Режим біжучої хвилі при $Z_H = R_H = Z_X$

$$\dot{U} = \frac{\dot{U}_H + \dot{I}_H Z_x}{2} e^{j\beta_x z} + \frac{\dot{U}_H - \dot{I}_H Z_x}{2} e^{-j\beta_x z};$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_H + \dot{I}_H Z_x}{2Z_x} e^{j\beta_x z} + \frac{\dot{U}_H - \dot{I}_H Z_x}{2Z_x} e^{-j\beta_x z};$$

$$\dot{U} = \dot{U} e^{j\beta_x z},$$

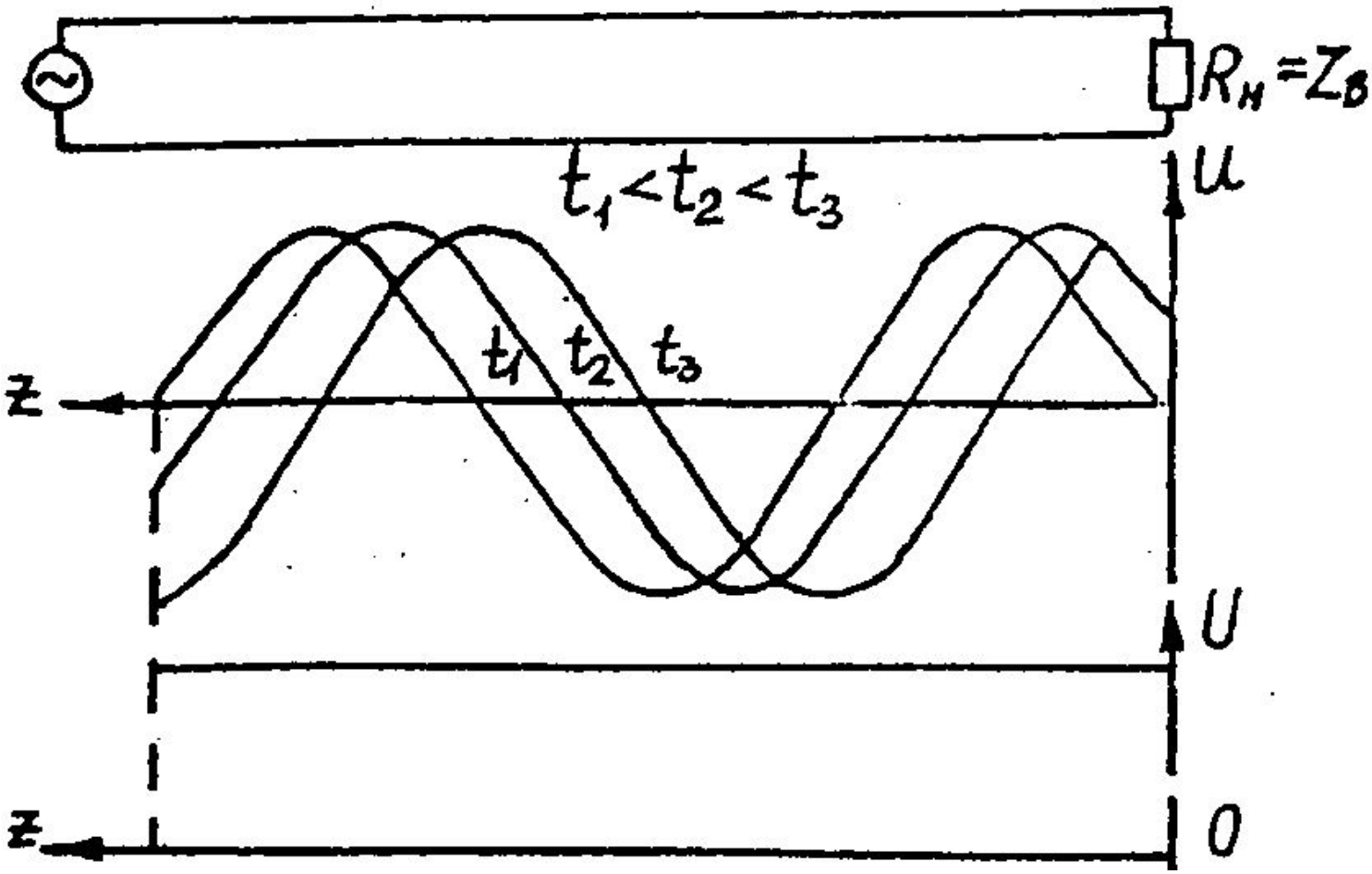
$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z_X} e^{j\beta_x z},$$

$$u = U_н \cos(\omega t + \beta_x z + \psi)$$

$$i = \frac{U_н}{Z_x} \cos(\omega t + \beta_x z + \psi)$$

$$\varphi = \omega t + \beta_x z + \psi$$

Рис. 2.70



Режим стоячої хвилі при Z_H=0

$$\dot{U} = \dot{U}_H \cos\beta_x z + jZ_x \dot{I}_H \sin\beta_x z \;;$$

$$\dot{I} = \dot{I}_H \cos\beta_x z + jZ_x \frac{\dot{U}_H}{Z_x} \sin\beta_x z \;;$$

