

ЛЕКЦИЯ 1

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ГОРНЫХ МАШИН НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

1.1 Условия эксплуатации и требования, предъявляемые к электрооборудованию ОГР

На открытых горных работах (ОГР) используются мощные машины и комплексы, позволяющие работать широким фронтом с высокой производительностью. На карьерах разрезах (далее ОГР) применяют: одноковшовые и многоковшовые экскаваторы, буровые станки, установки гидромеханизации, электровозы, конвейерные установки, транспортно-отвальные мосты и отвалообразователи, насосы для водоотлива, компрессорные и другие установки.

Указанные машины предъявляют определенные требования к электрооборудованию (ЭО) и способу подвода электроэнергии к ним. На ОГР применяют электрооборудование, отвечающее ряду специфических особенностей, к числу которых относятся:

- работа на открытом воздухе;
- постоянное или периодическое перемещение горных машин;
- наличие буровзрывных работ (БВР) на крепких породах и гидроотбойки на мягких;
- широкое использование энергоемких автоматизированных машинных комплексов на добычных и вскрышных работах.

Работа на открытом воздухе в течение длительного периода значительно ухудшает условия эксплуатации оборудования, подвергающегося воздействиям пыли, влаги и т.д., в связи с чем необходимо предъявлять повышенные требования к надежности ЭО и безопасности его обслуживания.

Наличие БВР на ОГР представляет опасность повреждения ЭО кусками породы и взрывной волной. Необходимо принимать соответствующие меры для предотвращения повреждений и защиты оборудования, осветительных установок, линий электропередачи (ЛЭП) и др.

При эксплуатации ЭО и электрических сетей, особенно в ненастную погоду, существует повышенная опасность поражения электрическим током. Большая разбросанность работ, применение передвижных подстанций и приключательных пунктов создают большие трудности устройства защитных заземлений, контроля состояния сети, защитных средств. Поэтому на ОГР приходится уделять большое внимание обеспечению безопасности обслуживания электроустановок. ЭО (двигатели, генераторы, трансформаторы, пусковая и коммутационная аппаратура), установленное на горных машинах, находится в условиях постоянной тряски, толчков и вибраций, связанных с характером работы этих машин и агрегатов. При эксплуатации ЭО возможно возникновение пожаров, источником которых могут быть электрические разряды и нагретые до высокой температуры токоведущие части. Причинами появления очагов с высокой температурой являются: перегрузки и короткие замыкания (КЗ) в проводниках, машинах и аппаратах, местные перегревы в результате высокого переходного сопротивления цепи и др.

Поэтому на ОГР в связи с тяжелыми условиями работы и эксплуатации машин применяется специальное электрооборудование.

Электрические двигатели, применяемые на горных машинах, механизмах и комплексах, как правило, должны обладать повышенной электрической и механической прочностью, обеспечивающей надежную работу при резко изменяющихся нагрузках.

Передвижные комплектные трансформаторные подстанции (ПКТП) и приключательные пункты (ППП) должны обладать повышенной механической прочностью, так как их приходится часто перемещать и они подвержены ударам кусками породы и руды при взрывах.

Электрооборудование, применяемое на ОГР, должно быть защищенным от попадания внутрь его влаги и пыли. При выборе исполнения и эксплуатации ЭО большое внимание уделяется обеспечению надежности и безопасности его обслуживания.

1.2 Электрооборудование одноковшовых экскаваторов

Общая характеристика электрооборудования. На вскрыше и добыче полезных ископаемых открытым способом наибольшее распространение получили экскаваторы типа "прямая лопата" (ЭКГ – экскаватор карьерный электрический на гусеничном ходу) с вместимостью ковша от 3,2 до 30 м³ и "обратная лопата" (ЭГО – экскаватор гидравлический на гусеничном ходу) с вместимостью ковша от 3 до 20 м³, а также шагающие экскаваторы-драглайны типа ЭШ с ковшом от 4 до 125 м³. По установленной мощности электрооборудования и потреблению электроэнергии наиболее мощные из них сравнимы со средними промышленными предприятиями. К примеру, на экскаваторе ЭШ-100/125 общая установленная мощность электроприводов превышает 20000 кВт, а мощность четырех сетевых синхронных двигателей напряжением 10 кВ равна 3600 кВт каждый.

Наряду с мощными экскаваторами используют также экскаваторы типа Э, ЭО с ковшом вместимостью 0,5–2 м³. Их используют для селективной выемки полезного ископаемого, вспомогательных и строительных работ.

