

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

С.К. Шерьязов, А.Б. Николаевский, С.Л. Серов, В.А. Сидоренков

Представлен анализ условий эксплуатации измерительного комплекса электроэнергии в сельских распределительных сетях. Приведены результаты наблюдений, в различных районах Челябинской области, за качеством электроэнергии, оказывающим влияние на работу измерительного комплекса. Выявлено, что в сетях 0,4 кВ, по отношению к сети 10 кВ, часто наблюдается искажение синусоидальной формы кривой напряжения и тока, из-за наличия большего числа электроприемников с нелинейной вольт – амперной характеристикой.

This article gives the analysis of the operation conditions of the power measuring complex in rural distributive electric nets. There have been given observation results for the electric power quality, influencing the work of the measuring complex in different regions of the Chelyabinsk area. It was revealed that in electric nets 0,4 kV regards electric net 10 kV, there often exists a distortion of sinusoidal curve of voltage and current, because of a great number of electro-receivers with non-linear volt-ampere characteristic.

Рациональное ведение сельскохозяйственного производства неразрывно связано с обеспечением производства необходимыми ресурсами: финансовыми, материальными, энергетическими. Величина стоимости энергетических ресурсов в себестоимости единицы товарной сельскохозяйственной продукции по различным оценкам составляет от 50 до 70% от общей стоимости [1]. В связи с этим немаловажным является вопрос о точности планирования необходимого количества ресурсов и строжайшем контроле их расходования.

Доля сельского хозяйства в суммарном электропотреблении страны составляет 7-9% [2]. Учет электроэнергии (ЭЭ) в сельских распределительных сетях производят более 20 млн. узлов учета, приборный парк которых состоит в основном из счетчиков индукционной системы, а так же измерительных трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН), спроектированных и запущенных в серийное производство в середине 20-го века [3].

Необходимо отметить, что элементы системы учета электроэнергии спроектированы для работы в условиях, когда показатели качества электроэнергии находятся в пределах нормируемых ГОСТ 13109 – 97. Однако появление электроприемников с нелинейной вольт – амперной характеристикой, в том числе электронных выпрямительных устройств, а также несимметричные режимы работы электрической сети приводят к ухудшению качества электроэнергии (КЭ) [4]. Следовательно, вопрос влияния качества электро-

энергии на систему учета и, в частности на отдельный измерительный комплекс, являющийся составной частью системы учета требует дополнительного изучения.

Исследованию метрологических характеристик измерительных трансформаторов ТН, ТТ и счетчиков, при эксплуатации в условиях низкого КЭ, посвящены работы [5, 6, 7]. Большинство существующих исследований, касающихся дополнительных погрешностей узла учета, при ухудшении КЭ, посвящено влиянию высших гармоник (ВГ) тока и напряжения на точность учета ЭЭ.

Теоретически и экспериментально подтверждено, что при наличии в сети ВГ напряжения и тока значительного уровня, показания счетчиков могут существенно отличаться от действительных значений измеряемой энергии основной гармоники частотой 50 Гц. Так, в работах [5, 6] на примере изделий, сердечники которых изготовлены из обычной электротехнической стали и из аморфных магнитных материалов, рассмотрены физические причины влияния искажений синусоидальной формы кривых тока и напряжения на погрешности ТТ и ТН. При этом следует отметить, что теоретические исследования и лабораторные испытания проводились в соответствии с методикой приведенной в [8], а именно зависимости погрешностей от каждого влияющего фактора определялись при номинальном значении всех остальных влияющих факторов.

Для определения условий эксплуатации измерительных комплексов работающих в

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

сельских электрических сетях напряжением 0,4 и 10 кВ были проведены измерения более чем на 160 сельских ТП (700 точек), расположенных в различных районах Челябинской области. Испытания выполнялись в соответствии с требованиями [10] и измерялись следующие показатели качества электроэнергии:

- отклонение напряжения δU_Y ;
- отклонение частоты Δf ;
- коэффициенты несимметрий по обратной и нулевой последовательностям K_{2u}, K_{0u} ;

