СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Общие сведения
Условные обозначения
Базовые стандарты

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИСПОЛНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Двигатели имеют исполнения для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным (У), тропическим (Т), умереннохолодным (УХЛ) и холодным (ХЛ) климатом в условиях, определяемых категориями размещения:

1. На открытом воздухе;
2. Под навесом при отсутствии прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков;
3. В закрытых помещениях без искусственного регулирования климатических условий;
4. В закрытых помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями.
5. Для эксплуатации в помещениях (объемах) с повышенной влажностью (например, в неотапливаемых и невентилируемых подземных помещениях, в том числе шахтах).

В таблице 1 приведены значения климатических факторов - температуры и влажности воздуха для перечисленных выше условий, регламентированных ГОСТ 15150.

Вид климатического исполнения	Рабочее значение температуры воздуха при эксплуатации, °С		Относительная влажность воздуха	
	Верхнее значение	Нижнее значение	Среднегодовое значение	Верхнее значение
У1	+40	-40	75% при 15ºС	100% при 25ºС
У2		-45		
У3	+35	-5		98% при 25ºС
У5		-5	80% при 27°С	100% при 35°С
Т2	+50	-10		
Т5	+35	+1		
ХЛ1	+40	-60	85% при -6°С	100% при 25°С
УХЛ1			75% при 15ºС	100% при 25ºС
УХЛ4	+35	+1	60% при 20°С	80% при 25°С

СЕРВИС-ФАКТОР

В соответствии с ГОСТ 31606-2012 электродвигатели основного (базового) исполнения могут иметь сервис-фактор, равный 1,1 или 1,15, т.е. допускать длительную перегрузку на 10 и 15% соответственно при номинальных напряжениях и частоте. При этом превышение температуры обмоток двигателей будет не более допустимого на 10%.

ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ВЫСОТА НАД УРОВНЕМ МОРЯ

Двигатели могут работать длительно при температуре окружающей среды, превышающей максимальную рабочую. В этом случае во избежание недопустимого превышения температуры обмоток отдаваемая двигателем мощность должна быть снижена до следующих значений:

Температура окружающей среды, °С	40	45	50	55	60
Отдаваемая мощность, %	100	96	92	87	82

Двигатели, имеющие сервис-фактор 1,15, допускают длительную эксплуатацию при номинальной мощности и номинальном напряжении при температуре окружающей среды до + 50°С.

В соответствии с ГОСТ IEC 60034-1-2014 двигатели выдерживают 1,5-кратную перегрузку по току в течение 2 минут.

Двигатели предназначены для эксплуатации на высоте до 1000м над уровнем моря. Двигатели могут эксплуатироваться на высоте, превышающей 1000м над уровнем моря, и их отдаваемая мощность должна быть снижена до следующих величин:

Высота над уровнем моря, м	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4300
Отдаваемая мощность, %	100	98	95	92	88	84	80	74

СПОСОБЫ ОХЛАЖДЕНИЯ. КЛАССЫ НАГРЕВОСТОЙКОСТИ ИЗОЛЯЦИИ

Способы охлаждения. Условные обозначения способов охлаждения вращающихся электрических машин установлены ГОСТ Р МЭК 60034-6-2012. Обозначение способов охлаждения машин должно состоять из латинских букв IC (International Cooling) и группы знаков из одной буквы и двух цифр.

Охлаждение – процесс, посредством которого тепло, возникающее в результате потерь в машине, передается первичному хладагенту, увеличивая его температуру. Нагретый первичный хладагент может быть заменен новым хладагентом с более низкой температурой (одноконтурное охлаждение) или охлажден вторичным хладагентом в каком-либо охладителе (двухконтурное охлаждение). Каждую цепь охлаждения обозначают одной буквой и двумя характеристическими цифрами.

Условное обозначение хладагента

Вид хладагента	Наименование хладагента	Условное обозначение хладагента
Газ	Воздух	A
	Водород	H
	Азот	N
	Двуокись углерода	C
	Фреон	Fr
Жидкость	Вода	W
	Масло	U
	Керосин	Kr

Устройство цепи для циркуляции хладагента обозначают первой характеристической цифрой (от 0 до 9), например:

0 - свободная циркуляция (хладагент свободно попадает в машину из окружающей среды и свободно возвращается в эту среду);

1 - вентиляция при помощи входной трубы или входного канала (хладагент попадает в машину не из окружающей среды, а из другого источника через входную трубу или канал и затем свободно возвращается в окружающую среду);

4 - охлаждение внешней поверхности машины с использованием окружающей среды (первичный хладагент циркулирует в замкнутой цепи и отдает свое тепло вторичному хладагенту, которым является окружающая машину среда. Для повышения коэффициента теплопередачи поверхность может быть ребристой).

Способ перемещения хладагента обозначают второй характеристической цифрой (от 0 до 9), например:

0 - свободная конвекция (движение хладагента осуществляется за счет разницы температур, вентилирующее действие ротора незначительно);

1 - самовентиляция (движение хладагента осуществляется либо вследствие вентилирующего действия ротора, либо при помощи специального устройства, смонтированного на валу ротора машины).

Если машина имеет две и более цепи охлаждения, то в обозначении следует указывать характеристики всех цепей охлаждения, начиная с характеристики цепи с вторичным хладагентом (с более низкой температурой).

Если во всех цепях охлаждения машины хладагентом является воздух, то допускается пропуск буквы, обозначающей вид хладагента.

Полное обозначение способов охлаждения электрических машин должно содержать буквы IC и группу знаков из одной (двух) буквы и двух цифр для характеристики каждой цепи охлаждения.

Упрощенное обозначение распространяется на небольшое число наиболее применяемых типов вращающихся машин, охлаждаемых воздухом. В упрощенной системе способ охлаждения обозначают буквами IC с двумя характеристическими цифрами. Первая цифра обозначает устройство системы охлаждения, вторая - способ подвода энергии для циркуляции хладагента. Если подача энергии, необходимой для циркуляции хладагента, соответствует второй характеристической цифре 1 (самовентилирующее устройство, устанавливаемое на валу), то можно проставлять только первую характеристическую цифру.

Примеры обозначений способов охлаждения:

- ICA01 - защищенная машина с самовентиляцией: вентилятор расположен на валу машины. Упрощенное обозначение – IC01 или ICO (опущены обозначение хладагента - воздуха (A) и для случая самовентиляции - вторая характеристическая цифра (1));

- ICA0141 - закрытая машина с ребристой или гладкой станиной, обдуваемая наружным вентилятором, расположенным на валу машины;

- IC0041 - закрытая машина с естественным воздушным охлаждением без наружного вентилятора, тепло передается наружной среде через корпус Цепь с вторичным хладагентом - 00 (свободная циркуляция, свободная конвекция); цепь с первичным хладагентом - 41 (охлаждение внешней поверхности с использованием окружающей среды, самовентиляция внутри корпуса).

СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В соответствии с МЭК 70-1 все электротехнические устройства должны соответствовать определенной степени пыле- и влагозащиты в соответствии с IP (International/Ingress Protection).

Система IP – система классификации степеней защиты оболочки электрооборудования (electrical enclosure equipment) от проникновения твёрдых предметов и воды в соответствии с международным стандартом IEC 60529 (DIN 40050, ГОСТ 14254-96).

Под **степенью защиты** понимается способ защиты, проверяемый стандартными методами испытаний, который обеспечивается оболочкой от доступа к опасным токоведущим механическим частям, попадания внешних твёрдых предметов и (или) воды внутрь оболочки. В рамках системы определены как аспекты безопасности (контакт с токоведущими частями), так и вредные воздействия, влияющие на работу электрооборудования.

Маркировка степени защиты оболочки электрооборудования осуществляется при помощи международного знака защиты (IP) и двух цифр, первая из которых означает защиту от попадания твёрдых предметов, вторая – от проникновения воды (например – IP65). Мини-мальный класс защиты от возможного прикосновения пальцами к токоведущим частям – IP20. Максимальная защита по этой классификации – IP68: пыленепроницаемый прибор, выдерживающий длительное погружение в воду.

Возможные значения кода IP

	IP x0	IP x1	IP x2	IP x3	IP x4	IP x5	IP x6	IP x7	IP x8
IP 0x	IP 00								
IP 1x	IP 10	IP 11	IP 12						
IP 2x	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23					
IP 3x	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34				
IP 4x	IP 40	IP 41	IP 42	IP43	IP 44				
IP 5x	IP 50				IP 54	IP 55			
IP 6x	IP 60					IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

Возможно существование только приведенных выше комбинаций, т.к. увеличение одного из показателей защиты ведет к повышению другого (например, изделие, которое может быть временно погружено в воду, естественно, защищено достаточно, чтобы полностью не пропускать пыль, поэтому существование степени защиты, например, IP27 невозможно).

Таблица значений степеней защиты IP (пылевлагозащищенность).