$$\dot{U} = jZ_x \dot{I}_H \sin\beta_x z \;;$$

$$\dot{I} = \dot{I}_H \cos\beta_x z;$$

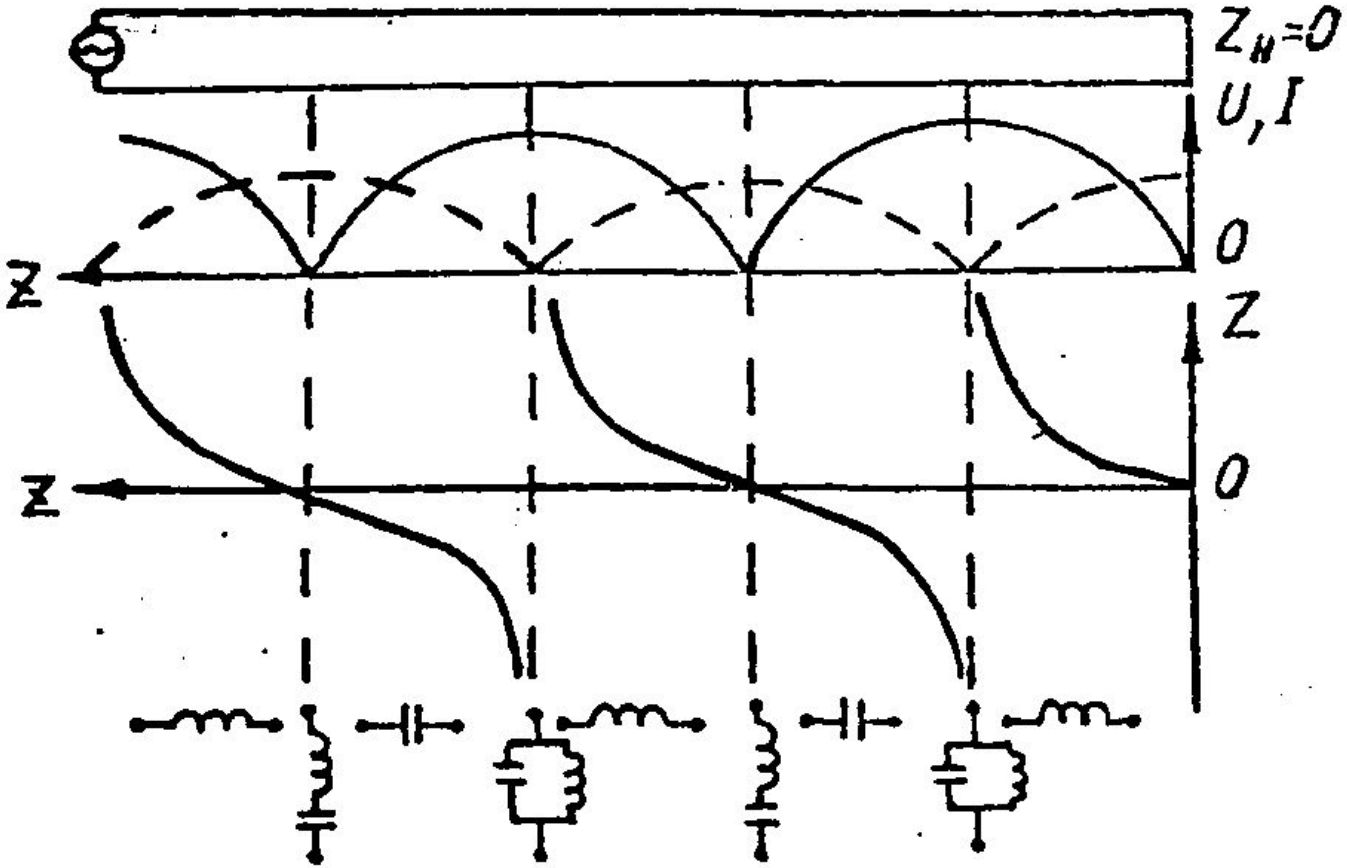
$$u = jZ_X I_H \sin\beta_x z \cos(\omega t + \psi + \pi/2)$$

$$i = I_H \cos\beta_x z \cos(\omega t + \psi).$$

$$\tilde{Z} = Z_x \frac{\tilde{Z}_H + jZ_x tg\beta_x z}{Z_x + j\tilde{Z}_H tg\beta_x z},$$

