

ВОПРОСЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. ТРЕТЬЯКОВ, Г.С. КУДРЯШЕВ, В.А. КЮН

Иркутская область насыщена предприятиями, которые производят сельскохозяйственную продукцию. При производстве продукции используются сложные технологические линии, которые содержат механизмы и аппаратуру, требующие для нормальной работы электрическую энергию, удовлетворяющую стандартам качества. Отклонение показателей качества влияет на срок службы потребителей, уменьшая его при ухудшении качества электрической энергии. Коэффициент мощности ($\cos\varphi$) также зависит от качества электроэнергии поскольку влияние реактивной составляющей негативно сказывается на активную мощность. К тому же реактивный ток дополнительно нагружает линии электропередачи, что приводит к дополнительным капитальным вложениям на увеличение сечения проводов и кабелей. Реактивная мощность, как составляющая полной мощности учитывается при оплате за электроэнергию, поэтому составляет часть счета за электрическую энергию [1]. Значения коэффициента мощности электрооборудования приведены в табл. 1.

Из перечисленного оборудования в хозяйствах имеются асинхронные электродвигатели, для привода различного оборудования, технологических и поточных линий (погружные и центробежные насосы, станки, линии поения и кормления и т.д.). В хозяйствах для внутреннего освещения используются лампы дневного света (например: ЛБ-40), коэффициент мощности которых также не высокий.

Большая протяженность линий электропередач на территории Иркутской области обуславливает ухудшение качества электроэнергии, дошедшее до потребителя, поэтому вопросы улучшения показателей качества

электрической энергии в настоящее время актуальны.

Существуют различные методы, позволяющие исключить негативное воздействие присутствующих в сети реактивных составляющих тока и напряжения [1-3].

Повысить качество электрической энергии возможно несколькими способами. Прежде всего, энергетические службы предприятия могут самостоятельно перераспределить нагрузку, тем самым устранив несимметрию в сети, а также повысить пропускную мощность сети. Следующий способ основан на преобразовании структуры электрохозяйства, т.е. подборе электрооборудования таким образом, чтобы компенсировать неактивные составляющие за счет схем включения электроустановок. Также возможно достижение эффекта благодаря использованию компенсирующих устройств. Последний способ является более эффективным, поскольку реконструкция всей системы энергоснабжения требует больших материальных затрат. Для решения данной задачи применяются пассивные фильтры, состоящие из резонансных LC-цепей. Данные фильтры благодаря своей простой конструкции и небольшой стоимости довольно часто используются в системах электроснабжения в качестве компенсаторов, но несмотря на это фильтры обладают рядом недостатков, не позволяющих их более широко применять. Потребность в более качественной фильтрации, а также развитие элементной базы в области силовой и преобразовательной техники привела к созданию новых устройств – активных фильтров. При необходимости фильтрации искажений тока фильтры включают параллельно нелинейному потребителю, а в случае

Таблица 1

Значения коэффициента мощности электрооборудования

Тип нагрузки	Примерный коэффициент мощности
Асинхронный электродвигатель до 100 кВт	0,6-0,8
Асинхронный электродвигатель 100-250 кВт	0,8-0,9
Индукционная печь	0,2-0,6
Сварочный аппарат переменного тока	0,5-0,6
Лампа дневного света	0,5-0,6

ВОПРОСЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

фильтрации искажений напряжения - последовательно. Необходимость в более качественной фильтрации вызвала создание более совершенных устройств. На основе активных и пассивных фильтров был разработан еще один тип фильтров так называемый смешанный или гибридный [1]. У этих фильтров качество фильтрации значительно выше по сравнению с пассивными фильтрами, в то же время мощность активного элемента меньше мощности активного фильтра с аналогичными функциями. Управление фильтром позволяет подстраивать его при отклонении частоты, в результате чего становится возможным подавление высших гармоник в более широкой полосе частот. Преимуществом данного фильтра является исключение резонансных явлений в системе электроснабжения. Также фильтр выполняет функцию компенсатора реактивной мощности на частоте основной гармоники. В настоящее время ведутся работы по совершенствованию устройств и приборов, позволяющих повысить качество электрической энергии.