Первая цифра	Краткое описание	Определение
От соприкосновения и попадания твердых посторонних сил		
0	Защита отсутствует	Специальная защита отсутствует
1	Защита от твердых тел размером >50 мм	Защита от проникновения внутрь оболочки большого участка поверхности человеческого тела, например, руки, и твердых тел размером >50 мм
2	Защита от твердых тел размером >12 мм	Защита от проникновения внутрь оболочки пальцев или предметов длиной более 80 мм и твердых тел размером >12 мм
3	Зашита от твердых тел размером >2,5 мм	Защита от проникновения внутрь оболочки инструментов, проволоки и т. д. диаметром или толщиной >2,5 мм и твердых тел размером >2,5 мм
4	Защита от твердых тел размером >1 мм	Защита от проникновения внутрь оболочки проволоки и твердых тел размером >1 мм
5	Защита от пыли	Проникновение внутрь оболочки пыли не предотвращено полностью. Однако пыль не может проникать в количестве, достаточном для нарушения работы изделия
6	Пыленепроницаемость	Проникновение пыли предотвращено полностью

От проникновения воды		
0	Защита отсутствует	Специальная защита отсутствует
1	Защита от капель воды	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие
2	Защита от капель воды при наклоне до 15°	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие при наклоне его оболочки на любой угол до 15°относительно нормального положения
3	Защита от дождя	Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали, не должен оказывать вредного воздействия на изделие
4	Защита от брызг	Вода, разбрызгиваемая на оболочку в любом направлении, не должна оказывать вредного воздействия на изделие
5	Защита от водяных струй	Струя воды, выбрасываемая в любом направлении на оболочку, не должна оказывать вредного воздействия на изделие
6	Защита от волн воды	Вода при волнении не должна попадать внутрь оболочки в количестве, достаточном для повреждения изделия
7	Защита при погружении в воду	Вода не должна проникать в оболочку, погруженную в воду, при определенных условиях давления и времени в количестве, достаточном для повреждения изделия
8	Защита при длительном погружении в воду	Изделия пригодны для длительного погружения в вод

ВИД И УРОВЕНЬ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ

Вид и принцип взрывозащиты	Маркировка	Схема	Основное применение	Стандарт	Зона
Взрывонепроницаемая оболочка. Распространение взрывов во внешнюю среду исключено	Ex d		Клеммные и соединительные коробки, коммутирующие приборы, светильники, посты управления, распределительные устройства, пускатели, электродвигатели, нагревательные элементы, шкафы управления, IT оборудование. Оборудование предназначено для категории взрывоопасной смеси I для работы в шахтах и рудниках, где имеется опасность взрыва рудничного метана и смеси II для работы в условиях возможного образования промышленных взрывоопасных смесей газов и пыли (по последней классификации категория III - для пыли). Оборудование для группы II разделяется на три подгруппы: IIA, IIB, IIC.	ГОСТ 30852.1-2002 ГОСТ IEC 60079-1-2011	Зона 1, Зона 2
Защита вида е. Исключение искры или повышенной температуры, дуговых разрядов	Ex e		Клеммные и соединительные коробки, светильники, посты управления, распределительные устройства, нагревательные элементы	ГОСТ 30852.8-2002 ГОСТ 31610.7-2012	Зона 1 частично), Зона 2
Искробезопасная электрическая цепь. Ограничение энергии Искры или повышенной температуры	Ex ia Ex ib Ex ic		Измерительная и регулирующая техника, техника связи, датчики, приводы, аккумуляторные фонари. Оборудование предназначено для категории взрывоопасной смеси I для работы в шахтах и рудниках, где имеется опасность взрыва рудничного метана и смеси II для работы в условиях возможного образования промышленных взрывоопасных смесей газов и пыли (по последней классификации категория III - для пыли). Оборудование с маркировкой ia, ib, ic, для группы II разделяется на три подгруппы: IIA, IIB, IIC	ГОСТ 30852.10-2002 ГОСТ 31610.10-2012 ГОСТ РМЗК 60079-11-2010	Зона 0 – ia Зона 1 0 ia, ib Зона 2 – ia, ib, ic
Заполнение или продувка. Ex – атмосфера изолирована от источника возгорания	Ex p		Сильноточные распределительные шкафы, высоко интегрированное IT оборудование, анализаторные приборы, сверхмощные электродвигатели. Подразделяется на три вида: px, py, pz	ГОСТ 30852.3-2002 ГОСТ IEC 60079-2-2011	Зона 1, Зона 2

МАРКИРОВКА ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ СРЕД

Группы электрооборудования		Уровень взрывозащиты	Зона класса	
I	Оборудование, предназначенное для применения в подземных выработках шахт, рудников и в их наземных строениях, опасных по рудничному газу и/ или горючей пыли	**РО** Рудничное особовзрывобезопасное электрооборудование	0	Зона, в которой взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени
		РВ Рудничное взрывобезопасное электрооборудование	1	Зона, в которой существует вероятность присутствия взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации
		РП Рудничное электрооборудование повышенной надежности против взрыва	2	Зона, в которой маловероятно присутствие взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации, а если она возникает, то редко, и существует непродолжительное время
II или III	Оборудование для внутренней и наружной установки, предназначенное для потенциально взрывоопасных сред, кроме подземных выработок шахт и рудников и их наземных строений, опасных по рудничному газу и/или пыли. (Оборудование, предназначенное для применения во взрывоопасных пылевых средах, категория смеси -III по пыли)	**0** Особовзрывобезопасное электрооборудование	0	Зона, в которой взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени
			20	Зона, в которой взрывоопасная среда в виде облака горючей пыли в воздухе присутствует постоянно, часто или в течение длительного времени
		1 Взрывобезопасное электрооборудование	1	Зона, в которой существует вероятность присутствия взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации
			21	Зона, в которой время от времени вероятно появление взрывоопасной среды в виде облака горючей пыли в воздухе при нормальном режиме эксплуатации
		2 Электрооборудование повышенной надежности против взрыва	2	Зона, в которой маловероятно присутствие взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации, а если она возникает, то редко, и существует непродолжительное время
			22	Зона, в которой маловероятно появление взрывоопасной среды в виде облака горючей пыли в воздухе при нормальном режиме эксплуатации, но если горючая

Группа III			Группа смеси	Max допустимая температура оборудования	Температура само-воспламенения	Группа II			Группа I	
						Подгруппа НА	Подгруппа ИВ	Подгруппа НС	Руд-ничный газ, угольная пыль	1°С самовоспламенения
						Энергия поджига атмосферы (мкДж)				
Облако	tA°C	Слой				Более 180	60-180	Менее 60		
Сажа, ПВХ, алюминий, фенолоальдегидный полимер, зерновая пыль, сахар, мука, крахмал	>450	Сажа, сахар, ПВХ, алюминий, фенолоальдегидный полимер	T1	до 450	>450	Аммиак, ацетон, бензол, 1,2-дихлорпропан, дихлорэтан, диэтиламин, доменный газ, изобутан, метан (промышленный, с содержанием водорода в 75 раз больше, чем в рудничном метане), пропан, растворители, сольвент нефтяной, спирт диацетоновый, хлорбензол, этан	Коксовый газ, синильная кислота, углерод оксид насыщенный, водород цианид	Водород, водяной газ, светильный газ, водород 75% + азот 25%	Метан (рудничный газ)	>450
	435	Крахмал								
Метил-целлюлоза, полиэтилен	420									
Угольная пыль	380									
	340	Мука	T2	до 300	>300	Алкил бензол, амилацетат, бензин Б95/130, бутан, растворители, дихлорэтан, нефть, этилбензол	Диэтилен, 4,4-диметилдиоксан, диметилдихлорсилан, диоксан, нитроциклогексан, окись пропилена, окись этилена, этилен, спирты, формальдегид	Ацетилен, метилдихлорсилан, дихлордиэтилсилан	Угольная пыль, облако	380
	320	Метилцеллюлоза								
	300	Зерновая пыль								
	225	Угольная пыль								
DIP	Максимально допустимый слой горючей пыли на поверхности электрооборудования		T3	до 200	>200	Бензины А-60, А-72, А-76, «галоша», Б-70, экстракционный, Бутилметакрилат, гексан, гептан, керосин,пентан, скипидар, топливо Т-1 и ТС-1, уайт-спирит, циклогексан, циклогексанол, этилциклопентан, ацетальдегид, декан	Акролеин, винилоксиэтанол, сероводород, тетрагидрофуран, тетраэтоксисилан, триэтоксисилан, топливо дизельное, формальгликоль, этилдихлорсилан, этилцеллозольв	Трихлорсилан	Угольная пыль, слой	225
Обозначение электрооборудования, предназначенного для применения в зонах, опасных по воспламенению горючей	А - 5 мм Б - 12,5 мм		T4	до 135	>135	Альдегид изомасляный, альдегид масляный, альдегид пропионовый, тетраметилдиаминометан, 1,1,3 - триэтоксибутан	Диизобутиловый эфир, диэтиловый эфир, диэтиловый эфир этиленгликоля, метиловый эфир	Не применяется		
			T5	до 100	>100	Не применяется	Не применяется	Не		
			T6	до 85	>85	Этилнитрит		Углерод дисульфид (сероуглерод)		

