

расстояние до 50 км. Если расстояние подвозки щепы к контейнеру уменьшить до 0,25 км, то эффективно транспортировать топливо на расстояние до 70 км.

Литература

1. Крупенько, А.А. Сушка зерна с использованием соломы в качестве топлива / А.А.Крупенько, Г.А. Столяров // Энергоэффективность. - 2008. - № 2. - С. 10-13.
2. Анализ основных топливных характеристик древесного топлива, соломы и других твердых сельскохозяйственных отходов / З.А Антонова и [др.] // Энергоэффективность. - 2008. - № 5. - С. 7-9.
3. Энергоэффективность сжигания твердого биотоплива / Ю.В.Максимук и [др.] // Энергоэффективность. - 2007. - № 6. - С. 2-5.
4. Федоренчик А.С.. Состояние и анализ обеспечения древесным топливом энергетических объектов республики Беларусь / А.С. Федоренчик, А.В.Ледницкий // Энергоэффективность. - 2008. - № 3. - С. 13 - 16.
5. Вавилов, А.В. Еще раз об эффективности использования местного древесного топлива / А.В. Вавилов // Энергоэффективность. - 2008. - № 4. - С. 17-18.

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА НАПРЯЖЕНИЯ

**Янукович Г.И., к.т.н, профессор, Королевич Н.Г., к.э.н., доцент,
Збродыга В.М., Селицкая О.Ю.**

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

В настоящее время происходит дальнейшее развитие электрификации сельскохозяйственного производства, повышается интенсивность использования электротехнического оборудования, применяются новые электротехнологические процессы, в сельскохозяйственное производство и быт населения внедряются новые нетрадиционные потребители электроэнергии. В итоге такие показатели качества напряжения как несимметрия часто не отвечают установленным требованиям. Поэтому проблема качества электроэнергии в электроустановках сельскохозяйственного назначения не утратила свою актуальность и становится всё более острой.

Виновниками ухудшения качества электрической энергии могут быть как электропотребители, так и питающая энергосистема. Отклонения напряжения зависят как от уровня напряжения, подаваемого энергосистемой, так и от работы отдельных электроприемников.

Несимметричные режимы в трехфазных системах электроснабжения могут быть обусловлены [1] неодинаковыми фазными нагрузками, неравенством фазных параметров линий и неполнофазной работой оборудования, вызванной отключением одной или двух фаз.

Наиболее часто виновниками возникновения несимметрии напряжений являются несимметричные потребители электроэнергии, симметричное многофазное исполнение которых невозможно или нецелесообразно по технико-экономическим соображениям. К ним относятся индукционные и дуговые электрические печи, тяговые нагрузки электрифицированного транспорта на переменном токе, однофазные электротермические установки и электросварочные агрегаты, осветительные установки, специальные однофазные нагрузки, бытовые однофазные электроприборы [2].

Несимметрия напряжений отрицательно влияет на работу всех элементов электрической системы, вызывая дополнительные потери активной мощности, снижая срок службы электрооборудования и экономические показатели его работы.

Сопротивление обратной последовательности асинхронных машин в 5-8 раз меньше сопротивления прямой последовательности и даже относительно небольшая несимметрия напряжений создает значительную несимметрию токов в обмотках. Токи обратной последовательности вызывают дополнительный нагрев, уменьшают полезный момент и располагаемую мощность машин. Установлено, что уменьшение полезного момента асинхронного двигателя приблизительно равно квадрату коэффициента несимметрии. При несимметрии напряжений и повышенном уровне напряжения прямой последовательности располагаемая мощность двигателя уменьшается на 50-60%. Срок службы полностью загруженного асинхронного двигателя, работающего при несимметрии напряжений 4%, сокращается в два раза [3].

