

Авербух Арон Моисеевич

**Примеры расчетов
неполнофазных режимов и
коротких замыканий**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621.3
ББК 31.352
А19

Авербух Арон Моисеевич
A19 Примеры расчетов неполнофазных режимов и коротких замыканий / Авербух Арон Моисеевич – М.: Книга по Требованию, 2026. – 185 с.

ISBN 978-5-8854-2814-9

Книга содержит примеры расчётов неполнофазных режимов в трёхфазных электрических сетях, разрывов с одновременным коротким замыканием, двойных и однократных коротких замыканий. По сравнению с первым изданием, выпущенным в 1972 г., книга дополнена расчётами двойных замыканий на землю и однократных замыканий за трансформаторами с автоматическим регулированием напряжения под нагрузкой и без такового. Первое издание книги использовалось в проектной и эксплуатационной практике, а также преподавателями и студентами вузов и техникумов. Книга предназначена для инженеров и техников, занятых проектированием или эксплуатацией релейной защиты электрических станций, сетей и подстанций. Она может быть также использована в качестве учебного пособия студентами энергетических и электротехнических факультетов вузов и техникумов.

ISBN 978-5-8854-2814-9

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2026

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2026

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Глава первая. НЕПОЛНОФАЗНЫЕ РЕЖИМЫ БЕЗ УЧЕТА ЕМКОСТИ ЛИНИЙ

1-1. А. Привести метод расчета неполифазных режимов при разрыве (обрыве) одной и двух фаз на линии с двусторонним питанием. Указать условия применения полученных расчетных выражений и схем замещения для этих режимов на линиях с односторонним питанием.

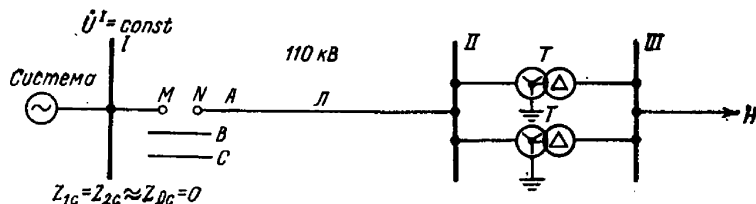


Рис. 1-1. Исходная схема для расчета токов и напряжений при разрыве фазы А на линии Л 110 кВ

Б. Вычислить симметричные составляющие токов и полные токи в фазах линии 110 кВ с односторонним питанием (рис. 1-1) в начальный момент разрыва фазы А на линии у шин I, а также симметричные составляющие токов при разрыве фаз В и С в этом же месте. Привести комплексную схему замещения передачи при разрыве фазы А.

Исходные данные:

а) полная трехфазная мощность и коэффициент мощности нагрузки Н соответственно равны $S_H = 25 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $\cos \varphi_H = 0,85$; сопротивление обратной последовательности нагрузки, отнесенное к ее полной мощности и приведенное к шинам 6 кВ, в относительных единицах равно $Z_{*2H} = 0,18 + j 0,24 [1]$;

б) номинальная мощность, напряжение короткого замыкания и коэффициент трансформации трансформаторов T соответственно равны $S_{\text{ном.т}} = 16 \text{ МВ} \cdot \text{А}$; $u_k = 10,5\%$; группа соединения обмоток трансформатора $\nabla/\Delta - 11$; $n_t = 110/6,3$; $Z_{1т} = Z_{2т} = Z_t$; $Z_{0т} \approx Z_t$;

в) длина и удельные сопротивления линии $Л$ соответственно равны: $l = 60 \text{ км}$; $x_{1\text{ уд}} = x_{2\text{ уд}} = 0,4 \text{ Ом/км}$; $x_{0\text{ уд}} = 1,4 \text{ Ом/км}$; $r_{1\text{ уд}} = r_{2\text{ уд}} = 0,17 \text{ Ом/км}$; $r_{0\text{ уд}} = 0,26 \text{ Ом/км}$;

г) напряжение на шинах 110 кВ поддерживается постоянным, $U^t = \text{const}$; сопротивления системы приняты равными нулю, т. е. $Z_{1с} = Z_{2с} = Z_{0с} = 0$;

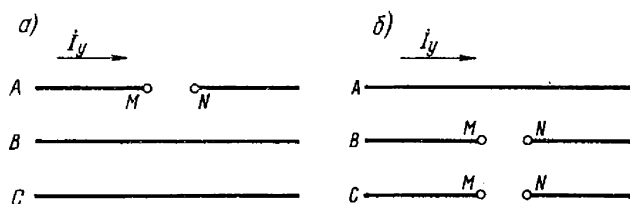


Рис. 1-2. Трехфазная линия с разрывами: а — фазы А, б — фаз В и С

д) сопротивления нагрузки Z_n принять неизменными как в нормальном режиме, так и в начальный момент отключения одной фазы линии;

е) нейтрали обоих трансформаторов T заземлены.

