

УДК 621.311.6.03

Влияние сварочных установок на качество электроэнергии

Малиновская А.Л.

Научный руководитель - ст. препод. КОЛОСОВА И.В.

На современных промышленных предприятиях (ПП) для повышения производительности труда и оптимизации производственных процессов внедряются новые электротехнологические установки, режим электроснабжения которых усложнен резкопеременным характером нагрузки, нелинейностью вольт-амперной характеристики и несимметрией нагрузки (дуговые сталеплавильные электропечи, прокатные станы, вентильные преобразователи, электросварочные установки). Чем выше мощность таких электроприёмников, тем больше ухудшается работа систем электроснабжения.

Установки электросварки (дуговой и контактной) относятся к установкам с усложнённым режимом работы, при работе которых создаются провалы, колебания, отклонение, несимметрия и несинусоидальность напряжения, колебания частоты. Это приводит к дополнительным потерям мощности и энергии, дополнительным затратам и нагреву электрооборудования. Нормально допустимые и предельно допустимые значения отклонений показателей качества электроэнергии определяются ГОСТ 13109-97 [1]. Электроприёмники сварочных установок создают несимметричную нагрузку фаз, включаются-отключаются в случайном порядке, работают с нестабильной нагрузкой при низком коэффициенте мощности. Сварочные нагрузки по своему воздействию на сеть делят на 2 категории: установки электродуговой и контактной сварки переменного тока и установки электродуговой сварки постоянного тока. Источниками питания электросварки на переменном напряжении являются однофазные и трёхфазные сварочные трансформаторы с первичным напряжением до и выше 1 кВ. Сварка на постоянном токе получает электропитание от электромашинных и вентильных преобразователей. Напряжение трансформаторов и преобразователей - 400/230 В. Типовая мощность одного сварочного трансформатора находится в пределах от 9 до 165 кВ·А при $\cos\varphi=0,4-0,6$. Мощность преобразователей для сварки - от 4 до 75 кВ·А при $\cos\varphi=0,8-0,9$. Сварочные машины и трансформаторы работают в повторно-кратковременном режиме с ПВ=20÷60% [2].

Резкопеременный характер сварочной нагрузки предопределяет нестабильность напряжения в питающей ее сети на напряжение до 1 кВ. Колебание напряжения оказывает влияние на качество сварочного процесса и надёжность работы схемы управления сваркой, поэтому на качество напряжения в сетях сварки накладывают жесткие ограничения по размаху изменений напряжения.

Импульсный характер графиков нагрузки машин контактной сварки вызывает появление провалов напряжения. Форма провалов напряжения зависит от формы индивидуальных импульсов тока сварки, которые зависят от способа включения электросварочной установки. Последовательность провалов напряжения может быть периодической, циклической или случайной. Глубина провала напряжения определяется мощностью сварочной установки, параметрами питающей сети и источником питания.

Периодические резкие набросы и сбросы активной мощности, которые возникают при работе резкопеременных нагрузок сварочных установок вызывают колебания частоты, которые отрицательно влияют как на генераторы и турбины электрических станций, так и на параллельно включенные двигатели переменного тока. Они могут приводить к нарушению устойчивости [2]. Электросварочные агрегаты относятся к потребителям электроэнергии, симметричное многофазное исполнение которых или невозможно, или нецелесообразное по технико-экономическим соображениям. Несимметрия напряжения и тока создается сварочными установками потому, что они представляют однофазную нагрузку и распределяются по фазам неравномерно, а также из-за специфики их работы изменение нагрузки фаз происходит независимо и случайно. Несимметрия напряжения отрицательно влияет на работу всех элементов электрической системы, приводит к снижению надёжности работы всей системы электроснабжения и работы электрооборудования.

Несинусоидальность питающей сети обусловлена потреблением из сети сварочными установками несинусоидальных токов при подведении к их зажимам синусоидального напряжения. На практике принято считаться с 3-й, 5-й, и 7-й гармониками, так как содержание 9-й гармоники и гармоник более высоких порядков не превосходит 2,5%. В режиме же близком к короткому замыканию, искажения линейных токов оказываются незначительными [3]. Сварочные машины контактной электросварки включаются с помощью игнитронных или тиристорных ключей, в которых для плавного регулирования сварочного тока есть система фазового регулирования угла зажигания, что приводит к искажению тока высшими гармониками, уровень которых аналогичен уровню гармоник для дуговой сварки переменного тока. При дуговой электросварки на постоянном токе рекомендуется учитывать только 5, 7, 11 и 13-ю гармоники. На ПП велика доля сварочных агрегатов с однофазными трансформаторами, которые также вызывают высшие гармоники. Наибольший удельный вес имеет 3-я гармоника; удельный вес 7-й гармоники и высших гармоник более высокого порядка не превосходит 1% [3]. По снижению влияние сварочных установок на питающую сеть применяются различные методы. Когда сварочные установки с их резкопеременной нагрузкой при низком $\cos\phi$ создают недопустимые колебания и несимметрию напряжений, то применяется сварка на постоянном токе, а ее питание осуществляется через преобразователи переменного тока в постоянный. Современные источники питания сварочных установок постоянного тока - тиристорные и игнитронные преобразователи, имеют более стабильную реактивную нагрузку, чем в сварочных установках переменного тока. Но необходимо учитывать, что преобразователи являются генераторами высших гармоник тока и напряжения, которые имеют негативное воздействие на батареи конденсаторов. Особенно высокий уровень высших гармоник получается при подключении сварочных преобразователей к сети 400/690 В.

Наиболее простыми и экономичными способами по обеспечению ПП качественной электроэнергией являются схемные решения, такие как: отдельные глубокие вводы к цехам с резкопеременной и нелинейной нагрузкой, выделение специфических нагрузок на отдельных секциях ГПП, четырёхсекционная схема ГПП с трансформаторами с расщепленными вторичными обмотками или сдвоенными реакторами для отдельного питания спокойных и специфических нагрузок, параллельная работа питающих трансформаторов, применение блокировок для ограничения одновременного включения крупных электроприёмников, равномерное распределение однофазных электроприёмников по парам фаз. Если схемными способами не получается обеспечить требуемый уровень качества электроэнергии, то тогда на ПП применяются специальные технические средства. Для снижения колебаний и провалов напряжения применяются устройства продольной компенсации и батареи статических конденсаторов. Снижение несинусоидальности токов производится с помощью фильтров высших гармоник. Снижение несимметрии напряжения осуществляется при помощи симметрирующих устройств [4].

Литература

1. ГОСТ 13109-97 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. Иванов, В. С. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий/ В.С.Иванов, В.И. Соколов. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 336 с.
3. Жежеленко, И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промышленных предприятий/И.В.Жежеленко. - 4-е изд., перераб и доп. - М.: Энергоатомиздат. 2000.-331 с.
4. Вагин, Г. Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике/Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов, А.А. Севастьянов. - Н.Новгород: НГТУ, 2004.-182 с.