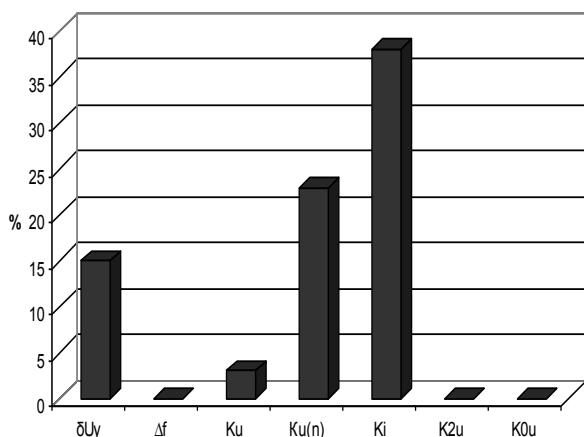


Рисунок 1 - Количество случаев отклонения показателей КЭ в сетях 10 кВ (%) от требований ГОСТ 13109-97 и кривой тока от синусоидальной формы

Анализ данных показывает, что в 14% случаях δU_Y не соответствует требованиям ГОСТ и отклонение имеет знак «минус». Причинами отклонения напряжения в сети 10 кВ явились: значительная протяженность воздушных линий (до 15 км.); несанкционированные присоединения; высокая нагрузка линий электропередач.

В 24 и 37% соответственно, наблюдаются случаи отклонения $K_{U(n)}$, K_I . Эти отклонения обусловлены, в частности влиянием процессов происходящих в сетях 0,4 кВ, а именно наличием устройств с нелинейной вольт – амперной характеристикой.

В сетях 0,4 кВ (рис. 2) количество выявленных случаев отклонения показателей КЭ увеличивается. Так, количество случаев отклонения напряжения по отношению к сетям 10 кВ возрастает с 14 до 90%. При этом, причины отклонения в ряде случаев аналогичны причинам отклонений в сетях 10 кВ. В 50% случаях данный факт объясняется несимметричным режимом работы сети (в 9 и 42% случаев, соответственно, наблюдаются отклоне-

- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U ;
- коэффициенты n-ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$;

Дополнительно выявлялись случаи искажения кривой тока K_I .

Данные измерений приведены на рис. 1 и 2.

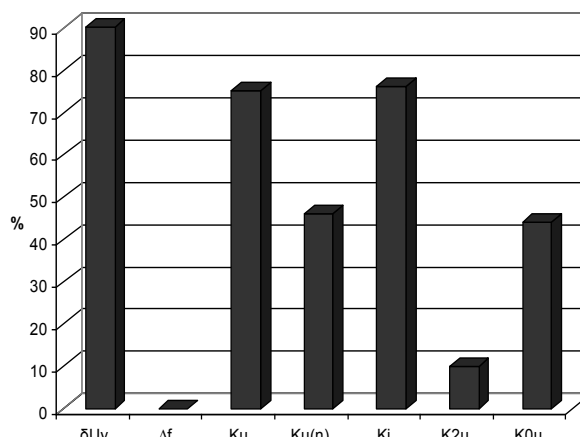


Рисунок 2 - Количество случаев отклонения показателей КЭ в сетях 0,4 кВ (%) от требований ГОСТ 13109-97 и кривой тока от синусоидальной формы K_{2u}, K_{0u} от требований ГОСТ).

Влияние несимметричного режима работы сети на приборы учета индукционной системы подробно рассмотрено в работе [10]. Авторами сделан вывод о том, что наличие в сети несимметрий токов и напряжений приводят к недостоверному учету электроэнергии,

причем всегда в сторону недоучета. При этом работа приборов учета электронной системы и измерительных ТТ, ТН в условиях несимметрий не рассматривались и требуют изучения.

В сетях 0,4 кВ в два и более раза по отношению к сети 10 кВ возросло количество выявленных случаев отклонения от требований ГОСТ таких показателей как K_U , $K_{U(n)}$.

Это обусловлено наличием большего числа электроприемников с нелинейной вольт – амперной характеристикой.

В крупных населенных пунктах число электроприемников с нелинейной вольт – амперной характеристикой исчисляется десят-

ками тысяч и постоянно увеличивается. Особое влияние на рост электропотребления оказывает широко ведущееся жилищное строительство и рост числа электроприемников в жилых домах.

В настоящее время в быту применяются свыше 500 видов электроприборов. Их число и единичная мощность растут по мере повышения общей культуры и благосостояния населения. Следовательно, можно предположить, что будет расти и величина результирующей погрешности измерительного комплекса ЭЭ при одновременном появлении отклонений K_U , $K_{U(n)}$, и K_I .

Величина результирующей погрешности узла учета ЭЭ остается весьма противоречивой и требует дополнительных исследований. Так, в [4] по результатам исследования сделаны выводы о том, что дополнительная погрешность измерительного комплекса состоящего из ТТ и счетчика вызванная искажениями кривых тока и напряжения приводит к выходу результирующей погрешности за пределы допустимого значения в сторону недоучета электроэнергии. При этом в работах [5, 6, 10] говорится о незначительном влиянии искажений синусоидальной формы кривых тока и напряжения на погрешности измерительного комплекса, что результирующая погрешность не превышает допустимые классом точности значения.

