



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 62

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И АППАРАТОВ УПРАВЛЕНИЯ

¹Егорова И.В., ²Петренко Н.В., Чайка Д.С.

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде, Россия (347740, г. Зерноград, Ростовская область, ул. Советская, 21), e-mail:

¹orishenkoirina@mail.ru, ²petrenko.new@mail.ru

В статье рассмотрен монтаж электрических машин и аппаратов, который является многоэтапным процессом, требующим от персонала предприятий высокой квалификации и опыта работы, а кроме того, требует постоянный контроль со стороны инженерно-технических работников и представителей службы охраны труда.

Ключевые слова: безопасность; контроль; монтаж; электрические машины; аппараты управления.

ORGANIZATIONAL BASES OF WORK SAFETY DURING THE INSTALLATION OF ELECTRIC MACHINES AND CONTROL DEVICES

¹Egorova I.V., ²Petrenko N.V., Chaika D.S.

Azov-Chernomorsk Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University in Zernograd, Russia (347740, Zernograd, Rostov region, Sovetskaya St., 21.), e-mail: ¹orishenkoirina@mail.ru,

²petrenko.new@mail.ru

The article discusses the installation of electrical machines and apparatus, which is a multi-stage process that requires high qualifications and experience from the personnel of enterprises, and in addition, requires constant monitoring by engineering and technical workers and representatives of the labor protection service.

Keywords: safety; control; installation; electric machines; control devices.

Общие требования к электрическим машинам и определения.

Согласно ГОСТ Р МЭК 60204-1-2007, ГОСТ 12.2.091-2012 проведение монтажа электрических машин зависит от их мощности, габаритов, способов поставки и формы исполнения. Электрические машины малой и средней мощности поставляют заводы-изготовители в собранном виде; электрические машины большой мощности – в разобранном виде, а некоторые машины с разъемным статором [1, 2].

Установку электрических машин производят так, чтобы ширина проходов между их фундаментами или корпусами, между машинами и частями зданий или оборудования была не менее 1 м в свету; допускаются местные сужения проходов между выступающими частями машин и строительными конструкциями до 0,6 м при длине не более 0,5 м. Расстояние между торцами рядом стоящих машин при наличии прохода с другой стороны машин должно быть

не менее 0,3 м при высоте машин до 1 м от уровня пола и не менее 0,6 м при высоте машин более 1 м.

Ширина прохода обслуживания между машинами и лицевой стороной обслуживания пульта управления или щита управления должна быть не менее 2 м. Это расстояние считается от машины до закрытой двери или стенки шкафа. Эти требования не относятся к постам местного управления приводами. Ширина прохода между корпусом машины и торцом должна быть не менее 1 м. Проход для обслуживания между рядом шкафов с электрооборудованием напряжением до 1000 В и частями здания или оборудования должен быть не менее 1 м, а при открытой дверце шкафа – не менее 0,6 м; при двухрядном расположении шкафов проход между ними должен быть не менее 1,2 м, а между открытыми противоположными дверцами – не менее 0,6 м.

Машины мощностью до 10 кВт и малогабаритное оборудование можно устанавливать за распределительными щитами, стеллажами, пультами и тому подобными элементами распределительных устройств напряжением до 1000 В за счет местного сужения проходов в свету до значения не менее 0,6 м. При этом расстояние от корпуса машины или аппарата до токоведущих частей щита должно быть, не менее: при напряжении ниже 660 В – 1,0 м при длине щита до 7 м и 1,2 м при длине щита более 7 м; при напряжении 660 В и выше – 1,5 м. За длину щита в данном случае принимается длина прохода между двумя рядами сплошного фронта панелей (шкафов) или между одним рядом и стеной [3].

Отметка верхней поверхности фундаментных плит вращающихся машин, не связанных с механическим оборудованием (преобразовательные, возбудительные, зарядные агрегаты и т. п.), устанавливается выше отметки чистого пола не менее чем на 50 мм. Отметка верхней поверхности фундаментных плит вращающихся машин, связанных с механическим оборудованием, определяется требованиями, предъявляемыми к его установке.

Для производства монтажных работ в электромашиных помещениях (ЭМП) предусматривают монтажные площадки или используют свободные площадки между оборудованием, рассчитанные на наиболее тяжелую, практически возможную нагрузку от оборудования и расположенные в зоне действия грузоподъемных устройств. Внешние контуры пола монтажной площадки обозначают краской или метлахской плиткой, отличающимися по цвету от других частей пола.

Участки ЭМП, по которым транспортируется оборудование, должны быть рассчитаны на нагрузку транспортируемого оборудования. Контуры этих участков следует обозначать краской или плиткой. Размеры монтажных площадок определяют по габариту наибольшей детали (в упаковке), для размещения которой они предназначены, с запасом в 1 м на сторону. Места установки стоек для размещения якорей крупных электрических машин на монтажных площадках должны быть особо рассчитаны и иметь отличительную окраску.

Синхронные электрические машины, и машины постоянного тока мощностью 1000 кВт и более должны иметь электрическую изоляцию одного из подшипников от фундаментной плиты для предотвращения образования замкнутой цепи тока через вал и подшипники машины. При этом у синхронных машин должны быть изолированы подшипник со стороны возбудителя и все подшипники возбудителя. Маслопроводы этих электрических машин изолируют от корпусов их подшипников [4].

Электродвигатели напряжением свыше 1000 В устанавливают непосредственно в

производственных помещениях, соблюдая следующие условия: электродвигатели, имеющие выводы под статором или требующие специальных устройств для охлаждения, устанавливаются на фундаменте с фундаментной ямой; фундаментная яма для электродвигателя должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к камерам, закрытым распределительным устройством (ЗРУ) напряжением свыше 1000 В; размеры фундаментной ямы должны быть не менее допускаемых для полупроходных кабельных туннелей.