Экскаваторы малой мощности имеют, как правило, групповой электропривод, которым все рабочие механизмы приводятся в действие от одного, обычно асинхронного, электродвигателя мощностью до 160 кВт с помощью механических передач.

На экскаваторах средней и большой мощности применяют многодвигательный привод, при котором механизмы подъема, напора (тяги), поворота и хода (шагания) имеют отдельные двигатели постоянного тока (ДПТ) с независимым возбуждением. Такие двигатели питаются от индивидуальных или групповых электромашинных или статических преобразователей. Кроме основных на экскаваторах имеются вспомогательные механизмы (открывания днища ковша, вентиляторы, маслонасосы, компрессор и др.), для привода которых применяют низковольтные асинхронные двигатели переменного тока. Сюда же относится электрооборудование периодического действия: сварочные трансформаторы, электронагреватели, прожекторы и т.п. В отдельную группу выделяют электрооборудование для приема, преобразования и распределения электроэнергии.

Таким образом, ЭО экскаваторов представляет собой сложный электротехнический комплекс (ЭТК) с многочисленными внутренними (между отдельными элементами ЭТК) и внешними (между ЭТК и системой электроснабжения, между ЭТК и группой климатических и механических факторов) связями.

Рабочий цикл экскаватора состоит из процессов копания, подъема ковша и одновременного поворота на выгрузку, опорожнение ковша, поворота к месту копания и одновременного опускания ковша в забой. Нагрузка сетевого (приводного) двигателя складывается из нагрузок двигателей перечисленных механизмов и носит переменный характер. Наибольшая мощность развивается приводом экскаватора во время копания.

Режим работы основных механизмов одноковшового экскаватора характеризуется частыми пусками и реверсами, быстрыми разгонами и остановками, резкими толчками и пиками нагрузки. Число включений-отключений подъемного двигателя доходит до

200...300 в час, а напорного и поворотного – до 600...700. Пики нагрузок этих двигателей часто в 2...3 раза больше средних нагрузок и повторяются несколько раз на протяжении цикла экскавации. Поэтому важнейшее требование к электроприводу механизмов копания экскаватора – необходимость ограничения момента (тока) электропривода до допустимого значения (обычно $2-2,5I_{ном}$) при механических перегрузках и резких стопорениях. Основной способ автоматического ограничения момента – формирование с помощью системы регулирования специальной механической характеристики электропривода копающих механизмов, которая называется экскаваторной (рис.1).

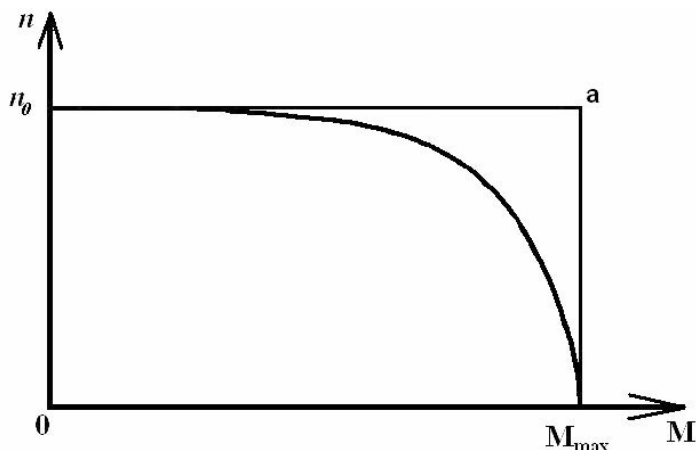


Рис.1. Экскаваторная характеристика электропривода

Качество экскаваторной характеристики определяется коэффициентом заполнения, представляющим собой отношение площади, образованной механической характеристикой $n = f(M)$, осями момента M и частоты вращения n , к площади On_0aM_{max} . Чем ближе это отношение к единице, тем большую производительность экскаватора может обеспечить привод. В практических случаях это отношение изменяется от 0,7–0,8 для приводов копающих механизмов до 0,95 для привода поворотных механизмов.

В простейшем электроприводе экскаватора – асинхронном, возможность формирования экскаваторной характеристики отсутствует. Поэтому такой привод, несмотря на его простоту, рекомендуется только для экскаваторов малой мощности. Наиболее просто экскаваторная характеристика реализуется в приводе по системе генератор-двигатель (Г-Д) с тиристорным возбуждением генераторов и двигателей (экскаваторы ЭКГ-4,6В, ЭКГ-12,5, ЭШ-15/90 и др.) и в системе тиристорного электропривода по системе тиристорный преобразователь-двигатель (ТП-Д) – экскаваторы ЭКГ-20, ЭШ-20/90 и др.

