УДК 621.398

Ю.А.СЫЧЕВ
Горно-электромеханический факультет,
группа ЭРМ-01, *магистрант*, *ассистент профессора*

ИЗМЕРЕНИЕ И АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕТЯХ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Проведены исследования и анализ уровня качества электрической энергии и электромагнитной совместимости в системах электроснабжения нефтедобывающих предприятий. Выполнены измерения на шинах 35,6 и 0,4 кВ подстанций нефтедобывающих предприятий с помощью прибора «Ресурс UF2M». По результатам проведенных измерений выявлены отклонения показателей качества электрической энергии от норм ГОСТ 13109-97.

Разработаны рекомендации, позволяющие повысить уровень качества электрической энергии в сетях нефтедобывающих предприятий путем регулирования уставок устройств регулирования напряжения под нагрузкой силовых трансформаторов и установки активных и пассивных фильтров для компенсации высших гармоник. Предложена структура комплексной автоматизированной системы контроля качества электрической энергии и управления режимом энергопотребления для электрических сетей нефтедобывающих предприятий.

The power quality and electromagnetic compatibility have been studied and analyzed in power supply systems of oil-producing enterprises. Measurements were carried out at the 35,6 and 0,4 kV buses at the switching stations of oil-production plants by means of the «Resurs UF2M» measuring device. Deviations of power quality indexes from GOST 13109-97 standards have been revealed through these measurements. Recommendations have been developed, which allow enhancing power quality in power supply systems of oil-producing companies by means of on-load regulation of voltage adapter settings of power transformer and installing active and passive filters to equalize upper and lower harmonics. A structure of complex automated system to control power quality and power consumption is proposed for power supply systems of oil-production companies.

В промышленных условиях суммарные затраты на электрическую энергию включают три основных составляющих: плата за установленную мощность силовых трансформаторов, плата за заявленный максимум нагрузок и плата за уровень качества. В настоящее время энергетическая составляющая в общих затратах на добычу, переработку и транспортировку нефти 15 % и более [1]. Одним из способов снижения этой составляющей является повышение уровня качества электрической энергии и приведение его в соответствие с нормами ГОСТ 13109-97. Уровень качества электрической энергии является важным фактором обеспечения непрерывности технологического процесса добычи, переработки и транспортировки нефти. Поэтому необходим непрерывный контроль качества электрической энергии в системе электроснабжения нефтедобывающего предприятия и на границе раздела ответственности энергоснабжающей организации и потребителя.

В энергетических службах нефтедобывающих предприятий создаются специальные подразделения, в задачу которых входит контроль качества электрической энергии – энергоаудит.

Совместно со специалистами этих служб проводились измерения показателей качества электрической энергии в сетях нефтедобывающих предприятий.

Исследования проводились с помощью прибора «Ресурс UF2M», который позволяет измерять 11 показателей качества электрической энергии [2], нормируемых ГОСТ 13109-97, а также регистрировать потребление активной и реактивной

