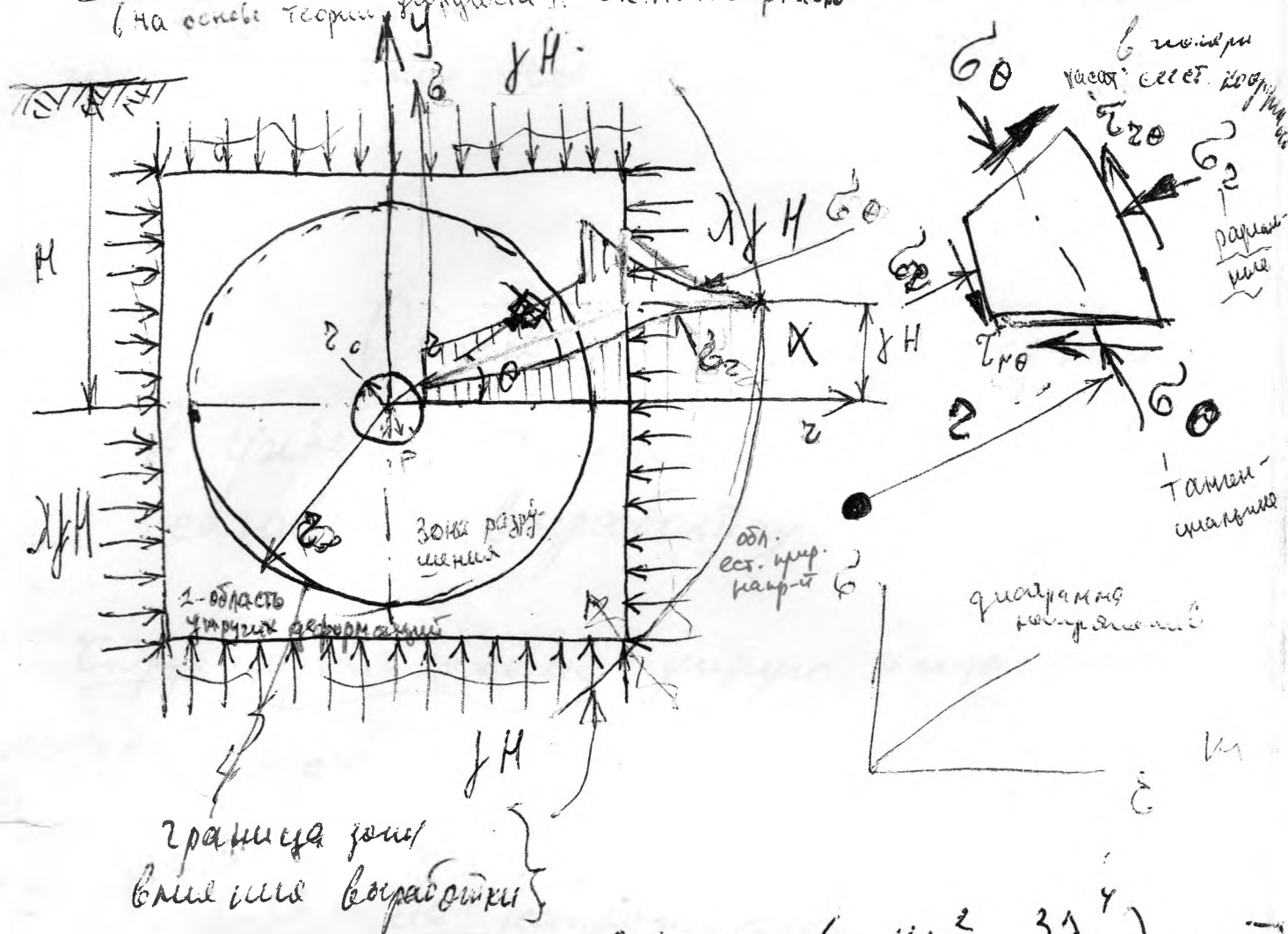


1. Определение циркули напряжений в породах, окружающих выработку.

41

(на основе теории упругости). - Ю.Н. Лаврентьев



$$\sigma_r = \gamma H \left[\lambda_3 \left(1 - \frac{r_0^2}{r^2} \right) - \lambda_1 \left(1 - \frac{4r_0^2}{r^2} + \frac{3r_0^4}{r^4} \right) \cos 2\theta \right]$$

$$\sigma_\theta = \gamma H \left[\lambda_3 \left(1 + \frac{r_0^2}{r^2} \right) + \lambda_1 \left(1 + \frac{3r_0^4}{r^4} \right) \cos 2\theta \right]$$

$$\tau_{r\theta} = \lambda_1 \gamma H \left(1 + \frac{2r_0^2}{r^2} - \frac{3r_0^4}{r^4} \right) \sin 2\theta$$

$$\text{где } \lambda_1 = \frac{1-\lambda}{2} ; \quad \lambda_3 = \frac{1+\lambda}{2}$$

Для выработки с полукруглыми углами \$a\$ и \$b\$, максимальные напряжения (в центре)

$$\sigma_t = f_H \left\{ (1+\lambda) - \frac{[(a-b)(1+\lambda) + (a+b)(1-\lambda)](a \cdot \sin^2 \theta + b \cdot \cos^2 \theta)}{a^2 \sin^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta} \right\}$$

где θ - полярный угол, отсчитываемый от горизонтальной оси.