При несимметричном режиме в обмотке статора трехфазной синхронной машины могут протекать токи всех симметричных составляющих. При этом токи прямой последовательности образуют синхронно вращающееся с ротором поле, а токи обратной последовательности - поле, вращающееся относительно ротора с двойной частотой в обратном направлении [4]. Это приводит к появлению в обмотке статора нечетного спектра гармоник тока прямой и обратной последовательности, а в обмотке ротора - четного, которые вызывают дополнительный нагрев обеих обмоток [4]. Локальные перегревы обмотки возбуждения синхронной машины при несимметричных режимах приводят к необходимости снижать ток возбуждения и тем самым уменьшать значение реактивной мощности выдаваемой в сеть. При этом может возникнуть необходимость снизить активную нагрузку генератора или момент на валу синхронного двигателя [5]. Несимметричные по фазам токи создают эллиптическое магнитное поле с пространственно-неподвижными центрами, которое вызывает вибрацию машины от неравномерных сил притяжения между ротором и статором, увеличивает нагрев поверхностного слоя ротора [5]. При значительной несимметрии вибрация может оказаться опасной, в особенности при недостаточной прочности и наличии дефектов сварных соединений.

Несимметрия входных напряжений трансформатора, как и его нагрузочных токов, приводит к появлению несимметрии и неуравновешенности его выходных напряжений, обусловленных составляющими соответственно обратной и нулевой последовательности. Особенно чувствительны к несимметрии нагрузок трансформаторы со схемой соединения обмоток звезда-звезда с нулем, которые имеют большое сопротивление нулевой последовательности, что вызывает возникновение неуравновешенной системы их выходных напряжений [6]. Несимметрия напряжений вызывает значительное сокращение срока службы трансформаторов вследствие перегрева изоляции. В случае выбора предельной загрузки трансформатора из условия равенства тока наиболее загруженной фазы номинальному, его пропускная способность в несимметричном режиме работы уменьшается на 42% мощности однофазной эквивалентной нагрузки [5].

Несимметрия напряжений ухудшает работу преобразовательных устройств. Так, если при симметричном напряжении токи во всех вентилях выпрямителя одинаковы по значению и времени протекания, то при несимметричном режиме отдельные его вентили оказываются недогруженными, что приводит к снижению располагаемой мощности выпрямителя.

Конденсаторные установки при несимметрии напряжений неравномерно загружаются реактивной мощностью по фазам, что делает невозможным полное использование установленной конденсаторной мощности.

Несимметричные режимы приводят к появлению дополнительных отклонений напряжений на зажимах однофазных потребителей и, в частности, осветительных и телевизионных приемников, которые очень чувствительны к изменению режима напряжений [4, 5]. При увеличении напряжения на 5% световой поток ламп накаливания

увеличивается на 20%, а срок их службы сокращается в 2 раза. При уменьшении напряжения на 5% световой поток ламп накаливания уменьшается на 18%, а люминесцентные лампы начинают работать неустойчиво; телевизоры нормально работают при отклонениях напряжения от -5% до +10% [4, 5].

В случае наличия токов обратной и нулевой последовательности увеличиваются суммарные токи в отдельных фазах элементов сети, что приводит к увеличению потерь активной мощности, в том числе в линиях электропередачи, и может быть недопустимо с точки зрения нагрева. Токи нулевой последовательности постоянно протекают через заземлители. При этом дополнительно высушивается грунт в зоне действия заземлителя, что увеличивает сопротивление заземляющих устройств. Это может быть недопустимо с точки зрения работы релейной защиты, а также из-за усиления воздействия на низкочастотные установки связи и устройства железнодорожной блокировки.

Снижение несимметрии напряжений достигается уменьшением сопротивления сети токам обратной и нулевой последовательности или снижением этих токов. Снижение систематической несимметрии напряжений в распределительных сетях осуществляется рациональным распределением однофазных нагрузок между фазами с таким расчетом, чтобы сопротивления этих нагрузок в фазах были равны между собой. Если несимметрия напряжений не может быть снижена путем схемных решений (в случае вероятностной несимметрии), требуется применение специальных технических средств [1, 3].

Все способы и технические средства симметрирования можно разделить на следующие основные группы:

1. Технические средства, воздействующие на уменьшение сопротивления нулевой последовательности сети.
2. Технические средства, предназначенные для снижения токов нулевой последовательности сети.
3. Технические средства, предназначенные для снижения токов обратной последовательности.
4. Комбинированные технические средства для снижения токов обратной и нулевой последовательности.

