

ние задач, дало ряд интересных результатов [ 69 ] .

В качестве примера по оценке квазиадекватности состояний на рис.3.17 приведены зависимости  $\varepsilon_{кр.к} (n_{кр.к}, N_{кр.к})$  отражающие нулевую и  $k$ -го порядка критичность состояний 18-фазной схемы классов  $zRE_s, zE_s Rl_\infty, zE_s RllC_\infty$ , учитывающих все три основных вида нагрузки, активные потери и напряжение смещения вентилей. При активной нагрузке кривые построены по формуле (3.68). При ёмкостной и индуктивной нагрузках – по следующим аналогично полученным формулам

$$N_{кр.к}^{(c)} = N_{кр.к.0}^{(c)} (1 - \varepsilon \sin k^+ \theta), \quad (k=0,1,\dots, k_x), \quad (3.109)$$

$$n_{кр.к.0}^{(c)} = N_{кр.к.0}^{-1(c)} = \theta^{-1} \operatorname{tg} k^+ \theta - k^+, \quad (3.109')$$

$$N_{кр.к}^{(k)} = N_{кр.о.к}^{(k)} - \varepsilon [k^+ I_k \sin k \theta]^{-1}, \quad (3.110)$$

где индекс ноль соответствует случаю  $\varepsilon=0$ , а входящие в (3.110) величины определяются из выражений (3.89) и (3.90).

Рис. 3.17 – нагляден и пояснений не требует. Квазиадекватность очевидна. Результаты, полученные при одном реактивном элементе, очевидно, имеют силу и в общем случае нагрузки в виде цепи, состоящей из  $\Gamma$ -или  $\Pi$ -образных звеньев (многозвенный фильтр). при условии, что активные потери (активная часть) реактивных элементов звенов уравновешены пассивными. Все это повышает значимость результатов исследования безреактивных схем, выполненного выше.

### § 3.7. Результаты анализа коммутационных состояний $k$ -го порядка $m$ -фазных схем при учете активно-индуктивных внутренних сопротивлений и схем с конечной катодной индуктивностью

В выпрямителях малой – при работе на повышенных частотах – и средней мощности наряду с активными оказывают влияние на процессы и индуктивные внутренние сопротивления [11,12,46,49]. На основе уравнений (3.79+3.82) аналогично предыдущему получаем для класса  $zE_s Rl_\infty$