Определение напряжений в упруго-пластических пороках, окружающих выработку

Структурная схема упруго-пластической модели

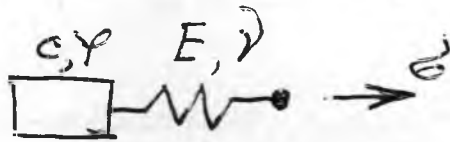
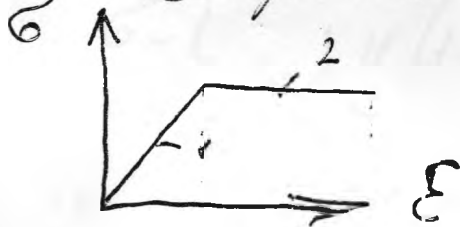


Диаграмма напряжений:

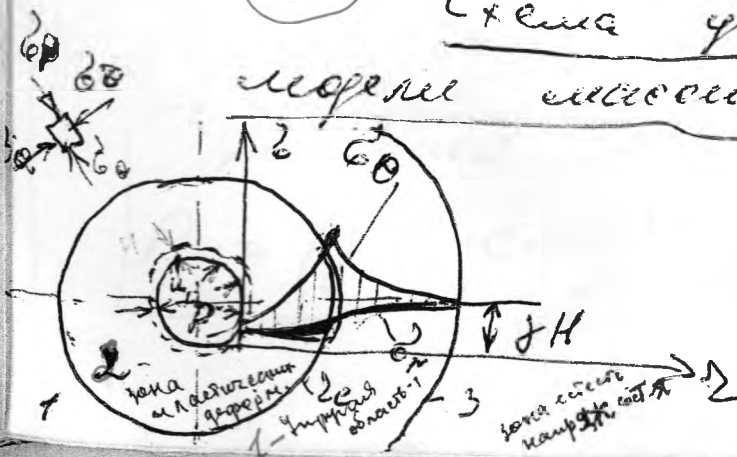


1 - область упругих деформаций

2 - область пластических деформаций

(42)

Схема упруго-пластической модели массива с выработкой



3 - граница зоны внешнего воздействия

1 - зона упругих деформаций

2 - зона пластических деформаций

Распределение напряжений по закону Лурга $(\sigma = E \cdot \epsilon)$ $(L_c = c \cdot \sigma_0 \cdot \tan \varphi)$

При $\lambda = 1$ (модель А. Лавассо - К.В. Рунтиса)
основные соотношения следующие:

1. Распределение напряжений в зоне
пластических деформаций $(z_0 \leq z \leq z_e)$

$$\begin{cases} \sigma_r = (p + c \cdot \sigma_0 \cdot \tan \varphi) \cdot (r/r_0)^L - c \cdot \sigma_0 \cdot \tan \varphi \\ \sigma_a = \beta (p + c \cdot \sigma_0 \cdot \tan \varphi) \cdot (r/r_0)^L - c \cdot \sigma_0 \cdot \tan \varphi \end{cases}$$

зона
пластических
деформ.

$$L = \frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}; \quad \beta = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} - \text{направл. обжатия при катке}$$

2. Распределение напряжений в упругой
области $(z \geq z_e)$

$$\left. \begin{matrix} \sigma_r \\ \sigma_a \end{matrix} \right\} = \gamma H \left(1 \mp \frac{z_e^2}{z^2} \right) \pm \sigma_{ze} \frac{z_e^2}{z^2} \quad (1)$$

где σ_{ze} - среднее напряжение на границе
зоны пластических деформаций:

$$\sigma_{ze} = (p + c \cdot \sigma_0 \cdot \tan \varphi) \left(z_e / z_0 \right)^L - c \cdot \sigma_0 \cdot \tan \varphi$$

$$\boxed{P = (\gamma H + c \cdot \sigma_0 \cdot \tan \varphi) (1 - \sin \varphi) \left(\frac{r_0}{z_e} \right)^L - c \cdot \sigma_0 \cdot \tan \varphi}$$

на мин. и макс. порогах

уравнение равновесия сходящей массы,
оснащенной веревкой:

