

КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ КАРЬЕРНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Анарбаев С.А.¹, Каримов Ш.Т.²

¹Анарбаев Султан Аккулович - старший преподаватель;

²Каримов Шерзод Турсунпулатович – студент,
кафедра электротехники и электромеханики,

Алмалыкский филиал

Ташкентский государственный технический университет
им. Ислама Каримова,

г. Алмалык, Республика Узбекистан

Аннотация: основные потребители электроэнергии на карьерах — это асинхронные двигатели и трансформаторы. При наличии реактивного сопротивления в цепи переменного тока под действием э.д.с. самоиндукции появляется реактивный ток, отстающий по фазе от напряжения на 90° . Реактивный ток необходим для создания магнитных полей в асинхронных двигателях и трансформаторах. Этот ток почти не зависит от нагрузки и определяет реактивную энергию, потребляемую двигателями и трансформаторами. Реактивный ток современных асинхронных двигателей составляет от 20 до 40% их полного тока, поэтому чем больше загружен двигатель, тем выше будет коэффициент мощности. Реактивный ток, потребляемый трансформаторами, также не зависит от нагрузки и составляет 4—6% от полного тока у крупных и 7—10% - у трансформаторов малой и средней мощности.

Ключевые слова: активная мощность, коэффициентом мощности, электроснабжения, релейной защиты.

DOI: 10.24411/2542-081X-2019-11509

Коэффициент мощности определяется отношением активной составляющей тока I_a к полному току I или отношением активной мощности P к полной мощности S , т.е.

$$\cos \varphi = \frac{I_a}{I} = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}},$$

При расчетах, связанных с определением коэффициента мощности и проведением мероприятий по его повышению, более удобно пользоваться не самим коэффициентом мощности, а реактивной мощностью Q и ее отношением к активной мощности P , т.е. $\operatorname{tg} \varphi = P/Q$, связанным определенным соотношением с коэффициентом мощности — $\cos \varphi$.

Номинальный коэффициент мощности асинхронных двигателей составляет 0,8 — 0,9. Однако в практике эксплуатации он оказывается значительно более низким. Низкий коэффициент мощности является следствием недогрузки двигателей и трансформаторов, возникающей в результате завышенной их мощности или недостаточной загрузки механизмов. Большинство карьерных электроустановок характеризуется неравномерной загрузкой электродвигателей, при которой коэффициент мощности всегда ниже, чем при равномерной загрузке. К примеру, коэффициент мощности электродвигателей одноковшовых экскаваторов составляет 0,5 — 0,7, буровых станков — 0,5 — 0,6.

Повышение потребления реактивной мощности приводит к ряду негативных последствий:

- снижению пропускной способности линий электропередачи и трансформаторов, загруженных реактивной мощностью;
- увеличению потерь активной мощности во всех элементах системы электроснабжения, обусловленных передачей активной и реактивной мощности;
- снижению уровня напряжения на зажимах электроприемников из-за увеличения потерь напряжения.

Снижение или полное устранение передачи по сети реактивной мощности возможно проведением двух взаимно дополняющих друг друга мероприятий: снижением потребления реактивной мощности потребителями и установкой непосредственно у электроприемников и в узлах сетей специальных источников реактивной мощности — компенсирующих устройств. Компенсация реактивной мощности обеспечивает разгрузку генераторов

электростанций, питающих и распределительных сетей и трансформаторов от реактивных токов и тем самым уменьшение потерь мощности, электроэнергии и напряжения в линиях и трансформаторах и увеличение их пропускной способности.

К мероприятиям по снижению потребления реактивной мощности электроприемниками, которые не требуют для своего осуществления значительных капитальных затрат и направлены на рационализацию электрохозяйства, относятся следующие: 1) правильный выбор электродвигателей по мощности и типу; 2) замена малозагруженных асинхронных двигателей двигателями меньшей мощности; 3) понижение напряжения в обмотках асинхронных двигателей; 4) установка ограничителей холостого хода; 5) повышение качества ремонта электродвигателей; 6) повышение загрузки трансформаторов; 7) упорядочение технологического процесса.

1. Правильный выбор электродвигателей по мощности и типу. Мощность электродвигателей необходимо выбирать в соответствии с режимом технологического оборудования, не допуская излишних запасов мощности. При равных условиях в смысле мощности, частоты вращения и типа исполнения (закрытый или открытый) асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором имеют лучшие энергетические характеристики, чем двигатели с фазным ротором. В ряде случаев рациональна замена асинхронных двигателей синхронными (работающими с опережающим коэффициентом мощности) там, где это возможно по условиям производства.