Метод расчета неполнофазных режимов. Несимметричные схемы с разрывом фазы А (рис. 1-2, а) или фаз В и С (рис. 1-2, б) приводятся к схемам без разрыва путем введения в места разрывов между точками М и N продольного напряжения $\dot{U}_y$ (рис. 1-3), равного разности потенциалов между этими точками [2, 3]. В этом случае результирующий ток $\dot{I}_y$ в схемах без разрыва (рис. 1-3), так же как и в схемах с разрывом (рис. 1-2), останется равным нулю.

Ток $\dot{I}_y$, равный нулю, складывается из тока, определяемого продольным напряжением $\dot{U}_y$, и тока нагрузки $\dot{I}_n$, принимаемого равным току предшествующего нагрузочного режима.

Несимметричные системы токов и напряжений в этих схемах (точки М и N на рис. 1-3) характеризуются следующими граничными условиями:

а) при разрыве одной фазы А

$$\dot{I}_{Ay} = 0; \quad \dot{U}_{By} = 0; \quad \dot{U}_{Cy} = 0; \quad (1)$$

б) при разрыве двух фаз В и С

$$\dot{I}_{By} = 0; \quad \dot{I}_{Cy} = 0; \quad \dot{U}_{Ay} = 0. \quad (2)$$

Рассматриваемые случаи разрыва фаз предопределяют, что фаза A является особой, так как находится в особых условиях, отличных от условий работы двух других фаз. Обычно, как и в расчетах токов короткого замыкания, в расчетах неполнофазных режимов вычисления выполняют методом симметричных составляющих для особой фазы A .

Разрыв одной фазы A (рис. 1-2, a и 1-3, a). Представим несимметричные токи и напряжения, приведенные в (1), их симметричными составляющими, отнесенными к фазе A :

$$\dot{I}_{Ay} = \dot{I}_{A1y} + \dot{I}_{A2y} + \dot{I}_{0y} = 0, \quad (3)$$

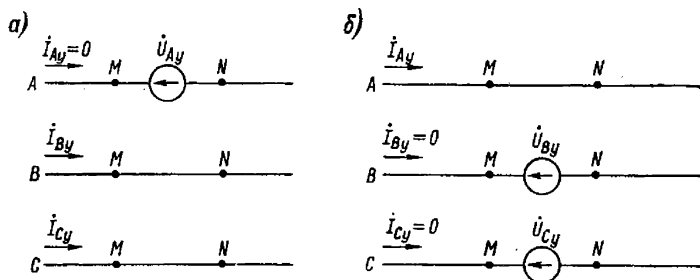


Рис. 1-3. Последовательное включение напряжений $\dot{U}_y$ в места разрывов, представляющих продольную несимметрию по рис. 1-2

откуда

$$\dot{I}_{A1y} = -(\dot{I}_{A2y} + \dot{I}_{0y}); \quad (4)$$

$$\dot{U}_{By} = \dot{U}_{B1y} + \dot{U}_{B2y} + \dot{U}_{B0y} = a^2 \dot{U}_{A1y} + a \dot{U}_{A2y} + \dot{U}_{0y} = 0, \quad (5)$$

$$\dot{U}_{Cy} = \dot{U}_{C1y} + \dot{U}_{C2y} + \dot{U}_{C0y} = a \dot{U}_{A1y} + a^2 \dot{U}_{A2y} + \dot{U}_{0y} = 0, \quad (6)$$

где $a = e^{j120^\circ} = -0,5 + j 0,867$ — оператор фазы.

Вычитая (6) из (5), получаем

$$(a^2 - a) \dot{U}_{A1y} + (a - a^2) \dot{U}_{A2y} = 0,$$

откуда

$$\dot{U}_{A1y} = \dot{U}_{A2y}. \quad (7)$$

Подставляя (7) в (5), находим

$$\dot{U}_{0y} = -(a + a^2) \dot{U}_{A1y} = \dot{U}_{A1y}, \quad (8)$$

где $a + a^2 = -1$.