В приводе по системе Г-Д элементом, через который изменения режима работы двигателей главных приводов постоянного тока передаются в питающую сеть, является сетевой двигатель переменного тока (синхронный, реже асинхронный) электромашинного преобразовательного агрегата. Асинхронные двигатели (АД) с короткозамкнутым ротором напряжением 6 кВ используются в качестве приводного только для экскаваторов с вместимостью ковша до $4,6 \text{ м}^3$.

Широкое применение синхронных двигателей (СД) для преобразовательных агрегатов объясняется рядом их преимуществ перед асинхронными, особенно мощностью свыше 1000 кВт:

- способность в режиме перевозбуждения генерировать реактивную мощность;
- большая устойчивость при изменениях напряжения на зажимах СД (так как зависимость электромагнитного момента от напряжения – линейная, а не квадратичная, как для АД с короткозамкнутым ротором).

Наряду с преимуществами синхронным двигателям присущи и недостатки:

- значительная кратность тока при прямом пуске и вызываемые этим колебания напряжения;

- подпитка токами точек КЗ при аварийных режимах в сети и усложнение в связи с этим настройки защит и устройств автоматического повторного включения (АПВ).

В приводе по системе ТП-Д связь главных электроприводов с сетью осуществляется через управляемый преобразователь, который состоит обычно из специального трансформатора и группы тиристоров, собранных в зависимости от назначения по определенным схемам выпрямления.

Тиристорный электропривод по сравнению с системой Г-Д имеет преимущества:

- сокращается продолжительность переходных процессов в режимах разгона, реверса и торможения;

- в режимах копания и стопорения динамические нагрузки в механизмах подъема и напора снижаются в среднем на 15%;

- производительность экскаватора в сопоставимых условиях возрастает на 10–15%.

Существенным недостатком этой системы привода является значительное ухудшение ими качества напряжения, особенно при подключении преобразователей к мало-мощным сетям. Несинусоидальность кривой напряжения влияет на качество и надежность работы электрооборудования и системы электроснабжения в целом.

Электрооборудование для приема и распределения электроэнергии

На схеме распределения электроэнергии (рис.2) показано, что на экскаваторах, которые не имеют навесного кабельного барабана, энергия от вводной коробки ВК (ящик с тремя опорными изоляторами, установленный в одном из отсеков под кузовом экскаватора) через высоковольтный или комбинированный (высоко- и низковольтный) вертикальный кольцевой токоприемник ХА1 (рис.2, а) подводится к распределительному устройству высокого напряжения РУвн., которое состоит из одной или нескольких ячеек комплектного распределительного устройства (КРУ), установленных на поворотной платформе экскаватора. Далее от шкафа КРУ через масляный или вакуумный выключатель QF питание поступает к сетевому электродвигателю электромашинного преобразовательного агрегата (рис.2, а) или к преобразовательному трансформатору ТП с фильтрокомпенсирующим устройством ФКУ (рис.2, б), когда на экскаваторе применен привод по системе ТП-Д. Сразу после разъединителя QS включен трансформатор собственных нужд ТСН, от которого питаются электродвигатели вспомогательных механизмов.

