где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, например, в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в оболочке комплектного изделия категории 1 (отсутствие прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков)	2	Для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий категорий 1; 1.1; 2, конструкция которых исключает возможность конденсации влаги на встроенных элементах (например, внутри радиоэлектронной аппаратуры)	2.1
Для эксплуатации в закрытых помещениях (объемах) с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, например, в металлических с теплоизоляцией, каменных, бетонных, деревянных помещениях (отсутствие воздействия атмосферных осадков, прямого солнечного излучения; существенное уменьшение ветра; существенное уменьшение или отсутствие воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги)	3	Для эксплуатации в нерегулярно отапливаемых помещениях (объемах)	3.1
Для эксплуатации в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных		Для эксплуатации в помещениях с кондиционированным или частично кондиционированным воздухом	4.1
и других, в том числе хорошо вентилируемых подземных помещений (отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги)	4	Для эксплуатации в лабораторных, капитальных жилых и других подобного типа помещениях	4.2
Для эксплуатации в помещениях (объемах) с повышенной влажностью (например, в неотапливаемых и невентилируемых подземных помещениях, в том числе шахтах, подвалах, в почве, в таких судовых, корабельных и других помещениях, в которых возможно длительное наличие воды или частая конденсация влаги на стенах и потолке, в частности, в некоторых трюмах, в некоторых цехах текстильных, гидрометаллургических производств и т.п.).	5	Для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий категорий 5, конструкция которых исключает возможность конденсации влаги на встроенных элементах (например, внутри радиоэлектронной аппаратуры)	5.1

Конструктивное исполнение электрических машин

Содержание пыли и коррозионно-активных агентов

Тип атмосферы		Содержание коррозионно-активных агентов
Обозначение	Наименование	
I	Условно-чистая	Сернистый газ не более $20 \text{ мг/м}^2 \times \text{сут.}$ (не более $0,025 \text{ мг/м}^3$); хлориды- менее $0,3 \text{ мг/м}^2 \times \text{сут.}$
II	Промышленная	Сернистый газ от 20 до $250 \text{ мг/м}^2 \times \text{сут.}$ (от $0,025$ до $0,31 \text{ мг/м}^3$); хлориды- менее $0,3 \text{ мг/м}^2 \times \text{сут.}$
III	Морская	Сернистый газ не более $20 \text{ мг/м}^2 \times \text{сут.}$ (не более $0,025 \text{ мг/м}^3$); хлориды-от 30 до $300 \text{ мг/м}^2 \times \text{сут.}$
IV	Приморско-промышленная	Сернистый газ от 20 до $250 \text{ мг/м}^2 \times \text{сут.}$ (от $0,025$ до $0,31 \text{ мг/м}^3$); хлориды-от $0,3$ до $30 \text{ мг/м}^2 \times \text{сут.}$

Оборудование исполнений У, УХЛ, ТВ, ТС, Т предназначено для работы в окружающей среде категории I и II,

О - категории IV

ОМ – категории III

В – категории III и IV

Классификация по степени защиты

Степень защиты обслуживающего персонала от соприкосновения с токоведущими и вращающимися частями. Защита от попадания внутрь посторонних предметов и воды. ГОСТ 14254-80 вводит градацию степеней защиты IP XX (international protecting) IP XX

первая цифра – степень защиты от проникновения твердых тел в машину.

0 – открытое исполнение

1- защита от проникновения твердых тел размером свыше 50мм

2- защита от проникновения твердых тел размером свыше 12мм

3- защита от проникновения твердых тел размером свыше 2,5мм

4- защита от попадания внутрь проволоки или твердых тел размером свыше 1мм

5- ограничено попадание пыли

6-проникновение пыли полностью предотвращено

Вторая цифра – степень защиты от проникновения воды

0 – защита отсутствует

1- защита от вертикально падающих капель воды

2- защита от капель воды при наклоне корпуса до 15°

3- защита от капель дождя, падающих под углом до 60° к вертикали

4- защита брызг, летящих на оболочку с любого направления

5- защита от водяных струй с любого направления

6-защита от морских волн

7-защита при погружении в воду

8-защита при длительном погружении в воду

IP22 — машина, защищенная от попадания твердых тел размером более 12 мм и от капель воды (защищенная машина);

IP23 — машина, защищенная от попадания твердых тел размером более 12 мм и от дождя (защищенная машина);

IP44 — машина, защищенная от попадания твердых тел размером более 1 мм и от водяных брызг (закрытая машина).

Классификация электрических машин по способу охлаждения

По способу охлаждения. ГОСТ 20459-75 вводит градацию способов охлаждения IC (international cooling) IC XX X

Условные обозначения устройства цепи (первая цифра):

- 0 — свободная циркуляция;
- 1 — охлаждение с помощью подводящей трубы;
- 3 — охлаждение с помощью подводящей и отводящей труб;
- 4 — охлаждение с помощью наружной поверхности машины;
- 5 — охлаждение с помощью встроенного охладителя (с использованием окружающей среды);
- 6 — охлаждение с помощью пристроенного охладителя (с использованием окружающей среды).