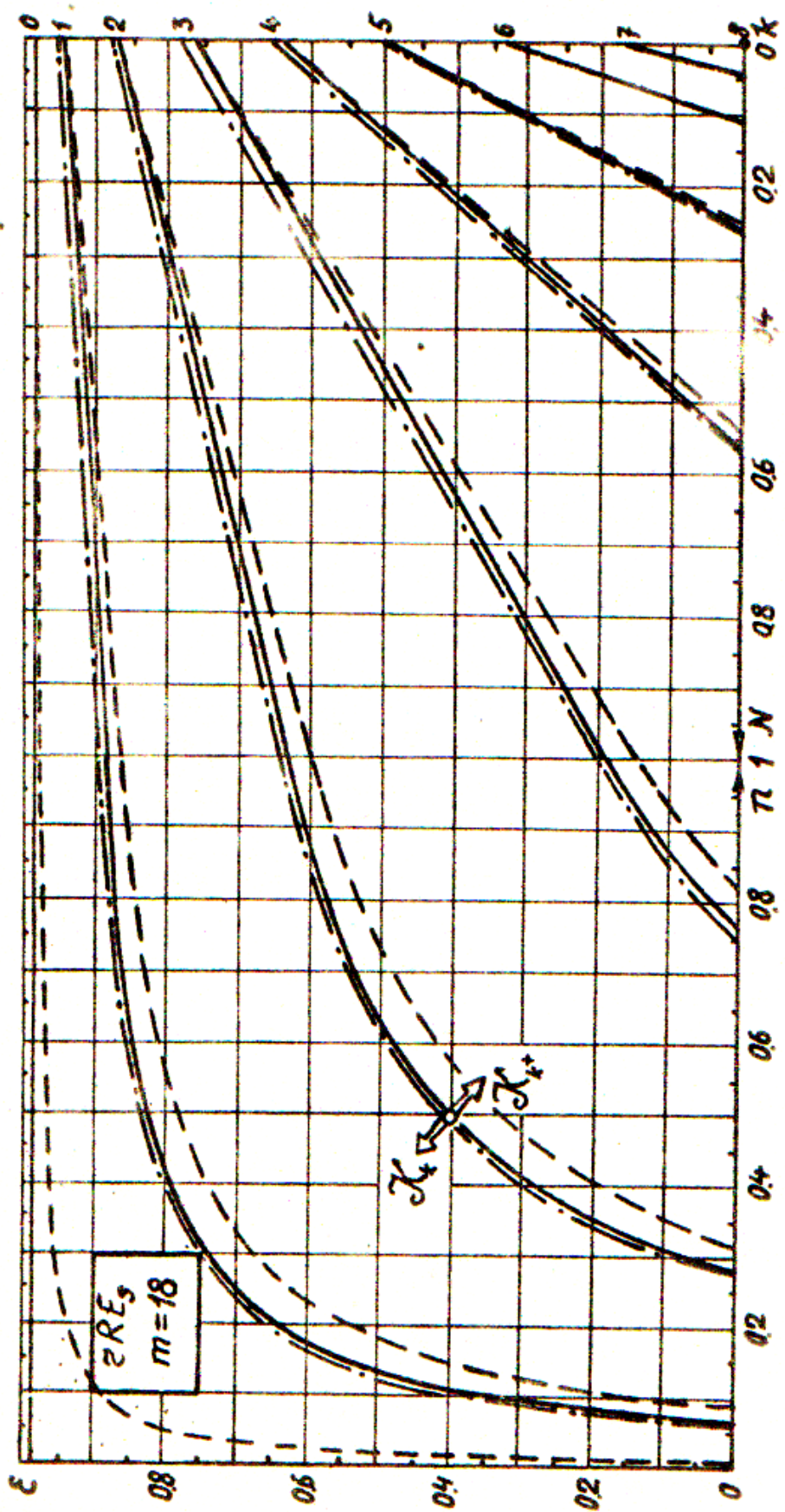


Рис.3.17. Графики критичности состояний 18-фазной схемы классов:  $zRE_s$  - сплошные линии,  $zERL_{\infty}$  - штрих-пунктир,  $zER11C_{\infty}$  - пунктир.



$$S_{1M}^m = \sin[\vartheta + \psi_k + (M-1)\theta] ; \quad (HK = \psi_k = S_1 = 0 ; S_1' > 0) , \quad (3.111)$$

$$U_H^{(\kappa)} = S^{(\kappa)} - I_{(z)}^{(\kappa)} = \kappa^+ U_{H(\kappa)} ; \quad S^{(\kappa)} = S_a^{(\kappa)} \sin(\vartheta + \psi_k + \kappa\theta) , \quad (3.112)$$

$$[kN_{(\kappa)}] \kappa^+ \theta - \delta_{\ell k} = \frac{\sin \kappa \theta \sin(\delta_{\ell k} + \psi_k + \kappa\theta)(\cos \delta_{\ell k} - T_k \sin \delta_{\ell k})}{\sin \kappa^+ \theta \sin(\psi_k + \kappa\theta) / \kappa^+ \sin \theta - \sin \psi_k} , \quad (3.113)$$

$$I_{(z)}^{(\kappa)} = \sin \kappa^+ \theta \sin(\psi_k + \kappa\theta) / \sin \theta - \kappa^+ \sin \psi_k , \quad (3.114)$$