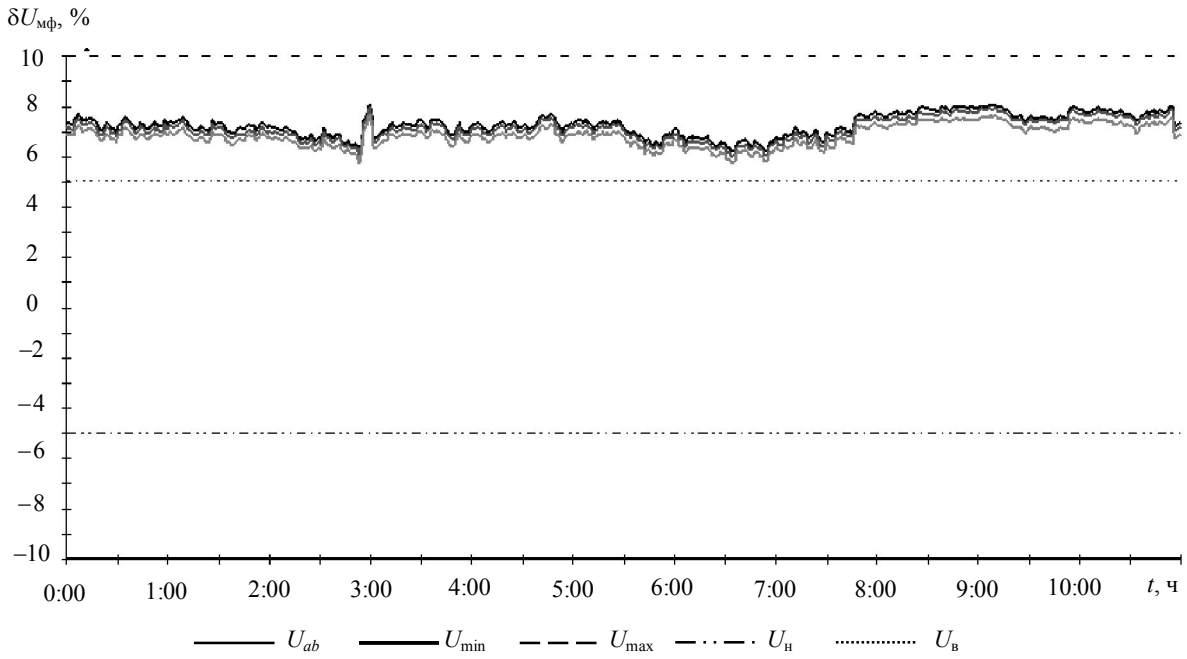


Рис.1. График отклонения междуфазных напряжений на стороне 6 кВ
U_{ab} – линейное напряжение между фазами *a* и *b*; U_{min}, U_{max} – нижнее и верхнее предельно допустимое значение напряжения соответственно; $U_н$, $U_в$ – нижнее и верхнее нормальное допустимое значение напряжения [2]

мощности с дискретностью 1 мин в течение суток. «Ресурс UF2M» сертифицирован Росстандартом и может использоваться в качестве образцового счетчика активной и реактивной энергии для поверки установленных счетчиков.

«Ресурс UF2M» оснащен программным обеспечением, преобразующим экспериментальные данные в диаграммы, таблицы и графики, форма которых установлена РАО ЕЭС России. Такой вид графиков удобен для дальнейшей математической обработки и анализа.

Измерения показателей качества электрической энергии проводились на шинах 35,6 и 0,4 кВ подстанций нефтедобывающих предприятий в соответствии с методикой контроля и анализа качества электрической энергии, утвержденной Госэнергонадзором [3, 4].

На основании результатов обработки экспериментальных данных сделаны следующие выводы.

Отклонения фазных и междуфазных напряжений в большинстве случаев превышают нормально допустимые пределы по ГОСТ 13109-97 [2] (рис.1).

Отклонение частоты для всех подстанций не превышает норм, установленных ГОСТ 13109-97.

Коэффициенты несинусоидальности кривой напряжения для большинства подстанций на стороне 6 и 35 кВ не превышают норм, на стороне 0,4 кВ наблюдается превышение норм ГОСТ 13109-97 (рис.2). Полученные спектрограммы свидетельствуют о значительном превышении коэффициентов *n*-й гармонической составляющей $k_{U(n)}$ для 2, 4, 6, 12, 14 гармоник на отдельных подстанциях. Для всех подстанций характерно преобладание в спектре напряжений 5, 7, 11 и 13 гармоник из-за наличия преобразовательной нагрузки погружных электродвигателей электроцентробежных насосов перекачки нефти [4].

Коэффициенты несимметрии по нулевой и обратной последовательности для большинства подстанций не превышают норм, установленных ГОСТ 13109-97.

Кратковременная доза фликера для большинства подстанций превышает нормы, установленные ГОСТ 13109-97.