$$Z = jZ_X tg\beta_x z$$

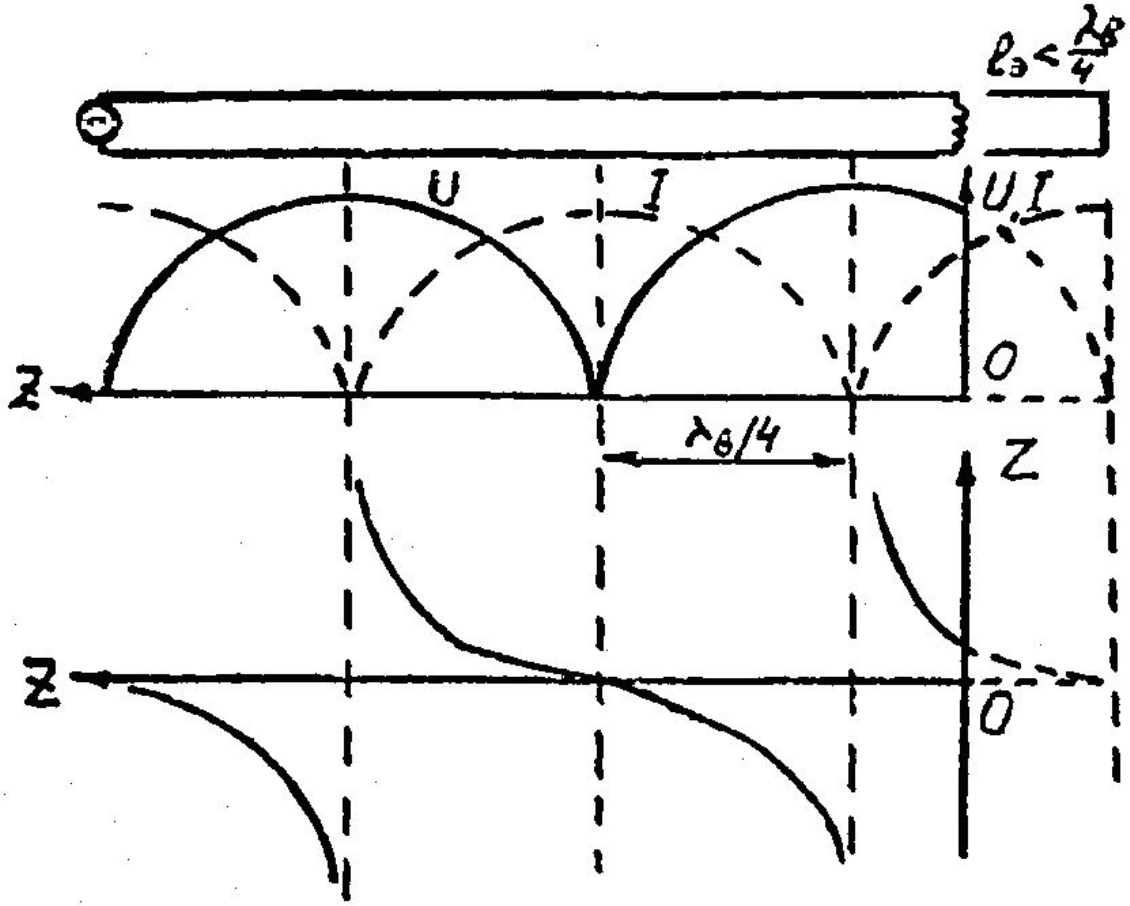
Рис. 2.71.а



$U_{min} = U_{пад} – U_{відб} = 0;$ $I_{max} = I_{пад} + I_{відб} = 2 \cdot I_{пад};$

$U_{max} = U_{пад} + U_{відб} = 2 \cdot U_{пад};$ $I_{min} = I_{пад} - I_{відб} = 0;$

РСХ при реактивному навантаженні (рис. 2.71.б)

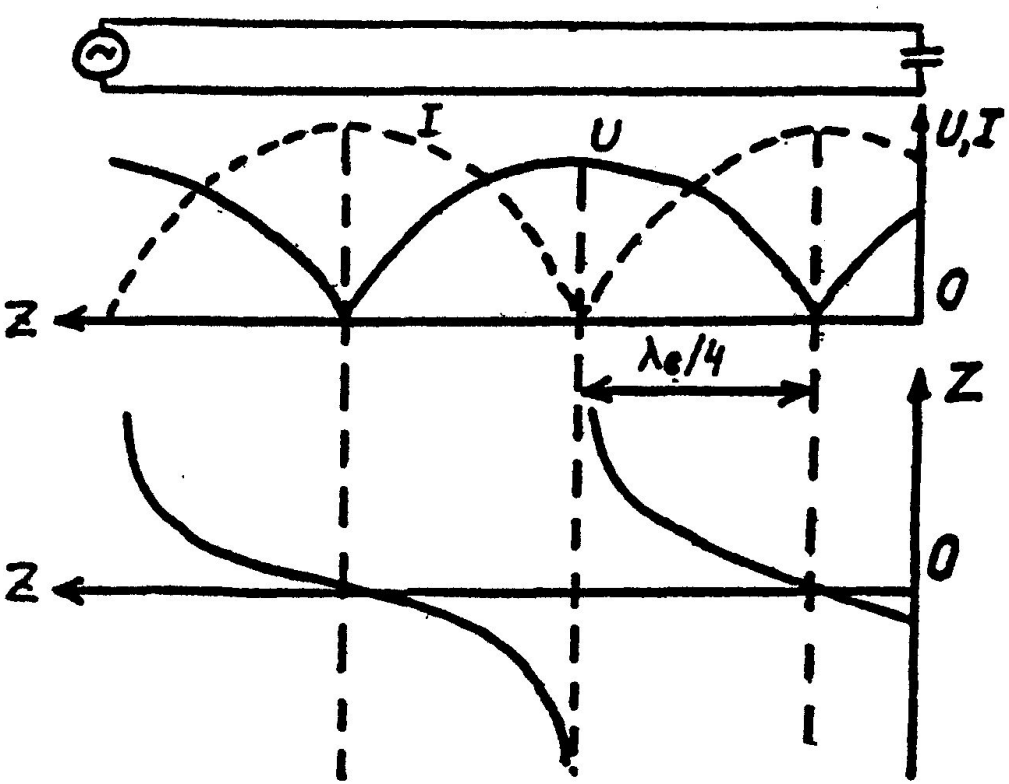


$$Z = Z_{BX} =$$

$$= jZ_X \mathrm{tg}\beta_x \Box_{eL} = j\omega L.$$

$$\Box_{eL} = \frac{1}{\beta_x} arctg \frac{\omega L}{Z_X}$$

РСХ при реактивному навантаженні (рис. 2.73)