Обозначение	Описание
1ExdII BT4	взрывозащищенное электрооборудование для внутренней и наружной установки, предназначенное для потенциально взрывоопасных сред, кроме подземных выработок шахт и рудников и их наземных строений, опасных по рудничному газу и/или горючей пыли; испытываемое в среде, содержащей этилен-эфир и водород; с видом взрывозащиты, в котором его части, способные воспламенять взрывоопасную смесь, заключены в оболочку, способную выдерживать давление взрыва воспламенившейся смеси без повреждения и передачи воспламенения в окружающую взрывоопасную смесь; с максимальной температурой поверхности для электрооборудования 135ºС
1ExdeII BT4	взрывозащищенное электрооборудование для внутренней и наружной установки, предназначенное для потенциально взрывоопасных сред, кроме подземных выработок шахт и рудников и их наземных строений, опасных по рудничному газу и/или горючей пыли; испытываемое в среде, содержащей этилен-эфир и водород; с видом взрывозащиты, в котором его части, способные воспламенять взрывоопасную смесь, заключены в оболочку, способную выдерживать давление взрыва воспламенившейся смеси без повреждения и передачи воспламенения в окружающую взрывоопасную смесь; обеспечиваемое защитой, использующей дополнительные меры против возможного превышения допустимой температуры, а также возникновения дуговых разрядов, искрения в нормальном или ненормальном режимах работы, эксплуатируемое в среде; с максимальной температурой поверхности для электрооборудования 135ºС
1ExdII BT5	взрывозащищенное электрооборудование для внутренней и наружной установки, предназначенное для потенциально взрывоопасных сред, кроме подземных выработок шахт и рудников и их наземных строений, опасных по рудничному газу и/или горючей пыли; испытываемое в среде, содержащей этилен-эфир и водород; с видом взрывозащиты, в котором его части, способные воспламенять взрывоопасную смесь, заключены в оболочку, способную выдерживать давление взрыва воспламенившейся смеси без повреждения и передачи воспламенения в окружающую взрывоопасную смесь; с максимальной температурой поверхности для электрооборудования 100ºС
1ExdII CT4	взрывозащищенное электрооборудование для внутренней и наружной установки, предназначенное для потенциально взрывоопасных сред, кроме подземных выработок шахт и рудников и их наземных строений, опасных по рудничному газу и/или горючей пыли; испытываемое в среде, содержащей ацетилен и водород; с видом взрывозащиты, в котором его части, способные воспламенять взрывоопасную смесь, заключены в оболочку, способную выдерживать давление взрыва воспламенившейся смеси без повреждения и передачи воспламенения в окружающую взрывоопасную смесь; с максимальной температурой поверхности для электрооборудования 135ºС
1ExpxII T5	взрывозащищенное электрооборудование для внутренней и наружной установки, предназначенное для потенциально взрывоопасных сред, кроме подземных выработок шахт и рудников и их наземных строений, опасных по рудничному газу и/или горючей пыли; при увеличении давления, которое изменяет взрывоопасную зону внутри оболочки под давлением от взрывобезопасной зоны до невзрывобезопасной; с максимальной температурой поверхности для электрооборудования 100ºС
РВ ExdI	рудничное взрывозащищенное оборудование, предназначенное для подземных выработок шахт и рудников, опасных по газу и пыли; взрывобезопасное оборудование с взрывонепроницаемой оболочкой; с видом взрывозащиты, в котором его части, способные воспламенять взрывоопасную смесь, заключены в оболочку, способную выдерживать давление взрыва воспламенившейся смеси без повреждения и передачи воспламенения в окружающую взрывоопасную смесь
РВ-3В	рудничное взрывозащищенное оборудование, предназначенное для подземных выработок шахт и рудников, опасных по газу и пыли с взрывонепроницаемой оболочкой, взрывобезопасное электрооборудование, подгруппа 3В
РВ-4В	рудничное взрывозащищенное оборудование, предназначенное для подземных выработок шахт и рудников, опасных по газу и пыли с взрывонепроницаемой оболочкой, взрывобезопасное электрооборудование, подгруппа 4В
2ExdeII CT4	взрывозащищенное электрооборудование повышенной надежности против взрыва для внутренней и наружной установки, предназначенное для потенциально взрывоопасных сред, кроме подземных выработок шахт и рудников и их наземных строений, опасных по рудничному газу и/или горючей пыли; испытываемое в среде, содержащей ацетилен и водород; с видом взрывозащиты, в котором его части, способные воспламенять взрывоопасную смесь, заключены в оболочку, способную выдерживать давление взрыва воспламенившейся смеси без повреждения и передачи воспламенения в окружающую взрывоопасную смесь; обеспечиваемое защитой, использующей дополнительные меры против возможного превышения допустимой температуры, а также возникновения дуговых разрядов, искрения в нормальном или ненормальном режимах работы, эксплуатируемое в среде; с максимальной температурой поверхности для электрооборудования 135ºС
2ExdII CT5	взрывозащищенное электрооборудование повышенной надежности против взрыва для внутренней и наружной установки, предназначенное для потенциально взрывоопасных сред, кроме подземных выработок шахт и рудников и их наземных строений, опасных по рудничному газу и/или горючей пыли; с видом взрывозащиты, в котором его части, способные воспламенять взрывоопасную смесь, заключены в оболочку, способную выдерживать давление взрыва воспламенившейся смеси без повреждения и передачи воспламенения в окружающую взрывоопасную смесь; с максимальной температурой поверхности для электрооборудования 100ºС

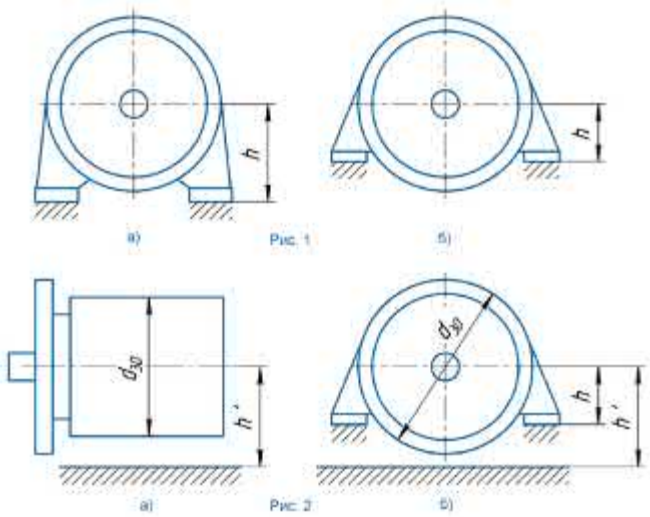
ВЫСОТЫ ОСИ ВРАЩЕНИЯ

Номинальная высота оси вращения. За высоту оси вращения машины *h* принимают расстояние от оси вращения до опорной плоскости машины (рис. 1, а, б).

Толщина регулировочных прокладок, применяемых при установке машины, в высоту оси вращения не входит. Дистанционные прокладки учитывают в высоте оси вращения, если они входят в состав машины.

Номинальные значения и предельные отклонения высоты оси вращения электрических вращающихся машин и непосредственно соединяемых с ними неэлектрических регламентированы ГОСТ 13267-73. Номинальные высоты оси вращения следует выбирать из рядов предпочтительных чисел *R5, R10, R20* по ГОСТ 8032-84 и согласовывать с указанными в ГОСТ 13267-73. Допускается использование нулевой высоты оси вращения. При выборе высот оси вращения следует предпочитать ряд *R5* ряду *R10*, ряд *R10* ряду *R20*.

Для машин фланцевой формы исполнения, встраиваемых машин и машин других специальных видов крепления (на приподнятых лапах или без лап) устанавливают условную высоту оси вращения h` - расстояние от оси вращения до условной опорной плоскости машины (рис. 2, а, б).



Для машин фланцевого исполнения без лап (группы IM3 и IM4 по ГОСТ 2479), представляющих собой конструктивные модификации основного исполнения машин с лапами (группы IM2, исполнений IM10 и IM12), условной высотой оси вращения является высота оси вращения основного исполнения.

Для машин фланцевого исполнения без лап (группы IM3 и IM4 по ГОСТ 2479). встраиваемых машин, машин других специальных видов крепления без лап, а также машин с приподнятыми лапами (исполнений IM11 и IM13). не являющихся конструктивными модификациями машин основного исполнения лапами, h принимают равной (0.51...0.54) d^{30} где d^{30} - диаметр наибольшей окружности., в которую вписывается корпус машины.

Вычисленную условную высоту оси вращения округляют до ближайшего меньшего значения номинальной высоты оси вращения.

Предельные отклонения. Отклонения от номинальной высоты оси вращения электрических машин не должны превышать указанных в таблице.

Предельные отклонения оси вращения, мм

Номинальная высота оси вращения	Предельные отклонения для точности исполнения	
	нормальная и повышенная	высокая
До 50	-0,4	-0,2
Св. 50 » 71	-0,5	-0,3
» 71 » 250	-0,5	-0,3
» 250 » 630	-1,0	-
» 630 »1000	-1,5	-
» 1000	-2,0	-
Примечание. Приведенные предельные отклонения относят также к неэлектрическим машинам (кроме неэлектрических двигателей), редукторам и механизмам гребных валов судов.		

Отклонения от параллельности оси вращения. Допуск параллельности оси вращения вала относительно опорной плоскости машины, имеющей выступающий конец вала, не должен превышать следующих значений на 100мм длины вала: 0.15; 0,07; 0,05 мм для исполнения нормальной, повышенной и высокой точности соответственно.

При этом значение отклонения от параллельности, пересчитанное на полную длину вала машины, не должно превышать абсолютных значений предельных отклонений, указанных в таб. 1.

Требования параллельности оси вращения не распространяются на машины фланцевой формы исполнения групп IM3 и IM4 по ГОСТ 2479.

Высоту оси вращения вала относительно опорной плоскости машины измеряют от середины длины выступающего конца вала.

Отклонение от параллельности оси вращения вала относительно опорной плоскости машины измеряюткак разность расстояний от опорной плоскости до образующей вала, измеренных индикатором в двух точках выступающего конца вала и отнесенных к 100мм длины вала.

Если машина имеет конический конец вала, измерения проводят с помощью кольца, имеющего наружную цилиндрическую поверхность.

Основные правила соединения машин. Соединение машин, устанавливаемых на общем основании, должно выполняться с учетом следующего:

- разность высот оси вращения соединяемых машин следует устранять регулировочными прокладками;
- при соединении нескольких машин раньше следует устанавливать машины, имеющие плюсовый допуск высоты оси вращения.