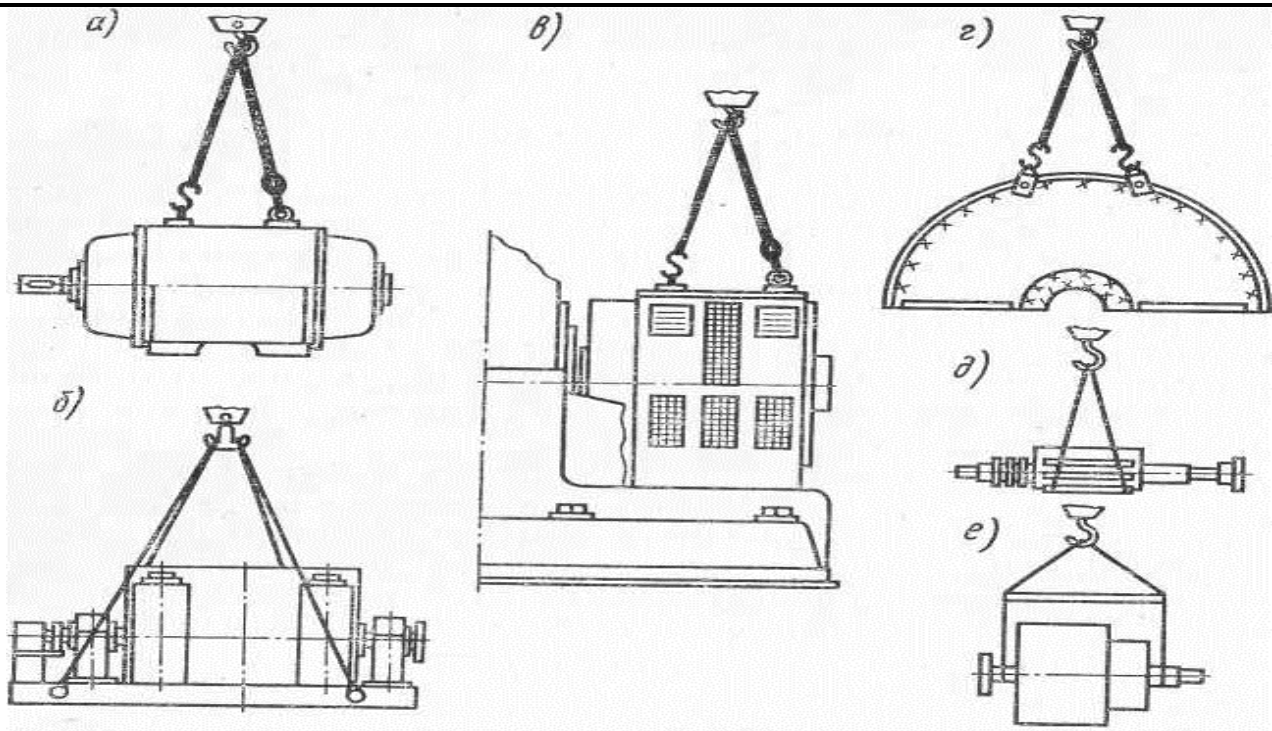
Кабели и провода, присоединяемые к электродвигателям, установленным на виброоснованиях, на участке между подвижной и неподвижной частями основания, должны иметь гибкие медные жилы. Помещения для установки электрических машин и аппаратов принимают от строительных организации под монтаж в состоянии, годном для нормального ведения работ, и с готовыми фундаментами для машин. Помещения должны иметь проемы в стенах и перекрытиях для транспортирования тяжелого и крупногабаритного электрооборудования.

Если проектом предусмотрена закладка в фундаменты труб, предназначенных для прокладки в них проводов или кабелей, то электромонтажная организация укладывает их еще до бетонирования фундамента, одновременно с вязком арматуры. Размеры помещений, основные размеры фундаментов, размещение и размеры колодцев под анкерные болты, проемов и ниш, размещение осей фундаментов проверяют по данным чертежей проекта [3, 4].

Подготовительные работы.

Прежде чем смонтировать электрическую машину или аппарат, следует убедиться в том, что исполнение соответствует условиям среды, где их устанавливают. Электрические машины и аппараты монтируют так, чтобы они были доступны для осмотра и ремонта. Вращающиеся части машин и места сопряжения их с механизмами (муфты, шкивы, ременная передача и т. п.) защищают от случайных прикосновений ограждениями; корпуса электрических машин и пускорегулирующих аппаратов заземляют. Аппараты управления располагают ближе к электрическим машинам, в местах, удобных для обслуживания, там, где это доступно с точки зрения условий окружающей среды и технологии производства [3, 5].

Электрические машины и аппараты в зависимости от их массы и габаритов поступают на монтаж от заводов-изготовителей в собранном или разобранном виде в соответствующей упаковке. Их выгружают с транспортных средств кранами (Рисунок 1) и в исключительных случаях на катках по наклонным настилам, хранят в сухих вентилируемых помещениях. Части машин, подверженные коррозии, покрывают слоем технического вазелина или какой-либо другой смазки; шейки валов покрывают антикоррозионной смазкой, обертывают влагонепроницаемым материалом и защищают от механических повреждений. При приемке электрических машин и аппаратов под монтаж проверяют их целостность, соответствие заводских табличек требованиям проекта и комплектность. Во избежание повреждения машин и аппаратов их распаковывают осторожно в закрытом, сухом и чистом помещении, недоступном для посторонних лиц, и устанавливают на подкладках [6].



а, б, в – собранных электрических машин; г – торцового щита; д, е – ротора
Рисунок 1 – Строповка электрических машин и их отдельных частей при перемещениях

Непосредственно перед началом монтажа производят ревизию и регулировку электрических машин и регулировку аппаратов. При ревизии проверяют крепление обмоток, наличие доски с выводными зажимами, исправность активной стали, отсутствие вмятин, задиrow, ржавчины, состояние выводов обмоток, коллектора и щеточных устройств у машин постоянного тока и контактных колец у машин переменного тока, шеек валов, правильность соединений обмоток, величины зазоров, сопротивление изоляции обмоток. У электрических аппаратов проверяют и регулируют одновременность включения контактов, раствор контактов, работу механизмов зацепления и срабатывания и др. Обнаруженные мелкие дефекты устраняют собственными силами. Для устранения серьезных дефектов аппараты отправляют на завод-изготовитель или в специальные ремонтные мастерские [2, 6].

Машины и аппараты, прибывающие на монтаж в собранном виде, разбирают только в том случае, если возникают сомнения в их исправности после транспортировки и хранения. Разборку и последующую сборку машин и аппаратов производят так, как это указано в инструкции завода-изготовителя. На первой стадии монтажа низковольтной пускорегулирующей аппаратуры, приборов контроля и защиты в соответствии с общим принципом организации электромонтажных работ размечают и пробивают гнезда, проемы и отверстия в строительных основаниях для крепления и заделки в них опорных конструкций или крепежных деталей.