Условные обозначения способа передвижения хладагента (вторая цифра):

- 0 — свободная конвекция;
- 1 — самовентиляция;
- 3 — перемещение хладагента с помощью пристроенного зависимого устройства;
- 5 — перемещение хладагента с помощью встроенного независимого устройства;
- 6 — перемещение хладагента с помощью пристроенного независимого устройства;
- 7 — перемещение хладагента с помощью отдельного и независимого устройства.

Если машина имеет две или более цепей охлаждения, то в обозначении указывают характеристики всех цепей охлаждения, начиная с характеристики цепи со вторичным хладагентом (с более низкой температурой). Чаще применяют следующие способы охлаждения, обозначения которых будут использованы в книге:

Способы охлаждения:

IC01 — защищенная машина с самовентиляцией; вентилятор расположен на валу машины;

IC0141 — закрытая машина, обдуваемая наружным вентилятором, расположенным на валу машины;

IC0641 — закрытая машина, обдуваемая наружным пристроенным вентилятором с приводным электродвигателем, установленным на машине и питаемым независимо от охлаждаемой машины;

IC0041 — закрытая машина с естественным охлаждением;

Третья цифра означает тип хладагента А — воздух, N — азот, H — водород, C- углекислый газ, F — фреон, W — вода.
V — трансформаторное масло, Kr — керосин
При охлаждении воздухом третья цифра не пишется.

Классификация трансформаторов по способу охлаждения

Согласно ГОСТ 11667-85 различают следующие системы охлаждения трансформаторов

Вид системы охлаждения трансформатора	Условное обозначение вида системы охлаждения
Сухие трансформаторы	
Естественное воздушное при открытом исполнении	С
Естественное воздушное при защищенном исполнении	СЗ
Естественное воздушное при герметичном исполнении	СТ
Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха	СД
Масляные трансформаторы	
Естественная циркуляция воздуха и масла	М
Принудительная циркуляция воздуха и естественная циркуляция масла	Д
Естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла с ненаправленным потоком масла	МЦ
Естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла с направленным потоком масла	НМЦ
Принудительная циркуляция воздуха и масла с ненаправленным потоком масла	ДЦ
Принудительная циркуляция воздуха и масла с направленным потоком масла	НДЦ
Принудительная циркуляция воды и масла с ненаправленным потоком масла	Ц
Принудительная циркуляция воды и масла с направленным потоком масла	НЦ
Трансформаторы с негорючим жидким диэлектриком	
Естественное охлаждение негорючим жидким диэлектриком	Н
Охлаждение негорючим жидким диэлектриком с принудительной циркуляцией воздуха	НД
Охлаждение негорючим жидким диэлектриком с принудительной циркуляцией воздуха и с направленным потоком жидкого диэлектрика	ННД

Соответствие условных обозначений видов систем охлаждения,
принятых СССР, СЭВ и МЭК

Условное обозначение вида охлаждения		Условное обозначение вида охлаждения	
принятое СССР	принятое СЭВ и МЭК	принятое СССР	принятое СЭВ и МЭК
С	AN	ДЦ	OFAF
СЗ и СТ	ANAN	НДЦ	ODAF
СД	ANAF	Ц	OFWF
М	ONAN	НЦ	ODWF
Д	ONAF	Н	LNAF
МЦ	OFAN	НД	LNAF
НМЦ	ODAN	ННД	LFAF

Классификация по способу монтажа

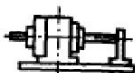
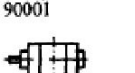
ГОСТ 2479-79* IM international mounting. IM X X X X .

Первая цифра - группа конструктивного исполнения (1-9)

вторая и третья цифры означают способ монтажа и направление конца вала

четвертая — исполнение конца вала.

Группа исполнения	Конструктивное исполнение	Обозначение
IM1 Машины на лапах с подшипниковыми щитами	С двумя подшипниковыми щитами, на лапах, вал горизонтальный с цилиндрическим концом	IM 1001 
	То же, вал вертикальный с цилиндрическим концом, направленным вниз	IM 1011 
IM2 Машины на лапах с подшипниковыми щитами, с фланцем на подшипниковом щите (или щитах)	На лапах, с фланцем на одном подшипниковом щите, доступным с обратной стороны, вал горизонтальный с цилиндрическим концом	IM 2001 
	На лапах, с фланцем на одном подшипниковом щите, недоступным с обратной стороны, вал вертикальный с цилиндрическим концом, направленным вверх	IM 2131 
IM3 Машины без лап, с подшипниковыми щитами, с фланцем на одном подшипниковом щите (или щитах)	С двумя подшипниковыми щитами, с фланцем на стороне D, доступным с обратной стороны, вал горизонтальный с цилиндрическим концом	IM 3001 
	С двумя подшипниковыми щитами, с фланцами, доступными с обратной стороны на обоих подшипниковых щитах, вал вертикальный с цилиндрическим концом	IM 3912 
IM4 Машины без лап с фланцем на станине	С двумя подшипниковыми щитами, с фланцем на стороне D, доступным с обратной стороны, вал горизонтальный с цилиндрическим концом	IM 4001 
	С одним подшипниковым щитом, с фланцем на стороне N, доступным с обратной стороны, вал вертикальный с цилиндрическим концом, направленным вверх	IM 4731 
	С одной станиной на лапах, с ротором, без вала	IM 5410 
IM5 Машины без подшипниковых щитов	Без станины с ротором и горизонтальным валом с цилиндрическим концом	IM 5001 
IM6 Машины с подшипниковыми щитами и стоячковыми подшипниками	На лапах с двумя подшипниковыми щитами, с одним стоячковым подшипником на стороне D, без фундаментальной плиты	IM 6000 