ОБОЗНАЧЕНИЯ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ И СПОСОБА МОНТАЖА

Под конструктивным исполнением двигателя понимают расположение составных частей машины относительно элементов крепления (подшипников и конца вала), а под способом монтажа - пространственное положение машины на месте установки.

Структура условного обозначения конструктивного исполнения и способа монтажа двигателей установлена ГОСТ 2479-79. Условное обозначение состоит из латинских букв IM (International Mounting, по Публикации МЭК 34-7-72) или M (для конструктивных исполнений, не оговоренных в Публикации МЭК 34-7-72. но установленных ГОСТ 2479-79) и следующих за ними четырех цифр.

Характеристические цифры условно обозначают:

- конструктивное исполнение (одна цифра - 1-я);
- способ монтажа и направление конца вала (две цифры: 2-я и 3-я);
- количество и исполнение концов валов (одна цифра - 4-я).

Установлены следующие условные обозначения конструктивных исполнений электрических машин (1-я цифра):

1 - машины на лапах с подшипниковыми щитами; с пристроенным редуктором;
2 - машины на лапах с подшипниковыми щитами, с фланцем на подшипниковом щите (или щитах);
3 - машины без лап с подшипниковыми щитами, с фланцем на одном подшипниковом щите (или щитах); с цокольным фланцем;
4 - машины без лап с подшипниковыми щитами, с фланцем на станине;
5 - машины без подшипниковых щитов;
6 - машины на лапах с подшипниковыми щитами и со стояковыми подшипниками;
7 - машины на лапах со стояковыми подшипниками (без подшипниковых щитов);
8 - машины с вертикальным валом, кроме машин групп от IM1 до IM4;
9 - машины специального исполнения по способу монтажа.

Условное обозначение способа монтажа (2-я цифра, значения от 0 до 7) и направления конца вала (3-я цифра, значения от 0 до 9) установлено в соответствии с ГОСТ 2479 для каждой из групп электрических машин от IM1 до IM9 и отражает пространственное положение корпуса и вала машины и конструктивные особенности крепления корпуса.

Например, цифра 0 в обозначении способа монтажа группы IM1 (исполнение IM10) характеризует машин с двумя подшипниковыми щитами на лапах, цифра 1 (исполнение IM11) -то же на приподнятых лапах и т.д. У машин на приподнятых лапах высота оси вращения может быть равна нулю или иметь отрицательное значение, т. е. плоскость лап может находиться на уровне осевой линии или выше ее.

При наличии пристроенного редуктора его выходной вал может быть параллельным (исполнение IM16) или перпендикулярным (исполнение IM17) оси вала машины, что также отражается второй цифрой обозначения.

Двигатели на лапах и с фланцем (первая цифра 2 - исполнение IM2) имеют два типа фланцев: фланец большого диаметра, доступный с обратной стороны, с крепящими отверстиями без резьбы (вторая цифра 0 - исполнение IM20.) и фланец малого диаметра, недоступный с обратной стороны, с крепящими отверстиями с резьбой (вторая цифра 1 - исполнение IM21).

Цифра 8 в обозначении направления конца вала означает, что машина может работать при любом направлении конца вала; цифра 9 указывает на направление конца вала, не определенного цифрами от 0 до 8. Направление конца вала в этом случае указывают в технической документации.

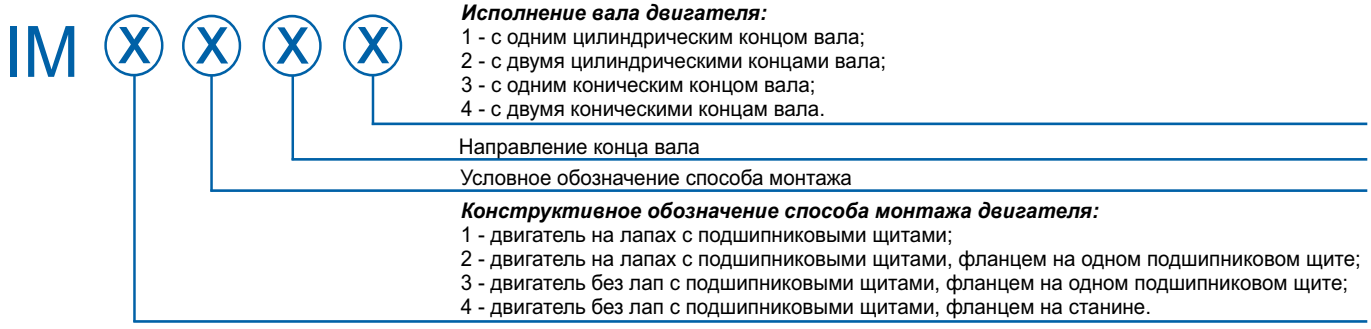
Установлены следующие условные обозначения исполнений концов вала электрических машин (4-я цифра):

0 - без конца вала:
1 - с одним цилиндрическим концом вала;
2 - с двумя цилиндрическими концами вала;
3 - с одним коническим концом вала;
4 - с двумя коническими концами вала;
5 - с одним фланцевым концом вала;
6 - с двумя фланцевыми концами вала;
7 - с фланцевым концом вала на стороне D (стороне привода) и цилиндрическим концом вала на стороне N (противоположной стороне D);
9 - прочие исполнения концов вала.

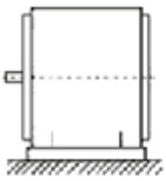
Под концом вала понимают часть вала, выступающую за внешний подшипник.

Пример обозначения: IM1081 – машина на лапах с двумя подшипниковыми щитами с одним цилиндрическим концом вала, может работать при любом направлении конца вала.

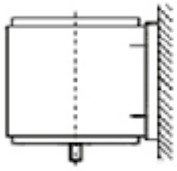
РАСШИФРОВКА МОНТАЖНЫХ ИСПОЛНЕНИЙ



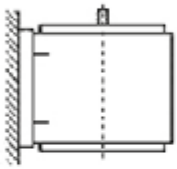
IM 1081
IM 1001
(IM B3)



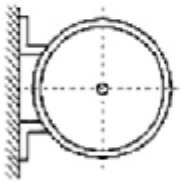
IM 1081
IM 1011
(IM V5)



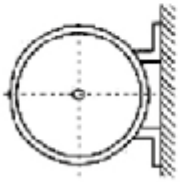
IM 1081
IM 1031
(IM V6)



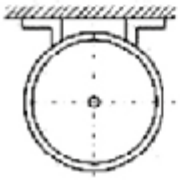
IM 1081
IM 1051
(IM B6)



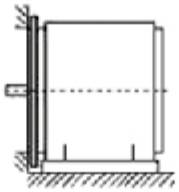
IM 1081
IM 1061
(IM B7)



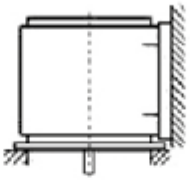
IM 1081
IM 1071
(IM B8)



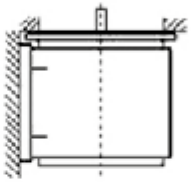
IM 2081
IM 2001
(IM B35)



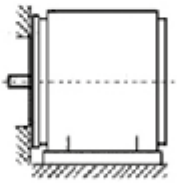
IM 2081
IM 2011
(IM V15)



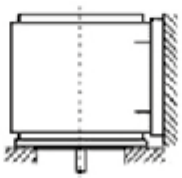
IM 2081
IM 2031
(IM V35)



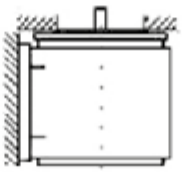
IM 2181
IM 2101
(IM B34)



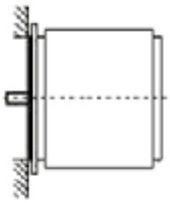
IM 2181
IM 2111
(IM V17)



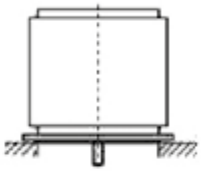
IM 2181
IM 2131
(IM V37)



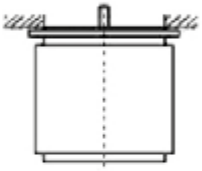
IM 3081
IM 4081
IM 3001
IM 4001
(IM B5)



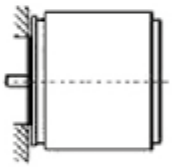
IM 3081
IM 4081
IM 4011
IM 3011
(IM V1)



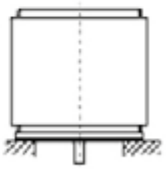
IM 3081
IM 4081
IM 3031
IM 4031
(IM V3)



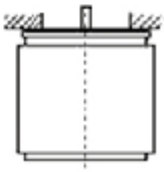
IM 3681
IM 4681
IM 4601
IM 3601
(IM B14)



IM 3611
IM 4611
IM 3681
IM 4681
(IM V18)



IM 3631
IM 4631
IM 3681
IM 4681
(IM V19)



ТИПОВЫЕ РЕЖИМЫ

Типовыми режимами являются следующие (рис. 1-10).

Продолжительный режим (типовой режим S1) - режим работы с постоянной нагрузкой и продолжительностью, достаточной для достижения теплового равновесия, рис. 1 (N – работа при постоянной нагрузке; Omax максимальная достигнутая температура).

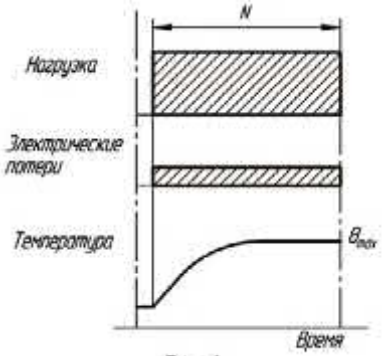


Рис. 1

Кратковременный режим (типовой режим S2) – режим работы с постоянной нагрузкой в течение определенного времени, недостаточного для достижения теплового равновесия, за которым следует состояние покоя в течение времени, достаточного для того, чтобы температура машины сравнялась с температурой охлаждающей среды с точностью до 2К, рис. 2 (N – работа при постоянной нагрузке; Omax – максимальная температура, достигнутая в течение цикла).