Разметку ведут по отметкам чистого пола, наносимым на стенах или перегородках черной краской в виде полос шириной 10 и длиной 100 – 150 мм в соответствии с данными чертежей проекта или по размерам, снятым с натуры, пользуясь шаблонами для ускорения этой операции. Разметку начинают с нанесения основных вертикальных и горизонтальных

осей мест установки оборудования, а затем размечают места -заделки опорных конструкций или крепежных деталей (болтов, шпилек, дюбелей и т. п.).

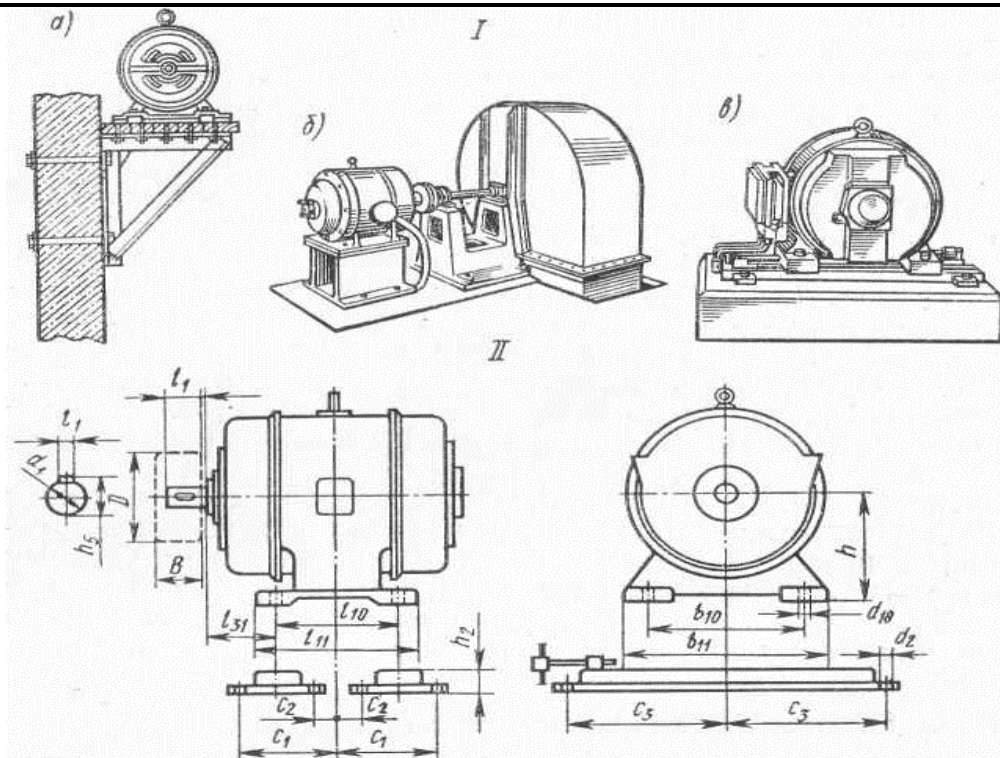
На металлических опорных поверхностях оборудование крепят или непосредственно винтами и болтами, или с помощью конструкций, привариваемых электросваркой к металлическим опорным поверхностям. Крепежные детали и опорные конструкции, если они не выпускаются заводами, изготавливают в мастерской по эскизам группы подготовки производства или чертежам проекта [1, 5, 6].

Монтаж электрических машин. Машины небольшой мощности.

Электрические машины, поступающие на монтаж в комплекте с механизмом, монтируют на второй стадии производства электромонтажных работ, когда полностью подготовлены площадки или конструкции для их установки. У электродвигателей с подшипниками скольжения подшипники промывают и заполняют маслом. Заводскую смазку подшипников качения при установке небольших машин обычно не заменяют. Проверяют состояние изоляции обмоток электрических машин и, если необходимо, сушат обмотки. Подготовленные машины доставляют на монтажную площадку, где их устанавливают, выполняют сопряжение двигателей с рабочими механизмами и генераторов с двигателями и подключают к сети через пускорегулирующие аппараты. Перед установкой электродвигателей по установочным размерам изготавливают и устанавливают крепежные конструкции и детали.

Электродвигатели устанавливают на металлических конструкциях (Рисунок 2, а), непосредственно на полу (Рисунок 2, б) или на фундаменте и крепят с помощью болтов. При сопряжении электродвигателя с рабочим механизмом через ременную передачу его устанавливают на салазках, которые дают возможность изменять расстояние между валами электродвигателя и рабочей машины и тем самым регулировать натяжение приводного ремня (рисунок 2, в). Электродвигатели поднимают на площадку, где их устанавливают с помощью кранов, блоков или талей [2, 7].

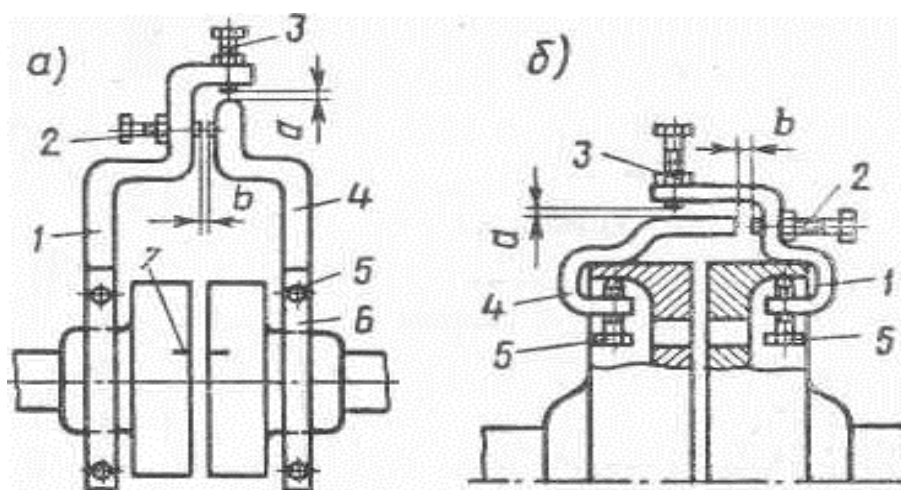
Электродвигатели соединяют с рабочими механизмами с помощью соединительных муфт различных конструкций, а также через зубчатую, ременную (клиноременную) или фрикционную передачу. При всех способах сопряжения положение электродвигателя проверяют по уровню и отвесу и регулируют с помощью металлических прокладок. При ременной передаче необходимым условием правильного сопряжения электродвигателя с механизмом является соблюдение параллельности валов, а также расположение средних линий их шкивов на одной прямой линии. Центровку соединяемых муфтой валов электродвигателя и приводимого им во вращение рабочего механизма производят с помощью двух скоб, закрепленных на валах электродвигателя и рабочего механизма (Рисунок 3).



