

Литература

1. Веников В.А. Электромеханические переходные процессы в электрических системах. М., МЭИ, 1970.
2. Дьяконов В.П., Пеньков А.А. MatLAB и Simulink в электроэнергетике. Справочник. Москва, ГЛ-Телеком, 2009.

References

1. V.A. Venikov. Electromechanical transition processes in electric systems. M, MEI, 1970.
2. V.P.Diyakonov, Penkov A.A. MatLAB and Simulink in power industry. Reference book. Moscow, GL-Telecom, 2009.

УДК 621.311

ВЛИЯНИЕ И УЧЕТ АРВ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОМ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ НА ЛИНИИ СВЯЗИ 500 кВ

Таабалдиева Нурзат Дуйшоновна, доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: nurzat0227@gmail.com

Цель работы - рассмотрены режим двухфазного короткого замыкания на линии связи по полным уравнениям Горева-Парка с учетом действия АРВ. Приведены полученные осциллограммы параметров режима и проведен их сравнительный анализ. Численное решение дифференциальных уравнений осуществлялось с применением метода Дормана-Принсса шестого порядка с контролем шага интегрирования. Существенно заметить следующее: сравнение осциллограмм показывает, что они имеют практически стопроцентную сопоставимость, в первую очередь, качественную и практически неразличающуюся количественно.

Таким образом, можно прийти к заключению, что разработанная программа расчета обладают достаточной точностью и достоверностью результатов.

Ключевые слова: автоматический регулятор возбуждения (АРВ), короткое замыкание (к.з.), параметр, режим, линия связи, интегрирования, возбудитель, напряжение, ток, сопротивление.

IMPACT AND ACCOUNTING AUTOMATIC CONTROL WITH ASYMMETRIC SHORT-CIRCUIT ON THE COMMUNICATION LINE 500 kV

Taabaldiyeva Nurzat Duyshonovna, the associate professor, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66, e-mail: nurzat0227@gmail.com

The work purpose - are considered the mode of two-phase short circuit on the communication line on the full equations of Gorev-Parka taking into account action of automatic control of excitement. The received oscillograms of parameters of the mode are provided and the comparative analysis is carried out them. The numerical solution of the differential equations was carried out with application of a method of Dormana-Prinss of the sixth order with control of a step of integration. It is essential to notice the following: comparison of oscillograms shows that they have nearly hundred percentage comparability, first of all, qualitative and practically don't differ quantitatively.

Thus, it is possible to come to conclusion that the developed program of calculation possess the sufficient accuracy and reliability of results.

Keywords: automatic regulator of excitement, short circuit, parameter, mode, communication line, integration, activator, tension, current, resistance.

При расчете несимметричного двухфазного к.з. на линии связи 500 кВ, соединяющей Токтогульскую ГЭС с ПС «Фрунзенская» использовались полные уравнения Горева-Парка [1]. При этом учитывались демпферные контуры синхронной машины по продольной оси. К.з. рассматривалось на середине линии. Аналогичное к.з. произошло на данной линии из-за перекрытия фаз на гирлянде изоляторов последующим отключением.

Для поддержания напряжения в аварийных условиях применяются АРВ, под действием которых при возникновении к.з. возрастает напряжение, приложенное к ОВ возбудителя.

Напряжение возбудителя U_f пропорционально току возбуждения возбудителя и при работе АРВ

$$U_f = U_{f0} - \Delta U_f e^{-t/T_e},$$

где $U_{f\infty}$ - напряжение возбудителя в новом установившемся режиме;

ΔU_f - амплитуда изменения напряжения возбудителя.

Соответственно, изменяется и э.д.с. генератора E_{qe} :

$$E_{qe} = E_{q\infty} - \Delta E_{qe} e^{-t/T_e} \quad (1)$$

С другой стороны, известно, что

$$E_{qe} = E_q + T'_d \frac{dE_q}{dt}, \quad (2)$$

Тогда

$$E_{q\infty} - \Delta E_{qe} e^{-t/T_e} = E_q + T'_d \frac{dE_q}{dt}, \quad (3)$$

Его решение имеет вид:

$$E_q = E_{q\infty} + (E_{q(0)} - E_{q\infty}) e^{-t/T'_d} + \Delta E_q \frac{T_e}{T'_d + T_e} (e^{-t/T'_e} - e^{-t/T'_d}) \quad (4)$$

Аналогично можно записать для E'_q :

$$E'_q = E'_{q\infty} + (E'_{q(0)} - E'_{q\infty}) e^{-t/T'_d} + \Delta E_q \frac{x'_d}{x_d} \frac{T_e}{T'_d + T_e} (e^{-t/T'_e} - e^{-t/T'_d}) \quad (5)$$

На рис. 1 приведены схемы замещения прямой и обратной последовательностей.