К первой группе относится увеличение сечения нулевого провода до уровня фазных или снижение длины линии, применение специального трансформатора (трансреактора), фильтросимметрирующих устройств, симметрирующих электромагнитных аппаратов, нейтралера [1, 3]. Увеличение сечения нулевого провода или снижение длины линий не всегда экономически оправдано, потому, что при неравномерной загрузке фаз искажение системы напряжений происходит уже в начале линии. Трансреактор снижает неуравновешенность напряжений только наполовину, а стоимость его соизмерима со стоимостью питающего трансформатора. Установка фильтросимметрирующих устройств в сетях сельскохозяйственного назначения, имеющих низкую плотность нагрузки, не дает положительного результата [1, 3]. Симметрирующие устройства на основе электромагнитных аппаратов имеют высокую стоимость и значительные потери холостого хода. Нейтралер позволяет уменьшить длину нулевого провода, но в сельских сетях, где нагрузка рассредоточена по всей длине линий, применения не получил [1, 3].

Ко второму способу относится выравнивание нагрузок по измеренным фазным токам [1]. Для этой цели разработан ряд симметрирующих устройств, автоматически перераспределяющих нагрузки по фазам. Но практического применения в условиях сельских электрических сетей они не нашли по причине их сложности, малой мощности однофазных сельскохозяйственных электроприемников, а также из-за снижения надежности электроснабжения однофазных потребителей при применении этих устройств.

Третья группа способов симметрирования обусловлена применением симметрирующих устройств, воздействующих только на токи обратной последовательности. Недостатком этих устройств является их низкая эффективность при повышенном уровне высших гармоник и при наличии токов нулевой последовательности.

К четвертой группе относятся комбинированные трансформаторные и другие симметрирующие устройства, позволяющие компенсировать токи обратной и нулевой последовательности [1-3]. Применение симметрирующих устройств данного типа целесообразно в том случае, когда нагрузка постоянна или меняется в небольшом диапазоне.

Уменьшить несимметрию напряжений можно путем несимметричного включения конденсаторных батарей. При этом увеличивается коэффициент мощности и снижаются потери электрической энергии в линиях за счет компенсации реактивных токов. Но в сельских электрических сетях этот способ симметрирования напряжений широкого применения не получил, потому что обеспечивает только ступенчатое регулирование напряжений.

Несимметрия напряжений снижается при переводе сетей в режим замкнутых или полузакнутых схем, но не более, чем на 33 % [6].

Авторами предложено новое симметрирующее устройство, относящееся ко второму способу, автоматически перераспределяющее нагрузки по фазам [7]. На рисунке представлена схема такого симметрирующего устройства.

Устройство содержит магнитопровод 1 и три обмотки 2, содержащие одинаковое число витков. Начала обмоток подключены к источнику питания, концы – к линиям электропередачи с несимметричной нагрузкой.