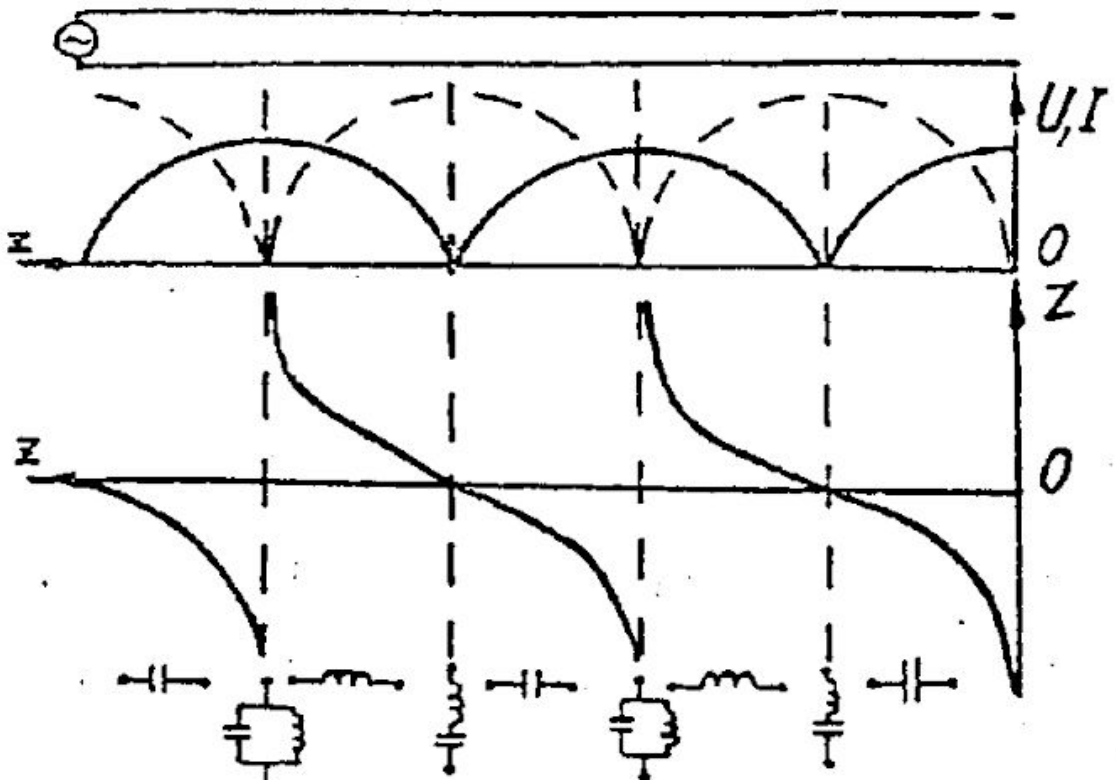
$$Z = Z_{BX} =$$

$$= jZ_X \mathrm{tg}\beta_x \lambda_{eC} = 1/\, j\omega C.$$

$$\lambda_{eC} = \frac{1}{\beta_x} arctg\left(-\frac{1}{Z_X \omega C}\right) =$$

$$= \frac{1}{\beta_x}\left(\pi - arctg\frac{1}{Z_X \omega C}\right)$$

РСХ при "холостому ході" (Рис.2.75)



$$\dot{U} = jZ_x \dot{I}_H \sin \beta_x z \ ;$$

$$\dot{I} = \dot{I}_H \cos \beta_x z;$$

$$Z = jZ_X \mathrm{tg}\beta_x z$$

$$z_e = z + \lambda_x/4$$

Застосування РСХ

1) у різних НВЧ пристроях, наприклад, у хвилевідних зчленуваннях, частотних фільтрах , комутаторах, елементах антен і ін;
2) у самостійних НВЧ пристроях. Наприклад, короткозамкнуті відрізки хвилеводів часто застосовуються в якості реактивних пристроїв. Вони також іноді використовуються замість котушки чи індуктивності конденсатора;
3) у коливальних системах НВЧ (резонаторах). У цих пристроях найбільше застосування знайшли $\lambda_x/4$ і $\lambda_x/2$ відрізки хвилеводів у режимі стоячих хвиль. По властивостях вони еквівалентні послідовному чи рівнобіжному коливальному контуру при резонансі (рис.2.116-2.119).

Режим змішаних хвиль ($Z_H=R_H<Z_X$, $Z_H=R_H>Z_X$, $Z_H=R_H\pm jX_H$)

$$\dot{U} = \dot{U}_H \cos\beta_x z + jZ_x \dot{I}_H \sin\beta_x z \;;$$

$$\dot{I} = \dot{I}_H \cos\beta_x z + jZ_x \frac{\dot{U}_H}{Z_x} \sin\beta_x z \;;$$

$$\dot{U} = \dot{U}_н (\cos\beta_x z + j\frac{Z_X}{R_н} \sin\beta_x z)$$

$$\dot{I} = \dot{I}_н (\cos\beta_x z + j\frac{R_н}{Z_X} \sin\beta_x z)$$

Режим змішаних хвиль ($Z_н=R_н<Z_X$)

$$U = U_н \sqrt{\cos^2 \beta_x z + \frac{Z_X^{\ 2}}{R_н^{\ 2}} \sin^2 \beta_x z} =$$

$$= U_н \sqrt{1 - \sin^2 \beta_x z + \frac{Z_X^{\ 2}}{R_н^{\ 2}} \sin^2 \beta_x z)}$$

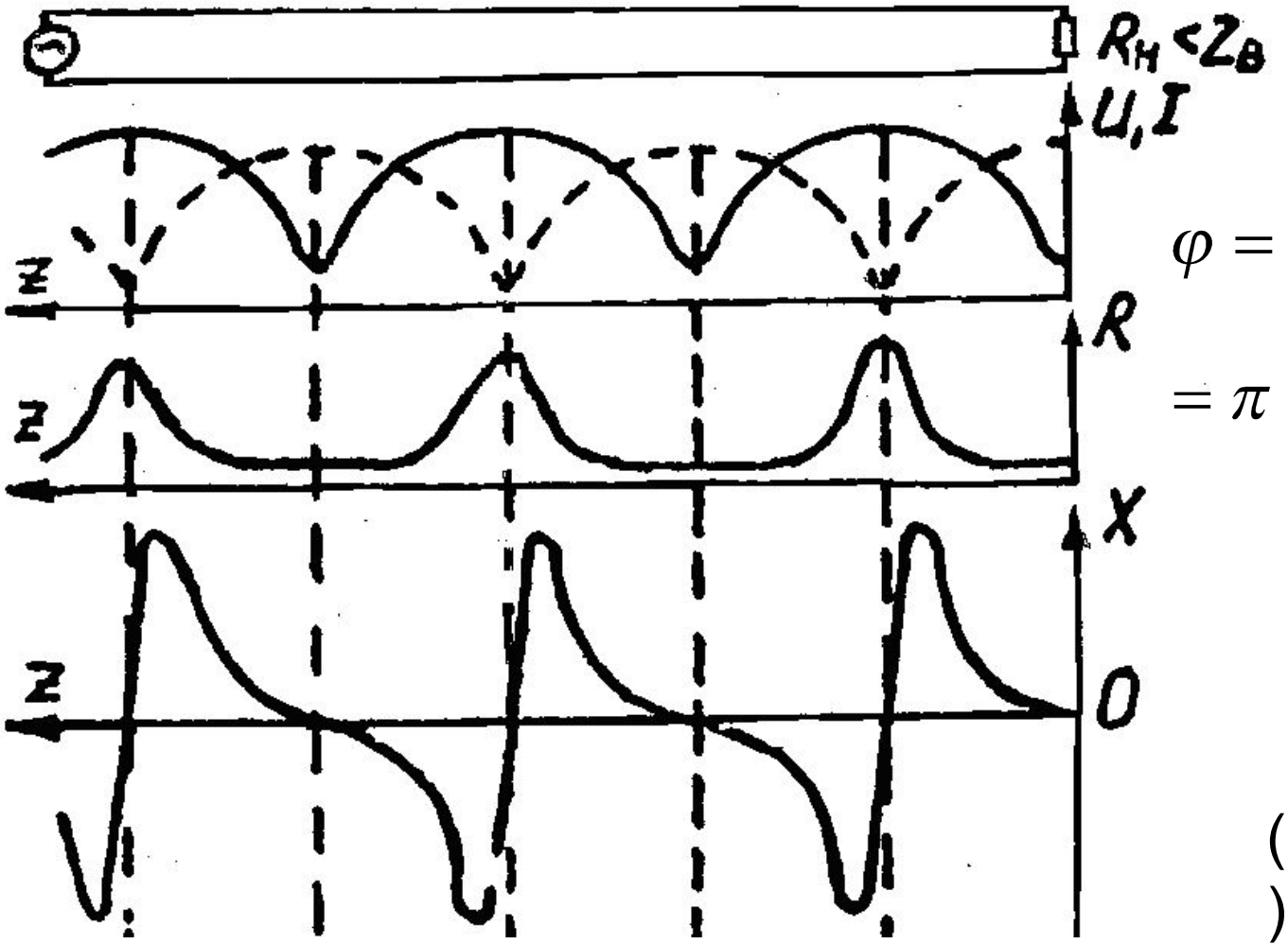
$$U = U_н \sqrt{1 + (\frac{Z_X^{\ 2}}{R_н^{\ 2}} - 1) \sin^2 \beta_x z}$$