Группа исполнения	Конструктивное исполнение	Обозначение
IM7 Машины со стоячковыми подшипниками (без подшипниковых щитов)	Со станиной на лапах, с фундаментной плитой, с одним стоячковым подшипником на стороне N, с одним подшипниковым щитом	IM 6211 
	Без фундаментной или опорной плиты, станина на лапах, с одним стоячковым подшипником	IM 7001 
IM8 Машины с вертикальным валом, расположенными под ротором, с валом, без маховика	С фундаментной плитой на приподнятых лапах, с двумя стоячковыми подшипниками	IM 7610 
	С подпятником и направляющим подшипником, расположенными под ротором, с валом, без маховика	IM 8201 
IM9 Машины специального исполнения по способу монтажа	С подпятником и направляющим подшипником, расположенными под ротором, с валом, без маховика	IM 8411 
	Встраиваемое исполнение с цилиндрической станиной (или без станины), с двумя подшипниковыми щитами, вал горизонтальный с цилиндрическим концом	IM 90001 
	С двумя подшипниковыми щитами на лапах в горизонтальной плоскости, вал вертикальный с цилиндрическим концом	IM 9631 

Примечание. Под стороной вала *D* понимается сторона, обращенная к приводному механизму для двигателей, а для генераторов — сторона, обращенная к турбине или дизелю. При двух концах вала *D* — сторона вала с концом большего размера, а при равных диаметрах для машин на лапах с коробкой выводов, расположенных не сверху, — сторона, с которой коробка выводов видна справа, *N* — сторона вала, противоположная *D*.

Техническое обслуживание электрических машин

ЦЕЛЬ – обеспечение надежной работы, исключающей поломки и отказы оборудования

Обслуживание электрических машин во время эксплуатации включает в себя регулярные осмотры и технические мероприятия в соответствии с мероприятиями завода- изготовителя, проводимые по специальному графику и программе.

В состав ТО включаются также ремонты, различающиеся по объему. Как правило графики ТО согласовывают с графиками работы оборудования, т.к. ТО проводится на неработающем оборудовании при снятом напряжении.

Электрическое оборудование делится на основное и вспомогательное.

Основное оборудование- оборудование без которого невозможно выполнение технологического процесса.

Вспомогательное оборудование служит для улучшения условий труда и и повышения его производительности. Его отказ не приводит к перерыву технического процесса

ВИДЫ ТО

1. Практически без обслуживания. Не трогай, пока работает
2. Планово-предупредительные ремонты. Проводят по графику.
3. Обслуживание и ремонт по мере необходимости. Требуется наличия систем диагностики, контроля режимов работы оборудования и условий окружающей среды. На основе полученной информации с помощью математических моделей надежности рассчитывают вероятность отказа и принимают решение о необходимости выполнения ремонта

Критерии выбора электродвигателей и трансформаторов

Процедура выбора электродвигателей состоит в удовлетворении ряда требований потребителя и сводится к перебору возможных вариантов, в том числе: по роду тока, условиям пуска, конструктивному исполнению, уровню вибрации и шума, мощности и режиму работы.

ВЫБОР ПО РОДУ ТОКА

Двигатели постоянного тока применяются лишь в тех случаях, когда двигатели переменного тока не обеспечивают требуемых характеристик механизма, либо не экономичны.

Синхронные двигатели целесообразно применить для механизмов с продолжительным режимом работы, с редкими включениями и малыми нагрузками при пуске. Напряжение двигателя должно соответствовать номинальному напряжению сети.

Асинхронные двигатели являются наиболее дешевыми и надежными в эксплуатации машинами переменного тока. В ряде случаев вместо машины постоянного тока следует рассмотреть возможность применения частотно-управляемого асинхронного двигателя с преобразователем частоты. Особенно если питание ДПТ осуществляется с помощью AC/DC преобразователя. В настоящее время стоимость и сроки поставки частотно-регулируемых приводов переменного тока существенно выше, чем постоянного тока.