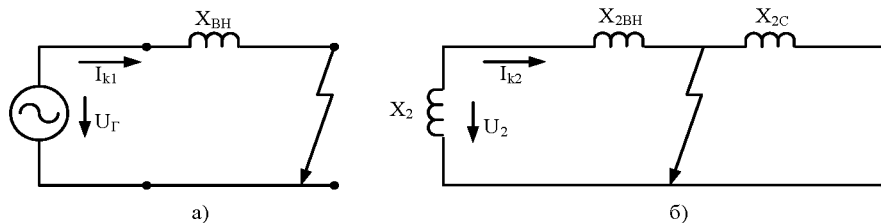


Рис. 1. Схема замещения прямой последовательности (а) и обратной (б)

Эквивалентное сопротивление обратной последовательности

$$X_{\Sigma 2} = \frac{(X_2 + X_{2ВН})X_{2С}}{X_2 + X_{2ВН} + X_{2С}} \quad (6)$$

Тогда эквивалентная схема замещения будет иметь вид:

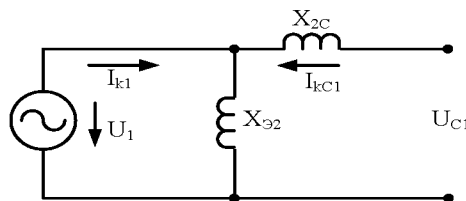


Рис.2. Эквивалентная схема замещения при двухфазном к.з.

где X_{2c} - сопротивление обратной последовательности сети. Общее сопротивление определится как

$$X_{\Sigma} = \frac{X_{\Sigma 2} \cdot X_{2c}}{X_{\Sigma 2} + X_{2c}};$$

Для напряжения U_1 можно записать:

$$U_1 = (I_{k1} + I_{kC1}) jX_{\Sigma}; \quad (7)$$

а для тока

$$I_{kC1} = (U_c - U_1) \frac{1}{jX_{\Sigma 2}}; \quad (8)$$

Тогда

$$U_1 = I_{k1} jX_{\Sigma} + U_{kc} \frac{X_{\Sigma}}{X_{\dot{a}i}}, \quad (9)$$

Откуда

$$I_{k1} = \frac{U_1}{jX_{\Sigma}} - \frac{U_{kc}}{jX_{\dot{a}i}}. \quad (10)$$

Автором настоящей работы были применены к уравнению (9) преобразования по Горову - Парку:

$$U_1 = U_d + jU_q; \quad (11)$$

$$I_{k1} = I_d + jI_q; \quad (12)$$

$$U_{kc} = jU_{kc}. \quad (13)$$

Из уравнения (9) после выделения вещественной и мнимой частей с учетом (11, 12, 13) получим:

$$U_d = I_q X_{\Sigma};$$

$$U_q = I_d X_{\Sigma} + U_{kc} \frac{X_{\Sigma}}{X_{\dot{a}i}}. \quad (14)$$

Полученные выражения для напряжений U_d и U_q решаются совместно с полными уравнениями Парка-Горва.

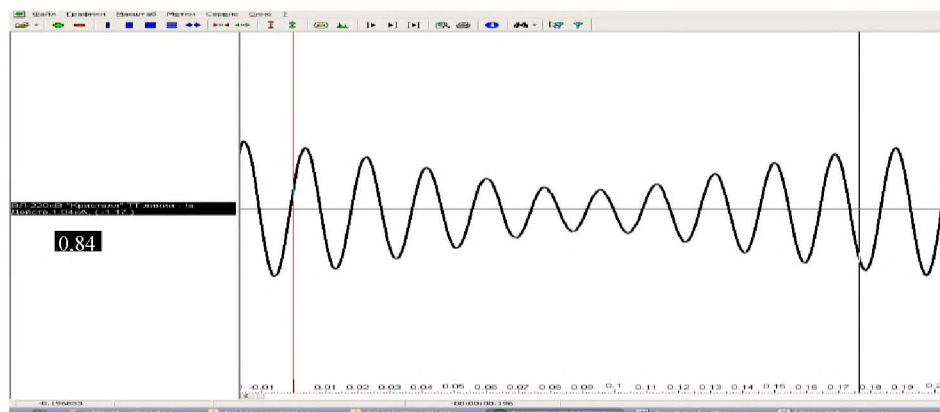


Рис.3. Реальная кривая осциллограммы тока при двухфазном к.з. на линии 220 кВ

Разработанная методика расчета несимметричных к.з. в d и q – координатах проверена сравнительным анализом реальной осциллограммы тока, полученной при двухфазном к.з. на линии 220 кВ ПС «Кристалл» - ПС «Октябрьская» юга Кыргызской энергосистемы (рис.3) и расчетной, полученной с использованием разработанной методики и программы расчета (рис. 4).

