

## КОМПЕНСАЦИОННЫЕ ДРОССЕЛИ

Мирослав Лукевски<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ELHAND TRANSFORMATORY,  
e-mail: m.lukiewski@elhand.com.pl

Проблема компенсации реактивной мощности в последние годы приобрела огромное значение. Причиной является увеличение оплат, предъявляемых энергетическими предприятиями за отдаваемую или потребляемую из сети реактивную мощность и за несоблюдение величины коэффициента  $\text{tg}\varphi$ .

Фирма ELHAND TRANSFORMATORY из Люблинца является производителем дросселей типа ED3K, предназначенных для компенсации емкостной реактивной мощности.

### Роль компенсационных дросселей в электроэнергетической сети

Большинство потребителей электроэнергии в промышленности – это потребители индуктивного характера. Они потребляют из сети индуктивную реактивную мощность, необходимую для создания электромагнитного поля. Это поле является основой работы этих машин. Недостаточное потребление индуктивной реактивной мощности из промышленной электрической сети приводит к тому, что при помощи присоединителей потребляется она из электроэнергетической системы. Источниками индуктивной реактивной мощности в системе являются электроэнергетические линии, конденсаторные батареи на станциях высокого напряжения и генераторы на электростанциях. Передача индуктивной реактивной энергии от генератора к потребителям на предприятии вызывает увеличение потерь активной мощности и энергии, увеличение потерь напряжения в питающих линиях и трансформаторах. Кроме того, возникает необходимость установки устройств большей мощности с большими номинальными токами и ограничивать пропускную способность электроэнергетических линий.

Наилучшим решением является производство индуктивной реактивной мощности на предприятии (компенсация), как можно ближе к её потребителям.

Наиболее часто индуктивная реактивная мощность компенсируется путём установки конденсаторной батареи или путём использования для этих целей синхронных компенсаторов.

На больших промышленных предприятиях, где, кроме потребителей индуктивного характера (трансформаторы, двигатели), работают синхронные приводы, имеется возможность частичной компенсации реактивной мощности путём изменения конфигурации внутренней электро-энергетической сети предприятия. Произведя соответствующие подсоединения в распределительных устройствах, можно добиться естественной компенсации. Однако, это решение очень часто является трудноисполнимым из-за технических или технологических ограничений.

В случае излишка емкостной реактивной мощности в сети предприятия наступает эффект передачи этой мощности через присоединители в электроэнергетическую систему. Это явление, как и потребление индуктивной реактивной мощности, является невыгодным, так как энергетические предприятия требуют дополнительной оплаты как за потреблённую из сети, так и за переданную в сеть реактивную мощность. Кроме того, подача емкостной реактивной мощности вызывает такие же последствия, как и передача индуктивной реактивной мощности.

Компенсационные дроссели типа ED3K предназначены для компенсации емкостной реактивной мощности, являющейся эффектом работы синхронных машин и протяжённых кабельных сетей низкого и среднего напряжения при их недостаточной нагрузке (рис.1).

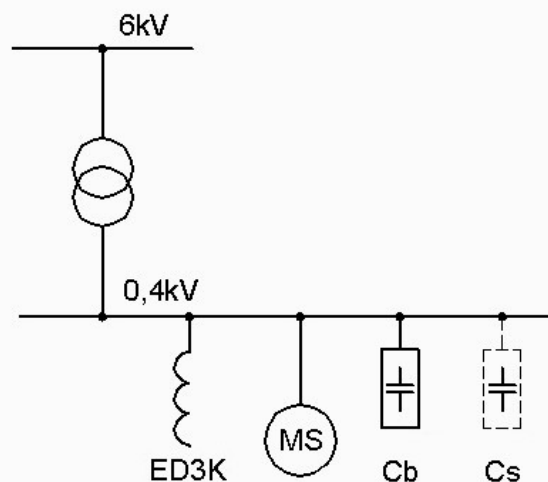


рис.1 Фрагмент схемы электроэнергетической сети с компенсацией емкостной реактивной мощности. ED3K – дроссель компенсационный, MS – синхронная машина, Сb – ёмкость конденсаторной батареи, Cs – ёмкость электросети, кабельных линий.