Двигатели должны обеспечивать номинальную мощность при заданном диапазоне отклонения напряжения от номинального. Знание этого диапазона особенно необходимо при выборе двигателей, работающих в автономных сетях, где мощность нагрузки сопоставима с мощностью сети и становятся возможными просадки напряжения при пуске.

Критерии выбора электродвигателей и трансформаторов

ВЫБОР ПО УСЛОВИЯМ ПУСКА

В зависимости от условий пуска возможно применение двигателей либо основного исполнения, либо его модификаций. Например, основное исполнение асинхронных двигателей серии 4А - двигатели 4А, 4АН с короткозамкнутой обмоткой ротора - применяют при легких условиях пуска (небольшой момент инерции механизма и момент сопротивления) и при небольшом количестве пусков (не более двух в час). При тяжелых условиях пуска следует применять модификацию двигателей с повышенным пусковым моментом типа 4АР, для частых пусков и реверсов при большом моменте инерции механизма предназначена модификация с повышенным скольжением типа 4АС. Для двух последних случаев могут применяться и двигатели с фазным ротором типа 4АК и 4АКН. В особых случаях следует рассмотреть вопрос о применении частотно-управляемых машин с векторным управлением или системами прямого управления моментом.

ВЫБОР ПО КОНСТРУКТИВНОМУ ИСПОЛНЕНИЮ

На характер размещения машины влияют ее исполнение по способу защиты и условия окружающей среды в месте ее установки. Так, электрические машины, устанавливаемые в помещениях, имеют исполнение IP00 или IP20, при установке на открытом воздухе - не менее IP44, при установке в сырых или особо сырых местах - не менее IP43 и соответствующую изоляцию.

В пожароопасных и взрывоопасных зонах любого класса могут применяться электрические машины с напряжением до 10 кВ при условии, что их оболочки имеют степень защиты не менее IP44. Для взрывоопасных зон также могут применяться электрические машины с напряжением до 10 кВ, если уровень их защиты не менее IP44 или IP54 со взрывобезопасной оболочкой или без таковой.

Выбор способа охлаждения зависит в основном от категории размещения, условий окружающей среды и класса нагревостойкости изоляции машины.

При выборе двигателя необходимо, чтобы его рабочее положение (горизонтальное, вертикальное, наклонное), способ крепления (к фундаменту, к производственному механизму и др.), исполнение выходного конца вала и их количество соответствовали одному из нормированных исполнений

Критерии выбора электродвигателей и трансформаторов

ВЫБОР ПО УРОВНЮ ШУМА И ВИБРАЦИЙ

Электрические машины разбиты на пять классов по уровню шума и на семь по уровню вибрации. На предельные уровни вибрации и шума накладывают ограничения режимы работы производственных механизмов и условия труда работающих на них людей. Так, повышенный уровень вибрации снижает класс точности станочного оборудования, а повышенный уровень шума снижает производительность труда.

ВЫБОР ПО МОЩНОСТИ И РЕЖИМУ РАБОТЫ

Работа в неноминальных режимах как правило, ведет к ухудшению энергетических показателей, т.е. к повышенному потреблению электрической энергии при одинаковой полезной работе. Опасной для двигателя является перегрузка, так как при этом температура его частей может превысить допустимую, что приведет к его преждевременному выходу из строя. Поэтому одним из основных критериев выбора двигателя по мощности является температура (превышение температуры) обмоток. Судить о температуре отдельных частей двигателя при известном характере процесса их нагрева позволяет его график нагрузки, по которой определяются отдельные потери. Такой подход позволяет так выбрать двигатель, чтобы максимальная температура обмоток не превышала длительно допустимую. Вторым условием выбора является обеспечение устойчивой работы двигателя в периоды максимальной нагрузки или аварийного снижения напряжения.

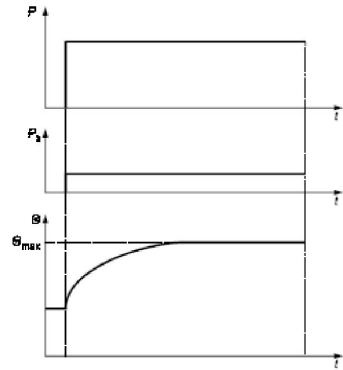
Для правильного выбора двигателя необходимо предварительно знать точную зависимость нагрузки от времени, на базе которой можно рассчитать потери в его отдельных частях. Для этого выполняют поверочный электромагнитный и тепловой расчеты двигателя.

В соответствии с ГОСТ 52776-2007 установлено 10 типовых режимов работы двигателей S1... S10. Данные о расчетном номинальном режиме работы имеются на табличке и в паспорте двигателя. При необходимости использования двигателя на другой расчетный режим работы следует провести проверку выбора по мощности в последовательности, изложенной ранее. Подробно методика выбора двигателей по мощности рассматривается в курсе электропривода и в соответствующих учебниках и справочниках.