d_1, l_1 – диаметр и длина рабочего конца вала; b_1 – ширина шпонки; l_{10}, b_{10} – расстояние между отверстиями в лапах в поперечной и продольной осях; l_{11}, b_{11} – наибольшее расстояние лап в поперечной и продольной осях; h – высота осб вращения машины;

d_{10} – диаметр отверстий в лапах; l_{31} – расстояние между отверстием в лапах и началом рабочего конца вала; D, B – диаметр и ширина шкива; C_1, C_2, C_3 – расстояния от центральной линии до отверстий в салазках; h_2 – высота салазок; d_2 – диаметр отверстий

Рисунок 2 – Установка электродвигателей небольшой мощности (I) и обозначения установочных размеров (II)



a – центровочные скобы для центровки по втулкам полумуфт; b – для центровки по ободам полумуфт; 1, 4 – скобы; 2, 3 – болты для измерения зазоров; 5 – крепежные болты; 6 – хомут; 7 – риски

Рисунок 3 – Центровка валов

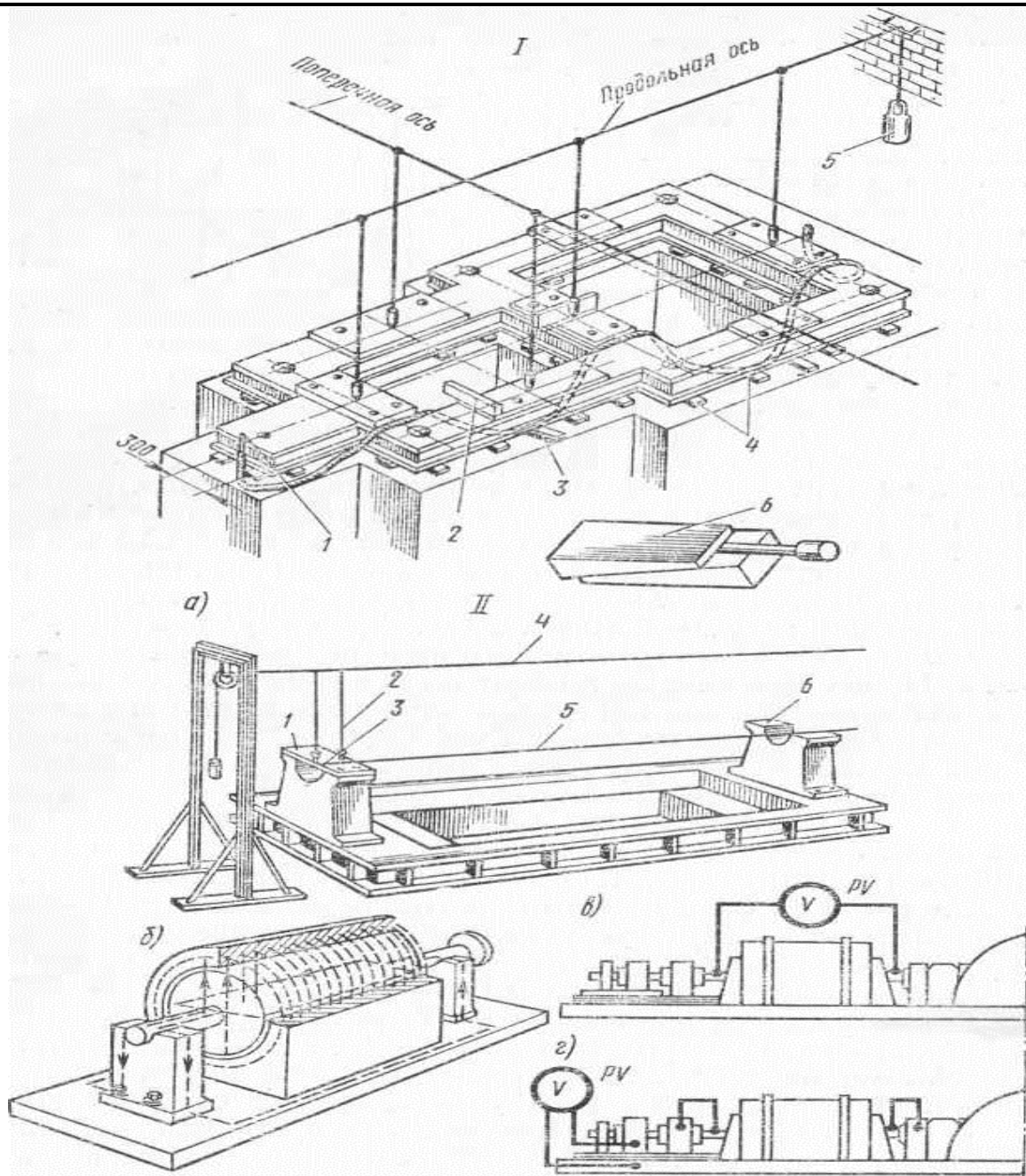
Поворачивая одновременно валы электродвигателя и механизма на 90, 180, 270, 360 °, добиваются, чтобы расстояния a и b между центровочными скобами были постоянны. Биение полумуфт и соосность валов допускаются в пределах соответственно в зависимости от типа муфты и числа оборотов двигателя от 0,02 до 0,05 мм и от 0,04 до 0,15 мм. При зубчатой передаче добиваются параллельности валов электродвигателя и механизма и правильного зацепления зубчатых шестерен, т. е. одинакового зазора между зубьями сопрягаемых шестерен по всей их толщине. Несносность соединяемых валов должна быть не более 0,5 ° [7, 8].

Электрические машины большой мощности. Электрические машины переменного и постоянного тока, поступающие на место установки в собранном виде, устанавливаются без разборки, но с предварительной ревизией. Монтаж начинают с установки фундаментной плиты, рамы или салазок на фундамент с металлическими прокладками толщиной 10 мм и более для грубой и 0,5–5 мм для точной выверки горизонтального положения плиты, рамы или салазок. Прокладки устанавливают по всему периметру опорных плоскостей через каждые 400 мм так, чтобы они выступали за края плиты, рамы и салазок на 25–50 мм. Одновременно в анкерные колодцы вставляют фундаментные болты. Около фундаментных болтов с обеих сторон располагают прокладки. Горизонтальное положение фундаментных плит, рам и салазок проверяют по уровню, с помощью проверочных линеек, уложенных на опорные плоскости. Регулируют плиты с помощью прокладок (Рисунок 4, I) [1, 8].