В соответствии с ГОСТ IEC 60034-1-2014 (ГОСТ 183 - при поставках в Украину) длительность периода неизменной номинальной нагрузки 10, 30, 60 и 90 мин.

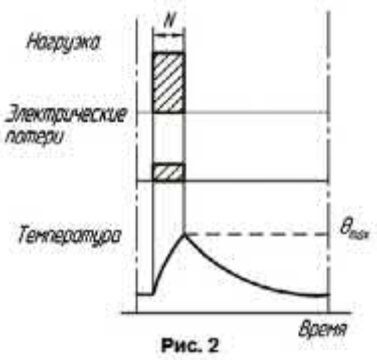


Рис. 2

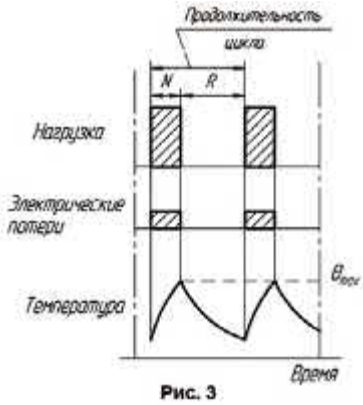


Рис. 3

Повторно-кратковременный периодический режим (типовой режим S3) - последовательность одинаковых рабочих циклов, каждый из которых состоит из периода работы с постоянной нагрузкой и периода покоя, рис. 3 (N – работа при постоянной нагрузке; R – состояние покоя; Omax – максимальная температура, достигнутая в течение цикла).

В этом режиме цикл работы таков, что пусковой ток не оказывает заметного влияния на превышение температуры. Продолжительность цикла недостаточна дня достижения теплового равновесия.

Продолжительность включения (ПВ). %: ПВ = 100N (N + R).

В соответствии с ГОСТ IEC 60034-1-2014 (ГОСТ 183 - при поставках в Украину) продолжительность включения (ПВ) 15, 25, 40 и 60 %: продолжительность одного цикла принимают равной 10 мин.

Повторно-кратковременный периодический режим с пускам (типовой режим S4) – последовательность одинаковых рабочих циклов, включающих достаточно длительный период пуска, период работы с постоянной нагрузкой и период покоя, рис. 4 (D – пуск; N – работа при постоянной нагрузке; К – состояние покоя; Omax – максимальная температура, достигнутая в течение цикла).

Продолжительность включения, %: ПВ = 100 (D+N)) / (D+N+R)

В соответствии с ГОСТ IEC 60034-1-2014 (ГОСТ 183 - при поставках в Украину) продолжительность включения (ПВ) 15, 25, 40 и 60%; число включений в час 30, 60, 120 и 240 при коэффициенте инерции F1, равном 1,2; 1,6; 2.0; 2,5; 4,0; 6,0 и 10.

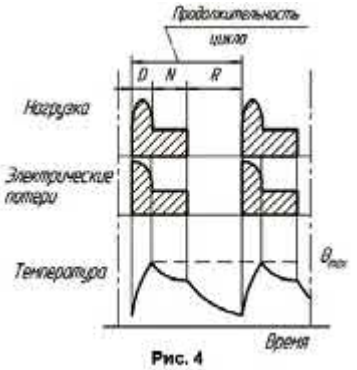


Рис. 4

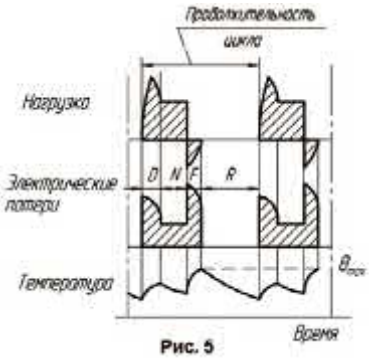


Рис. 5

Повторно-кратковременный периодический режим с электрическим торможением (типовой режим S5) – последовательность одинаковых рабочих циклов, каждый из которых состоит из периода пуска, периода работы с постоянной нагрузкой, периода быстрого электрического торможения и периода покоя, рис. 5 (D – пуск; V – работа при постоянной нагрузке: К – состояние покоя; Omax – максимальная температура, достигнутая в течение цикла; F –электрическое торможение). Продолжительность цикла недостаточна для достижения теплового равновесия.

Продолжительность включения, %: ПВ = 100 (D+N+F) / (D+N+F+R).

В соответствии с ГОСТ IEC 60034-1-2014 (ГОСТ 183 - при поставках в Украину) продолжительность включения (ПВ) 15, 25, 40 и 60%; число включений в час 30, 60, 120 и 240 при коэффициенте инерции F1 равном 1,2; 1,6; 2,0; 2,5 и 4.0.

Непрерывный периодический режим с кратковременной нагрузкой (типовой режим S6) – последовательность одинаковых рабочих циклов, каждый из которых состоит из периода работы с постоянной нагрузкой и периода холостого хода, рис. 6 (N – работа при постоянной нагрузке; V – холостой ход; Omax – максимальная температура, достигнутая в течение цикла). Период покоя отсутствует.

Продолжительность цикла недостаточна для достижения теплового равновесия.

Продолжительность включения, %: ПВ = 100 / (N+V).

В соответствии с ГОСТ IEC 60034-1-2014 (ГОСТ 183 - при поставках в Украину) продолжительность включения (ПВ) 15, 25, 40 и 60%; продолжительность одного цикла принимают равной 10 мин.

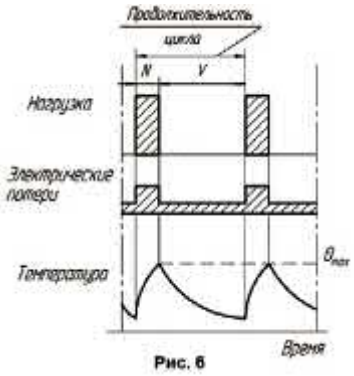


Рис. 6

Непрерывный периодический режим с электрическим торможением (типовой режим S7) - последовательность одинаковых рабочих циклов, каждый из которых состоит из периода пуска, периода работы с постоянной нагрузкой и периода электрического торможения, рис. 7 (D – пуск; N – работа при постоянной нагрузке; F - электрическое торможение; Omax – максимальная температура, достигнутая в течение цикла). Период покоя отсутствует. Продолжительность цикла недостаточна для достижения теплового равновесия. Продолжительность включения ПВ = 100%.

В соответствии с ГОСТ IEC 60034-1-2014 (ГОСТ 183 - при поставках в Украину) число реверсов при электрическом торможении в час 30, 60, 120 и 240 при коэффициенте инерции F1, равном 1,2; 1,6; 2,0; 2,5 и 4.0.

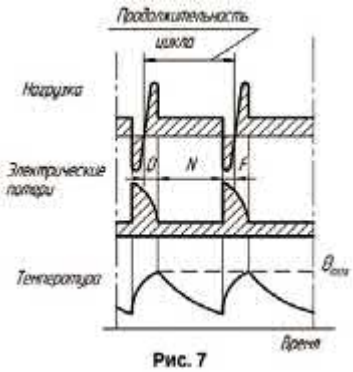


Рис. 7

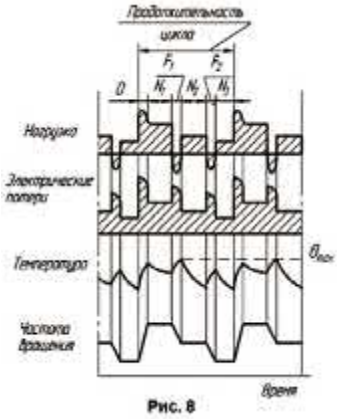


Рис. 8

Непрерывный периодический режим с взаимозависимыми изменениями нагрузки и частоты вращения (типовой режим S8) – последовательность одинаковых рабочих циклов, каждый из которых состоит из периода работы с постоянной нагрузкой, соответствующей заданной частоте вращения, за которым следует период или несколько периодов работы с другими постоянными нагрузками, соответствующими различным частотам вращения (которые достигаются, например, изменением числа полюсов в случае асинхронных двигателей), рис. 8 (F_1, F_2 – электрическое торможение; D – пуск; N_1, N_2, N_3 – работа при постоянных нагрузках; Omax – максимальная температура, достигнутая в течение цикла). Период покоя отсутствует. Продолжительность цикла недостаточна для достижения теплового равновесия. Продолжительность включения, %: ПВ = 100 (D+ N_1) / (D+ N_1+ F_1+N_2+F_2+ N_3); ПВ = 100 (F_1+ N_2) / (D+ N_1+ F_1+N_2+F_2+ N_3); ПВ = 100 (F_2+ N_3) / (D+ N_1+ F_1+N_2+F_2+ N_3). В соответствии с ГОСТ IEC 60034-1-2014 (ГОСТ 183 - при поставках в Украину) число циклов в час 30, 60, 120 и 240 при коэффициенте инерции F1 равном 1,2; 1,6; 2.0; 2,5 и 4.0.

Режим с непериодическим и изменениям и нагрузки и частоты вращения (типовой режим S9) – режим работы, при котором нагрузка и частота вращения обычно изменяются непериодически в пределах допустимого рабочего диапазона, рис. 9 (D – пуск; L – работа при переменной нагрузке; F – электрическое торможение; R – состояние покоя; S – работа при перегрузке; *Ср* – полная нагрузка; Omax – максимальная температура, достигнутая в течение цикла). Этот режим часто включает перегрузки, которые могут значительно превышать полную нагрузку.