На рис. 1-4 приведены схемы замещения всех трех последовательностей для особой фазы A при разрывах фаз (точки M и N) на линии с двусторонним питанием. Э. д. с. $\dot{E}_F$ и $\dot{E}_L$ и сопротивления Z_M и Z_N соответственно представляют собой эквивалентные

э. д. с. и эквивалентные сопротивления генераторов и нагрузок замыкающих систем или станций.

На основе схем замещения рис. 1-4, б и в составляем следующие уравнения:

$$\dot{U}_{A2y} = -\dot{I}_{A2y}(Z_{2M} + Z_{2N}) = -\dot{I}_{A2y}Z_{2\Sigma}, \quad (9)$$

$$\dot{U}_{0y} = -\dot{I}_{0y}(Z_{0M} + Z_{0N}) = -\dot{I}_{0y}Z_{0\Sigma}, \quad (10)$$

где $Z_{2\Sigma} = Z_{2M} + Z_{2N}$, $Z_{0\Sigma} = Z_{0M} + Z_{0N}$.

Из (7) — (10) получаем

$$\dot{U}_{A1y} = -\dot{I}_{A2y}Z_{2\Sigma} = -\dot{I}_{0y}Z_{0\Sigma}. \quad (11)$$

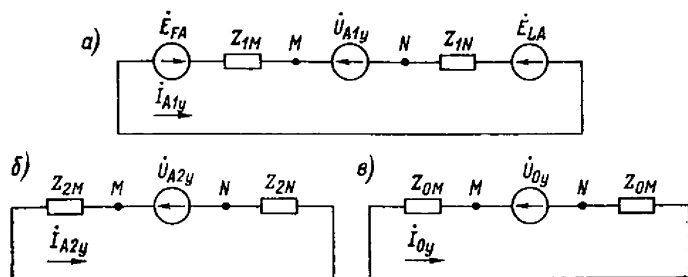


Рис. 1-4. Схемы замещения особой фазы А при разрыве между точками М и N линии с двусторонним питанием: а — прямой последовательности, б — обратной, в — нулевой

Для линий с односторонним питанием $\dot{E}_{LA} = 0$

На основании равенства напряжений всех последовательностей в месте разрыва фазы А между точками М и N (7), (8) с учетом соотношения между токами (4) из схем отдельных последовательностей (рис. 1-4) составляем комплексную схему замещения, приведенную на рис. 1-5, а.

По этой схеме составляем расчетные выражения для определения симметричных составляющих токов в линии:

$$\dot{I}_{A1y} = \frac{\dot{E}_{FA} - \dot{E}_{LA}}{Z_{1\Sigma} + \frac{Z_{2\Sigma}Z_{0\Sigma}}{Z_{2\Sigma} + Z_{0\Sigma}}} \quad (12)$$

(где $Z_{1\Sigma} = Z_{1M} + Z_{1N}$),

$$\dot{I}_{A2y} = -\frac{Z_{0\Sigma}}{Z_{2\Sigma} + Z_{0\Sigma}} \dot{I}_{A1y}, \quad (13)$$

$$\dot{I}_{0y} = -\frac{Z_{2\Sigma}}{Z_{2\Sigma} + Z_{0\Sigma}} \dot{I}_{A1y}. \quad (14)$$

По этим токам вычисляют напряжения симметричных составляющих в месте разрыва по (9) — (11) и в любой точке схемы (рис. 1-5, б).

Разрыв двух фаз *B* и *C* (рис. 1-2, б и 1-3, б). Представив несимметричные токи и напряжения, приведенные в (2), их симметричными составляющими, отнесенными к фазе *A*, после некоторых преобразований получаем

$$I_{A1y} = I_{A2y} = I_{0y}, \quad (15)$$

$$\dot{U}_{A1y} = -(\dot{U}_{A2y} + \dot{U}_{0y}) = I_{A2y}Z_{2\Sigma} + I_{0y}Z_{0\Sigma}. \quad (16)$$

Выражениям (15) и (16) соответствует комплексная схема, приведенная на рис. 1-5, б, из которой получаем

$$I_{A1y} = I_{A2y} = I_{0y} = \frac{\dot{E}_{FA} - \dot{E}_{LA}}{Z_{1\Sigma} + Z_{2\Sigma} + Z_{0\Sigma}}. \quad (17)$$