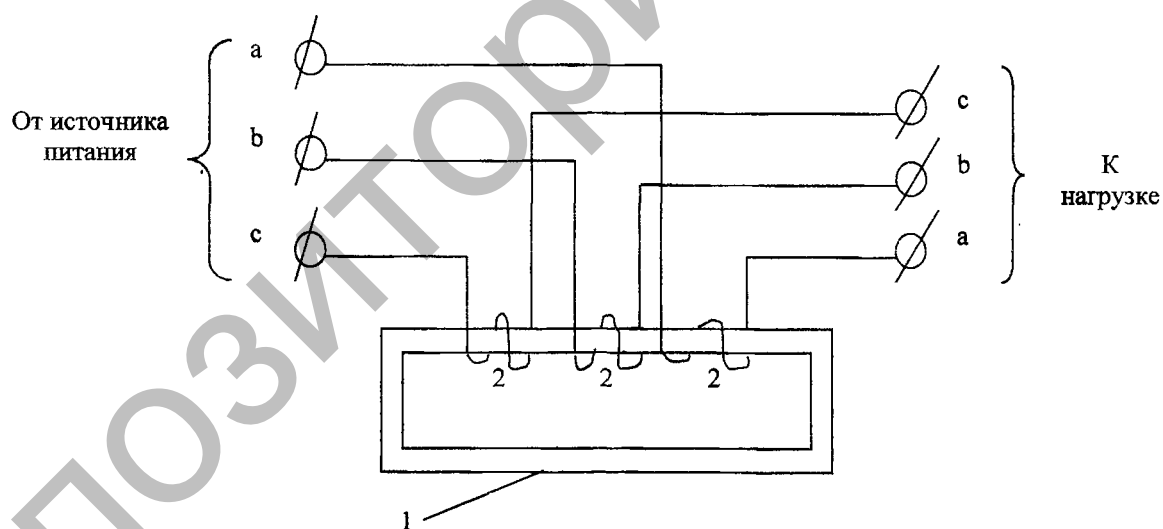


Рисунок – Схема симметрирующего устройства

При несимметричной нагрузке устройство трансформирует большее значение тока в некоторых фазах в другие фазы, где ток меньший. Это приводит к перераспределению токов по фазам, что существенно снижает несимметрию напряжений. В результате снижаются потери электроэнергии в электрических сетях и снижаются затраты на использование топливно-энергетических ресурсов.

Литература

1. Косоухов, Ф.Д. Методы расчёта, способы и средства снижения потерь электрической энергии и повышения её качества в сельских распределительных сетях

0,38кВ при несимметричной нагрузке: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05. 20. 02/ Ф.Д. Косоухов; Ленинградский гос. аграрн. ун-т. - Ленинград – Пушкин, 1991. - 38 с.

2. Бородулин, Б.М. Симметрирование токов и напряжений на действующих подстанциях переменного тока/ Б.М. Бородулин//Вестник ВНИИЖТ. - 2003.- № 2. - С. 19-22.

3. Сукьясов, С.В. Применение технических средств симметрирования нагрузок в сельских распределительных сетях 0,38 кВ для повышения качества и снижения потерь электрической энергии: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02/ С.В. Сукьясов. - Иркутск, 2004. - 176 л.

4. Шполянский, О.Г. Оценка влияния несимметрии и несинусоидальности на потери активной мощности и снижения срока службы электрооборудования/ О.Г. Шполянский// Сб. науч. тр./ ИЭ НАН Украины. – Киев, 2007. – №1. - С. 52-53.

5. Шидловский, А.К. Повышение качества энергии в электрических сетях/ А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов. - Киев: Навукова думка, 1985. - 267 с.

6. Маркушевич, Н.С. Качество напряжения в городских электрических сетях/ Н.С. Маркушевич, Л.А. Солдаткина; под ред. Н. А. Мельникова. – 2-е изд. - М.: Энергия, 1975. - 256 с.

7. Решение о выдаче патента на полезную модель № 20100092 от 04 июня 2010г.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕПАРИРУЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВАЛЕРЬЯНОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Сашко К.В., к.т.н., доцент, Вольский А.Л.,
Батюкова А.В., магистрант, Курьян Е.С.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Принцип работы прутковых элеваторов основан на разделении сепарирующей массы по геометрическим размерам.

Почвенные частицы, размеры которых меньше размеров плодов валерианы, просеиваются и на рабочей поверхности остаются плоды валерианы и почвенные комки с примесями, размеры которых равны или больше размеров плодов.

Прутковый элеватор представляет собой транспортер, полотно которого состоит из поперечных прутков, шарнирно соединенных друг с другом по краям на определенном расстоянии.

Основными параметрами пруткового элеватора (рисунок 1), которые определяют интенсивность и полноту сепарации, являются [1, 2]:

$\alpha_э$ – угол наклона рабочей ветви к горизонту;

$V_э$ – скорость наклона;

$a_э$ – длина рабочей ветви;

b – ширина наклона;

S – «живое» сечение сепарирующей поверхности и интенсивность встряхивания рабочей части ветви элеватора.

Параметры пруткового элеватора в значительной степени зависят от места расположения его в схеме машины.

Угол наклона рабочей ветви пруткового элеватора должен быть таким, при котором не происходит сползание технологической массы под уклон, если расположен в начале технологической схемы машины, то есть за лемехом, то должно быть выдержано условие.

$$\alpha_э < \varphi_n$$

где φ_n – угол трения почвы о металл.

Для проектируемой валерианоуборочной машины принимаем $\alpha_э = 20 \dots 22^\circ$.