После того как фундаментные плиты, рамы и салазки окончательно выверены, на них устанавливают электрическую машину и выверяют сопряжение осей валов электрической машины и рабочего механизма по центровочным скобам.

Если монтируют агрегат из двух и более электрических машин (например, двигатель – генератор – возбудитель), то регулировку положения линий валов начинают с машины, имеющей два подшипника. Вал этой машины устанавливают строго горизонтально, а линии валов у промежуточных подшипников – по плавной кривой, соответствующей естественному прогибу валов от собственной массы. При сопряжении двух валов, имеющих три подшипника, наклоны шеек вала, лежащего на двух подшипниках, не должны изменяться при присоединении второго вала. Это достигается регулировкой третьего подшипника в вертикальной плоскости. Правильность сопряжения проверяют измерением величины биения конца вала, имеющего один подшипник, с помощью индикатора [9].

После окончательной проверки положения электрической машины на фундаментной плите, раме или салазках, сопряжения ее с рабочими механизмами и сдачи по акту фундамент вместе с плитой, рамой или салазками заливают цементным раствором. При этом тщательно заполняют отверстия, в которых заделаны фундаментные болты и зазоры под плитой, рамой или салазками. Если позволяет конструкция плиты или рамы, то цементным раствором заполняют всю их внутреннюю часть, оставляя свободными лишь места прохода болтов сквозь плиту [3, 9].



I – установка фундаментной плиты: 1 – гидростатический уровень; 2 – уровень; 3 – стальной клин; 4 – прокладка; 5 – груз; 6 – клиновый домкрат; II – установка подшипниковых стоек (а) и проверка изоляции; 1 – пластина; 2 – отвес; 3 – риска; 4 – монтажная струна; 5 – контрольная струна; 6 – стойка; б – схема прохождения тока через подшипник; в, г – проверка изоляции стойки подшипника

Рисунок 4 – Фундаментная плита и схема установки и проверки изоляции подшипниковых стоек

Затем мегаомметром проверяют состояние изоляции обмоток электрической машины, воздушные зазоры в «междуфазном» пространстве по всей окружности (для разных машин они различны в зависимости от требований заводских инструкций), промывают и заливают

чистым маслом подшипники скольжения. В машинах постоянного тока проверяют состояние коллектора, щеток, щеточного механизма.

Монтаж разобранных машин производят в такой последовательности: распаковка и размещение узлов на монтажной площадке; очистка, ревизия и продувка их сжатым воздухом; подготовка фундамента; установка фундаментной плиты; монтаж стояков подшипников; установка статора на плиту; монтаж ротора, центровка и сопряжение валов; пригонка вкладышей и уплотнение подшипников скольжения; выверка воздушных зазоров и осевого разбега ротора; регулировка коллектора или контактных колец; монтаж щеточного механизма, а также систем принудительной смазки и принудительной вентиляции; монтаж внутренних соединений машины и ее внешних цепей; сушка изоляции; пробный пуск и регулировка систем машины; балансировка ротора машины; приемосдаточные испытания машины; фиксация частей машины после обкатки на фундаментной плите с помощью установочных штифтов; оформление технической документации и сдачи машины в эксплуатацию.

Установка и выверка фундаментной плиты или рамы при монтаже электрических машин, поступающих на монтажную площадку в разобранном виде, выполняется так же, как и монтаж машин, прибывающих в собранном виде. Монтаж начинают с установки подшипниковых стояков по заводским рискам и контрольным шпилькам (Рисунок 4, II, а). Подшипники разбирают, их опорные поверхности освобождают от защитных покрытий, ржавчины и забоин. Перед установкой подшипниковых стояков под них на плиту укладывают металлические прокладки общей толщиной 4 – 5 мм, с помощью которых в дальнейшем регулируют положение подшипников по высоте, а также изолирующие прокладки под одним или двумя стояками, чтобы исключить разъедание шеек паразитными токами.

В качестве изолирующих прокладок применяют пластинки из прочного изоляционного материала толщиной 2 – 5 мм. Болты и контрольные шпильки изолируют бакелитовыми или прессшпановыми трубками с толщиной стенки 2 мм, а фланцы маслопроводов – электрокартоном. Сопротивление изоляции подшипникового стояка, измеренное мегаомметром на 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм (Рисунок 4, в, з). Затем в подшипниковые стоянки устанавливают нижние вкладыши подшипников и на них укладывают ротор машины, предварительно смазав шейки его вала чистым машинным маслом [4].

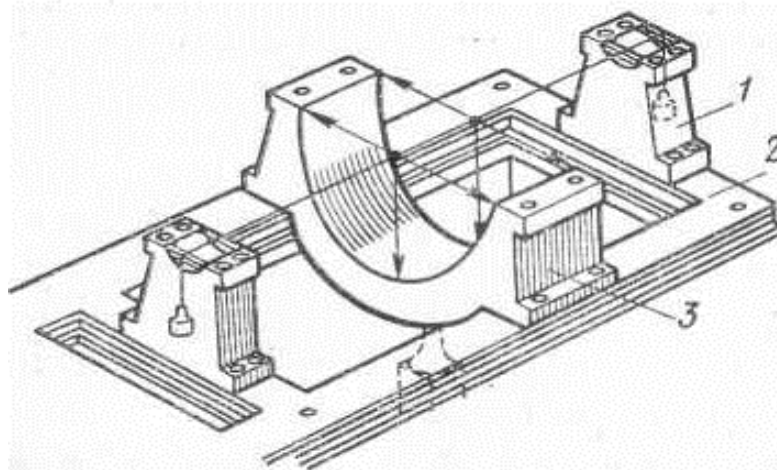
Чтобы убедиться в отсутствии перекоса вкладышей подшипников, ротор проворачивают на несколько оборотов. Далее выверяют совпадения валов электрической машины и рабочего механизма с насаженными полумуфтами с помощью линейки и щупа и устанавливают осевые зазоры (разбег) между торцами вкладышей подшипников и заточками вала. Эти зазоры необходимы для свободного удлинения вала при его нагревании и для возможной самоустановки ротора под влиянием магнитного поля электрической машины.