Для типового режима S9 значения, соответствующие полной нагрузке, необходимо рассматривать в качестве основы для определения перегрузки.

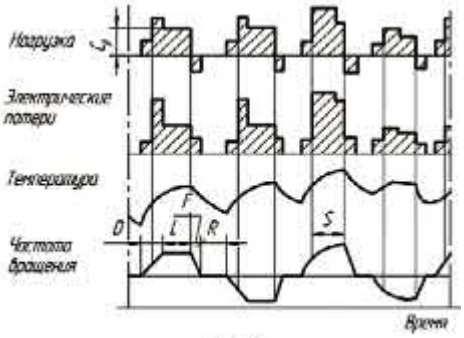


Рис. 9

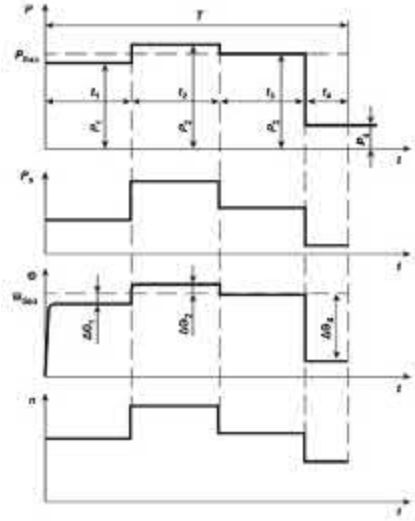


Рис.10

Режим работы электродвигателя с дискретными постоянными нагрузками и частотами вращения (типовой режим S10)

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 (см. рисунок10). Минимальная нагрузка в течение рабочего цикла может иметь и нулевое значение (холостой ход, покой или обесточенное состояние).

P – нагрузка; $P_{баз}$– базовая нагрузка в соответствии с типовым режимом S1;
$P_{1,2,...i}$– постоянная часть нагрузки внутри одного цикла нагрузки;
Рэ– электрические потери; Ѳ– температура;
$Ѳ_{баз}$— температура при базовой нагрузке Рбаз; t — время;
$t_{1,2,3,4}$— время работы с постоянной нагрузкой внутри цикла нагрузки;
$\Delta Ѳ_{1,2,...i}$— разница между превышением температуры обмоток при каждой из различных нагрузок внутри одного цикла и превышением температуры при базовой нагрузке в режиме S1; n— частота вращения.

ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ШУМА

В соответствии с ГОСТ 11929-87 при определении уровня шума применяют следующие термины.

Уровень шума – общее понятие дня величин: уровень звукового давления, уровень звука, уровень звуковой мощности, корректированный уровень звуковой мощности.

Показатель направленности – разность между уровнем звукового давления в полосах частот (или уровнем звука) в точке на измерительной поверхности в заданном направлении от источника и средним уровнем звукового давления в полосах частот (или средним уровнем звука) в этой же точке при равномерном излучении во всех направлениях источника той же звуковой мощности.

Измерительная поверхность – условная поверхность, на которой располагают измерительные точки.

Тональный шум – шум, в спектре которого имеются слышимые дискретные тона. Шум считается тональным, если на частотах свыше 300 Гц уровень звукового давления в одной третьоктавной полосе превышает уровни звукового давления в соседних полосах частот не менее чем на 10 дБ.

Свободное звуковое поле – звуковое поле в однородной изотропной среде, в котором влияние ограничивающих поверхностей ничтожно мало.

Звукоотражающая плоскость – горизонтальная плоскость (пол или часть пола), ограничивающая снизу пространство, заключенное в измерительную поверхность, и имеющая коэффициент звукопоглощения не более 0,06.

ГОСТ 12.2 007.0-75 устанавливает общие требования безопасности, предотвращающие или уменьшающие до допустимого уровня воздействие на человека: шума и ультразвука; вибрации.

Шумовые характеристики источников шума и шумовые характеристики мест нахождения людей, а также методы их измерения установлены ГОСТ 23941-2002.

Перечень шумовых характеристик источников шума:

- корректированный уровень звуковой мощности LPA, дБ (А);
- уровень звуковой мощности в полосах частот L_P, дБ;
- уровень звука в контрольных точках L_A, дБ (А);
- уровень звукового давления в полосах частот в контрольных точках L_i, дБ (А);
- максимальный показатель направленности излучения шума в октавных полосах частот G_{amax}, дБ(А);
- максимальный показатель направленности излучения шума G_{Amax}, дБ(А).

Акустические величины (или допустимые уровни шума) могут быть выражены в виде звуковой мощности либо в виде звукового давления. Использование уровня звуковой мощности, которая может быть регламентирована независимо от площади измерительной поверхности и окружающих условий, позволяет избежать осложнений, связанных с измерением звукового давления, которое требует определения дополнительных данных. Уровни звуковой мощности определяют измерением излучаемой энергии и дают преимущества при проведении акустического анализа в оценке конструкции.В соответствии с ГОСТ 23941-2002 установлены методы определения шумовых характеристик источников шума: точные (в реверберационной камере, в заглушенной камере - со звукоотражающим или звукопоглощающим полом), технические (в реверберационном помещении, в свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью) и ориентировочный.

Перечень шумовых характеристик мест нахождения людей:

- уровень звука L_A, дБ (А);
- уровень звука давления в откатных полосах частот L_i, дБ (А);
- эквивалентные уровни звука $L_{аэкв}$, дБ (А);
- уровни звука L_{Ai}, дБ (А), для импульсных шумов.

Установлены методы определения шумовых характеристик мест нахождения людей: **предварительный и контрольный.**

Предварительный метод применяют для приближенной оценки шума. Для постоянного шума определяют уровень звука и характер спектра шума.

Контрольный метод применяют для сравнения шума с нормами. Для постоянного шума определяют уровни звукового давления в октавных полосах частот L_i, дБ (А), и уровни звука L_A дБ.

Для непостоянного шума определяют эквивалентный уровень звука $L_{аэкв}$, дБ (А). Для импульсного шума определяют L_{Ai} дБ (А).

Уровень звука, дБ (А), измеряют шумомером при включении характеристики А и при отсутствии полосовых фильтров или вычисляют суммированием уровней звукового давления во всех частотных полосах.

Уровень шума обусловлен основными параметрами асинхронного двигателя. **Аэродинамический шум** зависит главным образом от окружной скорости лопаток вентилятора, то есть от частоты вращения и диаметра вентилятора. Размеры вентилятора назначают исходя из потерь, определяемых индукцией и линейной токовой нагрузкой.

Магнитный шум зависит от индукции и линейной токовой нагрузки, обусловливающих магнитные силы, и от геометрических размеров (диаметра и высоты спинки статора), характеризующих жесткость статора.

Подшипниковый шум зависит от размеров подшипника, которые выбирают по массе ротора, частоте вращения, индукции в воздушном зазоре.

Методы определения шумовых характеристик вращающихся электрических машин мощностью свыше 10 Вт установлены ГОСТ 11929-87.

В соответствии с этим стандартом определяют следующие шумовые характеристики:

а) уровень звуковой мощности в октавных полосах частот L_P;

б) корректированный уровень звуковой мощности L_{PA};

в) средний уровень звука на расстоянии 1м от наружного контура машины над звукоотражающей плоскостью L_{dIA};

г) средний уровень звукового давления на расстоянии 1м от наружного контура машины над звукоотражающей плоскостью в октавных полосах частот L_{dI};

д) показатель направленности G.

Характеристики по п. **а** и **г** определяют в октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 63 до 8000 Гц (т.е. в диапазоне частот 45-11200 Гц).

При приемо-сдаточных испытаниях определяют характеристику по п. **в** или **б** (последнюю в случае указания в ТУ на машины конкретного типа).

При приемочных и типовых испытания .**г**, помимо характеристик по п. **а** и **в** определяют характеристику по п. **д** (если в ТУ на машины конкретного типа есть указание о направлении, в котором определяют показатель направленности). Кроме того, проверяют наличие тонального шума, если

$$L_{PA} \geq 93 \text{ дБ (А) или } \bar{L}_{dIA} \geq 80 \text{ дБ (А)}.$$

Для измерений применяют аппаратуру по ГОСТ 23941-2002. Шумовые характеристики машин в соответствии с ГОСТ 23941-2002 определяют одним из следующих методов: *точным* по ГОСТ ISO 3745-2014 (в реверберационной камере, в заглушенной камере – со звукоотражающим или звукопоглощающим полом), (в реверберационном помещении по ГОСТ 12.1.027-80. в свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью) и ориентировочным (на открытой площадке над звукоотражающей плоскостью, в помещениях объемом более 70 м^3).

Для воздушного шума, излучаемого вращающимися электрическими машинами нормального исполнения в зависимости от их мощности и частоты вращения установлены в соответствии с ГОСТ IEC 60034-9-2014 максимально допустимые уровни L_W, звуковой мощности корректированные по характеристике А, в децибелах, дБ (А), а также методы измерения и условия проведения испытаний.

Так как в основу стандарта положены уровни шума машин передовых фирм, то он отражает в определенном смысле достигнутый конструктивно-технологический уровень, а не требования к шуму с точки зрения охраны и гигиены труда.