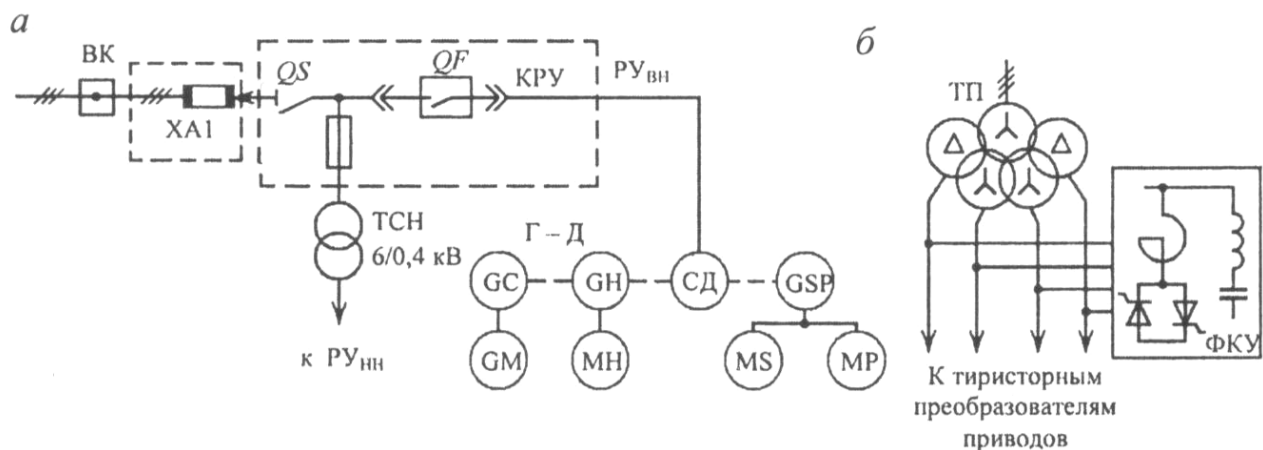


Рис.2. Схемы приема и распределения электроэнергии на одноковшовых экскаваторах: а – система Г-Д, б – система ТП-Д.

На мощных шагающих экскаваторах устанавливается два и более КРУ для подключения дополнительных ТСН и отдельных двигателей главных механизмов.

ЭО для приема и распределения электроэнергии устанавливают на экскаваторах открыто (категория размещения 1) или в кузове (категория 2). Климатическое исполнение электрооборудования – в основном ХЛ1 и ХЛ2.

Токоприемники, применяемые на экскаваторах, изготавливают на токи до 630 А с номинальным напряжением до 10 кВ (токоприемники ТКГ/630-ХЛ2 – горизонтальный, ТКВ/630-ХЛ2 – вертикальный). Для собственных нужд обычно используются силовые трехфазные масляные трансформаторы напряжением 6/0,4 кВ специального исполнения и мощностью от 40 до 400 кВА. Для комплектования распределительных устройств используются КРУ с вакуумными выключателями КРУЕ-10В-400-20 ХЛ2, которые изготавливаются на ток до 400 А. В то же время на большинстве экскаваторов, которые находятся в работе, еще эксплуатируется значительное число ячеек КРУ с масляными выключателями. Из-за низкой коммутационной способности (допустимое число включений – не более семи в сутки) и ряда других недостатков, связанных с наличием в аппаратуре трансформаторного масла, такие ячейки должны постепенно заменяться на новые, более усовершенствованные, типа КРУЕ-10В-400-20 ХЛ2.

Электрооборудование приводов главных механизмов. При всем многообразии основных типов экскаваторов, существует всего две системы ЭО, которые принципиально различаются: система Г-Д, когда ДПТ основных механизмов получают питание от электромашинных преобразователей, и более усовершенствованная – система ТП-Д, в которой для той же цели применяются управляемые вентильные преобразователи.

Генераторы приводов подъема (GH), напора (GC), поворота и хода (GSP) вместе с приводным двигателем (СД) соединяются в одну группу и монтируются на общем основании. В указанной схеме двигателя механизма поворота (MS) и хода (MP) питаются от одного генератора (рис.2, а).

По количеству электрических машин преобразовательные агрегаты бывают четырех- или (реже) пятимашинными. На особо мощных одноковшовых экскаваторах (ЭВГ-35/65М, ЭШ-100/100 и др.) преобразовательные агрегаты устанавливаются отдельно для привода каждого механизма. В главных преобразовательных агрегатах экскаваторов применяются в основном генераторы серии ГПЭ с расщепленной обмоткой возбуждения и принудительной вентиляцией. Для привода главных механизмов применяют двигатели серии ДЭВ и ДЭ-800 и др. Нарботка на отказ для генераторов составляет 16000 ч (коэффициент готовности равен 0,995), для двигателей – 30000 ч.

В современных моделях экскаваторов с приводом по системе Г-Д для возбуждения генераторов и ДПТ, а также приводных СД, предусмотрены тиристорные преобразователи ТПВ, которые, по сравнению с системами управления на магнитных усилителях, имеют лучшие технико-экономические показатели. Пуск СД от сети – прямой. На мощных экскаваторах СД имеют расщепленную обмотку статора и пуск осуществляется в две ступени, благодаря чему уменьшается неблагоприятное влияние на питающую сеть.