Осевые зазоры по обе стороны вкладышей подшипников регулируют с учетом того, что со стороны внешних подшипников, т. е. подшипников со стороны расположения контактных колец или коллектора, они должны быть больше. У машин с диаметром шейки вала до 200 мм эти зазоры у ближайшего к полумуфте подшипника принимают равными 2 – 4 мм, а при диаметрах более 200 мм – 2 % диаметра вала.

Вал ротора проверяют индикатором на отсутствие радиального биения в шейках, местах установки уплотнений подшипников и щитов статора, а также вблизи ступицы ротора. Для

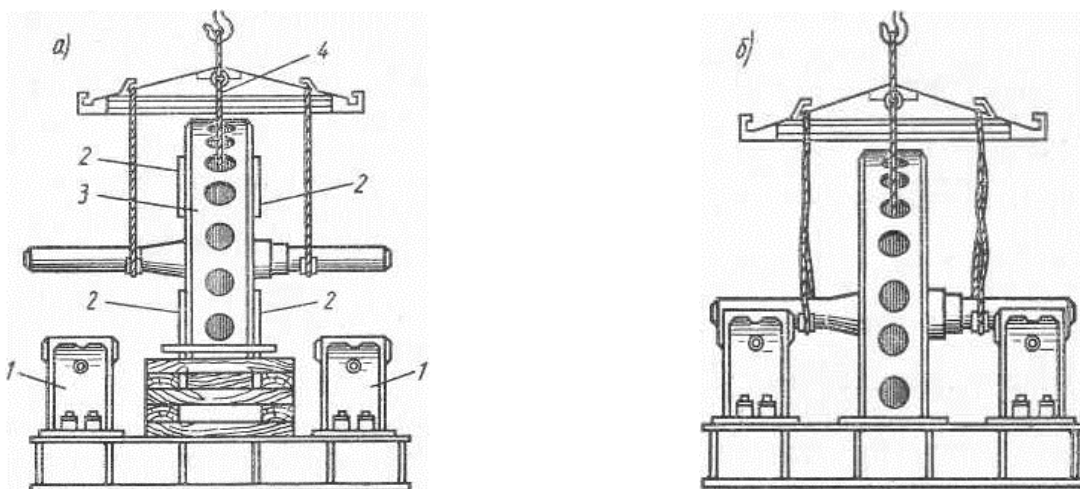
валов с диаметром шейки вала до 200 мм допустимая величина биения 0,02 мм. Убедившись в правильности установки ротора в подшипниках, еще до установки статора производят регулировку совмещения валов так, как это описано выше [7, 9].

После этого ротор поднимают краном, отводят в сторону и на место устанавливают статор электрической машины, руководствуясь заводскими рисками на отдельных его частях и контрольными шпильками (Рисунок 5). Правильность установки статора выверяют по струне, натянутой вдоль оси подшипниковых стояков, и по штихмасу, с помощью стальных прокладок, подкладываемых под опорные лапы статора. Затем снимают один из подшипниковых стояков, ротор заводят в статор, перемещают его внутри статора до выхода полумуфты за пределы статора и укладывают на деревянные прокладки для того, чтобы переставить стропы на роторе и полностью ввести его в статор. Снятый подшипниковый стояк устанавливают на определенное место; ротор укладывают в подшипники (Рисунок 6) и еще раз проверяют осевые зазоры [10].



1 – стойка подшипника; 2 – рама; 3 – станина машины

Рисунок 5 – Вывеска подшипниковых стоек и станин электрических машин

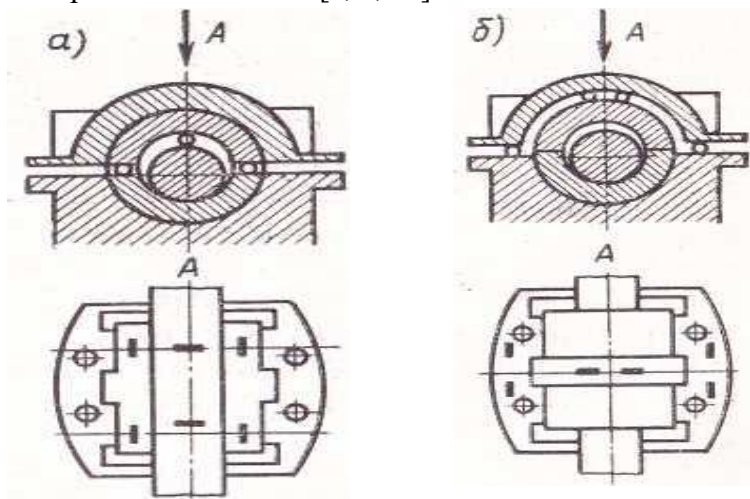


а – строповка и подъем статора и ротора; б – установка вала в подшипники и опорных лап на плиту; 1 – подшипниковый стояк; 2 – пакет электрокартона; 3 – станина статора; 4 – средний строп

Рисунок 6 – Ввод ротора в статор

После того как положение ротора в подшипниках выверено, окончательно регулируют положение статора так, чтобы оси симметрии сердечников статора и ротора совпадали, и регулируют зазор между статором и ротором. Зазоры измеряют щупом в четырех диаметрально противоположных точках. В машинах постоянного тока зазоры измеряют под серединой каждого полюса.

Перед закрытием подшипников проверяют зазоры между верхним вкладышем подшипника и шейкой, вала и между вкладышем и крышкой подшипника (Рисунок 7). Зазор определяют по толщине сплютков предварительно заложенных в подшипник проволок. Затем выполняют внутренние соединения обмоток, регулируют щеточный механизм, монтируют масляную или воздушную системы охлаждения, измеряют вибрацию подшипниковых опор. Затем определяют среднеквадратичное значение вибрационной скорости, которое должно быть не выше 4,5 мм/с, и приступают к сушке машины. Окончательные результаты регулировок и измерений заносят в монтажный паспорт электрической машины [2, 8, 10].