Максимально допустимый уровень Lw, звуковой мощности, корректированный по характеристике А

Диапазон номинальной мощности, кВт	Уровень звуковой мощности, дБ (А), при частоте вращения, об/мин.											
	Способу охлаждения и степени защиты 1 и 2											
	До 960		Св. 960 до 1320		Св. 1320 до 1900		Св. 1900 до 2360		Св. 2360 до 3150		Св. 3150 до 3750	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
От 1 до 1,1	73	73	76	76	77	78	79	81	81	84	82	88
Св. 1,1 » 2,2	74	74	78	78	81	82	83	85	85	88	86	91
» 2,2 » 5,5	77	78	81	82	85	86	86	90	89	93	93	95
» 5,5 » 11	81	82	85	85	88	90	90	93	93	97	97	98
» 11 » 22	84	86	88	88	91	94	93	97	96	100	97	100
» 22 » 37	87	90	91	91	94	98	96	100	99	102	101	102
» 37 » 55	90	93	94	94	97	100	98	102	101	104	103	104
» 55 » 110	93	96	97	98	100	103	101	104	103	106	105	106
» 110» 220	97	99	100	102	103	106	103	107	105	109	107	110
» 220 »550	99	102	103	105	106	108	106	109	107	111	110	113
» 550 »1100	101	105	106	108	108	111	108	111	109	112	111	116
» 1100» 2200	103	107	108	110	109	ИЗ	109	ИЗ	110	113	112	118
» 2200 » 5500	105	109	110	112	110	115	111	115	112	115	114	120

Примечания:
Условие 1: Способ охлаждения IC01, IC11, IC21 по ГОСТ 20459; Степень зашиты IP22 или IP23 по ГОСТ IEC 60034-5-2011.
Условие 2: Способ охлаждения IC411, IC5 11, IC611 по ГОСТ 20459; Степень зашиты IP44-IP55 по ГОСТ IEC 60034-5-2011.

Допустимые значения уровня шума, указанные в таблице, учитывают существующую разницу между машинами с различными системами охлаждения и типами оболочек. Измерения уровня звука и расчет уровня звуковой мощности, излучаемой машиной, должны проводиться **техническим методом** в свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью по ГОСТ 11929.

Машина считается удовлетворяющей требованиям стандарта, если при испытаниях уровень шума, выраженный в виде звуковой мощности, не превышает значений, приведенных в таблице и базирующихся на результатах измерений, произведенных на **холостом ходу** машины.

В большинстве случаев увеличение уровня шума нагруженной машины по сравнению с уровнем шума машины, работающей на холостом ходу, не должно, очевидно, превышать 3дБ (А).

В зависимости от требований к уровню шума электрические машины делят на **классы: 1, 2, 3, 4**.

Электрические машины нормального исполнения без специальных электрических, механических и акустических доработок, направленных на снижение уровня шума, должны иметь допустимые значения уровней шума, не превышающие значений **класса 1**, приведенных в таблице.

Допустимые значения уровней шума машин **классов 2 и 3** должны быть ниже допустимых уровней шума машин **класса 1** соответственно на 5 и 10 дБ (А).

Допустимые значения уровней шума машин *класса 4* устанавливают по согласованию между изготовителем и заказчиком и должны быть ниже допустимых значений уровня шума машин *класса 1* не менее чем на 15 дБ (А).

Асинхронные двигатели общепромышленного применения должны удовлетворять требованиям классов 2 или 3.

Допускается в качестве нормируемой характеристики уровня шума в технические условия и другую нормативно-техническую документацию на машины конкретных типов вносить соответствующее допустимое значение среднего уровня звука L_p дБ (А), рассчитанное по формуле $\overline{L}_p = L_w - 10lg(S/S_0)$,

где, L_W – допустимое значение уровня звуковой мощности по таб. 1; S – площадь измерительной поверхности по ГОСТ 11929, м²; S_o=1 м².

ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ВИБРАЦИИ

Условия и порядок проведения испытаний, а также допустимый уровень вибрации электрических вращающихся машин с высотой оси вращения 56мм и более установлены ГОСТ IEC 60034-14-2014. Стандарт распространяется на электрические машины постоянного и трехфазного тока с номинальной частотой вращения от 100 до 6000 об/мин. включительно. При этом предполагается, что измерения проводят на отдельной машине в испытательном помещении, в котором поддерживают соответствующие условия.

Критерием, принятым для оценки интенсивности вибрации машин с частотой вращения 600 об/мин и выше, **является среднее квадратическое значение виброскорости Ve, мм/с.** *Где* V_e – среднее квадратическое значение виброскорости, полученное при спектральном анализе для j-й полосы фильтра (j = 1,2, ..., *n*). При этом первая и *n*-я полосы фильтра должны включать соответственно нижнюю и верхнюю граничные частоты заданной для измерения полосы частот.

Стандартом установлено расположение точек измерения вибрации. Интенсивность вибрации машины характеризуют наибольшим значением из числа измеренных в предписанных точках.

Установка машины. Вибрация вращающейся электрической машины в значительной степени зависит от способа ее установки, и поэтому желательно проводить измерение вибрации в условиях., близких к действительным условиям ее установки и эксплуатации. Однако для объективной оценки вибрации и качества балансировки измерения необходимо

проводить на отдельной машине, в точно определенных условиях, чтобы можно было воспроизвести измерения и сопоставить полученные результаты.

Измерения проводят на машине в свободно подвешенном или в жестко закрепленном состоянии в соответствии с требованиями ГОСТ IEC 60034-14-2014.

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ВИБРОСМЕЩЕНИЯ, ВИБРОСКОРОСТИ И ВИБРОУСКОРЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТ ОСИ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА

Категория машин	Крепление	Высота оси вращения, мм								
		56 < H <132			132 < H ≤ 280			H > 280		
		Вибросмещение, мкм	Виброскорость, мм/с	Виброускорение, м/с²	Вибросмещение, мкм	Виброскорость, мм/с	Виброускорение, м/с²	Вибросмещение, мкм	Виброскорость, мм/с	Виброускорение, м/с²
А	Свободная подвеска	25	1,6	2,5	35	2,2	3,5	45	2,8	4,4
	Жесткое	21	1,3	2,0	29	1,8	2,8	37	2,3	3,6
В	Свободная подвеска	11	0,7	1,1	18	1,1	1,7	29	1,8	2,8
	Жесткое	-	-	-	14	0,9	1,4	24	1,5	2,4

Категория «А» - машины без специальных требований к вибрации.
Категория «В» - машины со специальными требованиями к вибрации. Жесткое крепление не применяют для машин с высотой оси вращения менее 132 мм.
Граничные частоты для перехода от виброскорости к вибросмещению и от виброскорости к виброускорению - 10 и 250 Гц соответственно.

Снижение уровня вибрации достигают повышением точности механической обработки, применением высокоточных подшипников, повышением уровня динамической балансировки ротора и вентилятора.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИИ ПО НАГРЕВОСТОЙКОСТИ

Классы нагревостойкости. Поскольку для электротехнических изделий доминирующим фактором старения электроизоляционных материалов и систем изоляции является температура, то для оценки стойкости электрической изоляции к воздействию температуры приняты классы нагревостойкости.

Классы нагревостойкости и соответствующие им температуры приведены в таб.

Обозначение класса нагревостойкости	Y	A	E	B	F	H	200	220	250
Температура, °С	90	105	120	130	155	180	200	220	250

Класс нагревостойкости электротехнического изделия отражает максимальную рабочую температуру, свойственную данному изделию при номинальной нагрузке и других условиях.

Изоляция под действием данной максимальной температуры должна иметь нагревостойкость не менее температуры, соответствующей классу нагревостойкости электротехнического изделия.

Приведенные температуры являются фактической температурой изоляции, но не превышением температуры электротехнического изделия. В стандартах на электротехнические изделия обычно нормируют величину превышения температуры, а не фактическую температуру. При разработке стандартов, устанавливая методы измерения и допустимое превышение температуры, следует учитывать такие факторы, как конструкция, температурная проводимость и толщина изоляции, доступность изолированных частей, метод вентиляции, характеристики нагрузки и т.д.

Основанием для установления рациональных температурных пределов изоляции является только опыт или соответствующие испытания (см. ГОСТ 8865-93).

СТОЙКОСТЬ К МЕХАНИЧЕСКИМ ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИМ ФАКТОРАМ

Общие технические требования по стойкости электротехнических изделий к воздействию механических внешних воздействующих факторов (далее - механических ВВФ) установлены ГОСТ 17516.1-90. Если нет иных требований, то механические ВВФ считают приложенными к изделию в местах его крепления. Общие требования сводятся к тому, что изделия должны сохранять установленные параметры в процессе и/или после воздействия механических ВВФ.

Методы испытаний изделий на соответствие требованиям по стойкости (устойчивости и/или прочности) к воздействию механических факторов внешней среды установлены ГОСТ 16962.2-90.

Электротехнические изделия разрабатывают по унифицированным (для применения в различных видах техники) или по видовым (для определенного вида техники) группам исполнения в части стойкости к воздействию механических ВВФ (далее - группы механического исполнения).

Каждую из 47 групп механического исполнения (обозначение от М1 до М47) характеризуют такие механические ВВФ, как: синусоидальная вибрация (диапазон частот, максимальная амплитуда ускорения), удары одиночного и многократного действия (пиковое ударное ускорение, длительность действия ударного ускорения).

Испытание при воздействии синусоидальной вибрации проводят с целью проверки способности изделия выполнять свои функции (испытания на виброустойчивость) или противостоять разрушающему действию вибрации (испытания на

вибропрочность), сохраняя свои параметры в пределах установленных значений при или после ее воздействия.

Группы условий эксплуатации двигателей в части воздействия механических факторов внешней среды выбирают из ряда: М1 - М47 по ГОСТ 17516.1.