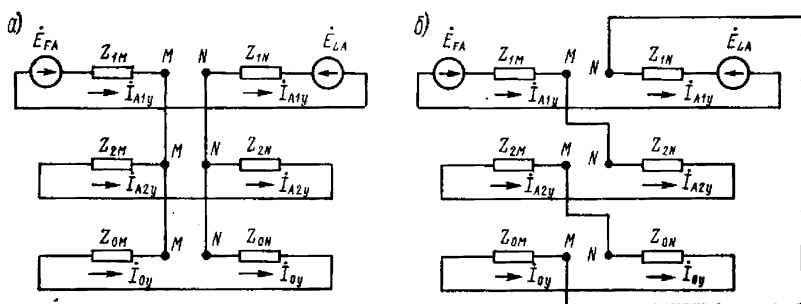


Рис. 1-5. Комплексные схемы замещения особой фазы *A* линии с двусторонним питанием: *a* — для разрыва фазы *A*, *б* — при разрыве фаз *B* и *C*
Для линий с односторонним питанием $E_{LA} = 0$

Для линий с односторонним питанием в (12), (17) и на рис. 1-4 и 1-5 следует принять $E_{LA} = 0$, а $Z_{1N} = Z_{2N}$ должны быть равны сумме сопротивлений нагрузки и элементов правой части схем до точки *N*.

Расчеты при разрывах фаз могут быть выполнены также на основе принципа наложения [2, 3]. Этот принцип следует применять, когда известны значения токов и напряжений предшествующего полнофазного режима нагрузки.

Расчет по п. Б условия задачи. Ток и сопротивления нагрузки *H* (рис. 1-1) определяем из условия, что напряжение на шинах III 6 кВ, приведенное к сети 110 кВ, $U_6 = 110$ кВ:

$$I_H = \frac{S_H}{\sqrt{3} U_6} = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 131 \text{ A};$$

$$r_n = \frac{U}{\sqrt{3} I_n} \cos \varphi_n = \frac{110\,000 \cdot 0,85}{\sqrt{3} \cdot 131} = 411 \text{ Ом};$$

$$x_{1n} = r_n \operatorname{tg} \varphi_n = 411 \cdot 0,625 = 257 \text{ Ом};$$

$$Z_{2n} = (0,18 + j0,24) \frac{U_6}{\sqrt{3} I_n} = (0,18 + j0,24) \frac{110\,000}{\sqrt{3} \cdot 131} = 87,3 + j116,4 \text{ Ом}.$$

Сопrotивление трансформатора T

$$z_{0T} \approx z_{1T} = z_{2T} = z_T = \frac{u_K U_{\text{ном. T}}^2}{S_{\text{ном. T}}} = \frac{0,105 \cdot 110^2}{16} = 79,3 \text{ Ом},$$

где $U_{\text{ном. T}}$ — напряжение, кВ; $S_{\text{ном. T}}$ — мощность, МВ·А.

1-2. Определить симметричные составляющие токов и полные токи фаз B и C в линии JI (рис. 1-1) в момент разрыва фазы A у ший I , при этом модули полных сопротивлений нагрузки H складывать арифметически с индуктивными составляющими сопротивлений всех других элементов схемы.

Сравнить результаты данного расчета и уточненного, выполненного в п. Б задачи 1-1. Использовать вычисленные в задаче 1-1 значения тока нагрузки и индуктивных сопротивлений элементов схемы.

Решение. Вычисляем полные сопротивления нагрузки H (в омах), приведенные к напряжению 110 кВ:

$$z_{1n} = \frac{U_6}{\sqrt{3} I_n} = \frac{110\,000}{\sqrt{3} \cdot 131} = 484 \text{ Ом}.$$

$$z_{2n} = z_{1n} \sqrt{r_{*2n}^2 + x_{*2n}^2} = 484 \sqrt{0,18^2 + 0,24^2} = 145 \text{ Ом}.$$