а – между вкладышем и валом; б – между вкладышем и крышкой черными точками, и прямоугольниками показаны места заложения свинцовой проволоки

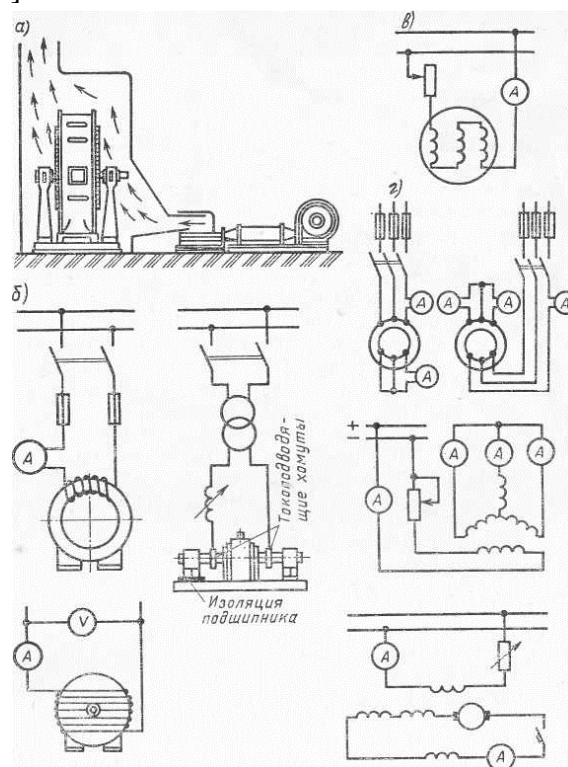
Рисунок 7 – Зазоры в подшипниках (контрольные точки)

Сушка электрических машин.

Электрические машины сушат при неудовлетворительных изоляционных характеристиках, указывающих на увлажненность изоляции. Сушку проводят до установки электрических машин в том случае, если они долгое время хранились в помещении и измерения показывают на увлажненность изоляции. Обмотки электрических машин перед сушкой очищают от загрязнений и осевшей пыли, продувая сухим и чистым воздухом. В случае длительного непосредственного попадания воды на обмотки измерения и испытания, связанные с подачей напряжения, следует выполнять после контрольного прогрева и подсушки путем внешнего, надреза. Сушку путем пропускания тока по обмоткам электрических машин можно выполнять, если сопротивление изоляции обмоток статора машин переменного тока и обмотки якоря машин постоянного тока не менее 50 кОм, а сопротивление изоляции обмоток ротора машин переменного тока и обмоток возбуждения машин постоянного тока не менее 20 кОм [7, 9].

Корпус машины, подготовляемой для сушки, должен быть надежно заземлен. Сушку

машин в зависимости от местных условий выполняют внешним нагревом, инфракрасными лучами, индукционными потерями в сердечнике, потерями в проводниках обмоток, током к. з. и т. п. (Рисунок 8) [3, 11].



а – непосредственным нагревом теплым воздухом; б – методом индукционных потерь; в – методом потерь в обмотках; г – методом короткого замыкания обмоток

Рисунок 8 – Способы сушки машин

Во время сушки в наиболее нагреваемых частях обмоток электрических машин, на поверхности стального ротора и статора систематически измеряют температуру ртутными термометрами, температурными детекторами или рассчитывают температуру обмоток по замерам сопротивления обмоток.

В процессе сушки ведут журнал, в который кроме заводских характеристик, места установки машины, метода сушки и другого заносят электрические параметры и температуру во всех контролируемых точках машин, а также вычерчивают кривые изменения температуры и сопротивления изоляции обмоток во времени.

Сдачу-приемку смонтированных электрических машин проводят в соответствии с требованиями СНиП. После предъявления необходимой сдаточной документации персонал заказчика при участии представителей монтажной и наладочной организаций проводит комплексные испытания на холостом ходу и оформляет акт сдачи-приемки электрических машин [5, 12].

Монтаж аппаратов управления.

Панели распределительных щитов, щитов управления и защиты, относящихся к аппаратам управления, устанавливают в щитовом помещении или непосредственно в цехе на заранее подготовленном основании. Установку начинают со средней в ряду панели. Панели

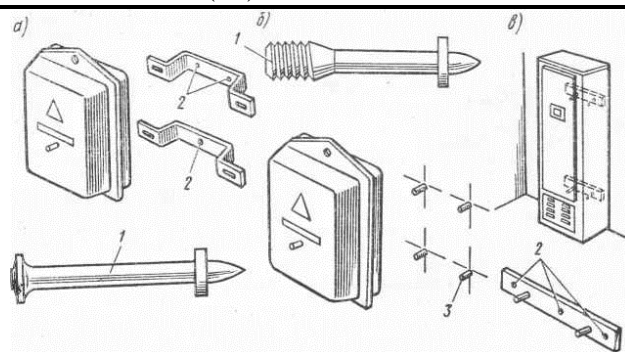
выверяют по уровню и отвесу и соединяют между собой и с направляющими посредством болтов или электросваркой. После этого распаковывают приборы и аппараты, чистят их, еще раз проверяют исправность подвижной и контактной систем, отсутствие обрывов и комплектность, устанавливают на панели и подключают к ним провода вторичной коммутации [10].

Под корпуса реле ставят прокладки из электрокартона, а крепежные болты снабжают резиновыми шайбами. Затем снятые для удобства транспортирования сборные шины устанавливают на место и налаживают приборы и аппараты. Все приборы и аппараты располагают строго вертикально, за исключением тех, которые по условиям нормальной работы должны находиться в горизонтальном или наклонном положении.

Станции управления в мастерской собирают в щиты (ЩСУ), монтируя на стальном каркасе, затем перевозят на площадку и устанавливают в специальные помещения или на площадках в цехах, вблизи от обслуживаемых ими электродвигателей. При установке на каркасе станций управления между ними оставляют небольшие зазоры. Панели крепят к каркасу болтами. Иногда панели магнитных станций монтируют в шкафах и в таком виде отправляют в цех.

Магнитные пускатели, контакторы, пусковые ящики и другие аппараты устанавливают в комплекте с кнопками управления. Магнитный пускатель вместе с кнопочной станцией, а часто и целая группа магнитных пускателей, устанавливаемых в одном месте, одновременно с опорной конструкцией представляют собой монтажные узлы и блоки, изготавливаемые централизованно в мастерских. Такие готовые узлы устанавливают на заготовленные заранее крепежные устройства. Магнитные пускатели и контакторы устанавливают в строго вертикальном положении; нормальная высота их установки от пола 1500–1700 мм. Металлические конструкции, на которых крепят пусковые устройства, а также металлические кожухи магнитных пускателей, кнопок управления и контакторов надежно заземляют, подключая к ним ответвления от заземляющей шины или любого другого заземляющего проводника. Пример крепления аппаратов управления показан на Рисунке 9 [11, 12].

