Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение

высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИГДГиГ

институт

Шахтного и подземного строительства

кафедра

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №5

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВЫХ РАЗМЕРОВ БАРЬЕРНЫХ ЦЕЛИКОВ ПРИ КАМЕРНО-СТОЛБОВОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

Преподаватель _____ Майоров Е.С.

подпись, дата

Студент ГГ16-01-РТ _____

подпись, дата

Красноярск 2018

Расчет

Цель работы: изучить практические навыки расчета барьерных целиков, изучить влияние горно-геологических факторов на размеры целиков.

Несущую способность целиков вычисляют по формуле:

$$|\sigma|_{Ц}=\frac{0{,}8*\sigma_{СЖ}*A*\left(\frac{\Delta h}{\Delta \bar{h}}\right)^{1/3}}{h}, \qquad (1)$$

где $A=\begin{matrix}6{,}5\\10{,}5\\13{,}5\end{matrix}$, м – ширина барьерного целика;

$\left(\frac{\Delta h}{\Delta \bar{h}}\right)=1$;

h=6.5, м – высота целика;

$\sigma_{СЖ}=\begin{matrix}100\\120\end{matrix}$, Мпа – предел прочности руды на одноосное сжатие;

При $\alpha=0^{\circ}$, $A_1=6{,}5$, $A_2=10{,}5$, $A_3=13{,}5$:

$|\sigma|_{Ц1}=\frac{0{,}8*100*6{,}5*1^{1/3}}{6{,}5}=80$, МПа;

$|\sigma|_{Ц1}=\frac{0{,}8*100*10{,}5*1^{1/3}}{6{,}5}=129{,}231$, МПа;

$|\sigma|_{Ц1}=\frac{0{,}8*100*13{,}5*1^{1/3}}{6{,}5}=166{,}154$, МПа.

При $\alpha=20^{\circ}$, $A_1=6{,}5$, $A_2=10{,}5$, $A_3=13{,}5$:

$|\sigma|_{Ц1}=\frac{0{,}8*120*6{,}5*1^{1/3}}{6{,}5}=96$, МПа;

$|\sigma|_{Ц1}=\frac{0{,}8*120*10{,}5*1^{1/3}}{6{,}5}=155{,}077$, МПа;

$|\sigma|_{Ц1}=\frac{0{,}8*120*13{,}5*1^{1/3}}{6{,}5}=199{,}384$, МПа.

Высота свода пород над барьерным целиком рассчитывается по формуле:

$$H'_A=\sqrt{\frac{H*L_1*(2*L+A)}{2*L+A+L_1}}*\cos\alpha, \qquad (2)$$

где $H=\begin{matrix}250\\350\end{matrix}$, м – глубина разработки;

L=100, м – ширина панели;
L_1=150, м – длина панели;

$\alpha = \begin{matrix} 0^\circ \\ 20^\circ \end{matrix}$ – угол падения залежи.

При $\alpha = 0^\circ$, A_1=6,5, A_2=10,5, A_3=13,5:

$$H'_{A1} = \sqrt{\frac{250*150*(2*100+6.5)}{2*100+6.5+150}} * \cos 0 = 147,382 \text{, м;}$$

$$H'_{A2} = \sqrt{\frac{250*150*(2*100+10.5)}{2*100+10.5+150}} * \cos 0 = 147,975 \text{, м;}$$

$$H'_{A1} = \sqrt{\frac{250*150*(2*100+13.5)}{2*100+13.5+150}} * \cos 0 = 148,409 \text{, м.}$$

При $\alpha = 20^\circ$, A_1=6,5, A_2=10,5, A_3=13,5:

$$H'_{A1} = \sqrt{\frac{350*150*(2*100+6.5)}{2*100+6.5+150}} * \cos 20 = 163,868 \text{, м;}$$

$$H'_{A2} = \sqrt{\frac{350*150*(2*100+10.5)}{2*100+10.5+150}} * \cos 20 = 164,527 \text{, м;}$$

$$H'_{A3} = \sqrt{\frac{350*150*(2*100+13.5)}{2*100+13.5+150}} * \cos 20 = 165,011 \text{, м;}$$

Площадь $OABO_1$ (рис. 1) рассчитывается по формуле:

$$S_{OABO_1} = (L+A)*(H+0.5*(H'_A - H')) \quad (3)$$

где $H' = \begin{matrix} 43.301 \\ 48.145 \end{matrix}$, м – высота свода равновесия пород.

