УДК 621.398

Ю.А.СЫЧЕВ
Горно-электромеханический факультет,
магистрант группы ЭРЭМ-01, ассистент профессора

СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье представлена разработанная стратегия обеспечения качества электрической энергии в системах электроснабжения газоперекачивающих предприятий, которая позволяет определить тип электромагнитной помехи, источник ее возникновения и техническое решение для ее компенсации. Для определения параметров активного фильтра в системе электроснабжения газоперекачивающего предприятия проведено моделирование в среде Mathlab Simulink. В процессе моделирования получены осциллограммы тока нелинейной нагрузки, компенсационного тока активного фильтра и скомпенсированного тока сети.

На основании результатов моделирования предполагается выбрать параметры активного фильтра для системы электроснабжения газоперекачивающего предприятия и разработать технические рекомендации по его применению.

The policy of ensuring power quality in power-supply systems of gas-transfer enterprises, which allows to determine the type of electromagnetic disturbance, it's source and technical solution for it's compensation, is presented in the article. The simulation has been made in Mathlab Simulink to determine the active filter parameters. The non-linear load current, the active filter compensation current and the resulting current traces has been obtained during simulation.

On the base of simulation's results it's supposed to choose the active filter parameters for power-supply system of gas-transfer enterprise and to design the technical guidelines for active filter applying.

Как показывают проведенные исследования, основной проблемой в сфере качества электрической энергии на современных газоперекачивающих предприятиях является несинусоидальность кривых тока и напряжения сети. Это связано с широким внедрением нелинейной нагрузки в виде различного типа преобразователей частоты [3]. Высшие гармоники напряжения и тока вызывают перегрев обмоток трансформаторов, снижение номинального электромагнитного момента электродвигателей, ложное срабатывание систем релейной защиты и электросетевой автоматики, разрушение конденсаторных установок компенсации реактивной мощности вследствие наличия резонансных явлений [1].

Для эффективного устранения негативных явлений в системах электроснабжения газоперекачивающих предприятий, обусловленных некачественной электрической энергией, разработана следующая стратегия выявления и компенсации электромагнитных помех:

1) определение вида электромагнитной помехи в системе электроснабжения, соответствующий ей показатель качества электрической энергии и его норма в соответствии с нормативной документацией [2];

2) выявление источника электромагнитной помехи;

3) выбор технического решения для компенсации выявленной электромагнитной помехи.

На первом этапе на шинах главной понизительной подстанции газоперекачивающего предприятия производятся регистрация формы кривой и измерение уровня питающего напряжения с помощью цифрового осциллографа. Аналогичные измерения производятся на всех понизительных подстанциях предприятия.

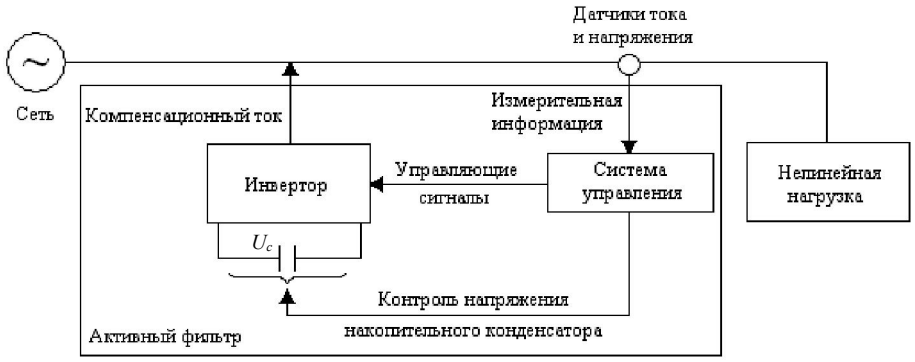


Рис.1. Функциональная схема модели параллельного активного фильтра в MathLab Simulink (U_c – напряжение конденсатора)

На втором этапе выявляются место и причина возникновения электромагнитной помехи: со стороны питающей сети или из-за наличия нелинейной нагрузки в распределительной сети предприятия. В случае наличия нелинейной нагрузки на самом предприятии определяется ее тип, режим работы, спектр генерируемых высших гармоник тока и напряжения.

На третьем этапе осуществляется выбор технического средства или решения для компенсации электромагнитной помехи в соответствии с информацией, полученной при выполнении предыдущих этапов.

Недостатками традиционных технических средств является ограниченность спектра компенсируемых гармоник, воздействие на электрическую сеть и возможное изменение ее конфигурации. Пассивный фильтр можно настроить только на одну гармонику, для компенсации нескольких порядков гармоник требуется установка нескольких пассивных фильтров, что не всегда экономически целесообразно. Сглаживающие дроссели могут стать причиной возникновения резонансных явлений, если к сети подключены конденсаторные установки компенсации реактивной мощности. Установка разделительного трансформатора для питания нелинейной нагрузки связана с изменением конфигурации сети предприятия, что также не всегда целесообразно.

Современные системы коррекции кривых тока и напряжения, выполненные на базе активных фильтров, лишены всех перечисленных недостатков. Активный фильтр в общем случае состоит из трех основных частей [1]:

- силовой части;
- системы управления;
- накопительного элемента.

