

**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ**

УДК 621.316. 621.313

Е.К.Ещин

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ**

Электротехническая промышленность выпускает ряд устройств компенсации реактивной мощности (КРМ). К ним относятся, например, регулируемые конденсаторные установки (КРМТ, КРМТФ) на базе тиристорных ключей для резко переменной нагрузки с мощностью установок в диапазоне 20–1500 кВар, числом ступеней регулирования до 12 и временем переключения ступеней до 0,02 сек.

При эксплуатации систем электроснабжения (СЭС) с электродвигательной нагрузкой в виде асинхронных электродвигателей (АД), работающих с переменным моментом сопротивления, где существенно влияние изменения состояния одного электродвигателя на состояние остальных, проблема КРМ в СЭС заслуживает особого внимания.

В этой связи представляет интерес определение возможного характера изменения необходимых величин компенсирующих емкостей конденсаторных установок в варианте индивидуальной КРМ АД, эксплуатируемых в упомянутых выше условиях.

Объект (СЭС) будем описывать по [1]. Цель управления - обеспечение требуемого уровня

компенсации реактивной мощности (уровня величины  $\cos(\varphi)$ )

$$J = \inf_{\forall C} \left( \int_{t_0}^t \sum_{i=1}^n (\cos(\varphi_i)_Z - \cos(\varphi_i))^2 dt \right)$$

где  $\cos(\varphi_i)_Z$ ,  $\cos(\varphi_i)$  - необходимые (задаваемые) и мгновенные значения косинусов  $\varphi$ .

Управляющими воздействиями будем считать компенсирующие емкости конденсаторных установок, учитывая, что их величины могут изменяться дискретно. Математическая модель СЭС с индивидуальными устройствами КРМ приведена в [2].

Рассмотрим примеры по рис.1, 2. На этих схемах параметры АД как в [2] - АВР280L4. Сечения кабелей по уровням: 120, 95, 75 мм<sup>2</sup> (см. рис.3,4).

Воспользовавшись идеологией управления, основанной на использовании скользящих режимов [3] получим ряд результатов для расчетных условий, приведенных на рис.3,4.

