

## КОМПЕНСАЦИЯ ЕМКОСТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТОКА УТЕЧКИ НА ЗЕМЛЮ ПРИ ЗАЩИТНОМ ОТКЛЮЧЕНИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Дубинин С.В., Пуцькович З.А.

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь

Один из вариантов системы низковольтной электрической сети промышленного предприятия предполагает электропитание нескольких электроустановок, в том числе с преобразователями напряжения, от трансформаторной подстанции и наличие сети гибких кабелей от пускателей до асинхронных электроприводов.

Процесс снижения тока утечки на землю в процессе защитного отключения асинхронного электропривода можно разделить на три периода (Рис. 1). Время протекания тока утечки складывается из времени срабатывания аппарата защиты и коммутационного аппарата –  $T_1$ , времени затухания остаточных ЭДС в процессе выбега электродвигателей, после их отключения –  $T_2$  и  $T_3$ . С момента возникновения утечки в течение времени  $T_1$ , имеет место переходный процесс ограничения тока утечки дроссельным устройством компенсации емкостной составляющей приблизительно до уровня 0,05 – 0,07 А.

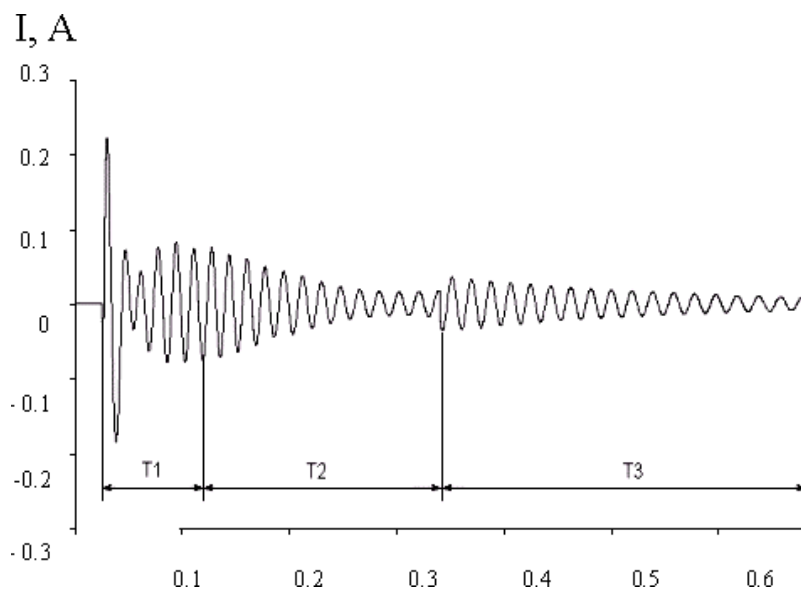


Рисунок 1. – Осциллограмма тока утечки при защитном (сопротивление однофазной утечки  $R_y = 1$  кОм, общая емкость сети  $C_c = 1$  мФ, емкость поврежденного ответвления  $C_{от} = 0,15$  мФ)

Постоянная времени выбега электродвигателя без нагрузки на выходном валу составляет 1-1,5 с при экспоненциальном характере изменения амплитуды остаточной ЭДС вращения  $U_m$ :

$$U_m = \frac{L_m}{L_p} j(1-s) \omega_0 \psi_{op} e^{t/T_p} e^{j\omega_0(1-s)t}, \quad (1.1)$$

где  $L_m$  – индуктивность главного потока АД;  $L_p$  – полная индуктивность ротора;  $s$  – скольжение ротора;  $\omega_0$  – синхронная частота вращения ротора;  $T_p$  – постоянная затухания свободного тока ротора;  $\psi_{op}$  – потокосцепление ротора.

Расчет количества электричества проходящего через сопротивление утечки можно рассчитать по формуле:

$$Q = \int_0^T |I_y| dt, \quad (1.2)$$

где  $I_y$  – ток через сопротивление однофазной утечки  $R_y = 1$  кОм.

Расчетная модель состоит из модели статорных обмоток электродвигателя 1, управляемого трехфазного генератора 2, емкостей общего участка кабельной сети 3, емкостей ответвления 4, дроссельного компенсатора 5, короткозамыкателя 6, контакторы пускателя К2.

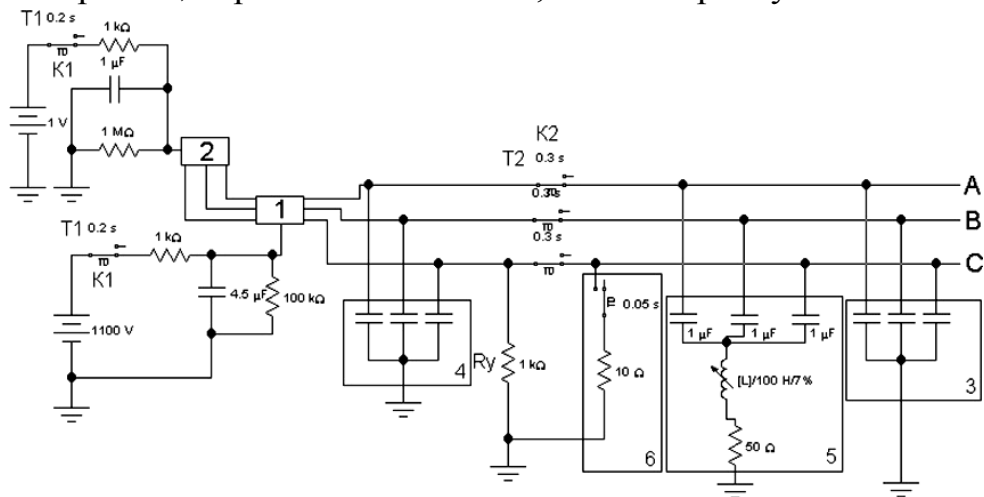


Рисунок 2. Расчетная модель электрической сети асинхронного электропривода.

В процессе исследований установлено, что защитное отключение электропривода сопровождается изменением как амплитуды, так и частоты напряжения обратной ЭДС. Это приводит к снижению эффективности работы дроссельного компенсатора из-за выхода его из режима параллельного резонанса. При значении постоянной времени затухания обратной ЭДС менее 0,65с для количества электричества  $Q$  может превысить допустимое значение 50 мА\*с. Процесс снижения частоты напряжения обратной ЭДС необходимо учитывать при модернизации систем защиты от утечки тока на землю в сетях питания асинхронного электропривода.