Пусковые реостаты с масляным охлаждением устанавливают на металлической или железобетонной конструкции (в виде стула) и крепят к ней четырьмя болтами. Высоту конструкции для установки реостата выбирают с таким расчетом, чтобы маховичок реостата находился на высоте 700–800 мм от пола. Реостаты с воздушным охлаждением устанавливают на металлических конструкциях, укрепленных на стене, с зазором между опорной поверхностью и секциями реостата 50–100 мм для лучшего их охлаждения.



а – несъемное; б – съемное; в – комбинированное крепление шкафов; 1 – дюбель-гвоздь; 2 – место пристрелки детали дюбель-гвоздями; 3 – дюбель-винт

Рисунок 9 – Крепление аппаратов управления

Кулачковые контроллеры и командоаппараты монтируют подобно пусковым реостатам с масляным охлаждением. Контроллер или командоаппарат устанавливают непосредственно на опорной поверхности или через дополнительную конструкцию по отвесу и уровню так, чтобы высота штурвала над полом была не более 1100 мм. При их установке следует обеспечить хороший обзор рабочего места и удобство управления [2, 12, 13, 14].

Необходимо отметить, что монтаж электрических машин и аппаратов, который является многоэтапным процессом, требующим от персонала предприятий высокой квалификации и опыта работы, а кроме того, требует постоянный контроль со стороны инженерно-технических работников и представителей службы охраны труда.

Список литературы

1. Полуянович Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт электрооборудования и систем электроснабжения промышленных предприятий: учеб. пособие / Н.К. Полуянович. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 232 с.
2. Организационные основы безопасности при ремонте электрических двигателей в условиях предприятия АПК / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
3. Основы безопасности при монтаже электропроводок во взрывоопасной среде / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Петренко Н.В, Головинов В.В // АгроЭкоИнфо. 2022. № 3 (51).
4. Соколов В.П. Монтаж электрических аппаратов: учеб. пособие / В.П. Соколов. – Изд-во МЭИ, 2005. – 160с.
5. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. – М, 2004. – 286 с.
6. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. – М., 2005. – 354с.
7. Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования / Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин; под. общ. ред. Н.Ф. Котеленца. – М.: Мастерство, 2002. – 296 с.
8. Каминский М.Л. Монтаж приборов и систем автоматизации / М.Л. Каминский, В.М. Каминский. – М.: Высш. шк.; Академия, 2001. – 304 с.

9. Сибикин Ю.Д. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Высш. шк., Академия, 2001. – 248 с.
10. Соколов Б.А. Монтаж электрических установок / Б.А. Соколов, Н.Б. Соколова. – М.: Энергоиздат, 1982. – 598 с.
11. Пантелеев Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий: Справочник электромонтажника / Е.Г. Пантелеев; под ред. А.Д. Смирнова и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
12. Справочник по наладке электрооборудования электростанций и подстанций / Н.А. Воскресенский, А.Е. Гомберг, Л.Ф. Колесников и др.; под ред. Э.С. Мусаэляна. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 344 с.
13. Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации / А.А. П столов, А.Л. Вахрамеев, С.А. Ермолаев и др. – М.: Колос, 1993. 350 с.
14. Липкович И.Э. Персонал электроустановок АПК / Липкович И.Э., Егорова И.В., Пятикопов С.М. // АгроЭкоИнфо. 2018. № 1 (31). С. 38.

References

1. Poluyanovich N.K. Installation, adjustment, operation and repair of electrical equipment and power supply systems of industrial enterprises: textbook. allowance / N.K. Poluyanovich. - Taganrog: Publishing House of TRTU, 2005. - 232 p.
2. Organizational bases of safety in the repair of electric motors in the conditions of the agricultural enterprise / Lipkovich I.E., Ukrainsev M.M., Egorova I.V., Petrenko N.V. // AgroEcoInfo. 2022. No. 3 (51).
3. Basics of safety in the installation of electrical wiring in an explosive environment / Lipkovich I.E., Ukrainsev M.M., Egorova I.V., Petrenko N.V., Golovinov V.V. // Agro-EcoInfo. 2022. No. 3 (51).
4. Sokolov V.P. Installation of electrical apparatus: textbook. allowance / V.P. Sokolov. – MPEI Publishing House, 2005. – 160p.
5. Rules for the operation of consumer electrical installations. - М, 2004. - 286 p.
6. Intersectoral rules on labor protection (safety rules) during the operation of electrical installations. - М., 2005. - 354 p.
7. Akimova N.A. Installation, technical operation and repair of electrical and electromechanical equipment / N.A. Akimova, N.F. Kotelenets, N.I. Sentyurikhin; under. total ed. N.F. Kotelets. - М.: Mastery, 2002. - 296 p.
8. Kaminsky M.L. Installation of devices and automation systems / M.L. Kaminsky, V.M. Kaminsky. - М.: Higher. school; Academy, 2001. - 304 p.
9. Sibikin Yu.D. Handbook for the operation of electrical installations of industrial enterprises / Yu.D. Sibikin, M.Yu. Sibikin. - М.: Higher. school, Academy, 2001. - 248 p.
10. Sokolov B.A. Installation of electrical installations / B.A. Sokolov, N.B. Sokolov. - М.: Energoizdat, 1982. - 598 p.
11. Panteleev E.G. Installation and repair of cable lines: Handbook of an electrician / E.G. Panteleev; ed. HELL. Smirnova and others - М.: Energoatomizdat, 1990. - 288 p.
12. Handbook on the adjustment of electrical equipment of power plants and substations / N.A. Voskresensky, A.E. Gomberg, L.F. Kolesnikov and others; ed. E.S. Musaelyan. – М.: Energoatomizdat, 1984. – 344 p.

Егорова И.В., Петренко Н.В., Чайка Д.С. Организационные основы безопасности работ при монтаже электрических машин и аппаратов управления // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2022. – Т. 7 № 3(25) часть 2 с. 62–77

13. Operation and repair of electrical equipment and automation equipment / A.A. P tables, A.L. Vakhrameev, S.A. Ermolaev and others - М.: Kolos, 1993. 350 p.
 14. Lipkovich I.E. Personnel of electrical installations of the agro-industrial complex / Lipkovich I.E., Egorova I.V., Pyatikopov S.M. // AgroEcoInfo. 2018. No. 1 (31). With. 38.
-