$$I = I_н \sqrt{1 + (\frac{R_н^{\ 2}}{Z_X^{\ 2}} - 1) \sin^2 \beta_x z}$$

$$\tilde{\Gamma} = \frac{R_н - Z_x}{R_н + Z_x} = -\Gamma = \Gamma e^{j\pi}$$

$$\varphi = \varphi_н = \varphi = \pi$$

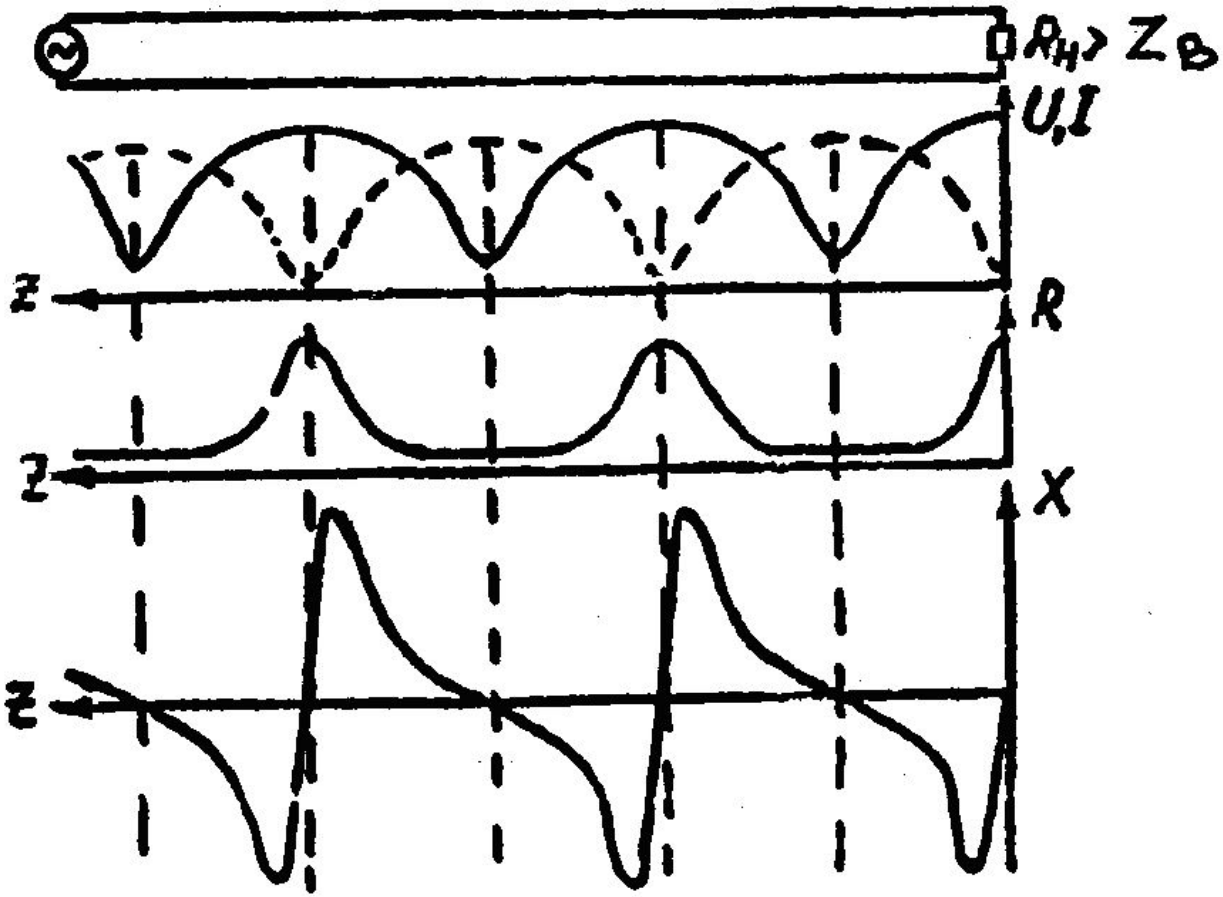
Режим змішаних хвиль при $Z_н = R_н < Z_х$



$$\varphi = \varphi_н - 2\beta_x z = \pi - \frac{2\pi}{\lambda_x}\frac{\lambda_x}{4} = 0$$

