

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АКТИВНОГО ФИЛЬТРА В СЕТЯХ ОАО «ОРЕНБУРГНЕФТЬ»

Проведены промышленные испытания активного фильтра серии «Электон ФСА» в промышленных распределительных сетях ОАО «Оренбургнефть» ТНК-ВР с нелинейной нагрузкой. Приведена структура и принцип действия параллельного активного фильтра «Электон ФСА-400». Выполнены регистрация формы кривых и измерения величины токов и напряжений промышленной сети при различных режимах работы нелинейной нагрузки и исследуемого активного фильтра. Проведен анализ экспериментальных данных, полученных по результатам промышленных испытаний активного фильтра. Доказана эффективность применения параллельных активных фильтров в распределительных сетях нефтедобывающих предприятий.

The industrial test of active filter «Electon FSA» was carried out in field distributive network of JSC «Orenburgneft» TNK-BP with nonlinear load. The structure and operation principle of shunt active filter «Electon FSA-400» is presented. The curve shape registration and magnitude measurements of field network voltage and current were made at different operation mode of nonlinear load and studying active filter. The analysis of experimental data, which had been got from results of industrial test, was made. In the base of experimental data processing and analysis, the effectiveness of shunt active filter application in distributive networks of oil and gas enterprises was proved.

На объектах нефтедобычи в условиях высокодебетных скважин находят широкое применение преобразователи частоты систем регулируемого электропривода погружных электродвигателей электроцентробежных насосов. Результаты многочисленных экспериментальных исследований в сетях ОАО «Татнефть», ООО «Оренбургнефть», ООО «РН-Юганскнефтегаз» показали [1, 2], что следствием внедрения таких преобразователей частоты являются искажения формы кривых тока и напряжения, уровень которых превышает допустимые нормы [3].

Превышение допустимого уровня гармонических искажений приводит к сокращению срока службы трансформаторов и силовых конденсаторов, неправильной работе систем релейной защиты, электросетевой и технологической автоматики, помехам в системах связи, управления и телемеханики, а также к возникновению аварийных ситуаций и длительным перерывам электроснабжения ответственных потребителей [1, 2, 4].

Существующие традиционные технические средства и решения, направленные на коррекцию коэффициента мощности сети и компенсацию высших гармоник тока и напряжения, имеют ряд существенных недостатков, которые делают их применение в сетях нефтепромыслов технически неэффективным и экономически нецелесообразным [5]. Пассивные фильтрокомпенсирующие устройства способны компенсировать одну или несколько высших гармоник, порядок которых определяется частотой настройки резонансных цепей. Установка сглаживающих реакторов, как и установка фильтрующих конденсаторов, приводит к потерям напряжения сети [4, 5]. Ограничение мощности нелинейной нагрузки до уровня 15-20 % от номинальной мощности питающего трансформатора не всегда технически осуществимо и экономически целесообразно.

Одним из наиболее эффективных средств компенсации реактивной мощности

и коррекции формы кривых тока и напряжения являются параллельные активные фильтры (ПАФ), лишенные перечисленных недостатков.

За последние 10 лет рядом зарубежных фирм освоено производство ПАФ на различные номинальные токи компенсации. Преодолевая отставание России в этой области, ЗАО «Электон» наладил производство ПАФ серии «Электон ФСА», рассчитанных на номинальные токи от 160 до 1000 А.

Впервые в промышленных условиях проведены испытания ПАФ типа «Электон ФСА-400» производства ЗАО «Электон» с номинальным током 400 А в сетях нефтепромыслов с высоким содержанием нелинейной нагрузки. Экспериментальные исследования проводились на фидере 0,4 кВ,

питающем станцию управления (СУ) погружного электродвигателя (ПЭД) электроцентробежного насоса скважины № 1716 в составе Курманаевского месторождения ОАО «Оренбургнефть» ТНК-ВР.

Проведены измерения действующего значения, коэффициента искажения синусоидальности и регистрация формы кривой фазного напряжения сети, фазного тока сети до и после включения ПАФ. Измерения проводились с помощью приборов «Fluke 43B» и «Ресурс UF2M», имеющих программное обеспечение для обработки и анализа экспериментальных данных. «Ресурс UF2M» имеет сертификацию Росстандарта и может использоваться как для технического, так и коммерческого контроля качества электрической энергии. Результаты измерений приведены на рис.1-4.

