Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т.XCIV, 1982 г.

УДК 621.316.72

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УСТРОЙСТВ КОМБИНИРОВАННОЙ КОМПЕНСАЦИИ СЕТИ, ПИТАЮЩЕЙ МОЩНЫЕ ПРИВОДЫ

Н.В.НЕФЕДОВА

Устойчивая и высокопроизводительная работа горных комбайнов во многом определяется качеством электрической энергии в подземной распределительной сети. Основными средствами улучшения качества напряжения на зажимах электроприемников являются компенсирующие устройства, изменяющие режим работы распределительной сети, что непосредственно влияет на работу электропривода комбайнов.

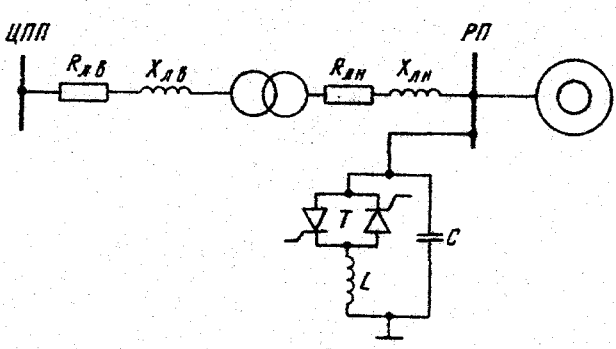


Рис.1. Однофазная схема замещения распределительной сети с ИРМ

Для исследования вопроса о влиянии компенсирующих устройств на работу привода комбайнов в лаборатории ЛГИ создана установка, предназначенная для физического моделирования рудничной сети с источником регулируемой реактивной мощности (ИРМ) и электропривода при случайном характере нагрузки. В основу модели положена схема реальной распределительной сети с электроприводом горного комбайна и соответствующим ему характером нагрузки на исполнительном органе (рис.I).

Так как модель предполагает изучение изменяющихся во времени характеристик, моделирование выполнено неполным с соблюдением основных кри-

териев подобия[x]. Для электрической системы, где исследованию подлежат только параметры самого процесса (мощность, ток и напряжение), параметры системы представлены, с точки зрения подобия, как сосредоточенные, а критерии получены непосредственно из соответствующих уравнений.

Таким образом, при моделировании распределительной сети, состоящей из участкового понизительного трансформатора и кабельной линии 0,66 кВ, моделировались только продольные параметры, подчиняющиеся критерию подобия

$$L_0/R_0 t = idem,$$

где L_0 - индуктивность, Гн/км; R_0 - активное сопротивление в реальном масштабе времени, Ом/км.

Критерий обеспечивает подобие как при стационарных, так и при нестационарных процессах и позволяет определить масштабы модели, исходя из номинальных значений мощности, напряжения и тока модели и оригинала. При моделировании источника регулируемой реактивной мощности, состоящего из батареи конденсаторов, катушек индуктивностей, тиристоров и блока управления тиристорами, дополнительно к приведенному использован упрощенный критерий подобия по величине регулирующего эффекта

$$\frac{\partial Q}{\partial U} = idem,$$

определяемого по его статическим характеристикам (рис.2). Введение данного критерия связано с нелинейностью тиристоров, так как при линейной зависимости тока управления тиристоров от величины параметра регулирования - в данном случае это отклонение напряжения в узле нагрузки $I_y = f(\Delta U)$ (рис.2, а) - **зависимость угла управления тиристоров от тока управления** $\alpha =$

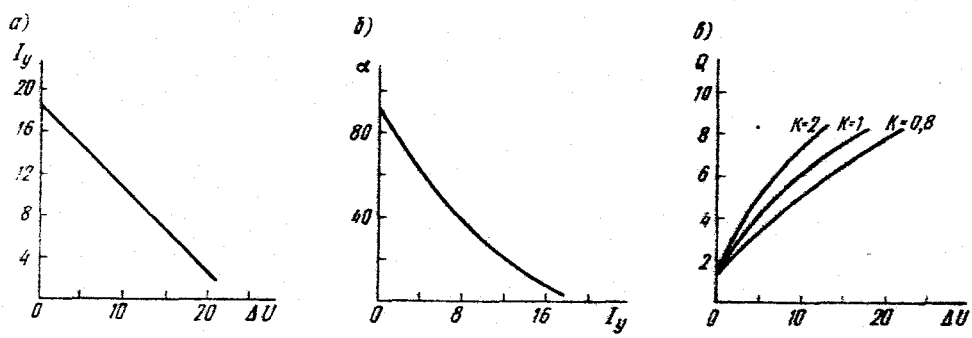


Рис.2. Статические характеристики источника регулируемой реактивной мощности: а - зависимость тока управления от отклонения напряжения; б - зависимость угла управления от тока управления; в - зависимость реактивной мощности от отклонения напряжения

[x] В.А.Веников. Теория подобия и моделирования. М., Высшая школа, 1976.