Типовые режимы работы по ГОСТ52776-2007

4.2.1 Типовой режим S1 — продолжительный режим

Режим работы электрических машин с постоянной нагрузкой и продолжительностью, достаточной для достижения практически установившегося теплового состояния (рисунок 1). Условное обозначение режима — S1.



P — нагрузка; $P_{\text{э}}$ — электрические потери; θ — температура; $\theta_{\text{макс}}$ — достигнутая максимальная температура; t — время

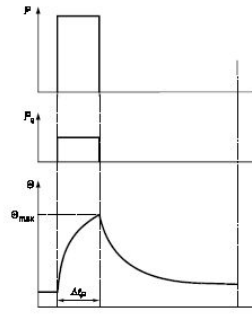
Рисунок 1

4.2.2 Типовой режим S2 — кратковременный режим

Режим работы при постоянной нагрузке в течение определенного времени, недостаточного для достижения практически установившегося теплового состояния, за которым следует состояние покоя длительностью, достаточной для того, чтобы температура машины сравнялась с температурой охлаждающей среды (вентиля) с точностью до 2 К (рисунок 2).

Условное обозначение режима — S2, за которым следует указание длительности и периода нагрузки.

Пример — S2 60 мин.



P — нагрузка; $P_{\text{э}}$ — электрические потери; θ — температура; $\theta_{\text{макс}}$ — достигнутая максимальная температура; t — время; $\Delta\theta_{\text{охла}}$ — температура охлаждающей среды

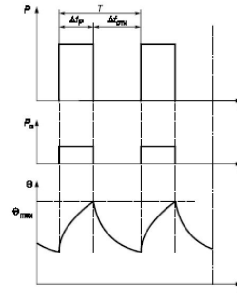
Рисунок 2

4.2.3 Типовой режим S3 — повторно-кратковременный периодический режим

Последовательность одинаковых рабочих циклов, каждый из которых включает в себя время работы при постоянной нагрузке и время покоя (рисунок 3). В этом режиме цикл работы таков, что пусковой ток не оказывает существенного влияния на повышение температуры.

Условное обозначение режима — S3, далее следует коэффициент циклической продолжительности включения.

Пример — S3 25 %.



P — нагрузка; $P_{\text{э}}$ — электрические потери; θ — температура; $\theta_{\text{макс}}$ — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время работы с постоянной нагрузкой; T — время одного цикла нагрузки; $\Delta t_{\text{ост}}$ — время останова или отключения питания машины. Коэффициент циклической продолжительности включения равен $\Delta t_p/T$.

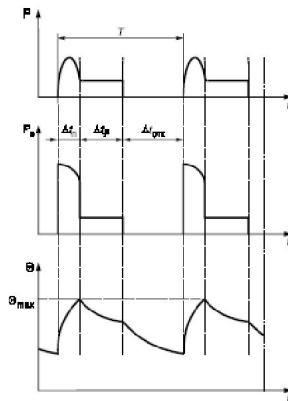
Рисунок 3

4.2.4 Типовой режим S4 — повторно-кратковременный периодический режим с пусками

Последовательность одинаковых рабочих циклов, каждый из которых содержит относительно длинный пуск, время работы с постоянной нагрузкой и время покоя (рисунок 4).

Условное обозначение режима — S4, далее следуют коэффициент циклической продолжительности включения, момент инерции двигателя J_d и момент инерции нагрузки $J_{\text{нагр}}$, причем оба момента отнесены к валу двигателя.

Пример — S4 25 % $J_d = 0,15 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ $J_{\text{нагр}} = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.



P — нагрузка; $P_{\text{э}}$ — электрические потери; θ — температура; $\theta_{\text{макс}}$ — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время работы с постоянной нагрузкой; T — время одного цикла нагрузки; $\Delta t_{\text{ост}}$ — время останова или отключения питания машины; $\Delta t_{\text{пуск}}$ — время пуска (разгона). Коэффициент циклической продолжительности включения равен $(\Delta t_p + \Delta t_{\text{ост}})/T$.

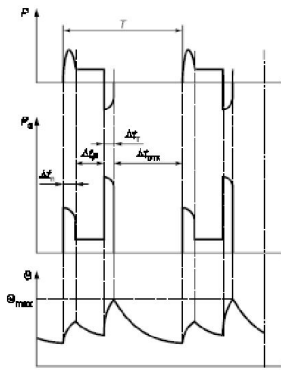
Рисунок 4

4.2.5 Типовой режим S5 — повторно-кратковременный периодический режим с электрическим торможением

Последовательность одинаковых рабочих циклов, каждый из которых состоит из времени пуска, времени работы с постоянной нагрузкой, времени электрического торможения и времени покоя (рисунок 5). Условное обозначение режима — S5, далее следуют коэффициент циклической продолжительности включения, момент инерции двигателя J_d и момент инерции нагрузки $J_{\text{нагр}}$, причем оба момента отнесены к валу двигателя.