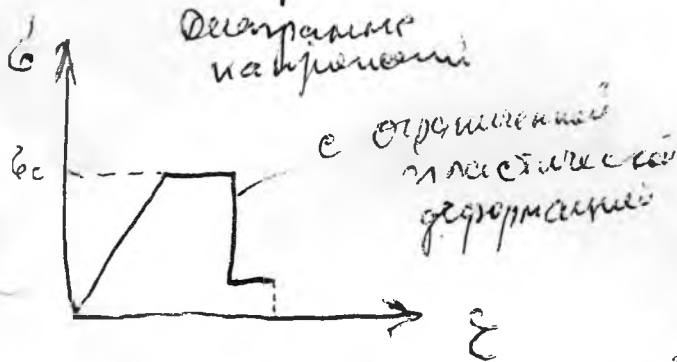
$$U = \frac{\sigma_0}{2G} (\gamma H + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi) \left(\frac{\sigma_0}{\sigma_0} \right)^2 \sin \varphi$$

$$\text{пр } \frac{\sigma_0}{\sigma_0} = \left[\frac{\gamma H + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi}{\rho + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi} (1 - \sin \varphi) \right]^{1/2}$$

(43)

Хрупо - пластическая деформация

материала в веревке (Н.С.Бунин)



Условие разрушения
1). Достижение
материалом предела
прочности σ_c .

2). Достижение
предела
деформации ϵ_c .

$$\epsilon \leq \epsilon_c = \pi_\epsilon \cdot \epsilon_c$$

где ϵ_c - общий предельный дефор-
мационный порог.

π_ϵ π_ϵ - характеризуетка пластичность
(хрупкости) порога.

$$\pi_\epsilon = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_c}$$

где ϵ_c - фактический
деформационный

при $\epsilon_c = \epsilon_c$, $\pi_\epsilon = 1$ - хрупкий материал
и π_ϵ - пластичнее порога.

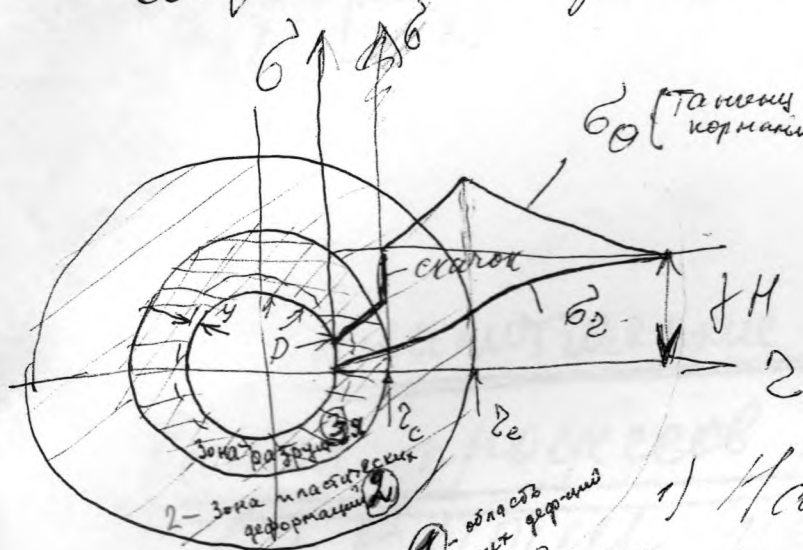
серия N

СХЕМА

фигурно-чпастил.

неоднородный (43)

модели в обработке



1 - область упругих деформаций;

2 - зона пластических деформаций

3 - зона разрушения

1 - область упругих деформаций

1) Напряжения в зоне разрушения:

$$\sigma_2 = \rho \left(\frac{r}{r_0} \right)^2$$

$$\sigma_\theta = \beta \cdot \rho \left(\frac{r}{r_0} \right)^2$$

2) Напряжения в зоне пластических деформаций ($r_c \leq r \leq r_0$)

$$\sigma_2 = (\sigma_{rc} + C \cdot \sigma \varphi) \left(\frac{r}{r_c} \right)^2 - C \cdot \sigma \varphi$$

$$\sigma_\theta = \beta (\sigma_{rc} + C \cdot \sigma \varphi) \left(\frac{r}{r_c} \right)^2 - C \cdot \sigma \varphi$$

3) Напряжения в области упругих деформаций отсчитываясь от центра (1)

Уравнение равновесия элементов массы ослабленного в обработке

$$U = \left(\frac{r_0}{2G} \right) \cdot \left(\frac{F}{H} + \frac{C}{\alpha} \right) \cdot \left(\frac{r_c}{r_0} \right)^{\beta+1} \left(\frac{r_c}{r_c} \right)^2 \cdot \sin \varphi$$

$$\left(\frac{r_c}{r_c} \right)^{\alpha+2} = \Pi_\varepsilon \left\{ 1 - \left[(1-2\nu) / \sin \varphi \right] \times \left[\left(\frac{r_c}{r_c} \right)^2 - 1 \right] \right\}$$

$$\left(\frac{z_c}{z_0}\right)^{\alpha} = \left[\frac{2JH - z_c}{2P} (1 - \sin \varphi) \right] \cdot \left(\frac{z_c}{z_e}\right)^{\alpha} - \frac{z_c}{\alpha \cdot P} \left[1 - \left(\frac{z_c}{z_e}\right)^{\alpha} \right]$$