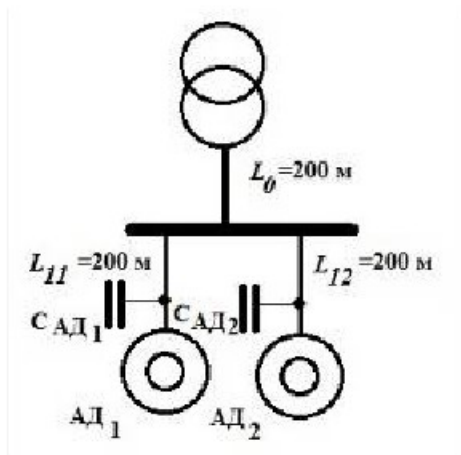


Рис. 2 Расчетная схема СЭС с 2-мя АД

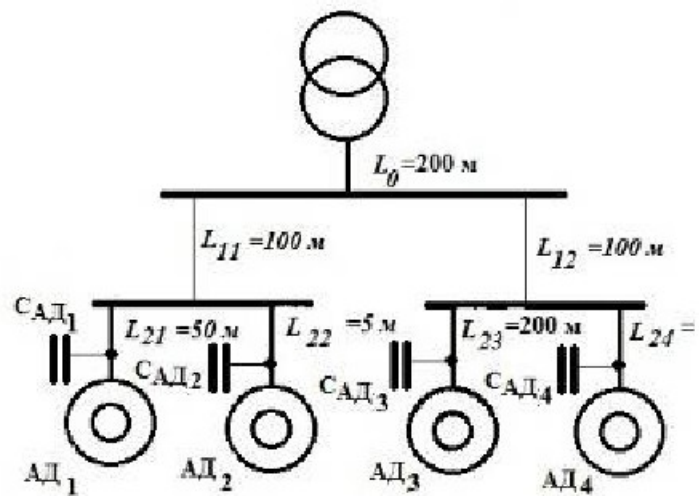


Рис. 2 Расчетная схема СЭС с 4-мя АД

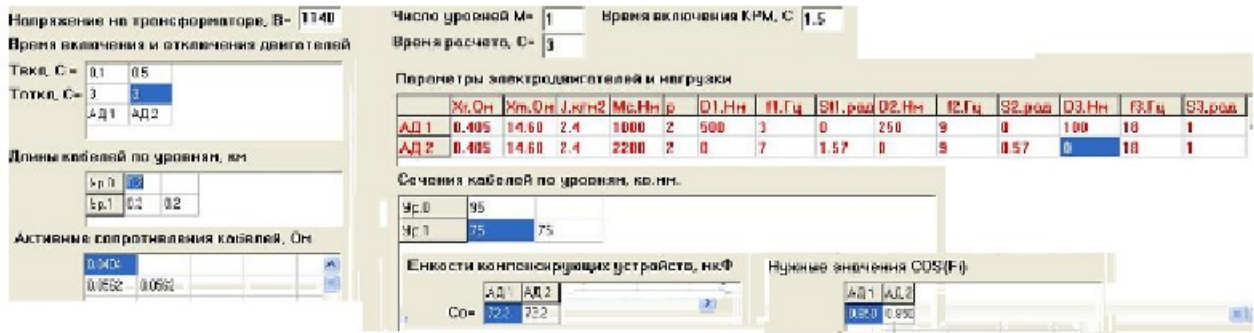


Рис. 3 Условия расчета КРМ для схемы по рис.1

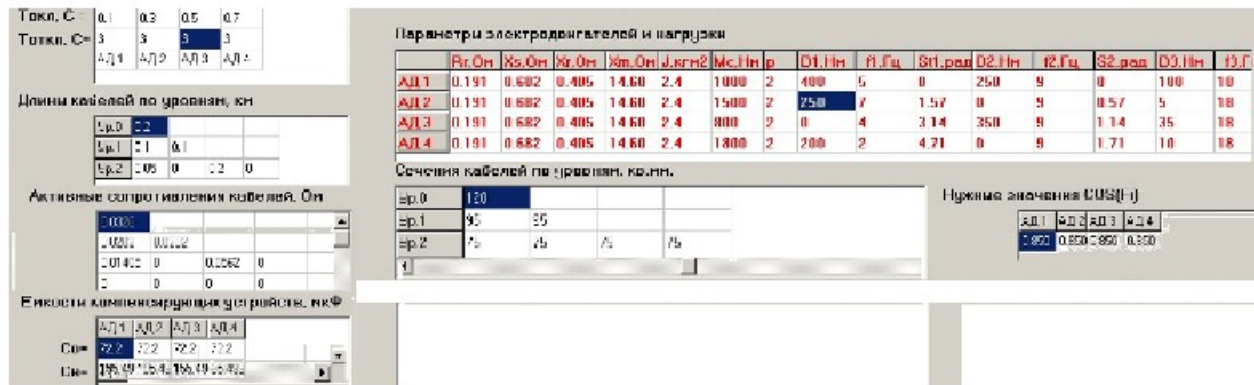


Рис. 4 Условия расчета КРМ для схемы по рис.2

На рисунках ниже приведены результаты расчетных процессов изменений косинусов φ и емкостей компенсирующих конденсаторных установок при последовательном пуске и дальнейшей работе с периодической нагрузкой асинхронных электродвигателей АВР280L4 номинальной мощностью 160 кВт.

Включение КРМ происходило через 1.5 С после пуска первого АД. Опорные значения компенсирующих емкостей принимались одинаковыми – 72.2 мкФ. Значения косинусов φ вычислялись как значения косинусов углов между мгновенными значениями векторов напряжений и токов электродвигателей.

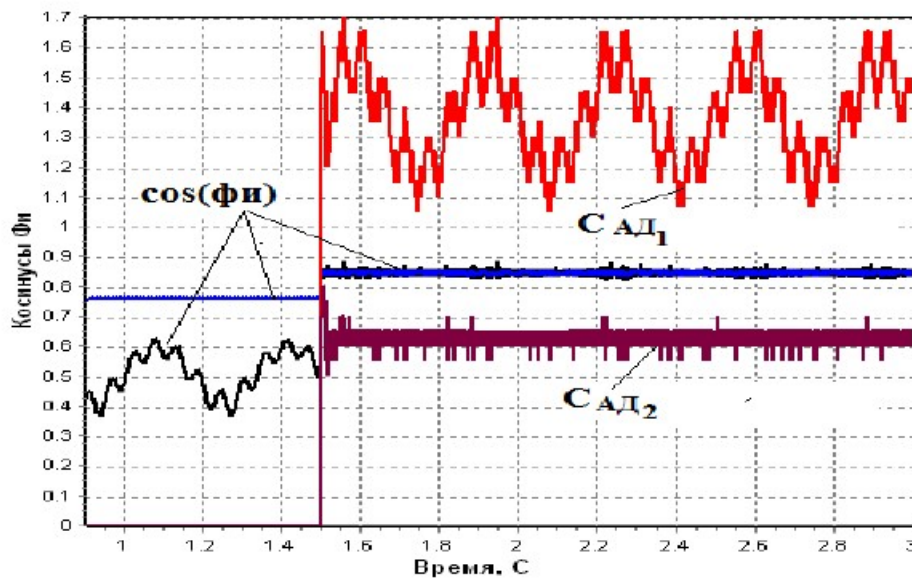


Рис. 5 Изменение значений cos(φ) и компенсирующих емкостей Cад для схемы по рис.1 (до 1.5 с – неуправляемый режим)