Пример — S5 25 %; $J_d = 0,15 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $J_{\text{нагр}} = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Примечание — Для режимов S4, S5 рекомендуемое число пусков в час составляет 30, 60, 120, 240, если иное не оговорено в стандартах или технических условиях.



P — нагрузка; $P_{\text{э}}$ — электрические потери; θ — температура; $\theta_{\text{макс}}$ — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время работы с постоянной нагрузкой; T — время одного цикла нагрузки; $\Delta t_{\text{ост}}$ — время останова или отключения питания машины; $\Delta t_{\text{пуск}}$ — время пуска (разгона); $\Delta t_{\text{торм}}$ — время электрического торможения. Коэффициент циклической продолжительности включения равен $(\Delta t_p + \Delta t_{\text{ост}} + \Delta t_{\text{торм}})/T$.

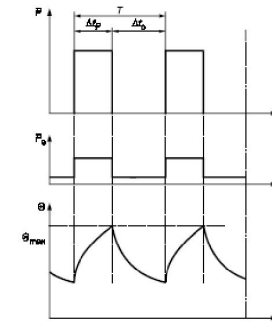
Рисунок 5

4.2.6 Типовой режим S6 — непрерывный периодический режим с кратковременной нагрузкой

Последовательность одинаковых рабочих циклов, каждый из которых состоит из времени работы при постоянной нагрузке и времени работы на холостом ходу. Времени покоя отсутствуют (рисунок 6).

Условное обозначение режима — S6, далее следует коэффициент циклической продолжительности включения.

Пример — S6 40 %.



P — нагрузка; $P_{\text{э}}$ — электрические потери; θ — температура; $\theta_{\text{макс}}$ — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время работы с постоянной нагрузкой; T — время одного цикла нагрузки; $\Delta t_{\text{ост}}$ — время останова или отключения питания машины. Коэффициент циклической продолжительности включения равен $\Delta t_p/T$.

Рисунок 6

Типовые режимы работы по ГОСТ52776-2007

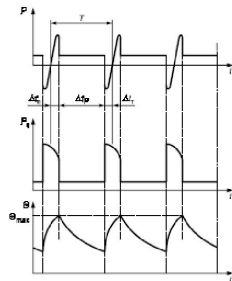
4.2.7 Типовой режим S7 — непрерывный периодический режим с электрическим торможением

Последовательность одинаковых рабочих циклов, каждый из которых состоит из времени пуска, времени работы при постоянной нагрузке и времени электрического торможения. Время покоя отсутствует (рисунок 7).

Условное обозначение режима — S7, далее следуют моменты инерции двигателя J_d и момент инерции нагрузки $J_{нап}$, которые относятся к валу двигателя.

Пример — S7: $J_d = 0,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $J_{нап} = 7,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Примечание — Для режима S7 рекомендуемое число пусков в час составляет 30, 60, 120, 240, если иное не оговорено в стандартах или технических условиях.



P — нагрузка; $P_{эл}$ — электрические потери; θ — температура; $\theta_{макс}$ — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время пуска; Δt_r — время работы с постоянной нагрузкой; Δt_t — время одного цикла нагрузки; $\Delta t_{эл}$ — время пуска (разгона); $\Delta t_{эл}$ — время электрического торможения; коэффициент циклической продолжительности включения равен 1.

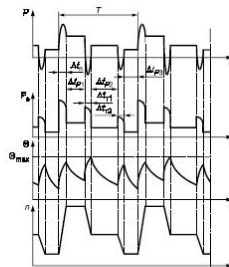
Рисунок 7

4.2.8 Типовой режим S8 — непрерывный периодический режим с взаимозависимыми изменениями нагрузки и частоты вращения

Последовательность одинаковых рабочих циклов, где каждый цикл состоит из времени работы при постоянной нагрузке, соответствующей заданной частоте вращения, за которым следует один или более периодов работы при других постоянных нагрузках, соответствующих различным частотам вращения, что достигается, например, путем изменения числа полюсов в асинхронных двигателях. Время покоя отсутствует (рисунок 8).

Условное обозначение режима — S8, далее следуют моменты инерции двигателя J_d и моменты инерции нагрузки $J_{нап}$, которые относятся к валу двигателя, вместе с нагрузкой и частотой вращения, и коэффициентом циклической продолжительности включения для каждой частоты вращения.

Пример — S8: $J_d = 0,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $J_{нап} = 6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $16 \text{ кВт} 740 \text{ мин}^{-1} - 30\%$; $40 \text{ кВт} 1460 \text{ мин}^{-1} - 30\%$; $25 \text{ кВт} 980 \text{ мин}^{-1} - 40\%$.



P — нагрузка; $P_{эл}$ — электрические потери; θ — температура; $\theta_{макс}$ — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время пуска; Δt_r — время работы с постоянной нагрузкой (P_1, P_2, P_3); T — время одного цикла нагрузки (T1, T2); $\Delta t_{эл}$ — время пуска (разгона); $\Delta t_{эл}$ — время электрического торможения; n — частота вращения.