Электропривод по системе ТП-Д применен впервые на экскаваторах ЭКГ. Для снижения содержания высших гармоник в сети на нем установлено фильтрокомпенсирующее устройство типа ФКУ-01-83 ХЛ 2 с батареей конденсаторов мощностью 1900 квар. В ФКУ заложен принцип косвенной компенсации реактивной мощности: батарея конденсаторов, которая входит в состав LC-фильтров, является источником реактивной мощности, излишек которой в соответствующих режимах работы привода компенсируется тиристорно-реакторным регулируемым устройством, подключенным параллельно с LC-фильтрами.

В качестве преобразовательного трансформатора используется специальный пяти-обмоточный трансформатор типа ТСЗП 2500/10-ЭК-ХЛ2 со схемой соединения "звезда"- "треугольник"- "звезда"- "треугольник"- "звезда", предназначенный для питания силовых тиристорных преобразователей. Главная цепь привода подъема представляет собой последовательно соединенные два трехфазных мостовых тиристорных преобразователя и два двигателя типа МПЭ-500ХЛЗ мощностью по 500 кВт. Такая схема исключает необходимость выравнивания токов, а также обеспечивает более сглаженный выпрямленный ток. В цепи постоянного тока включены дроссели типа ФРОС-1000 для снижения аварийных токов до допустимых пределов и сглаживания пульсаций тока. Обмотки возбуждения обоих двигателей соединены параллельно и питаются от индивидуального тиристорного преобразователя, собранного по трехфазной мостовой схеме.

В приводе напора – хода главная цепь представляет собой два отдельных силовых контура, представляющих собой последовательно соединенные реверсивный трехфазный мостовой тиристорный преобразователь и ДПТ типа ДЭВ-8I6XJ11 мощностью 150 кВт. Для снижения взаимного влияния привода напора и поворота, а также снижения токов КЗ предусматриваются анодные реакторы типа РТСТ. Обмотки возбуждения двигателей соединены параллельно и питаются от нереверсивного тиристорного преобразователя.

Конструктивно тиристорные преобразователи, дроссели ФРОС, анодные реакторы РТСТ, устройства динамического торможения и др. представляют собой металлические шкафы напольного или навесного исполнения. Степень защиты шкафов – IP21, для систем импульсно-фазового управления и блоков регулирования – IP54. Допустимая граница температур от - 50 до + 40 °С; относительная влажность воздуха 95–98% при 21–25 °С.

Необходимо отметить, что рассмотренные системы привода (особенно ТП-Д) непрерывно совершенствуются и являются базой для разработки аналогичных систем привода для всех одноковшовых экскаваторов

К электрооборудованию вспомогательных механизмов относятся электродвигатели вентиляторов (обдув двигателей, шкафов преобразователей, генераторов, кузова), маслонасосов жидкого смазочного масла редукторов поворота и напора, компрессора, кабельных барабанов и др. Для электроприводов вспомогательных механизмов широко используются АД с короткозамкнутым ротором напряжением 380 В серии 4АЭ. Некоторые механизмы имеют ДПТ (для кабельного барабана, механизма открывания днища ковша), которые получают питание от выпрямителя напряжением 110 (220) В.

От электрических цепей напряжением 110 В питаются также катушки реле, контакторов, электромагнитных тормозов, которые позволяют осуществлять блокировки, необходимые для нормальной работы электрооборудования экскаватора.

Источником питания для вспомогательных приводов служат ТСН, к которым электродвигатели и другие ЭП присоединяются через автоматические выключатели (АВ), которые защищают электродвигатели от КЗ и перегрузок. Сети трехфазного тока напряжением 220 и 380 В защищаются также от утечек на землю соответствующими аппаратами с действием на отключение.

На экскаваторах *к электрооборудованию вспомогательного назначения* относится группа ЭП и устройств, которые обеспечивают санитарно-гигиенические условия труда (нагреватели, кондиционеры, осветительные приборы), проведение ремонтно-профилактических работ (сварочные трансформаторы), а также пожарная защита. Мощность отдельных вспомогательных ЭП составляет 0,4-1,6 кВт для нагревателей и 30 кВА для сварочных трансформаторов. Питание этой группы осуществляется от силовых и осветительных трансформаторов.

1.3 Электрооборудование комплексов непрерывного действия

К машинам непрерывного действия относятся роторные и цепные многоковшовые экскаваторы, отвалообразователи, транспортно-отвальные мосты и различные конвейеры. Из них в случае необходимости создают высокопроизводительные технологические комплексы для работы на вскрыше и добыче полезных ископаемых.