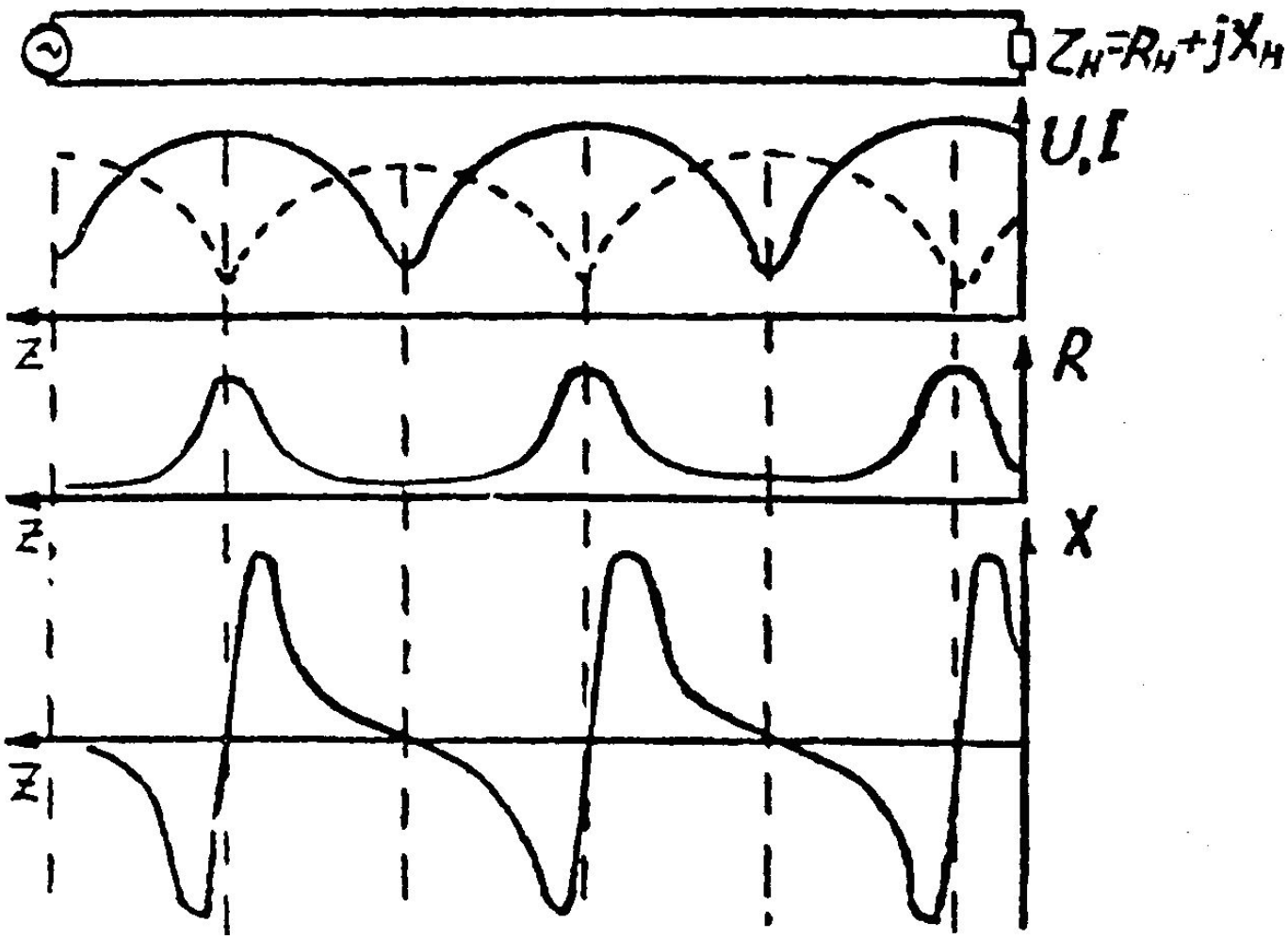
(Рис. 2.78)