Коэффициент циклической продолжительности включения равен $(\Delta t_p + \Delta t_r)/T$; $(\Delta t_p + \Delta t_r)/T$; $(\Delta t_p + \Delta t_r)/T$.

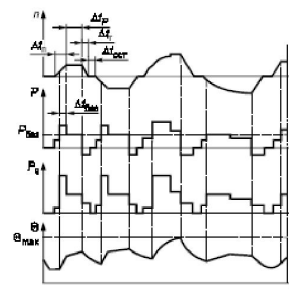
Рисунок 8

4.2.9 Типовой режим S9 — режим с неперiodическими изменениями, нагрузки и частоты вращения

Режим, при котором обычно нагрузка и частота вращения изменяются неперiodически в допустимом рабочем диапазоне. Этот режим часто включает в себя перегрузки, которые могут значительно превышать базовую нагрузку (рисунок 9).

Условное обозначение режима — S9.

Для этого типа режима постоянная нагрузка, выбранная соответствующим образом и основанная на типовом режиме S1, берется как базовая $P_{баз}$ (см. рисунок 9) для определения перегрузки.



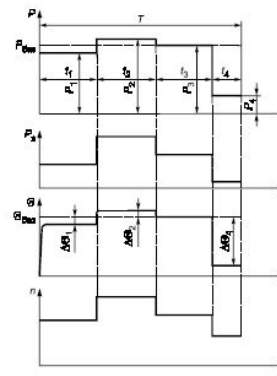
P — нагрузка; $P_{баз}$ — базовая нагрузка; $P_{эл}$ — электрические потери; θ — температура; $\theta_{макс}$ — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время пуска (разгона); $\Delta t_{эл}$ — время электрического торможения; $\Delta t_{ост}$ — время останова или отключения питания машины; $\Delta t_{баз}$ — время работы с базовой нагрузкой; n — частота вращения.

Рисунок 9

Значение ТСС должно быть округлено до ближайшего значения, кратного 0,05. Сведения, разъясняющие смысл этого параметра, и рекомендации по определению его значения даны в приложении Б.

Для этого типового режима постоянная нагрузка, выбранная в соответствии с типовым режимом S1, принимается за базовую ($P_{баз}$ см. на рисунке 10) для дискретных нагрузок.

Примечание — Дискретные нагрузки являются, как правило, эквивалентной нагрузкой, интегрированной за определенный период времени. Нет необходимости, чтобы каждый цикл нагрузки точно повторял предыдущий, однако каждая нагрузка внутри цикла должна поддерживаться достаточное время для достижения установившегося теплового состояния, и каждый нагрузочный цикл должен интегрированно давать ту же вероятность относительного ожидаемого термического срока службы изоляции машины.



P — нагрузка; $P_{баз}$ — базовая нагрузка в соответствии с типовым режимом S1; $P_{эл}$ — электрические потери; θ — температура; $\theta_{макс}$ — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время пуска (разгона); $\Delta t_{эл}$ — время электрического торможения; $\Delta t_{ост}$ — время останова или отключения питания машины; $\Delta t_{баз}$ — время работы с базовой нагрузкой; n — частота вращения.

4.2.10 Типовой режим S10 — режим с дискретными постоянными нагрузками и частотами вращения

Режим, состоящий из ограниченного числа дискретных нагрузок (или эквивалентных нагрузок) и, если возможно, частот вращения, при этом каждая комбинация нагрузки/частоты вращения сохраняется достаточное время для того, чтобы машина достигла практически установившегося теплового состояния (рисунок 10). Минимальная нагрузка в течение рабочего цикла может иметь и нулевое значение (холостой ход, покой или бесковое состояние).

Условное обозначение режима — S10, за которым следуют значения величины $P/\Delta t$ (P — соответствующая нагрузка в долях базовой нагрузки и Δt — ее продолжительность в долях продолжительности полного цикла нагрузки и относительная величина ожидаемого термического срока службы (ТСС) изоляционной системы). Нормативной базовой величиной для оценки ожидаемого термического срока службы изоляции является ожидаемый термический срок службы при номинальной мощности и допуске превышения температуры, соответствующего типовому режиму S1.

Нагрузка для времени холостого хода и обесточенного состояния машины обозначается буквой О.

Выбор числа и мощности трансформаторов

Число силовых повышающих трансформаторов, устанавливаемых на электростанции, определяется числом генераторов: в соответствии с нормами технологического проектирования

Генераторы мощностью 200 МВт и выше присоединяются к распределительному устройству высшего напряжения по блочной схеме — каждый через свой трансформатор и выключатель.

При менее мощных генераторах применяются укрупненные блоки с присоединением двух генераторов к одному трансформатору.