Типы и основные характеристики электроприводов и ЭО для приема, преобразования и распределения электроэнергии на этих машинах достаточно разнообразные. Зависят они в основном от конструкции и характера нагрузок основных механизмов и агрегатов, их производительности и потребляемой мощности.

Многоковшовые экскаваторы. Основные механизмы на мощных роторных и цепных многоковшовых экскаваторах:

- роторное колесо или ковшовая цепь;
- механизм хода (гусеничный, рельсовый, шагающий, шагающе-рельсовый);
- механизм поворота;
- лебедка для подъема и опускания ковшовой или роторной стрелы экскаватора;
- конвейеры.

Вспомогательные механизмы: вентиляторы, маслонасосы, кабельный барабан, компрессоры и др.

Режим работы привода роторного колеса и ковшовой цепи – продолжительный, но с колебаниями нагрузки, которые вызываются периодическим изменением количества синхронно режущих ковшей и неоднородностью разрабатываемого грунта. Нагрузки на привод в нормальном режиме нередко достигают полуторократных значений, из-за чего электродвигатели для привода роторного колеса должны иметь значительную перегрузочную способность. Одновременно они должны иметь и достаточную кратность пускового момента, чтобы преодолеть статические и динамические сопротивления, которые возникают при разгоне рабочих органов, и в то же время не вызывать чрезмерных динамических нагрузок в ответственных узлах несущих конструкций механизмов.

Для достижения рациональных режимов экскавации на различных грунтах привод роторного колеса должен быть, как правило, регулируемым. Глубину регулирования достаточно иметь в пределах 20–60% номинального значения.

Этим требованиям удовлетворяет трехфазный АД с фазным ротором. Эта система привода проста и надежна в работе, однако регулирование скорости вращения роторного колеса недостаточно плавное и сопровождается дополнительными потерями энергии. На экскаваторах большой производительности (ЭРШРД-5000-30/3) или предназначенных для работы на тяжелых грунтах применяют привод по системе Г-Д, что обеспечивает рациональные режимы резания и формирования экскаваторной характеристики для защиты двигателя от чрезмерных перегрузок. На отдельных экскаваторах (ЭРГВ-630-9/0,5; ЭРП-1250) для привода роторного колеса применяют АД с короткозамкнутым ротором.

Электропривод ходового механизма в нормальном режиме работы обеспечивает скорость экскаватора 3-8 м/мин. На перегонах максимальная скорость достигает 15 м/мин. При значительной массе (тысячи тонн) и указанных скоростях особенно важное значение имеют плавный разгон и торможение, возможность реверса, регулирование скорости в пределах 20-180% от номинальной, жесткость механической характеристики. Этим требованиям отвечает привод по системе Г-Д, однако, из-за его дороговизны на машинах небольшой производительности используют АД с фазным ротором.

К приводу поворота платформы экскаваторов предъявляются те же требования, что и к приводу хода, однако дополнительно предъявляются два условия:

- коэффициент заполнения экскаваторной характеристики должен быть близким к единице;

- диапазон регулирования скорости должен находиться в границах 1:5.

Поэтому для механизмов поворота платформы мощных роторных и цепных многоковшовых экскаваторов широко применяется регулируемый привод по системе Г-Д. Однако наиболее перспективным для этих целей является привод по системе ТП-Д. Для экскаваторов малой производительности на поворотных механизмах применяют АД.

Основным требованием к электроприводу подъема стрелы ротора (ковшовой рамы, разгрузочной консоли и т.п.) является высокая надежность останова, в том числе и в случае исчезновения напряжения. Для привода небольшой мощности (до 30-40 кВт) используют асинхронные короткозамкнутые двигатели с электромагнитными растормаживателями. Для повышения пускового момента и уменьшения тока при пуске и торможении противовключением применяют АД с фазным ротором.

К лебедкам подъема стрелы мощных роторных экскаваторов применяют приводы по системе Г-Д с возможностью динамического торможения при внезапном исчезновении напряжения.

На конвейерах и вспомогательных механизмах многоковшовых экскаваторов применяют обычно АД с короткозамкнутым ротором, а на особенно мощных экскаваторных конвейерах с целью обеспечения плавности пуска применяют АД с фазным ротором.

На современных мощных экскаваторах установлено до 100 и более электрических машин. Для управления ими на экскаваторе устраивают специальные посты. Обычно устанавливается два пульта с двумя комплектами приборов – по одному для каждого направления движения экскаватора. Между пультами предусматривается электроблокировка, чтобы исключить одновременное управление с обоих постов.