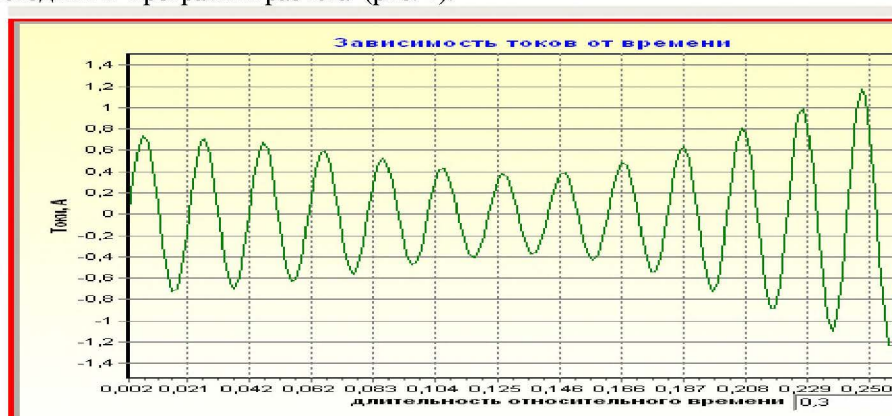


Рис.4. Расчетная осциллограмма тока при двухфазном к.з. на линии 220 кВ

Из осциллограмм видно, что первоначальные амплитуды токов к.з., в частности, в реальной осциллограмме на 10÷12% превышают значение амплитуды расчетной осциллограммы. Это объясняется тем, что в программу расчета заложены расчетные параметры по паспортным данным СМ, а в момент

возникновения к.з. эти параметры могли различаться.

Отчетливо видно: снижение тока к.з. с течением времени и темп снижения в обоих случаях практически совпадают.

Также видно, что начиная с момента времени $t=0,125$ вступает в действие АРВ и начинается рост тока к.з. В реальной осциллограмме скорость подъема возбуждения немного ниже, чем в расчетной осциллограмме. И это объяснимо: в процессе эксплуатации режим и технические характеристики АРВ могут отличаться от паспортных характеристик.

Литература

1. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М., Энергия, 1979.
2. Таабалдиева Н.Д. Разработка методики и программы расчета переходных процессов при к.з. в электроэнергетической системе Кыргызской Республики. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Б., 2015, 201 с.

References

1. Ulyanov S. A. Electromagnetic transition processes in electric systems. M, Energy, 1979.
2. Taabaldiyeva N. D. Development of a technique and the program of calculation of transition processes at к.з. in electrical power system of the Kyrgyz Republic. The thesis on competition of an academic degree of Candidate of Technical Sciences. B., 2015, 201 pages.

УДК 621.311

ДОПУСТИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАПВ НА ЛИНИИ 110 кВ, СОЕДИНЯЮЩЕЙ ТЭЦ С СИСТЕМОЙ СОВМЕСТИМОЙ МОЩНОСТИ

Джунуев Тилеген Абдымомунович, профессор, Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66

Джунуев Тимур Тилегенович, старший преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66.

Цель работы - рассматривается вопрос о применении НАПВ на линии, связывающей ТЭС с системой ограниченной мощности по упрощенным математическим моделям. При этом применительно к одному генератору корректно говорить об асинхронном ходе, когда возбужденный генератор работает несинхронно с энергосистемой и об асинхронном режиме, когда генератор работает при потере возбуждения. В данной статье рассматривается допустимость применения НАПВ на линии 110 кВ, связывающей ТЭЦ г. Бишкек с подстанцией «Главная», к шинам 110 кВ станций подключена относительно большая нагрузка. Проведены расчеты, определены необходимые и достаточные условия применения НАПВ.

Ключевые слова: НАПВ, ЛЭП, электрическая система, генератор, трансформатор, реактивное сопротивление, асинхронный режим, статическая устойчивость, динамическая устойчивость, возбуждение.

PERMITTED USE DIRECTIONAL AUTO-RECLOSE ON 110 kV LINE CONNECTING THE THERMOELECTRIC PLANT OF COMPARABLE CAPACITY SYSTEM

Dzhunuyev Tilegen Abdymomunovich, professor, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66.

Dzhunuyev Timur Tilegenovich, the senior teacher, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66.

The work purpose - is considered a question of application of the directed automatic repeated inclusion on the line, the connecting heatpower network with system of limited power on the simplified mathematical models. Thus in relation to one generator it is correct to speak about the asynchronous course when the excited generator works nonsynchronously with a power supply system and in the asynchronous mode when the generator works at loss excitement. In this article the admissibility application of the directed automatic repeated inclusion on the line of 110 kV connecting теплоэлектроцентраль Bishkek with substation "Glavnaya" is considered rather big loading is connected to tires of 110 kV of stations. Calculations are carried out, necessary and sufficient conditions of application of the directed automatic repeated inclusion are defined.

Keywords: the directed automatic repeated inclusion, a power line, electric system, the generator, the transformer, jet resistance, the asynchronous mode, static stability, dynamic stability, excitement.