2. Замена малозагруженных асинхронных двигателей двигателями меньшей мощности. При систематической недогрузке двигателей необходимо принимать меры по рационализации технологического процесса и увеличению загрузки оборудования. Замене подлежат асинхронные двигатели, загружаемые менее чем на 60%. при условии технико-экономического обоснования и при наличии практической возможности такой замены.

3. Понижение напряжения в обмотках асинхронных двигателей. При невозможности замены малозагруженного двигателя может оказаться целесообразным снижение напряжения на выводах обмоток, что уменьшает потребление им реактивной мощности за счет уменьшения тока намагничивания. Одновременно при этом увеличивается к.п.д. двигателя. В практике эксплуатации применяются следующие способы снижения напряжения у малозагруженных асинхронных двигателей: переключение обмотки статора с треугольника на звезду; понижение напряжения в сети переключением ответвлений понижающего трансформатора.

4. Установка ограничителей холостого хода. Производится с целью сокращения непроизводительного расхода электроэнергии и снятия реактивных нагрузок отключением асинхронных двигателей и сварочных трансформаторов на межоперационный период, когда продолжительность его превышает 10 с.

5. Повышение качества ремонта электродвигателей. При ремонтах электродвигателей недопустимы изменение обмоточных данных, расточка пазов, обточка ротора, что приводит к значительному повышению реактивного тока двигателей и снижению их энергетических показателей.

6. Повышение загрузки трансформаторов в пределах технически допустимых норм. Замена и перестановка незагруженных трансформаторов с целью изъятия излишней мощности, поддержания экономического режима их работы.

7. Упорядочение технологического процесса с целью улучшения загрузки и энергетического режима оборудования.

Помимо указанных выше мероприятий, снижение потребления реактивной мощности от энергосистемы или ее компенсация до оптимальных значений на карьерах может быть обеспечена синхронными двигателями приводов главных преобразовательных агрегатов экскаваторов, насосов и др.

К специальным компенсирующим устройствам, с помощью которых компенсируется реактивная мощность, относятся: статические конденсаторы, синхронные двигатели, синхронные компенсаторы, статические источники реактивной мощности.

Статические конденсаторы получили на горных предприятиях наибольшее распространение как средства компенсации реактивной мощности. Основные их преимущества — незначительные (0,3—0,45 кВт на 100 квар) потери активной мощности; возможность увеличения или уменьшения установленной мощности конденсаторов; более простая и дешевая эксплуатация; возможность установки в любой точке сети; отсутствие вращающихся частей и шума в работе.

В практике эксплуатации различают централизованную, групповую и индивидуальную компенсацию реактивной мощности. При централизованной компенсации конденсаторы устанавливаются в здании ГПП. В этом случае от реактивной мощности разгружаются электростанции и ЛЭП, питающие карьер. При групповой компенсации конденсаторы располагают на отдельных крупных фидерах и разгружают от реактивной мощности подводящую сеть. При индивидуальной компенсации конденсаторы подключают к зажимам электроприемника. В этом случае все сети электроснабжения разгружаются от реактивной мощности.

Синхронные двигатели (СД) имеют ряд преимуществ по сравнению с асинхронными, а именно: более высокий к.п.д., меньшую зависимость вращающего момента от подводимого напряжения, независимость частоты вращения от нагрузки на валу, возможность использования СД в качестве компенсирующих устройств. Компенсирующая способность СД может регулироваться изменением тока возбуждения ротора или снижением активной нагрузки при неизменном токе возбуждения, равном номинальному.

Синхронные компенсаторы (СК) представляют собой специальные синхронные двигатели облегченной конструкции, работающие без нагрузки на валу.

Вырабатываемую или потребляемую реактивную мощность изменяют регулированием тока возбуждения. При перевозбуждении СК генерируют реактивную мощность, при недовозбуждении — потребляют. Промышленностью выпускаются СК мощностью от 5000 до 160000 квар. СК применяют при больших (10 000 квар и более) мощностях компенсирующих устройств на районных подстанциях и крупных предприятиях.

Статические источники реактивной мощности (ИРМ) устанавливают на подстанциях большой мощности. Основные элементы ИРМ — нерегулируемые конденсаторные батареи и регулируемые реакторы. Они позволяют плавно и практически безынерционно регулировать генерируемую реактивную мощность.

Список литературы

1. Электрификация подземных горных работ. Щуцкий В.Н., Волощенко Н.И., Плащанский Л.А. М.: Недра, 1986. 364 с.
2. Электрификация горных работ. М.М. Белых, В.Т. Заика, Г.Г. Пивняк и др. М.: Недра, 1992. 383 с. (6-10 стр.).
3. Электрификация открытых горных работ. Волотковский С.А., Щуцкий В.Н. и др. М.: Недра, 1987. 332 с.