Группа механического исполнения	Синусоидальная вибрация			Удары многократного действия		
	Диапазон частот, Гц	Максимальная амплитуда ускорения, м/с² (g)	Степень жесткости по табл. 2 ГОСТ 17516.1	Пиковое ударное ускорение, м/с² (g)	Длительность действия ударного ускорения, мс	Степень жесткости по табл. 2 ГОСТ 17516.1
М1	0,5-35	5 (0,5)	1	-	-	-
М2	0,5-100	5 (0,5)	9	-	-	-
М3	0,5-35	5 (0,5)	1	30 (3)*, **	2-20	1
М4	0,5-100	5 (0,5)	9	30(3)**, ***	2-20	1
М5	0,5-100	20 (2)	11*5	-	-	-
М6	0,5-100	10(1)	10а*6	-	-	-
М7	0,5-100	10 (1)	10а*6	30(3)**, ***	2-20	1
М8	0,5-55	10 (1)	2	-	-	-
М9	0,5-100	20 (2)*7	11а	150 (15)	2-20	4
М10	0,5-100	20 (2)*7	11а	750 (75)	2-6	7

** Для изделий для лифтов при технико-экономическом обосновании по согласованию с заказчиком устанавливают удары одиночного (вместо многократного) действия с тем же ускорением.*

*** Удовлетворяет требованиям по эксплуатации при 40 м·с² (4 g).*

**** При технико-экономическом обосновании в стандартах на изделия могут быть установлены другие требования по данному воздействию*

**4 Если в наземных стационарных комплектных изделиях не имеется узлов или деталей с резонансными частотами в диапазоне (0,5-100) Гц, изделия изготавливают соответственно по группе М6 или М7.*

**6 Для применения на станках и в местах установки электродвигателей согласно приложению 5 (табл. 6) допускается степень жесткости 10.*

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

М1	Непосредственно на строительных конструкциях (например, на стенах, потолках, фундаментах, перекрытиях колоннах, фермах) предприятий, торговых залов и т.д. при внешних источниках, создающих вибрации с частотой не более 35Гц, и без источников ударных воздействий, расположенных в том же помещении: - на строительно-дорожных машинах (кроме вибрационных); - на тракторах; - в местах установки электродвигателей в химическом, нефтехимическом и нефтеперерабатывающем производствах: мощностью не более 110кВт на мешалках и реакторах; более 110кВт - на насосах, шаровых мельницах, дробилках и вентиляторах: любой мощности - на воздуходувных и сушильных барабанах; - в местах установки электродвигателей элеваторов в химическом, нефтехимическом и нефтеперерабатывающем производствах, в угольных и сланцевых шахтах.
М2	Непосредственно на строительных конструкциях (например, на стенах, потолках, фундаментах, перекрытиях, колоннах, фермах) предприятий, торговых залов и т.п. без источников ударных воздействий, расположенных в том же помещении (кроме мест, относящихся к группам М1, М6, М13, М39); - в наземных стационарных комплектных изделиях или на промежуточных конструкциях (например, в шкафах, на щитах, панелях, пультах, на трубопроводах, арматуре), подвергающимся воздействиям по группе М39 и не имеющих источников ударных воздействий; - в местах установки электродвигателей и генераторов в металлургическом производстве; - в местах установки электродвигателей в химическом, нефтехимическом и нефтеперерабатывающем производствах; мощностью не более 110кВт на насосах, кристаллизаторах, флотационных и отсадочных машинах, шаровых мельницах и скребковых конвейерах; любой мощности - на газодувках; - в местах установки электродвигателей мощностью более 110 кВт на компрессорах.
М3	Непосредственно на строительных конструкциях (например, на стенах, потолках, фундаментах, перекрытиях, колоннах, фермах) предприятий, торговых залов и т.д. при внешних источниках, создающих вибрации с частотой не более 35Гц, и с источниками ударных воздействий, расположенных в тех же помещениях; - на грузоподъемных кранах - при внешних источниках, создающих вибрации с частотой не более 35Гц; - на лифтах; - на судах с собственными энергетическими установками (кроме мест, относящихся к группе М46).
М4	Непосредственно на строительных конструкциях (например, на стенах, потолках, фундаментах, перекрытиях, колоннах, фермах) предприятий, торговых залов и т.д. с источниками ударных воздействий, расположенных в том же помещении; - в наземных стационарных комплектных изделиях или на промежуточных конструкциях (например, в шкафах, на щитах, панелях, пультах, на трубопроводах, арматуре), подвергающихся воздействиям по группам М39 (и имеющим источники ударных нагрузок) или М40; - на грузоподъемных кранах - при внешних источниках, создающих вибрации с частотой не более 55 Гц; - на корпусах роликовых конвейеров и нажимных винтах прокатного оборудования.
М5	В наземных стационарных комплектных изделиях (например, в шкафах, на щитах, панелях, пультах), установленных непосредственно на фундаменте турбогенераторов мощностью 2500 кВт и выше и не имеющих источников ударных нагрузок*4; - в турбогенераторах мощностью 2500кВт и выше или на реакторах мощностью 2500кВ·А и выше в качестве встроенных элементов; - в местах установки электродвигателей на вибраторах в химическом, нефтехимическом и нефтеперерабатывающем производствах; - в местах установки электродвигателей в шахтах, на очистных комбайнах, маневровых и скреперных лебедках, стругах, скребковых конвейерах, толкателях, передвижных насосах и вентиляторах местного проветривания; - изделия, применяемые по требованиям для унифицированных групп (приложение 4, табл. 8).

М6	Непосредственно на строительных конструкциях (стенах, потолках, перекрытиях, колоннах, фермах, фундаментах) вблизи мощных машин с вращающимися частями, например в зданиях машинных залов электростанций с турбогенераторами мощностью 2500 кВт и выше, в том числе в наземных стационарных комплектных изделиях, не имеющих источников ударных нагрузок (кроме мест, относящихся к группе М5); - в трансформаторах мощностью 2500 кВ·А и выше в качестве встроенных элементов; - на металлорежущих и деревообрабатывающих быстроходных станках; - в местах установки электродвигателей в угольных и сланцевых шахтах на компенсаторах высоты; - в местах установки электродвигателей в химическом, нефтехимическом и нефтеперерабатывающем производствах: мощностью не более 110 кВт на вентиляторах; любой мощности - на центрифугах, фильтрпрессах, электрозадвижках, лебедках и вакуумных фильтрах; - в местах установки электродвигателей в шахтах: мощностью более 110 кВт на углесосах; любой мощности - на опрокидывателях, самоходных вагонах, перегружателях и обогатительных машинах; - в местах установки электродвигателей любой мощности на питателях, ленточных конвейерах в химическом, нефтехимическом и нефтеперерабатывающем производствах, на открытых и подземных горных работах; - изделия, применяемые по требованиям для унифицированных групп (приложение 4, табл. 8)
М7	Непосредственно на строительных конструкциях (стенах, потолках, перекрытиях, колоннах, фермах, фундаментах) вблизи мощных машин с вращающимися частями (например, в зданиях машинных залов электростанций с турбогенераторами мощностью 2,5 МВт и выше), и с источниками ударных воздействий незначительного уровня, находящихся в том же помещении; - в наземных стационарных комплектных изделиях или на промежуточных конструкциях (например, в шкафах, на щитах, панелях, пультах, на трубопроводах, арматуре), подвергающихся воздействиям по группе М2 (и имеющим источники ударных воздействий незначительного уровня) или М4.
М8	На металлорежущих и деревообрабатывающих станках, не относящихся к группе М6.
М9	На прессах.
М10	На молотах.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
2. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
3. ГОСТ 8865-93 (МЭК 85-84). Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация.
4. ГОСТ 11929-87. Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний. Определение уровня шума.
5. ГОСТ 12126-86. Машины электрические малой мощности. Установочные и присоединительные размеры.
6. ГОСТ 12139-84. Машины электрические вращающиеся. Ряды номинальных мощностей, напряжений и частот.
7. ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89). Изделия электротехнические. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками.
8. ГОСТ 15543.1-89. Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам.
9. ГОСТ 16264.0-85. Машины электрические малой мощности. Двигатели. Общетехнические условия.
10. ГОСТ 16264.1-85. Двигатели асинхронные. Общие технические условия.
11. ГОСТ IEC 60034-9-2014. Машины электрические вращающиеся. Допустимые уровни шума.
12. ГОСТ 16962.2-90. Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам.
13. ГОСТ IEC 60034-5-2011. Машины электрические вращающиеся. Классификация степеней защиты, обеспечиваемых оболочками вращающихся электрических машин.
14. ГОСТ 17516.1-90. Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам.
15. ГОСТ Р МЭК 60034-6-2012. Машины электрические вращающиеся. Методы охлаждения. Обозначения.
16. ГОСТ IEC 60034-14-2014. Машины электрические вращающиеся. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотой оси вращения 56 мм и более. Измерение, оценка и допустимые значения.
17. ГОСТ 27471-87. Машины электрические вращающиеся. Термины и определения.
18. ГОСТ IEC 60034-1-2014. Машины электрические вращающиеся. Номинальные данные и. рабочие характеристики.
19. ГОСТ 28327-89 (МЭК 34-12-80). Машины электрические вращающиеся. Пусковые характеристики односкоростных трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором напряжением до 660 В включительно.
20. ГОСТ 31606-2012. Машины электрические асинхронные мощностью от 1 до 400кВт включительно. Двигатели. Общие технические требования.
21. ГОСТ 28596-90 (МЭК 196-65). Стандартные частоты.
22. ГОСТ 29322-2014. Стандартные напряжения.