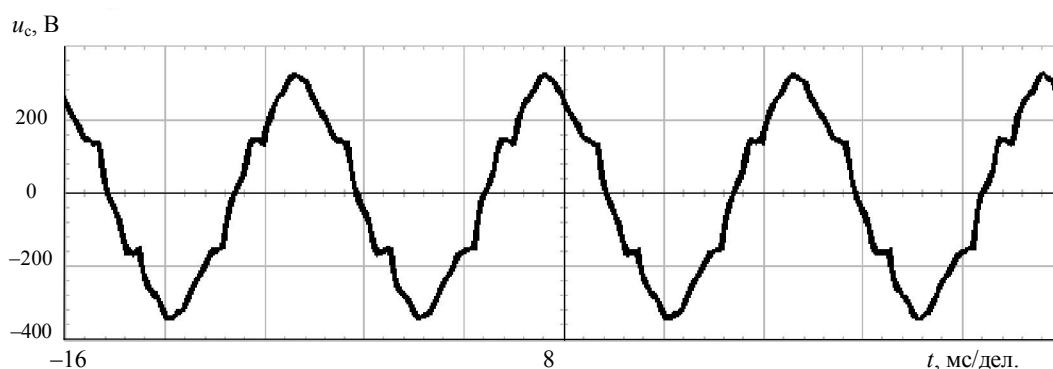


Рис.1. Форма кривой фазного напряжения сети u_c при включенной СУ и отключенном ПАФ