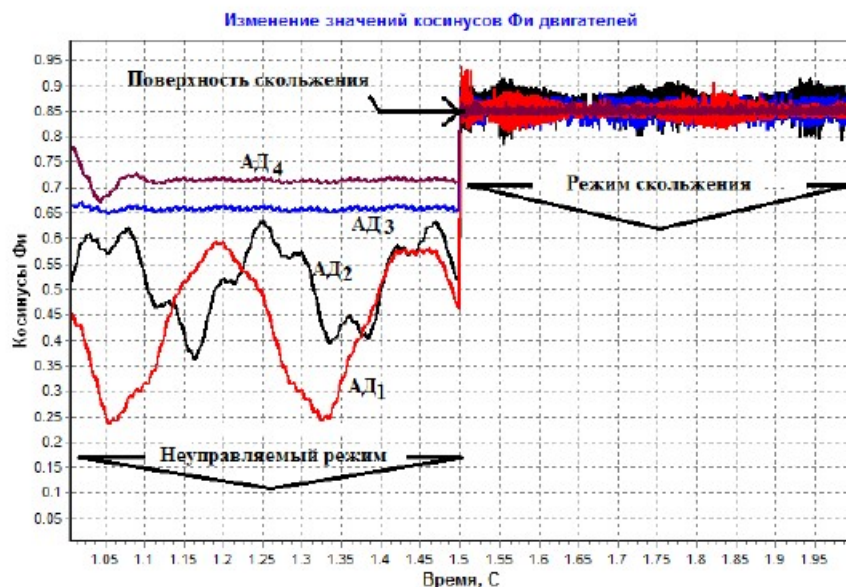


Рис. 6  
Изменение значений  $\cos(\varphi)$  для схемы по рис.2 (до 1.5 с – неуправляемый режим)

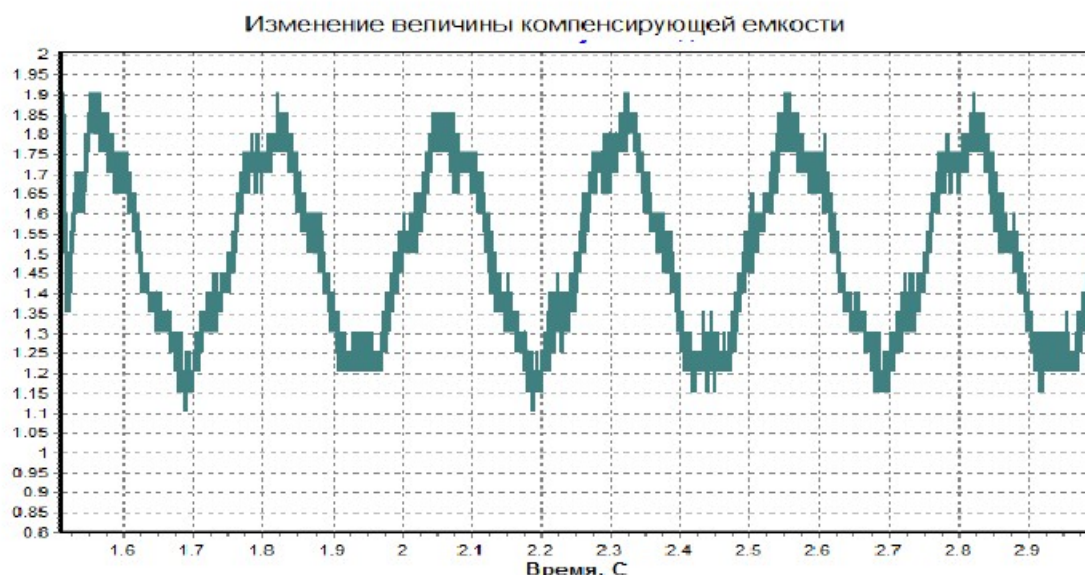


Рис. 7 Характерное дискретное изменение величины компенсирующей емкости конденсаторной установки для АД, работающего с переменным моментом сопротивления на валу -  $M_c = 1000 + 400\sin(2\pi 5t) + 250\sin(2\pi 9t) + 100\sin(2\pi 18t + \pi / 2)$

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ещин Е.К. Модель асинхронного электродвигателя в системе электроснабжения // Электротехника. – 2002. №1. С.40-43.
2. Ещин Е.К. Моделирование процессов компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения с электродвигательной нагрузкой // Вестник КузГТУ, 2012. №2 С.48-52.
3. Utkin V.I., Guldner J., Shi J. Sliding mode control in electromechanical systems. Taylor & Francis, 1999. – 325 с.

□ Автор статьи:

Ещин  
Евгений Константинович,  
докт. техн. наук., проф.  
каф. прикладных информационных  
технологий КузГТУ,  
email: eke@kuzstu.ru