Вычисляем результирующие сопротивления прямой и обратной последовательности, приведенные к месту разрыва, располагая по условию полные сопротивления нагрузки по оси $+$:

$$Z_{1\Sigma} = z_{1n} + 0,5Z_{1T} + Z_{1л} + Z_{1с} = j(484 + 0,5 \cdot 79,3 + 24 + 0) = j547,65 \text{ Ом};$$

$$Z_{2\Sigma} = z_{2n} + 0,5Z_{2T} + Z_{2л} + Z_{2с} = j(145 + 0,5 \cdot 79,3 + 24 + 0) = j208,65 \text{ Ом};$$

$$Z_{0\Sigma} = j123,65 \text{ Ом (из задачи 1-1)}.$$

Напряжение на шинах I 110 кВ

$$\dot{U}^I = I_z Z_{1\Sigma} = 131 \cdot j547,65 = j71\,600 \text{ В}.$$

Симметричные составляющие токов в линии (рис. 1-6) вычисляем по формулам (12) — (14) при $\dot{E}_L = 0$ и $\dot{E}_F = \dot{U}^I$:

$$\dot{I}_{A1y} = \frac{\dot{U}^I}{Z_{1\Sigma} + \frac{Z_{2\Sigma}Z_{0\Sigma}}{Z_{2\Sigma} + Z_{0\Sigma}}} = \frac{j 71\,600}{j 547,65 + \frac{j 208,65 \cdot j 123,65}{j (208,65 + 123,65)}} = 114,5 \text{ A};$$

$$\dot{I}_{A2y} = -\frac{Z_{0\Sigma}}{Z_{2\Sigma} + Z_{0\Sigma}} \dot{I}_{A1y} = -\frac{j 123,65 \cdot 114,5}{j (208,65 + 123,65)} = -42,6 \text{ A};$$

$$\dot{I}_{0y} = -\frac{Z_{2\Sigma}}{Z_{2\Sigma} + Z_{0\Sigma}} \dot{I}_{A1y} = -\frac{j 208,65 \cdot 114,5}{j (208,65 + 123,65)} = -71,9 \text{ A}.$$

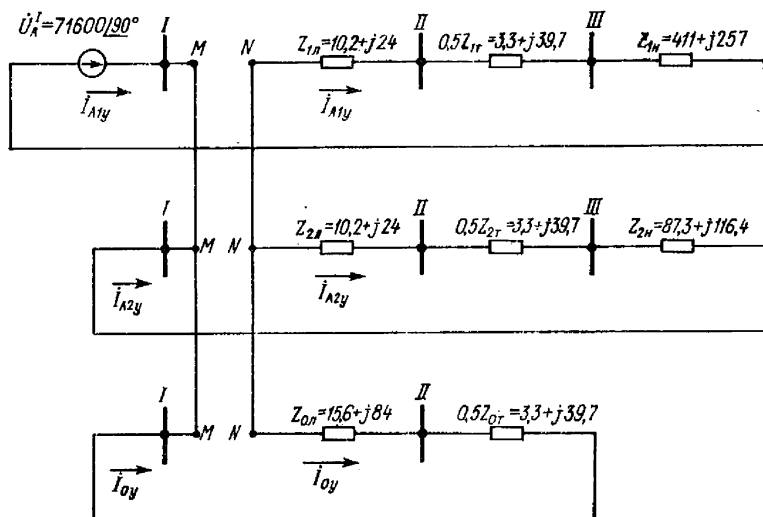


Рис. 1-6. Комплексная схема замещения разрыва фазы A в начале линии с односторонним питанием нагрузки

Для проверки правильности вычислений определим ток фазы A в месте разрыва, который должен быть равен нулю, т. е.

$$\dot{I}_{Ay} = \dot{I}_{A1y} + \dot{I}_{A2y} + \dot{I}_{0y} = 114,5 - 42,6 - 71,9 = 0.$$

Токи фаз B и C в линии

$$\begin{aligned} \dot{I}_{By} &= a^2 \dot{I}_{A1y} + a \dot{I}_{A2y} + \dot{I}_{0y} = (-0,5 - j 0,867) \cdot 114,5 - \\ &- (-0,5 + j 0,867) \cdot 42,6 - 71,9 = -107,85 - j 136,3 = 173,7 \angle 231^\circ \text{ A}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_{Cy} &= a \dot{I}_{A1y} + a^2 \dot{I}_{A2y} + \dot{I}_{0y} = (-0,5 + j 0,867) 114,5 - (-0,5 - j 0,867) \times \\ &\times 42,6 - 71,9 = -107,85 + j 136,3 = 173,7 \angle 128^\circ \text{ A}. \end{aligned}$$