$$U_o^{(\kappa)} = \frac{1}{\kappa\theta} [\sin \kappa \theta \sin(\delta_{\ell k} + \psi_k + \kappa\theta)(\cos \delta_{\ell k} - T_k \sin \delta_{\ell k}) - I_{(z)}^{(\kappa)} (\theta - \delta_{\ell k} / \kappa^+)] , \quad (3.115)$$

$$i_{M(z)}^{(\kappa)}(\vartheta) = \frac{1}{\kappa^+} I_{(z)}^{(\kappa)} - \cos \varphi_B \left[ \frac{\sin \kappa^+ \theta}{\kappa^+ \sin \theta} \sin(\vartheta + \psi_k) - \sin(\vartheta + \beta_M) + e_{aM} e^{-\delta_B \vartheta} \right] , \quad (3.116)$$

$$e_{aM} = \sin \beta_M - \frac{\sin \kappa^+ \theta}{\kappa^+ \sin \theta} \sin \psi_k + \frac{1}{\kappa^+ \cos \varphi_B} [ I_{(z)}^{(\kappa)} - \kappa^+ I_{M(z)}^{(\kappa)}(0) ] , \quad (3.116')$$

$$\psi_k = \psi_k + \kappa\theta - \varphi_B ; \quad \beta_M = \psi_k + 2(M-1)\theta - \varphi_B ; \quad M = 1, 2, \dots, m , \quad (3.116'')$$

$$\psi = \alpha \operatorname{arctg} \beta ; \quad \beta = \frac{\cos \theta + \cos \varphi \cos(\theta - \varphi + \delta) - \sin \varphi \sin(\theta - \varphi) e^{-\delta \delta_B}}{\sin \theta + \cos \varphi \sin(\theta - \varphi + \delta) + \sin \varphi \cos(\theta - \varphi) e^{-\delta \delta_B}} , \quad (3.117)$$

$\delta_B = \operatorname{ctg} \varphi_B = z / \omega l$  – собственный обобщенный декремент цепи внутренней ветви.

Проверим приведенные выражения при  $\kappa = 1$  – для первого коммутационного режима. Из (3.116) при  $M = 1$  находим выражение для тока открывающегося вентиля в первом подинтервале коммутации и из (3.115) – выражение для среднего значения выходного напряжения, совпадающие с полученными в [49]. При  $\varphi = 0$  ( $\ell = 0$ , т.е. при учете только активных потерь) из (3.117) и затем из (3.114) получаем

$$\psi_{(\ell=0)} = \pi/2 - (\theta + \delta) , \quad I_{(z)} = 2 \sin \theta \sin \delta ,$$

что совпадает с [11]. При  $\varphi \rightarrow \pi/2$  ( $z \rightarrow 0$ , т.е. при учете только индуктивных внутренних сопротивлений) из (3.117) и затем из (3.115) находим

$$\psi_{(z=0)} = \pi/2 - \theta , \quad U_o = \theta^{-1} \sin \theta \cos^2 \delta ,$$

что также совпадает с [11].

При конечном значении катодной индуктивности имеем для класса  $zRL$  при тех же условиях (3.111) [153]

общий случай  $\kappa$ -й строки и  $M$ -го столбца

$$i_{M(z)}^{(\kappa-M)}(\vartheta) = \frac{\delta_1}{\kappa^+ - M} \frac{\sin(\kappa^+ - M)\theta}{\sin \theta} \sin \beta_{\kappa-M} \left\{ \sin[\vartheta + \psi_k + (\kappa-M)\theta - \beta_{\kappa-M}] - \sin \left[ \sum_{n=1}^M \delta_{\kappa-n} + \psi_k + (\kappa-M)\theta - \beta_{\kappa-M} \right] e^{-\delta_{\kappa-M}(\vartheta - \sum_{n=1}^M \delta_{\kappa-n})} \right\} + i_{(z)}^{(\kappa-M)}(\delta_{\kappa-M}) e^{-\delta_{\kappa-M}(\vartheta - \sum_{n=1}^M \delta_{\kappa-n})} , \quad (3.118)$$