При $\alpha = 0^\circ$, A_1=6,5, A_2=10,5, A_3=13,5:

$$S_{1OABO_1} = (100+6.5)*(250+0.5*(147.382-43.301)) = 32167,313 \text{, м}^2$$

$$S_{2OABO_1} = (100+10.5)*(250+0.5*(147.975-43.301)) = 33408,238 \text{, м}^2$$

$$S_{3OABO_1} = (100+13.5)*(250+0.5*(148,409-43.301)) = 34339,879 \text{, м}^2$$

При $\alpha = 20^\circ$, A_1=6,5, A_2=10,5, A_3=13,5:

$$S_{1OABO_1} = (100+6.5)*(350+0.5*(163,868-48.145)) = 43437,249 \text{, м}^2$$

$$S_{1OABO_1} = (100+10.5)*(350+0.5*(164,527-48.145)) = 45105,105 \text{, м}^2$$

$$S_{1OABO_1} = (100+13.5)*(350+0.5*(165,011-48.145)) = 46357,145 \text{, м}^2$$

Площадь «Э» (рис. 1) рассчитывается по формуле:

$$S_Э = \frac{\pi*L*\{H'}{4} ¿ \quad (4)$$

При $\alpha = 0^\circ$:

$$S_{Э1}=\frac{3,14*100*43,301}{4}=3400,852 \text{, } м^2$$

При $\alpha=20^\circ$:

$$S_{Э2}=\frac{3,14*100*48,145}{4}=3781,299 \text{, } м^2$$

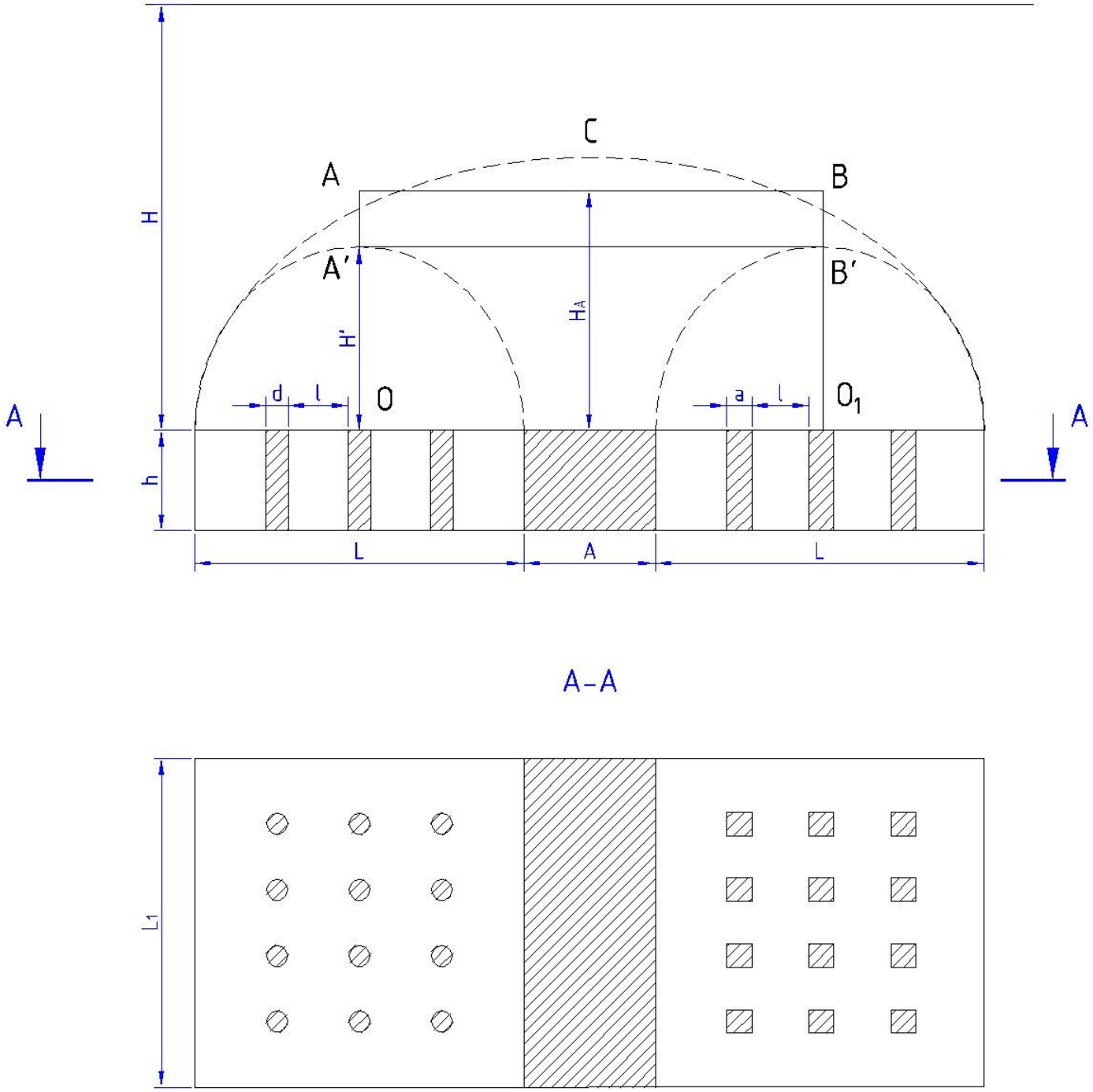

Рисунок 1 – схема для расчета горного давления

Коэффициент концентрации сжимающих напряжений в барьерном целике рассчитывается по формуле:

$$K_K = \frac{S_{ОАВО_1} - 0{,}5 * S_Э}{A * (H' + 0.5 * (H'_A + H'))} \quad (5)$$

При $\alpha = 0^\circ$, $A_1 = 6{,}5$, $A_2 = 10{,}5$, $A_3 = 13{,}5$:

$$K_{К1} = \frac{32167{,}313 - 0{,}5 * 3400{,}852}{6{,}5 * (43{,}301 + 0{,}5 * (147{,}382 + 43{,}301))} = 33{,}808$$

$$K_{К2} = \frac{33408{,}238 - 0{,}5 * 3400{,}852}{10{,}5 * (43{,}301 + 0{,}5 * (147{,}975 + 43{,}301))} = 21{,}734$$

$$K_{К3} = \frac{34339{,}879 - 0{,}5 * 3400{,}852}{13{,}5 * (43{,}301 + 0{,}5 * (148{,}409 + 43{,}301))} = 17{,}374$$

При $\alpha = 20^\circ$, $A_1 = 6{,}5$, $A_2 = 10{,}5$, $A_3 = 13{,}5$:

$$K_{К1} = \frac{43437{,}249 - 0{,}5 * 3781{,}299}{6{,}5 * (48{,}145 + 0{,}5 * (163{,}868 + 48{,}145))} = 41{,}464$$

$$K_{К2} = \frac{45105{,}105 - 0{,}5 * 3781{,}299}{10{,}5 * (48{,}145 + 0{,}5 * (164{,}527 + 48{,}145))} = 26{,}642$$

$$K_{К3} = \frac{46357{,}145 - 0{,}5 * 3781{,}299}{13{,}5 * (48{,}145 + 0{,}5 * (165{,}011 + 48{,}145))} = 21{,}288$$

Фактическую действующую нагрузку на барьерный целик вычисляют по формуле:

$$\sigma_\partial = \frac{K_K * \gamma}{100} * \left(\frac{H'_A + H'}{2} \right) \quad (6)$$

где $\gamma = 3{,}0$, т/м^3 – объёмная масса породы;

При $\alpha = 0^\circ$, $A_1 = 6{,}5$, $A_2 = 10{,}5$, $A_3 = 13{,}5$:

$$\sigma_{\partial 1} = \frac{33{,}808 * 3}{100} * \left(\frac{147{,}382 + 43{,}301}{2} \right) = 52{,}781 \text{, МПа;}$$

$$\sigma_{\partial 2} = \frac{21{,}734 * 3}{100} * \left(\frac{147{,}975 + 43{,}301}{2} \right) = 34{,}124 \text{, МПа;}$$

$$\sigma_{\partial 3} = \frac{17{,}374 * 3}{100} * \left(\frac{148{,}409 + 43{,}301}{2} \right) = 27{,}392 \text{, МПа.}$$

При $\alpha = 20^\circ$, $A_1 = 6{,}5$, $A_2 = 10{,}5$, $A_3 = 13{,}5$:

$$\sigma_{\partial 1} = \frac{41{,}464 * 3}{100} * \left(\frac{163{,}808 + 48{,}145}{2} \right) = 71{,}937 \text{, МПа;}$$

$$\sigma_{\partial 2} = \frac{26{,}642 * 3}{100} * \left(\frac{164{,}527 + 48{,}145}{2} \right) = 46{,}509 \text{, МПа;}$$

$$\sigma_{\partial 3} = \frac{21{,}288 * 3}{100} * \left(\frac{165{,}011 + 48{,}145}{2} \right) = 37{,}317 \text{, МПа.}$$