В качестве силовой части используется реверсивный инвертор на базе IGBT транзисторов, предназначенный для генерации компенсационного сигнала тока в сеть. Система управления, в соответствии с заложенным алгоритмом, вырабатывает управляющие сигналы для силовых ключей инвертора. В роли накопительного элемента выступает конденсатор, напряжение на его обкладках приложено к инвертору и через последний протекает ток, форма кривой которого определяется законом управления силовых ключей.

Для определения параметров активного фильтра и его режима работы использована математическая модель в среде MathLab Simulink (рис.1). Питающая сеть представлена в виде программируемого трехфазного источника напряжения, к которому подключаются различные виды нелинейной нагрузки.

Входными параметрами системы управления являются: сигнал потребляемого выпрямителем тока, сигнал компенсационного тока инвертора, заданное напряжение на накопительном конденсаторе, фактическое напряжение накопительного конденсатора, измеренные линейные напряжения.

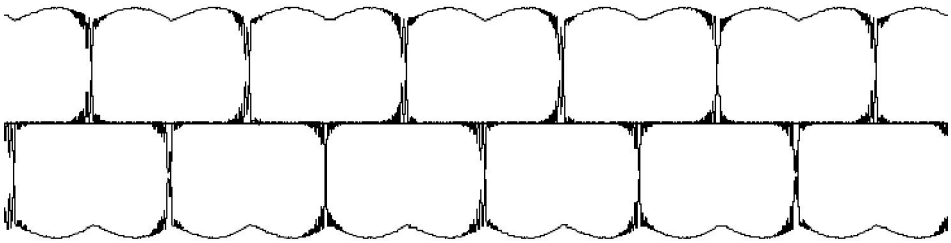


Рис.2. Осциллограмма потребляемого выпрямителем тока

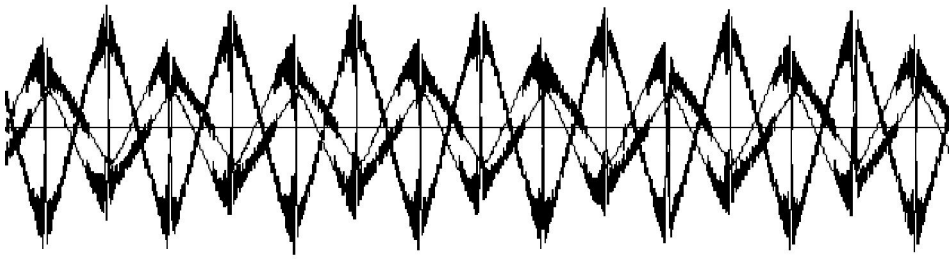


Рис.3. Осциллограмма компенсационного тока фильтра

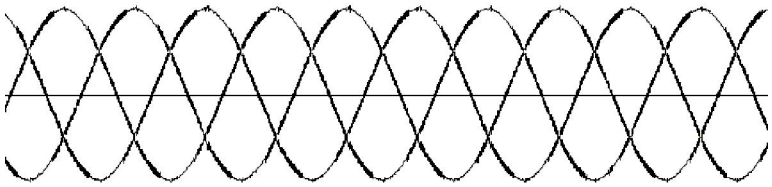


Рис.4. Осциллограмма компенсированного тока сети

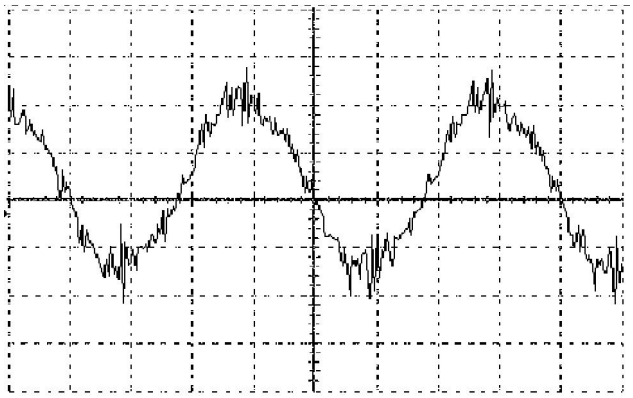


Рис.5. Осциллограмма напряжения на шинах подстанции КС «Северная» ООО «Лентрансгаз»

Принцип компенсации основывается на преобразовании измеренных линейных напряжений сети в систему координат αβ, определении угла преобразования и подстройки его значения в соответствии с синусоидальной формой линейных напряжений сети. После подстройки угла осуществляются обратные фазовые преобразования и формирование компенсационного сигнала, который преобразовывается в импульсы управления силовыми ключами инвертора.

Полученные в результате моделирования осциллограммы представлены на рис.2-4.

На основании результатов моделирования и экспериментальных исследований (рис.5) предполагается произвести выбор параметров активного фильтра, разработать технические рекомендации по его применению, определить возможную степень снижения несинусоидальности кривых тока и напряжения для системы электроснабжения компрессорной станции «Северная» ООО «Лентрансгаз».

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 / Госстандарт России. М., 1997.

3. *Пронин М.В.* Силовые полностью управляемые полупроводниковые преобразователи (моделирование и расчет) / М.В.Пронин, А.Г.Воронцов; ОАО «Электросила». СПб, 2003.

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