Основным эксплуатационным параметром компенсационных дросселей является производимая ими реактивная мощность, определяемая по формуле (1).

$$Q_{ED3K} = I_n^2 (2pf_n L_{ED3K}), \quad (1).$$

где:  $I_n$  – эффективное номинальное значение синусоидального переменного тока;  $f_n$  – номинальная частота;  $L_{ED3K}$  – индуктивность дросселя [2].

Мощность компенсационных дросселей подбирается на основании неоднократных измерений, производимых на предприятиях. Статические конденсаторные батареи во время перерывов в нагрузке чаще всего приводят к перекомпенсации сети. Методом защиты электрической сети от периодического „перепроизводства” емкостной реактивной мощности является использование компенсационного дросселя ED3K, включаемого во время недогрузки электрической сети. Причём, мощность дросселя должна соответствовать мощности перекомпенсации сети во время производственных перерывов. Компенсационные дроссели соединяются в батареи, которые, в зависимости от характера изменения реактивной мощности в электроэнергетической сети предприятия, выполняются в статическом или регулируемом исполнении. Часто дроссельные батареи работают совместно с автоматическими регуляторами cosφ. Благодаря этому, они обеспечивают более эффективную следящую компенсацию емкостной реактивной мощности, которая предохраняет сеть от перекомпенсации. Правильно подобранные дроссели типа ED3K или дроссельные батареи обеспечивают улучшение коэффициента tgφ, а тем самым значительно снижают оплаты за мощность и электрическую энергию.

Стержневые дроссели находят применение также в системах компенсации индуктивной реактивной мощности. Наиболее часто применяется классическая схема многоступенчатой

батареи конденсаторов, ступени которой включаются или выключаются в зависимости от потребления реактивной мощности.

Для ограничения тока (величина которого может достигать  $150xI_n$ ) в промежуточных положениях во время включения элементов батареи используются успокаивающие дроссели, устанавливаемые между защищающими устройствами и контакторами, включающими отдельные ступени этой батареи [2].

### Устройство компенсационных дросселей типа ED3K.

Трёхфазные дроссели типа ED3K выпускаются в наземном или морском исполнении. Эти дроссели являются чаще всего устройствами большой мощности. Параметры компенсационного дросселя – это индуктивность и номинальный ток. Эти величины зависят только от схемы работы и реактивной мощности, которую дроссель должен производить.

Стержень дросселя изготавливается из электротехнической кремнистой жести толщиной (0,25 – 0,5) мм. Обмотки, выполненные из обмоточного провода, чаще всего профильного, расположены на сердечниках. Дроссели подвергаются вакуумной импрегнации, которая успешно защищает и обеспечивает безотказность дросселей, работающих в тяжёлых природных условиях. Следующим этапом является оснащение дросселей выводами или кабельными башмаками, а также механическим оборудованием, обеспечивающим их транспортировку. Тестирование на электрической испытательной станции, проводимое в соответствии с действующими обязывающими нормами, является последним этапом производства. Целью этих испытаний является исключение всех возможных недостатков изделия перед поставкой его клиенту.

Все работы, связанные с производством и подготовкой производства, в фирме ELHAND TRANSFORMATORY проводятся в соответствии с процедурами системы обеспечения качества ISO-9002. Это обеспечивает наивысшее качество и повторяемость технических параметров изготавливаемых трансформаторов, дросселей и питателей.

## Литература

- [1] Бельдовски Т., Маркевич Х.  
*Электроэнергетические станции и устройства*. НТИ Варшава 1995
- [2] Нартовски З.  
*Конденсаторные батареи для компенсации реактивной мощности*. НТИ Варшава 1967
- [3] Плямитзер А.М.  
*Электрические машины*. НТИ Варшава 1986
- [4] *Справочник инженера-электрика, том 3*  
НТИ Варшава 1997
- [5] Езерски Э., *Трансформаторы*  
НТИ Варшава 1965