Режим змішаних хвиль при $Z_н = R_н > Z_х$



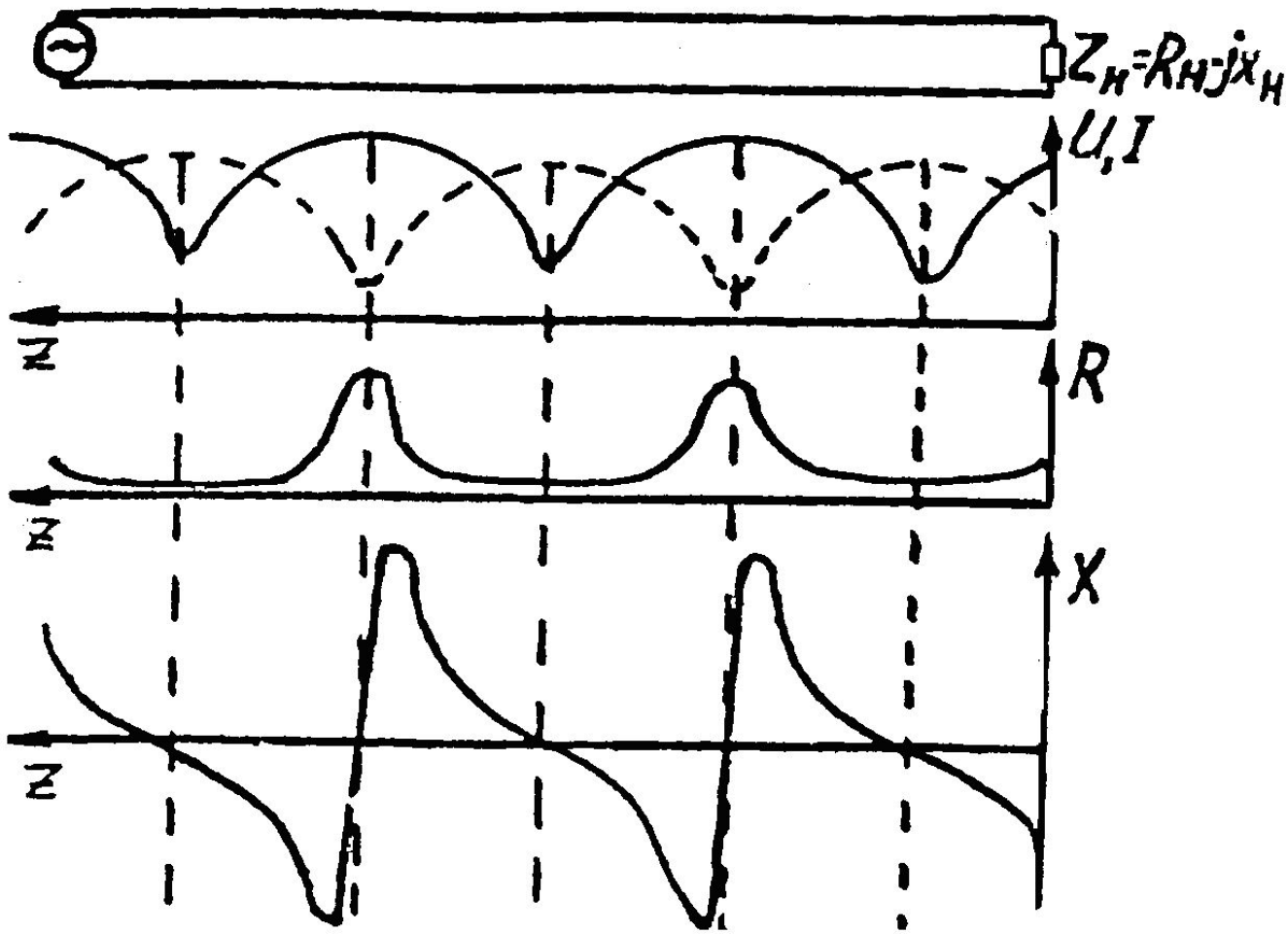
(Рис. 2.79)

Режим змішаних хвиль при $Z_н = R_н + jX_н$



(Рис. 2.80)

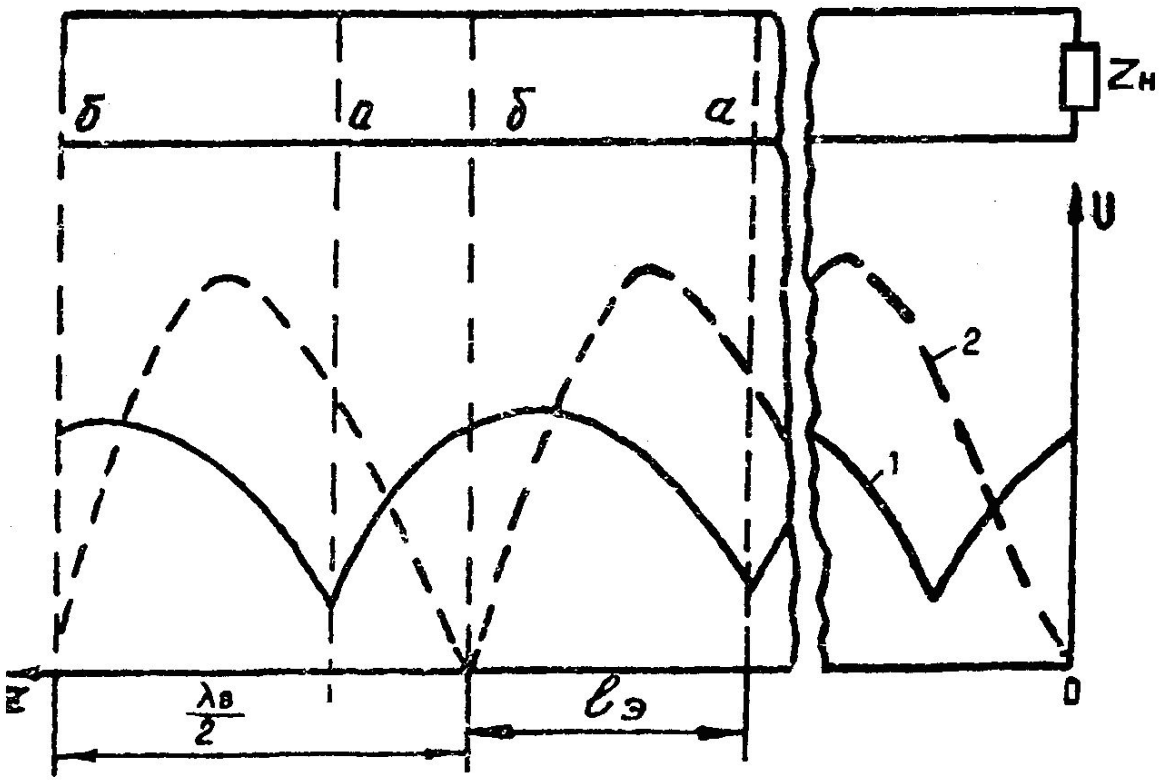
Режим змішаних хвиль при $Z_H = R_H - j X_H$



(Рис. 2.81)