Таблица 1-1

Расчет	Симметричные составляющие токов и полные токи фаз В и С, А				
	I_{A1y}	I_{A2y}	I_{0y}	I_{By}	I_{Cy}
Уточненный, по задаче 1-1	$117 \angle -5^\circ$	$-45 \angle 8^\circ$	$-74 \angle -12^\circ$	$161 \angle 226^\circ$	$193,8 \angle 123^\circ$
Приближенный, по задаче 1-2	114,5	-42,6	-71,9	$173,7 \angle 231^\circ$	$173,7 \angle 128^\circ$

Результаты расчета приведены в табл. 1-1. Сравнение их показывает, что арифметическое сложение полных сопротивлений нагрузки с индуктивными сопротивлениями остальных элементов схемы привело к погрешности симметричных составляющих тока порядка 5%, полных токов — порядка 10%. При расчете неполнофазных режимов приближенным способом указанная погрешность должна быть учтена в расчетах уставок релейной защиты.

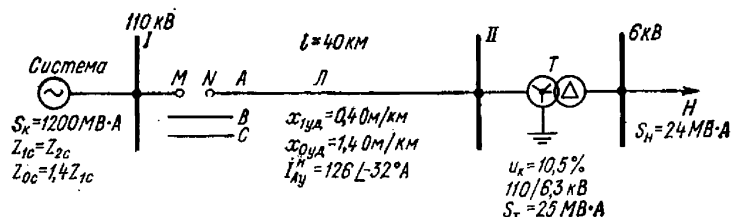


Рис. 1-7. Исходная схема с данными для расчета при обрыве на линии 110 кВ

1-3. Вычислить напряжения обратной и нулевой последовательности на шинах 110 кВ I и II (рис. 1-7) в момент разрыва фазы А в начале линии Л с односторонним питанием нагрузки Н.

Согласно [2] модули полных сопротивлений нагрузки Н, отнесенные к заданной мощности, принять $Z_{1н} \% = 120$, $Z_{2н} \% = 35$ и складывать арифметически с индуктивными составляющими сопротивлений остальных элементов схемы, т. е. $z_{1н}$ и $z_{2н}$ считать индуктивными и располагать по оси $+j$.

Исходные данные приведены на рис. 1-7, при этом нейтраль трансформатора Т заземлена. Дать качественный анализ установленных на питающем конце линии токовых защит от междуфазных коротких замыканий и от замыканий на землю.

Решение. Поскольку задан вектор (комплекс) тока нагрузки линии в полнофазном режиме, расчет проще выполнять применением принципа наложения.

Согласно этому принципу [2] рассматриваем два режима: а) полнофазный нагрузочный режим (до возникновения разрыва) с током в линии $I_{Ay}^H = 126 \angle -32^\circ \text{ А}$; б) дополнительный режим

с разрывом фазы A , представленный комплексной схемой замещения (рис. 1-8), в которой в месте разрыва включен ток $(-I_{Ay}^n)$, а э. д. с. отсутствуют. Действительные симметричные составляющие токов определяются наложением обоих режимов.

В схеме дополнительного режима для упрощения, как это обычно принимается в инженерных расчетах токов к. з., учитываем лишь индуктивные сопротивления элементов. При этом полные сопротивления нагрузки складываем арифметически с индуктивными сопротивлениями других элементов схемы, т. е. принимаем $Z_{1н} = jx_{1н}$ и $Z_{2н} = jx_{2н}$.

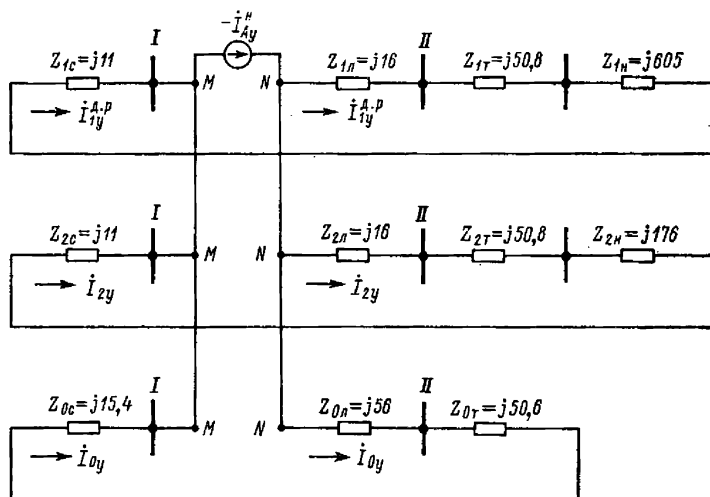


Рис. 1-8. Комплексная схема замещения дополнительного режима при обрыве фазы A в схеме по рис. 1-7

