Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. /XXXIУ, 1979 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Н.В.НЕФЕДОВА

Уменьшить потери напряжения и активной мощности в рудничной распределительной сети можно одновременным включением установок продольной емкостной компенсации потерь напряжения и нерегулируемых источников реактивной мощности[x].

Для определения доли различного вида компенсации (продольной и поперечной) разработана лабораторная установка с компенсирующими устройствами, в качестве которых использованы: вольтодобавочный трансформатор ВДТ; регулируемый источник реактивной мощности ИРМ; установка продольной емкостной компенсации УПК; синхронная машина с фазовым компаундированием СМ.

Чтобы выбрать схему ИРМ, соответствующую модели рудничной распределительной сети, на основе анализа литературных данных[xx] рассмотрены основные показатели ИРМ: I – на базе вентилей с искусственной коммутацией; II – на базе статических конденсаторов:

	I	II
Удельная стоимость, руб/(квар)	10	3–7
Удельные потери, Вт/(квар)	12–19	5–6
Диапазоны регулирования, о.е.	0,1–1,0	0,3–1,0
Угол управления, град	15–20	0–90
Удельный вес, кГ/(квар)	2,0–3,5	1,53
Быстродействие, с	0,03–0,04	0,02

Как показывает сравнение, схемы I имеют большие удельные потери и большую удельную стоимость, что удорожает их разработку в рудничном исполнении. Кроме того, эти схемы имеют малый диапазон изменения угла регулирования, что предъявляет жесткие требования к системе регулирования.

---

[x] См. в настоящем сборнике В.М. Квятковский, Н.В. Нефедова, Я.Э. Шклярский. Анализ рудничных распределительных сетей с продольно-поперечной компенсацией.

[xx] В.А. Веников, Л.А. Жуков, И.И. Карташов, Ю.П. Рыжов. Статические источники реактивной мощности в электрических сетях. М., Энергия, 1975.

П.Н. Абакумов, К.А. Чванов. Стабилизатор сети переменного тока на основе статических ИРМ. – Электричество, 1971, № 12.

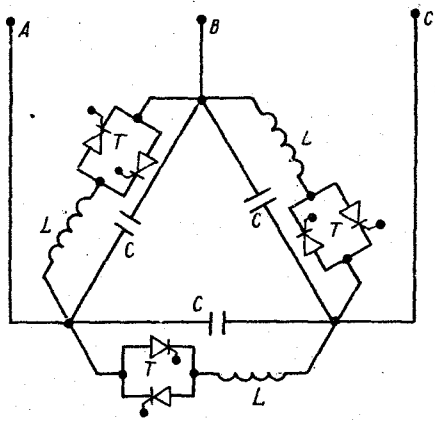


Рис.1. ИРМ на базе статических конденсаторов

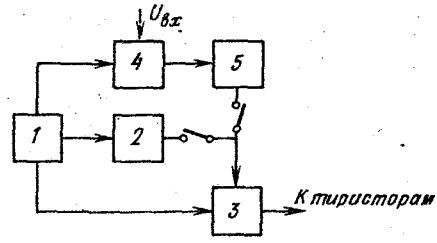


Рис.2. Блок-схема системы управления ИРМ:
1 - источник стабилизированного напряжения; 2 - блок ручного управления напряжения управления; 3-5 - см. текст

Известные схемы ИРМ данного типа ухудшают гармонический состав сетевого тока, а предпринимаемые с этим меры борьбы снижают технико-экономические показатели схем I. Последнее относится и к схеме со статическими конденсаторами, так как она включает управляемые вентили (рис. I). Однако, учитывая меньшие удельные потери и удельную стоимость, эта схема наиболее соответствует рудничным распределительным сетям. Она позволяет плавно изменять генерируемую реактивную мощность регулированием угла открывания тиристоров внутри каждого полупериода, что почти безынерционно воздействует на режим работы в заданной точке распределительной сети при нестационарном характере нагрузки.

Анализ статистических измерений качества напряжения, проведенных в различных точках распределительной сети калийного рудника, показал, что отклонение напряжения на зажимах электродвигателей удаленных горных участков достигает I0-I5% при $tg\varphi \approx$ I,0. Распределения отклонений напряжения близки к нормальному закону.

На основании полученных данных разработаны требования, предъявляемые к системе управления ИРМ. Такая система должна обеспечивать, во-первых, регулирование диапазона генерируемой реактивной мощности при заданном уровне отклонения напряжения; во-вторых, номинальный уровень напряжения в заданной точке распределительной сети при поддержании $tg\varphi$ близким к нулю. Это возможно при управлении источником реактивной мощности по отклонению напряжения.

Управление компенсатором в рабочем режиме при этом осуществляется следующим образом. При отклонении напряжения в распределительной сети в месте подключения ИРМ на выходе блока 4 (рис.2) появляется сигнал рассогласования, который, пройдя через схему усиления 5, попадает в схему формирователя импульсов 3. В зависимости от уровня подаваемого сигнала изменяется фаза управляющего импульса и соответственно угол открывания тиристоров. Несимметрия тока по фазам тиристоров, возникающая при этом из-за различия параметров как самих тиристоров, так и линейных дросселей, может быть устранена соответствующей настройкой формирователя.

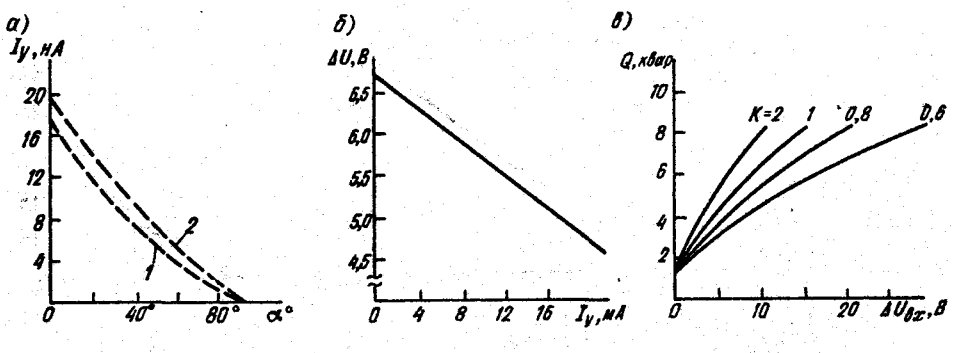


Рис.3. Рабочие (а, б) и регулировочные (в) характеристики ИРМ

При исследовании схемы автоматического управления получены следующие характеристики.

Зависимость тока управления I_y от угла открывания тиристоров α (рис.3,а) имеет линейный характер при изменении α от 0 до 50^0 при ручном и автоматическом управлении и приближается к параболической при изменении α от 50 до 90^0, что ускоряет переход к нормальному рабочему режиму при больших отклонениях напряжения. Зависимость отклонения напряжения от тока управления фазой управляющих импульсов $\Delta U = f(I_y)$ (рис.3,б) линейна и обеспечивает точность регулирования в заданном диапазоне отклонения напряжения.

Характеристики источника регулируемой реактивной мощности при различных коэффициентах усиления K (рис.3,в) получены при управлении ИРМ от регулировочного автотрансформатора.

Анализ полученных характеристик показывает, что предлагаемый вариант ИРМ позволяет обеспечить компенсацию реактивной мощности в заданном диапазоне отклонения напряжения, а также поддерживать уровень напряжения, определяемый его компенсирующей способностью.