Активная и реактивная мощности на отдельных подстанциях изменяются плавно

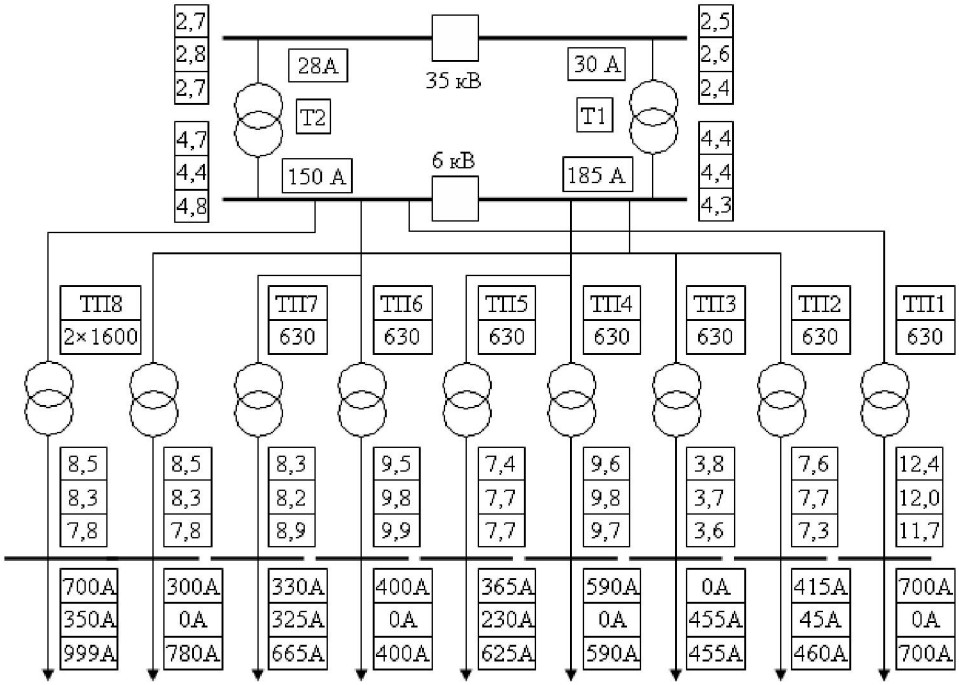


Рис.2. Распределение коэффициентов несинусоидальности по фазам на различных уровнях напряжения

от 10 до 20 %, на других подстанциях изменения скачкообразного характера: от 50 до 100 %. Для большинства подстанций активная и реактивная мощности по фазам неодинаковы, что свидетельствует о наличии несимметрии нагрузок по фазам. Для некоторых подстанций наблюдается генерация реактивной мощности со стороны потребителей.

Таким образом, главной проблемой качества электрической энергии в сетях нефтедобывающих предприятий является завышенный уровень питающего напряжения и высших гармоник. В связи с этим возникает необходимость корректировки соответствующих показателей качества электрической энергии.

Предложена структура комплексной автоматизированной системы контроля качества электрической энергии и управления режимом энергопотребления, которая позволит повысить уровень качества электрической энергии в соответствии с нормами ГОСТ 13109-97 и осуществлять необходимые мероприятия по рационализации режима работы электрических сетей нефтедобывающих предприятий, а также улучшить режимное взаимодействие между потребителем и энергоснабжающей организацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамович Б.Н.* Системы коррекции кривых тока и напряжения в электротехнических комплексах нефтедобывающих предприятий / Б.Н.Абрамович, Ю.А.Сычев, Ю.В.Гульков // Энергетика в нефтегазодобыче. 2005. № 1-2.

2. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Госстандарт России, 1997.

3. РД 153-34.0-15.501-00. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 1. Контроль качества электрической энергии / ООО «Научный центр ЛИНВИТ». М., 2000.

4. РД 153-34.0-15.502-02. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 2. Анализ качества электрической энергии / ООО «Научный центр ЛИНВИТ». М., 2002.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Б.Н.Абрамович*