Отвалообразователи и транспортно-отвальные мосты. Отвалообразователи представляют собой одноопорную конструкцию, подвешенную на вантах и несущую один или несколько ленточных конвейеров, которые перемещают вскрышные породы от экскаватора в отвал.

Для работы вместе с многоковшовыми экскаваторами выпускают отвалообразователи на гусеничном, шагающем и шагающе-рельсовом ходу производительностью от 650 до 5000 м³/ч (ОШ 4500/90, ОШР 5250/190 и др.). Установленная мощность ЭП на этих комплексах весьма значительна. К примеру, мощность всех электрических машин на отвалообразователе ОШ 4500/90 составляет 1840 кВт, а их количество достигает 80. Привод поворота приемочной и отвальной консолей выполнен по системе Г-Д. Остальные двигатели – асинхронные. Наиболее мощные из них (двигатели привода отвального конвейера – 780 кВт и приемного конвейера – 280 кВт) имеют номинальное напряжение 6 кВ и выполнены с фазным ротором. Фазный ротор имеют двигатели привода механизма шагания (мощность 2×125 кВт, номинальное напряжение 380 В). Для питания многочисленных мелких двигателей и освещения на отвалообразователе установлены понижающие трансформаторы.

Конвейерные установки широко распространены на ОГР, в особенности при поточно-циклической технологии. Наибольшее применение получили ленточные конвейеры. Электродвигатели ленточных конвейеров имеют продолжительный режим работы с относительно постоянной нагрузкой. В качестве приводных преимущественно применяют асинхронные электродвигатели. Двигатели мощных конвейеров должны обеспечивать плавный пуск при значительных маховых массах. На таких конвейерах устанавливают АД с фазным ротором. Общая установленная мощность электродвигателей, в особенности мощных конвейеров, достигает нескольких тысяч киловатт.

При мощности привода более 150-200 кВт целесообразно применять электродвигатели на напряжение 6 кВ.

Для автоматического управления, контроля и защиты электродвигателей обычно используется специальная аппаратура, объединяемая в комплектные устройства – станции управления конвейерными установками.

1.4 Электрооборудование буровых станков

Для бурения взрывных скважин применяют станки вращательного (шнековые – БС 110/25М, СБР-160, шарошечные – СБШ250МН, 2СБШ200 и др.), ударно-вращательного (СБУ-160), огневого (СБО2, СБО5) и термомеханического (СБТМ-20) бурения. Наиболее распространены станки вращательного бурения: шнековые – на относительно мягких породах, шарошечные – на средних и крепких.

Как правило, все буровые станки имеют многодвигательный привод. Число двигателей зависит от типа станка и изменяется от двух (в шнековых) до 15 (в шарошечных и огневых). Установленная мощность электродвигателей на отдельных станках достигла 300–500 кВт, причем наиболее мощными являются станки шарошечного бурения.

Основными в буровых станках считаются механизмы вращения и подачи бурового снаряда на забой. Режим работы электродвигателя вращателя обычно продолжительный (S1) с переменной нагрузкой, пики которой в 2-2,5 раза превышают номинальную мощность двигателя. Когда подача бурового става осуществляется с частыми перехватами, то режим работы электродвигателя вращателя переходит из длительного в повторно-кратковременный (S3) с продолжительностью включения (ПВ), близкой к 60%. Электродвигатели остальных механизмов буровых станков работают или в продолжительном режиме с постоянной нагрузкой (электродвигатели компрессоров, насосов, вентиляторов), или в кратковременном (S2) с постоянной или переменной нагрузкой (электродвигатели механизмов хода, наращивания и разборки бурового става и др.).

Для основного механизма буровых станков – вращателя, применяется привод с асинхронным двигателем (на станках шнекового и ударно-вращательного бурения) и привод по системе Г-Д или ТП-Д, а в перспективе и частотно-регулируемый переменного тока – на станках шарошечного и огневого бурения. Привод вспомогательных механизмов (маслонасосов, лебедок, компрессоров и пр.) выполняется исключительно на переменном токе с применением АД с короткозамкнутым ротором.

В качестве примера на рис.3 приведена принципиальная электрическая схема (силовые цепи) станка СБШ250МН с приводом вращателя, выполненного по системе ТП-Д.

Все механизмы станка имеют электрический привод. Общая установленная мощность электродвигателей равна 386 кВт. Напряжение питания 380 В. Вводной аппарат – автоматический выключатель *QF1* серии А3700 (А3742) или ВА с электромагнитным приводом, что необходимо для дистанционного управления из кабины машиниста.