В схеме дополнительного режима (рис. 1-8) вычисляемые токи обратной и нулевой последовательности являются действительными (реальными) токами в исходной схеме на рис. 1-7 с разрывом фазы A , так как в схеме полнофазного режима они отсутствуют. Между тем действительный ток прямой последовательности I_{A1y} определяется сложением тока прямой последовательности дополнительного режима $I_{A1y}^{A.p}$ с током нагрузки I_{Ay}^n предшествующего полнофазного режима, т. е.

$$I_{A1y} = I_{A1y}^{A.p} + I_{Ay}^n. \quad (1)$$

Вычисляем сопротивления, приведенные к сети 110 кВ, элементов схемы (рис. 1-8) и отдельные члены расчетных выражений для токов, приводимых ниже.

Сопротивления системы

$$Z_{1c} = Z_{2c} = \frac{jU_{cp}^2}{S_K} = \frac{j115^2}{1200} = j11 \text{ Ом},$$

где U_{cp} — расчетное напряжение;

$$Z_{0c} = 1,4Z_{1c} = j1,4 \cdot 11 = j15,4 \text{ Ом}.$$

Сопротивления линии

$$Z_{1л} = Z_{2л} \approx jx_{1уд}l = j0,4 \cdot 40 = j16 \text{ Ом};$$

$$Z_{0л} = jx_{0уд}l = j1,4 \cdot 40 = j56 \text{ Ом}.$$

Сопротивление трансформатора T , приведенное к его номинальным данным,

$$z_{0т} \approx z_{1т} = z_{2т} = \frac{u_K U_{ном.т}^2}{S_{ном.т}} = \frac{0,105 \cdot 110^2}{25} = 50,8 \text{ Ом};$$

Сопротивления нагрузки, приведенные к $U_{ном.т}$ и заданной мощности,

$$z_{1н} = x_{1н} = \frac{z_{1н} \% U_{ном.т}^2}{100S_H} = \frac{120 \cdot 110^2}{100 \cdot 24} = 605 \text{ Ом};$$

$$z_{2н} = x_{2н} = \frac{z_{2н} \% U_{ном.т}^2}{100S_H} = \frac{35 \cdot 110^2}{100 \cdot 24} = 176 \text{ Ом}.$$

Вычисленные значения приведены на рис. 1-8.

Результатирующие сопротивления всех трех последовательностей схемы (рис. 1-8):

$$Z_{1\Sigma} = Z_{1c} + Z_{1л} + Z_{1т} + Z_{1н} = j11 + j16 + j50,8 + j605 = j682,8 \text{ Ом};$$

$$Z_{2\Sigma} = Z_{2c} + Z_{2л} + Z_{2т} + Z_{2н} = j11 + j16 + j50,8 + j176 = j253,8 \text{ Ом};$$

$$Z_{0\Sigma} = Z_{0c} + Z_{0л} + Z_{0т} = j15,4 + j56 + j50,8 = j122,2 \text{ Ом}.$$

Значения проводимостей, входящих в расчетные выражения:

$$\frac{1}{Z_{1\Sigma}} = \frac{1}{j682,8} = -j0,00146; \quad \frac{1}{Z_{2\Sigma}} = \frac{1}{j253,8} = -j0,00394;$$

$$\frac{1}{Z_{0\Sigma}} = \frac{1}{j122,2} = -j0,0082; \quad \frac{1}{Z_{1\Sigma}} + \frac{1}{Z_{2\Sigma}} + \frac{1}{Z_{0\Sigma}} = -j0,0136.$$

Из рис. 1-8 находим токи отдельных последовательностей фазы A распределением тока нагрузки ($-I_{Ay}^H$) в полнофазном режиме пропорционально проводимостям схем отдельных последовательностей:

$$I_{Ay}^{Д.р} = - \frac{\frac{1}{Z_{1\Sigma}}}{\frac{1}{Z_{1\Sigma}} + \frac{1}{Z_{2\Sigma}} + \frac{1}{Z_{0\Sigma}}} I_{Ay}^H. \quad (2)$$