На практике при применении тех или иных способов необходимо руководствоваться

территориально-географическим положением объекта, а также технологическими особенностями производства. Испытательной лабораторией по качеству электрической энергии «Иркутскгосэнергонадзор» в рамках периодической проверки качества электроэнергии на предприятиях Иркутской области были получены данные по 11 хозяйствам в 10 из них показатели качества не соответствуют ГОСТу, данные по некоторым из них представлены ниже.

Подстанция «Качуг», шины 110кВ, Т-1 (п. Качуг, РЭС ВЭС АОЭиЭ «Иркутскэнерго»). Срок проведения проверки 11.09.2000 - 12.09.2000.

Качество электрической энергии: по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения; по коэффициенту n-й гармонической составляющей напряжения не соответствует: фаза А – 7, 9, 35, 37 гармоники; фаза В – 5, 7, 9, 13, 35, 37 гармоники; фаза С – 7, 9, 13 гармоники требованиям ГОСТ 13109-97 пп. 5.4.1, 5.4.2, 5.5.1, 5.5.2.

Иркутская область, п. Оса, подстанция «Оса», шины 35 кВ, ввод Т-1. Сроки проведения измерений 16.07.2002-17.07.2002.

Таблица 2

Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту искажений синусоидальности кривой напряжения

Фаза	K_{UB}		K_{UHB}		Соотв./не соотв.
	Измерено	Норма	Измерено	Норма	
А (AB)	1,78493	2	2,27507	3	Соотв.
	$T_1=1,08\%$		$T_2=0\%$		
В (BC)	2,20689	2	2,74485	3	Не соотв.
	$T_1=12,01\%$		$T_2=0\%$		
С (CA)	2,18862	2	2,81589	3	Не соотв.
	$T_1=10,07\%$		$T_2=0\%$		



Рисунок 1 – Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту n-й гармонической составляющей напряжения

Таблица 3

Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту искажений
синусоидальности кривой напряжения

Фаза	K _{УВ}		K _{УНВ}		Соотв./не соотв.
	Измерено	Норма	Измерено	Норма	
А (АВ)	5,5498	4	7,98745	6	Не соотв.
	T ₁ =18,83%		T ₂ =3,09%		
В (ВС)	5,01686	4	7,48799	6	Не соотв.
	T ₁ =17,47%		T ₂ =1,05%		
С (СА)	5,55655	4	8,0531	6	Не соотв.
	T ₁ =24,17%		T ₂ =2,18%		

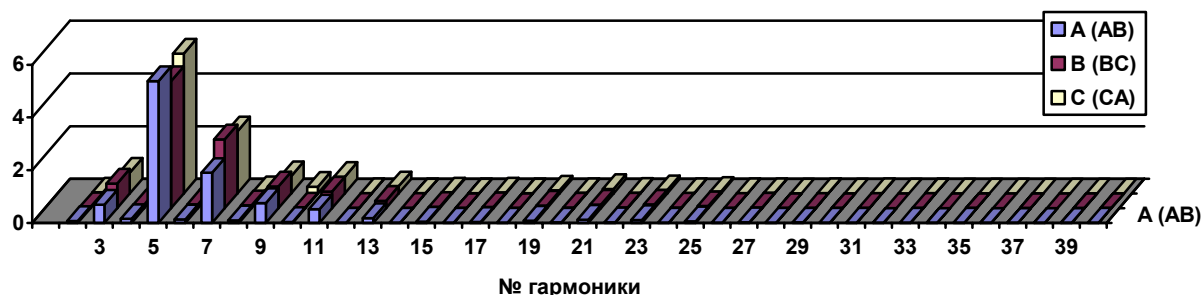


Рисунок 2 – Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту n-й гармонической составляющей напряжения.