Для защиты от однофазных замыканий на землю в системе электропитания станка установлено реле утечки РУ, которое воздействует на автомат *QF1*.

Цепи управления и освещения питаются от специального трансформатора *ТVI* типа ТСЗ-4/0,5 с вторичным напряжением 220 В. К сети 380 В он подключен через автомат *QF2*. Другие силовые ЭП подключены к сети 380 В с помощью автоматических выключателей *QF4 – QF10*.

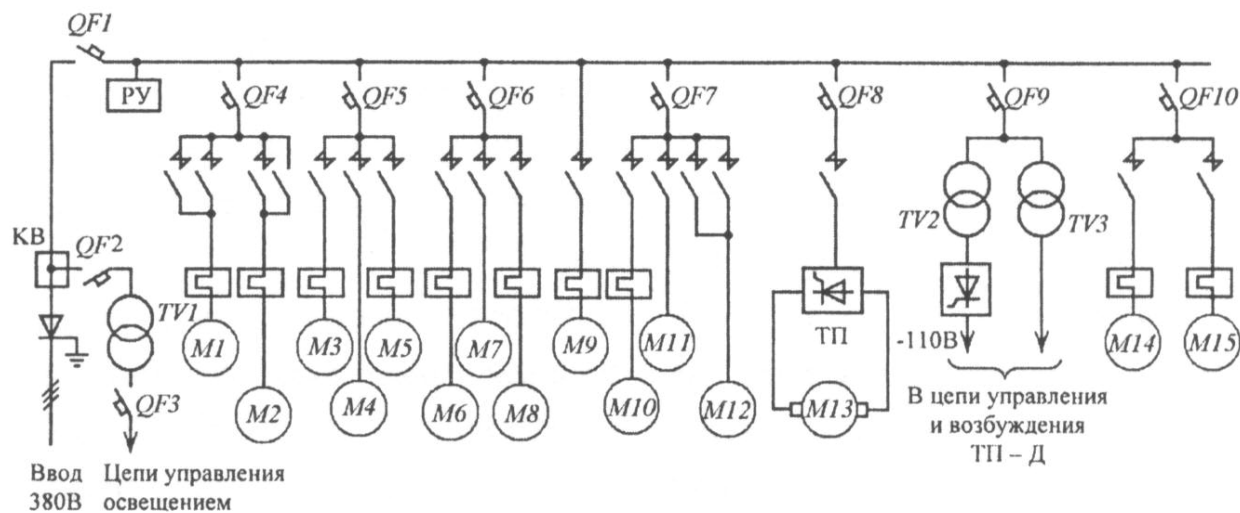


Рис.3. Принципиальная электрическая схема бурового станка СБШ250МН: М1, М2 – электродвигатели гусениц; М3, М4, М6, М7, М8, М11 – соответственно насосов маслосистем и систем обогрева; М5, М10, М14, М15 – вентиляторов обдува электродвигателей и преобразователя; М9 – компрессора; М12 – подъемного устройства; М13 – вращателя бурового снаряда

Тиристорный преобразователь ТП (типа ТЕ 3-160/460) собран по трехфазной мостовой (шестипульсной) схеме. Напряжение на выходе преобразователя изменяется от 0 до 440 В, что позволяет в широких границах изменять частоту вращения двигателя вращателя (М13). Его реверсирование осуществляется изменением направления тока в обмотке возбуждения.

Из-за роста мощности отдельных приводов и ЭО буровых станков в целом, напряжение 380 В оказывается недостаточным для качественного электроснабжения буровых агрегатов. Повысить эффективность всего комплекса электрооборудования можно, если для питания буровых станков реализовать "глубокий ввод". Для этого необходимо трансформатор 6/0,4 кВ установить непосредственно на буровой станок.

При переходе на электроснабжение по такому варианту значительно улучшается качество напряжения, в 2-2,5 раза снижаются капитальные затраты на оборудование системы электроснабжения, в 3 и больше раз уменьшаются ежегодные затраты. Одновременно повышается надежность электроснабжения.

Для снижения колебаний напряжения в системах электропитания буровых станков, которые возникают из-за пикового характера нагрузки двигателя вращателя, рекомендуется применять установки продольной компенсации. С их помощью происходит безинерционная компенсация потерь напряжения в цепи трансформатор – буровой станок.