$= f(I_y)$ (рис.2, б) нелинейна, а отсюда нелинейна и характеристика зависимости отдаваемой реактивной мощности компенсатора от отклонения напряжения (рис.2, в).

В качестве нагрузочного устройства использована модель, разработанная на кафедре электрических машин и автоматизированного привода ЛГИ по методу электродинамического моделирования[x]. Она состоит из асинхронного короткозамкнутого двигателя, нагрузочной машины постоянного тока и тиристорного преобразователя, управляемого от источника случайного задающего сигнала с системой спектрообразующих фильтров.

При моделировании приняты следующие условия: трехфазная сеть симметрична в широком диапазоне изменения нагрузки; уровень напряжения на шинах участкового распределительного пункта зависит от нагрузки.

В результате исследований установлено, что без ИРМ в режиме стационарной нагрузки при нагрузке двигателя, равной номинальной и выше, влияние отклонения напряжения сказывается в основном на величине тока двигателя, а при нагрузке ниже номинальной - на величине потребляемой реактивной мощности. При отклонении напряжения в узле нагрузки на 10 % скольжение двигателя увеличивается примерно в 1,5 раза при нагрузке двигателя, равной номинальной и выше, и в 1,05 раза при нагрузке, равной 0,8-0,9 номинальной. При дальнейшем снижении уровня напряжения скольжение резко возрастает независимо от уровня нагрузки.

Снижение напряжения на 10 % ведет также к увеличению потерь напряжения в кабельной линии на 12 %, а активной мощности на 20 % по отношению к потерям в номинальном режиме.

Полученные статические характеристики позволили определить параметры компенсирующего устройства и исследовать его работу при нестационарной нагрузке в режиме стабилизации напряжения на зажимах двигателя.

Осциллографирование временных характеристик тока двигателя $i_{дв}$, напряжения на зажимах двигателя $U_{дв}$, рабочего момента двигателя $M_{дв}$, а также тока в линии $i_л$ после компенсации позволило применить метод статистической обработки информации на ЦВМ „Мир-2". Определялись максимальные и минимальные значения в выбранном промежутке времени, средние значения исследуемых величин M, а также их дисперсии Д и среднеквадратические отклонения S. Результаты вычислений в относительных единицах приведены ниже:

	$U_{дв}$	$I_{дв}$	$M_{дв}$	$I_л$
max	0,975; 1,01	1,2; 1,13	1,025; 1,01	1,06
min	0,8; 0,98	0,56; 0,56	0,71; 0,825	0,133
Д	0,0012; 0,00014	0,025; 0,0127	0,005; 0,0023	0,046
S	0,036; 0,012	0,16; 0,113	0,071; 0,048	0,216
M	0,907; 1,0	0,755; 0,69	0,905; 0,956	0,474

Примечание. Первое значение - без ИРМ, второе - с ИРМ.

[x] А.С.Соловьев. Нагрузочная установка для исследования приводов горных комбайнов - В кн.: Новые исследования в горной электромеханике. Л., изд. ЛГИ, 1973, вып. 5.

Из приведенных данных видно, что регулируемый ИРМ позволяет не только поднять средний уровень напряжения на зажимах двигателя с 0,907 до 1,0, обеспечивая увеличение перегрузочной способности на 17-20 %, но и довести его среднеквадратическое отклонение с 0,036 до 0,012. Это привело к снижению среднего значения тока двигателя с 0,755 до 0,69 и уменьшило его дисперсию в 2 раза, с 0,025 до 0,0127. Снижение среднего значения тока в линии уменьшило потери напряжения и активной мощности в кабеле, подняв тем самым $\cos\varphi_л$ (по показаниям счетчиков) с 0,55-0,7 (без ИРМ) до 0,95-0,98 (с ИРМ).

Таким образом, исследование на физической модели показало, что включение источника регулируемой реактивной мощности в распределительную сеть позволяет улучшить характеристики асинхронного привода.