Качество электрической энергии: по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения; по коэффициенту n-й гармонической составляющей напряжения не

соответствует требованиям ГОСТ 13109-97 пп. 5.4.1, 5.4.2, 5.5.1, 5.5.2.

Иркутская область, п. Оса, подстанция «Оса», шины 110 кВ, ввод Т-1. Сроки проведения измерений 15.07.2002-16.07.2002.

Таблица 4

Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту искажений
синусоидальности кривой напряжения

Фаза	K _{УВ}		K _{УНВ}		Соотв./не соотв.
	Измерено	Норма	Измерено	Норма	
A (AB)	4,11286	2	5,3596	3	Не соотв.
	T ₁ =92,41%		T ₂ =45,69%		
B (BC)	4,0471	2	6,33282	3	Не соотв.
	T ₁ =76,71%		T ₂ =29,03%		
C (CA)	4,36957	2	5,88602	3	Не соотв.
	T ₁ =93.44%		T ₂ =50.7%		

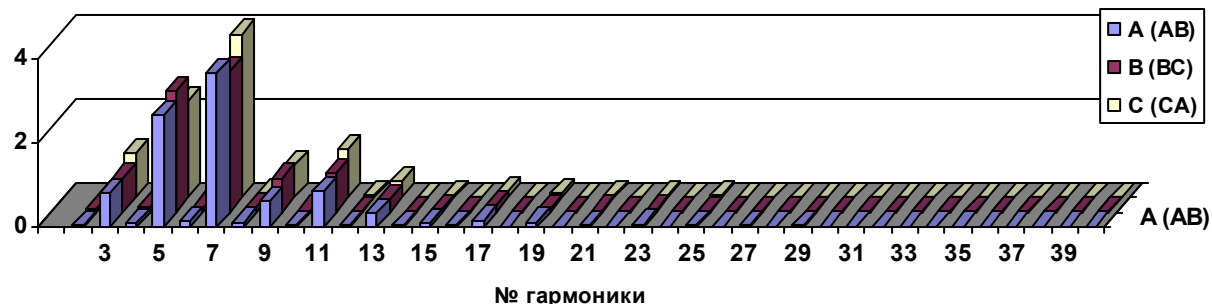


Рисунок 3 – Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту n-й гармонической составляющей напряжения.

ВОПРОСЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Качество электрической энергии: по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения; по коэффициенту n-й гармонической составляющей напряжения: фаза А – 5, 6, 7, 9 гармоники; фаза В – 5, 7, 9 гармоники; фаза С – 5, 7, 9, 11 гармоники не

соответствует требованиям ГОСТ 13109-97 пп. 5.4.1., 5.4.2., 5.5.1., 5.5.2.

Иркутская область, п. Новая Уда, подстанция «Новая Уда», шины 110 кВ. Сроки проведения измерений 17.07.2002-18.07.2002.

Таблица 5

Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту искажений синусоидальности кривой напряжения.

Фаза	K_{UB}		K_{UHB}		Соотв./не соотв.
	Измерено	Норма	Измерено	Норма	
А (AB)	5,54343	2	7,84715	3	Не соотв.
	$T_1=90,47\%$		$T_2=58,88\%$		
В (BC)	5,76083	2	9,78913	3	Не соотв.
	$T_1=94,63\%$		$T_2=69,87\%$		
С (CA)	6,17651	2	8,01802	3	Не соотв.
	$T_1=85,59\%$		$T_2=55,37\%$		