Потери в барьерном целике определяют по формуле:

$$П_{БЦ}=\frac{100*A}{2*L} \quad (7)$$

При $A_1=6{,}5$, $A_2=10{,}5$, $A_3=13{,}5$:

$$П_{БЦ1}=\frac{100*6{,}5}{2*100}=3{,}25 \text{, \%;}$$

$$П_{БЦ2}=\frac{100*10{,}5}{2*100}=5{,}25 \text{, \%;}$$

$$П_{БЦ3}=\frac{100*13{,}5}{2*100}=6{,}75 \text{, \%.}$$

Суммарные потери руды в междукамерных и барьерных целиках определяют по формуле:

$$\sum П=П_{МКЦ}+П_{БЦ} \quad (8)$$

где $П_{МКЦ}=\begin{matrix}8{,}74\\6{,}96\end{matrix}$, % – потери руды в междукамерных целиках.

При $\alpha=0^\circ$, $A_1=6{,}5$, $A_2=10{,}5$, $A_3=13{,}5$:

$$\sum П_1=8{,}74+3{,}25=11{,}99 \text{, \%;}$$

$$\sum П_2=8{,}74+5{,}25=13{,}99 \text{, \%;}$$

$$\sum П_3=8{,}74+6{,}75=15{,}49 \text{, \%.}$$

При $\alpha=20^\circ$, $A_1=6{,}5$, $A_2=10{,}5$, $A_3=13{,}5$:

$$\sum П_1=6{,}96+3{,}25=10{,}21 \text{, \%;}$$

$$\sum П_2=6{,}96+5{,}25=12{,}21 \text{, \%;}$$

$$\sum П_3=6{,}96+6{,}75=13{,}71 \text{, \%.}$$

Запас прочности барьерных целиков выполняется в соответствии с условием:

$$n=\frac{|\sigma|_Ц}{\sigma_д} \quad (9)$$

При $\alpha=0^\circ$, $A_1=6{,}5$, $A_2=10{,}5$, $A_3=13{,}5$:

$$n_1=\frac{80}{52{,}781}=1{,}515;$$

$$n_2=\frac{129{,}231}{34{,}124}=3{,}787;$$

$$n_3=\frac{166{,}154}{27{,}392}=6{,}065.$$

При $\alpha=20^\circ$, $A_1=6{,}5$, $A_2=10{,}5$, $A_3=13{,}5$:

$$n_1 = \frac{96}{71{,}937} = 1{,}334;$$

$$n_2 = \frac{155{,}077}{46{,}509} = 3{,}334;$$

$$n_3 = \frac{199{,}384}{37{,}317} = 5{,}343.$$

При отсутствии охраняемых сооружений на поверхности n=2, при наличии таковых n=3.

Таблица 1 - Результаты расчётов

Наименование	Условное обозначение	Значение					
		$\alpha = 0^\circ$			$\alpha = 20^\circ$		
		$A_1 = 6{,}5$	$A_2 = 10{,}5$	$A_3 = 13{,}5$	$A_1 = 6{,}5$	$A_1 = 6{,}5$	$A_3 = 13{,}5$
Высота свода равновесия пород, м	H'	43,301			48,145		
Высота свода пород над барьерными целиками, м	H'_A	147,382	147,975	148,409	163,868	164,527	165,011
Коэффициент концентрации сжимающих напряжений в барьерном целике	K_K	33,808	21,734	14,374	41,464	26,642	21,288
Несущая способность целика, МПа	$\lvert\sigma\rvert_Ц$	80	129,231	166,154	96	155,077	199,384
Фактическая нагрузка на целик, МПа	$\sigma_д$	52,781	34,124	27,392	71,937	46,509	37,317
Коэффициент запаса прочности опорного целика	n	1,515	3,787	6,065	1,334	3,334	5,343
Потери руды в барьерных целиках, %	$П_{БЦ}$	3,25	5,25	6,75	3,25	5,25	6,75
Суммарные потери руды, %	$\sum П$	11,99	13,99	15,49	10,217	12,21	13,71

Вывод: по расчетам лабораторной работы можно сказать, что фактический запас прочности барьерных целиков при угле падения залежи $\alpha = 0^\circ$ и $\alpha = 20^\circ$ и ширине барьерного целика $A = 10{,}5$ и $A = 13{,}5$ будет соответствовать требуемому, как при отсутствии охраняемых сооружений на поверхности, так и при их наличии.