В реальных условиях измерительный комплекс ЭЭ подвергается одновременному влиянию нескольких показателей КЭ. В электрических сетях напряжением 10 кВ (рис. 1) в 14% случаях измерительные комплексы работают в условиях одновременного влияния отклонений: δU_Y , $K_{U(n)}$, K_I .

В сетях 0,4 кВ (рис. 2) влияние отклонений двух и более показателей КЭ возрастает. Так, в 9% случаях наблюдается одновременное появление показателей: δU_Y , $K_{U(n)}$, K_I , K_{2u} , K_{0u} , K_U ; в 45% - δU_Y , $K_{U(n)}$, K_I , K_{0u} ; в 72% - K_I , K_U , δU_Y .

Известно, что электрические величины неразрывно связаны друг с другом и оказывают друг на друга взаимное влияние. Поэтому необходимо учитывать взаимное влияние показателей КЭ на учет ЭЭ и определить величину дополнительной погрешности в показаниях счетчиков и измерениях через ТТ.

В ходе проводимых измерений показателей КЭ в различных районах Челябинской области, авторами дополнительно было ус-

тановлено, что измерительные комплексы электрической энергии эксплуатируются в различных климатических условиях, а так же в условиях с отличительными особенностями сельскохозяйственного производства: повышенная влажность воздуха, химически агрессивная среда и т.п.

Вопросу эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве посвящено огромное количество научных работ. Однако в них не рассматриваются вопросы, связанные с погрешностью измерительного комплекса электроэнергии в зависимости от условий эксплуатации при одновременном ухудшении КЭ. Кроме того, при подготовке технических условий сетевыми компаниями на присоединение вновь вводимых и реконструируемых электроустановок не достаточно уделяется внимания вопросам организации измерительных комплексов и условиям их эксплуатации.

Выводы:

1. Существующие методики расчета и измерения потребляемой электроэнергии с достаточной точностью определяют погрешности, при ухудшении ее качества в зависимости от каждого в отдельности показателя КЭ. При этом не учитывается взаимное влияние показателей КЭ на измерительные комплексы;

2. В сельском хозяйстве узлы учета ЭЭ эксплуатируются в различных климатических и производственных условиях. При этом дополнительные погрешности, возникающие в измерении от влияния таких факторов как влажность, химически агрессивная среда не учитываются;

3. Сетевые компании должны минимизировать ухудшения показателей КЭ и соответственно погрешности измерительного комплекса. В связи с этим возникает необходимость в разработке и включении в технические условия специальных мероприятий позволяющих минимизировать ухудшения показателей КЭ, в частности со стороны потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика энергетического мониторинга сельскохозяйственных объектов. - М.: ФГНУ "Росинформагротех". - 2001.
2. Прищеп Л.Г. Пособие для сельского электрика. Изд. 3 – е, перераб. и доп. – М.: Колос. 1969. – 584 с.
3. Сборник нормативных и методических документов по измерениям, коммерческому и техническому учету электрической энергии и мощности /

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Сост.: Я.Т. Загорский, У.К. Курбангалиев. – М.: ЭНАС, 2002. – 504 с.

4. Киселев В.В. Влияние несинусоидальности напряжения и тока на показания электронных счетчиков электроэнергии. / Промышленная энергетика. – 2004. - №2.

5. МIRONЮК Н.Е. ДИДИК Ю.И. Метрологические характеристики измерительных трансформаторов при искажении синусоидальной формы кривой входных сигналов. / Метрология электрических измерений в электроэнергетике. – 2003. - №2.

6. МIRONЮК Н.Е. и др. Влияние искажений синусоидальной формы кривых тока и напряжения на погрешности измерительных трансформаторов. / Электричество. – 2005. - №2.

7. Танкевич Е.Н. Особенности и проблемы измерений электроэнергии при искажении синусоидальности сигналов измерительного канала. / Метрология электрических измерений в электроэнергетике. – 2005. - №4.

8. ГОСТ 8.217-2003. Трансформаторы тока, методика поверки.

9. РД 153 – 34.0 – 15.501 – 00. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

10. Майер В.Я., Приемова Т.Ю. Исследование влияния несимметрии напряжений на погрешность индукционных счетчиков электрической энергии. / Промышленная энергетика. – 1992 - №8.