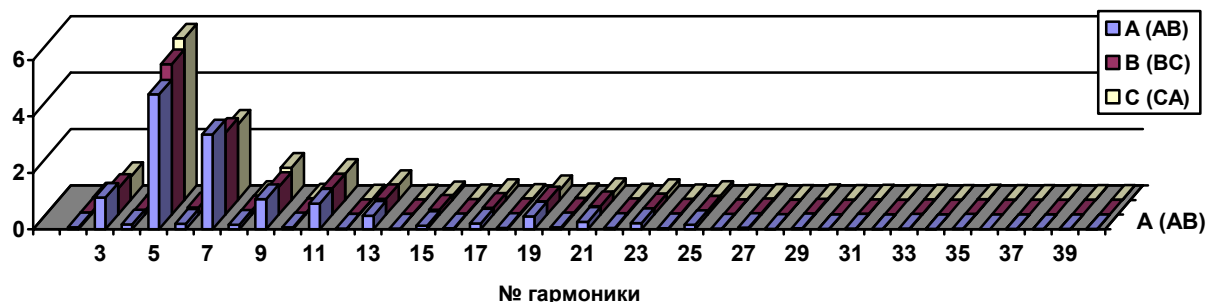


Рисунок 4 – Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту n-й гармонической составляющей напряжения

Качество электрической энергии: по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения; по коэффициенту n-й гармонической составляющей напряжения: фаза А – 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 18, 21 гармоники; фаза В – 4, 5, 6, 7, 8, 9, 15, 19, 21 гармоники;

фаза С – 5, 6, 7, 8, 9, 11, 19, 21 гармоники не соответствует требованиям ГОСТ 13109-97 пп. 5.4.1, 5.4.2, 5.5.1, 5.5.2.

Поселок Жигалово, подстанция «Жигалово», шины 110 кВ, Т-1. Сроки проведения измерений 15.07.2002-16.07.2002.

Таблица 6

Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту искажений синусоидальности кривой напряжения

Фаза	K_{UB}		K_{UHB}		Соотв./не соотв.
	Измерено	Норма	Измерено	Норма	
А (AB)	2,48769	2	3,57007	3	Не соотв.
	$T_1=28,43\%$		$T_2=0,59\%$		
В (BC)	3,01726	2	4,48005	3	Не соотв.
	$T_1=33,73\%$		$T_2=5,29\%$		
С (CA)	3,80243	2	5,25075	3	Не соотв.
	$T_1=47,83\%$		$T_2=18\%$		



Рисунок 5 – Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту n-й гармонической составляющей напряжения

Качество электрической энергии: по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения; по коэффициенту n-й гармонической составляющей напряжения: фаза А – 5, 7, 9 гармоники; фаза В – 5, 7, 9, 11 гармоники; фаза С – 5, 7, 9 гармоники не соответствует требованиям ГОСТ 13109-97 пп. 5.4.1, 5.4.2, 5.5.1, 5.5.2.

Из приведенных данных видно, что основными показателями качества электроэнергии на данных объектах, не соответствующим ГОСТу являются: коэффициент искажения синусоидальности кривой и коэффициент n-й гармонической составляющей напряжения. На коэффициенты несинусоидальности и n-ой гармонической составляющей напряжения влияют искажения, вносимые током потребителей, подключенных к данному узлу системы [2]. В связи с тем, что в сельском хозяйстве в последнее время электрические приводы становятся регулируемые, проблема высших гармоник становится все более актуальной. Применение тиристорных схем для пуска асинхронных двигателей приводит к искажению тока во время пуска, а применение регулируемых приводов искажает форму тока в установившемся режиме. Для исключения влияния несинусоидальности на работу электроприемников, а

также систем автоматического управления сложными технологическими линиями необходимо разрабатывать системы фильтрации и компенсации реактивной мощности, учитывая особенности производства конкретных хозяйств АПК.

Несмотря на стремительное развитие преобразовательной техники, а также создание и освоение новых методов компенсации не активной составляющей проблема качества электрической энергии в сельском хозяйстве остается актуальной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компенсация реактивной мощности как средство сокращения затрат / Энергосбережение. – 2003. – №1.
2. Современные методы улучшения качества электроэнергии. Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий / Электротехника. – №3/98.
3. Третьяков А.Н. Компенсация реактивной мощности тиристорными преобразователями. Тезисы докладов региональной научной студенческой конференции, посвященной 65-летию основания НГАУ. – Новосибирск, 2002.
4. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Изд-во стандартов, 1998.