Визначення опору навантаження лінії передачі методом еквівалентного перетину

НВЧ генератор → ВХЛ → Невідоме навантаження



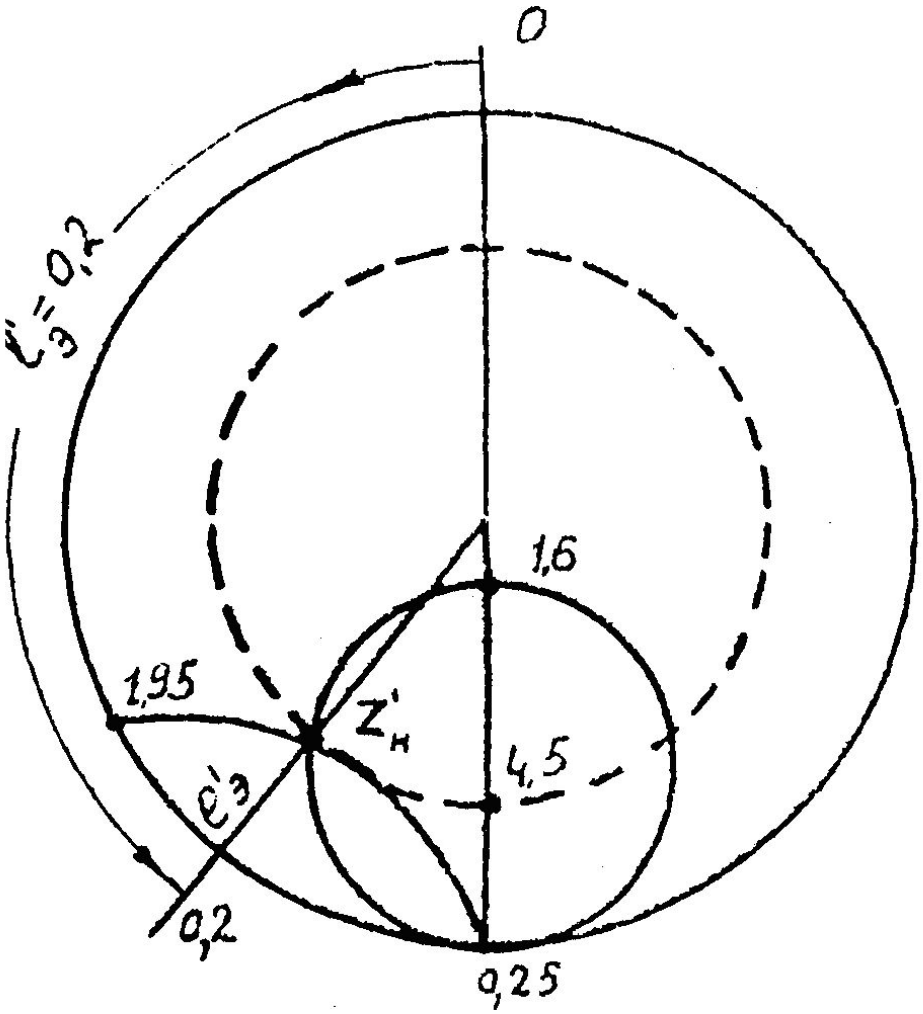
(Рис. 2.82)

Визначення опору навантаження лінії передачі методом еквівалентного перетину

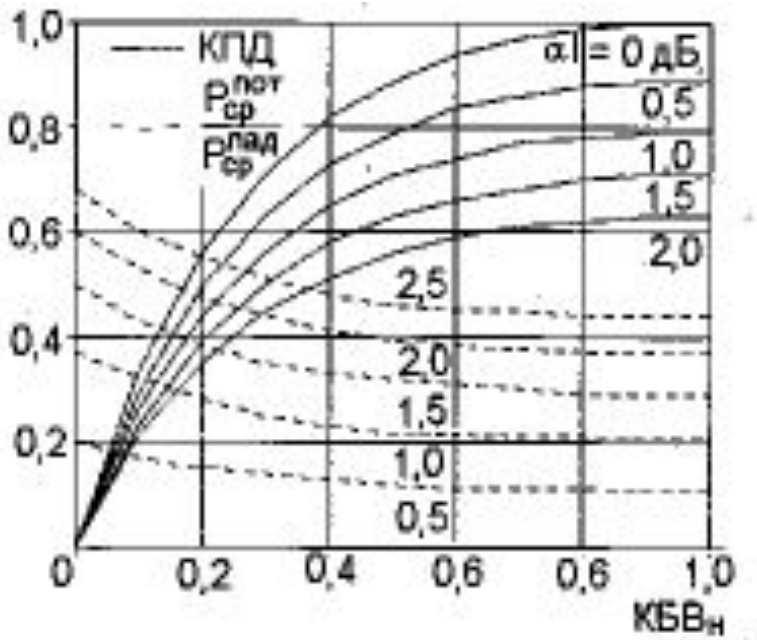
$$Z_н = R_н + jX_н =$$

$$= Z_X\left[\frac{K_Б(1+tg^2\beta_x l_e)}{1+K_Б{}^2 tg^2\beta_x l_e}\right] +$$

$$+ jZ_X\left[\frac{(1-K_Б^2)\mathrm{tg}\beta_x l_e}{1+K_Б^2\mathrm{tg}^2\beta_x l_e}\right]$$



Таблиця 2.3

Критерії / Режим	Споживання енергії в навантаженні	Характер змін			Опір у перетину	Параметри режиму		
		Амплітуда	Фаза	Зсув фаз		Г	$К_Б$	$К_С$
Біжучої хвилі $Z_H = R_H = Z_X$	Уся споживається	const	Змінюватися лінійно	$\Delta\varphi = 0$	Активній $Z = Z_X$	0	1	1
Стоячої хвилі $Z_H = 0, \infty, \pm jX_H$	Не споживається	Змінюватися по гармонійному закону	Не змінюватися	$\Delta\varphi = 90^0$	Реактивній $Z_{\min} = 0,$ $Z_{\max} = \infty.$	1	0	∞
Змішаної хвилі $Z_H = R_H < Z_X,$ $Z_H = R_H > Z_X,$ $Z_H = R_H \pm jX_H.$	Частково споживається	Змінюватися не по гармонійному закону	Змінюватися не лінійно	$0 < \Delta\varphi < 90^0$	Комплексній $R_{\min} < Z_X,$ $R_{\max} > Z_X.$	$0 < Г < 1$	$0 < К_Б < 1$	$1 < К_С < \infty$

Узгодження в лініях передачі