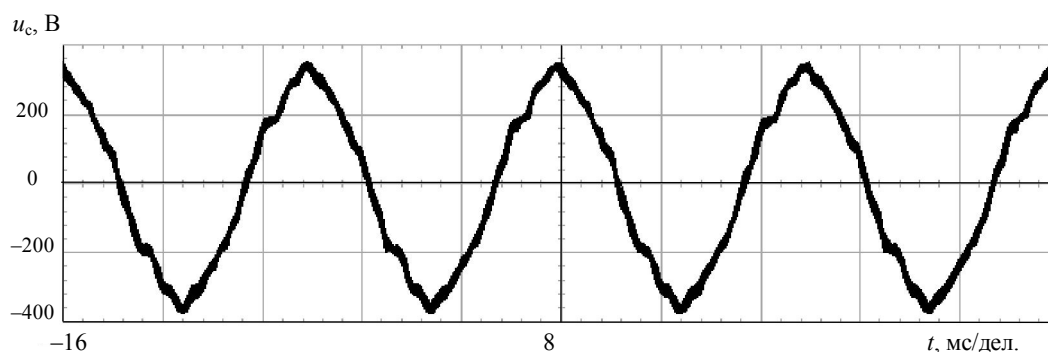


Рис.2. Форма кривой фазного напряжения сети u_c при включении СУ и ПАФ

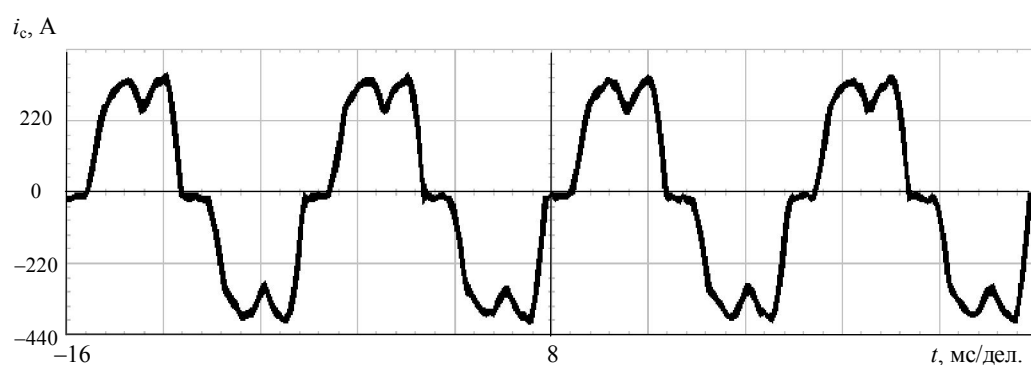


Рис.3. Форма кривой фазного тока сети i_c при включенной СУ и отключенном ПАФ

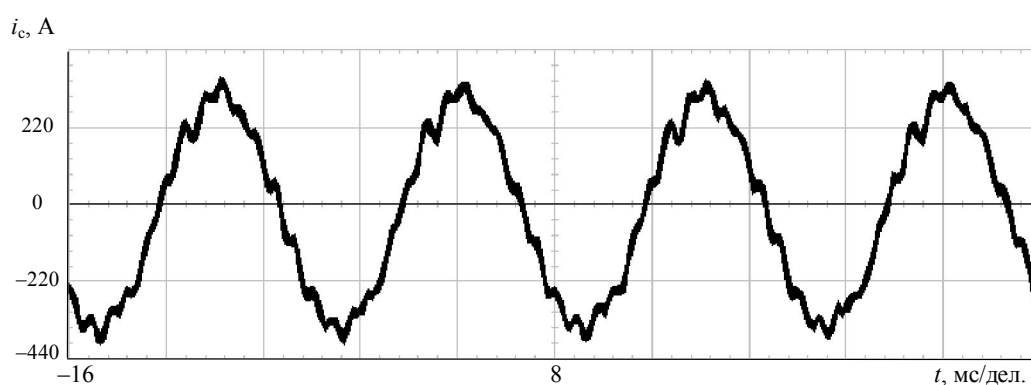


Рис.4. Форма кривой фазного тока сети i_c при включении СУ и ПАФ

Данные по эффективности применения ПАФ «Электрон ФСА-400» приведены в таблице. Эффективность увеличения величины напряжения u_n определялась по отношению к номинальному напряжению сети, эффективность снижения коэффициента K_ϵ искажения синусоидальности учитывала уровень высших гармоник при отключенных СУ и ПАФ.

Включение ПАФ снижает коэффициенты искажения синусоидальности кривых фазных напряжений сети K_ϵ до величин, не превышающих нормально допустимое зна-

чение для этих коэффициентов по ГОСТ 13109-97 (8 % для сетей 0,4 кВ) [3].

Согласно таблице работа ПАФ с резисторами в составе пассивного сглаживающего фильтра эффективнее, чем при их отсутствии, что подтверждает возможность пассивного фильтра повышать компенсирующую способность ПАФ.

Включение ПАФ меняет характер нагрузки СУ с активно-индуктивного на активно-емкостной, что подтверждает возможность ПАФ компенсировать реактивную мощность.

Эффективность работы ПАФ «Электрон ФСА-400»

Параметр	Отключенные СУ и ПАФ	Работа СУ без ПАФ	Подключение ПАФ без резисторов в составе выходного пассивного фильтра	Подключение ПАФ с резисторами в составе выходного пассивного фильтра
u_c , В	238	232	238	237
K_n , %	5,5	10,1	7,7	5,8
i_c , А	—	270	227	235
K_p , %	—	22,5	15	7,5

Результаты промышленных испытаний ПАФ «Электон ФСА-400» в промышленных сетях ООО «Оренбургнефть» показали эффективность коррекции коэффициента мощности и формы кривых тока и напряжения сети 0,4 кВ нефтепромысла, возможность применения ПАФ такой модификации для приведения показателей качества электрической энергии в соответствие с нормами ГОСТ 13109-97 и ослабления влияния высших гармоник на промышленное электрооборудование.

Выполненные экспериментальные исследования и опыт эксплуатации показали способность параллельных активных фильтров эффективно компенсировать реактивную мощность и высшие гармоники тока и напряжения, повышать уровень напряжения в промышленной сети, что позволяет рекомендовать их внедрение на нефтегазодобывающих предприятиях в качестве технического решения, направленного на повы-

шение качества электрической энергии и обеспечение электромагнитной совместимости электротехнических комплексов.

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. *Абрамович Б.Н.* Способы повышения качества электрической энергии в системах электроснабжения нефтегазодобывающих предприятий Западной Сибири / Б.Н.Абрамович, В.В.Полищук, Ю.А.Сычев // Энергетика Тюменского региона. 2006. № 4.
3. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Госстандарт России, 1997.
4. *Жежеленко И.В.* Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях. М.: Энергоатомиздат, 1986.
5. *Железко Ю.С.* Компенсация реактивной мощности и повышение качества электрической энергии. М.: Энергоатомиздат, 1985.

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