На электростанциях небольшой мощности и ТЭЦ применяют схемы с распределительными устройствами генераторного напряжения, когда число трансформаторов может быть значительно меньше числа генераторов. При наличии на электростанции более двух распределительных устройств необходимо иметь также трансформаторы связи, что приводит к увеличению общего числа трансформаторов. Кроме того, на крупных электростанциях устанавливают мощные трансформаторы собственных нужд.

Мощность повышающих трансформаторов на электростанции должна обеспечивать выдачу в сеть энергосистемы всей активной и реактивной мощности генератора за вычетом нагрузки собственных нужд. Подстанции напряжением 35 кВ и выше выполняются по соображениям надежности с двумя трансформаторами.

На подстанции мощность трансформаторов выбирается из условия, чтобы при отключении наиболее мощных из них оставшиеся в работе трансформаторы обеспечивали питание нагрузки с учетом допустимых перегрузок. На электростанциях и подстанциях напряжением до 500 кВ устанавливаются трехфазные трансформаторы. Только при отсутствии трехфазных трансформаторов необходимой мощности (либо при транспортных ограничениях) применяются группы однофазных трансформаторов или спаренные трехфазные трансформаторы половинной мощности

Монтаж электрических машин и трансформаторов

Нормативные документы:

Строительные нормы и правила (СНиП)

Правила устройства электроустановок (ПУЭ)

Правила Эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭП)

Монтажные чертежи и инструкции заводов – изготовителей.

**ПЕРЕД НАЧАЛОМ МОНТАЖА УБЕДИСЬ В СООТВЕТСТВИИ ИСПОЛНЕНИЯ МАШИНЫ
УСЛОВИЯМ РАЗМЕЩЕНИЯ и ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Организация монтажных работ

1 Инженерная подготовка

Разработка технического проекта

Разработка проектно-сметной документации электрической части монтируемого объекта

Разработка экономического обоснования

Разработка проекта организации работ

Разработка проекта производства работ

Разработка монтажных чертежей, схем, технологических карт

Разработка сетевых графиков хода выполнения работ

Согласование, рассылка, корректировка документации

2. Заготовительные работы в мастерских

3. Подготовительные работы на объекте

4. Электромонтажные работы на объекте

Проверка фундамента

Требования к фундаменту:

Фундамент должен быть достаточно массивным, чтобы воспринимать статические и динамические нагрузки от работающего оборудования, не допуская сдвигов и вибраций при его работе. Строители должны нанести на фундаменты их главные (продольную и поперечную) оси и отметку верхней поверхности фундамента относительно нулевого репера

Перед монтажом оборудования следует проверить готовые фундаменты на их соответствие проектной документации:

- правильность положения фундамента по отношению к отдельным элементам конструкции здания и другим фундаментам
- точность размеров фундамента по основным осям
- Разметка главных осей фундамента продольной AA и поперечной BB

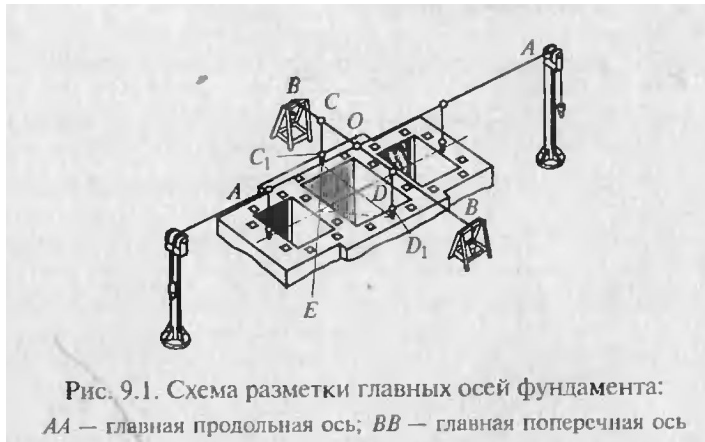


Рис. 9.1. Схема разметки главных осей фундамента:
AA — главная продольная ось; BB — главная поперечная ось

После разметки осей проверяют размеры колодцев под фундаментные болты

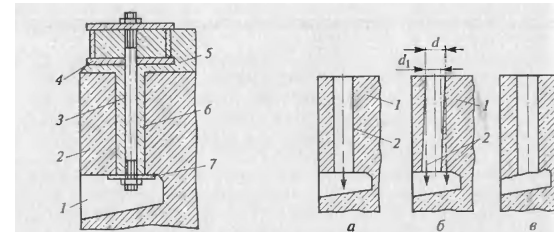


Рис. 9.3. Колодец в фундаменте для установки фундаментных болтов:
1 — ниша; 2 — фундамент; 3 — фундаментный болт; 4 — фундаментная плита; 5 — цементная подливка; 6 — колодец; 7 — анкерная плита

Рис. 9.4. Колодцы под фундаментные болты:
а — правильное выполнение; б и в — неправильное выполнение; 1 — фундамент; 2 — отвесы

Выполняется проверка горизонтальности и высоты фундамента