

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИГДГиГ
институт

Шахтного и подземного строительства
кафедра

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4
РАСЧЕТ УСТОЙЧИВЫХ РАЗМЕРОВ ОПОРНЫХ ЦЕЛИКОВ
ПРИ КАМЕРНО-СТОЛБОВОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

Преподаватель

подпись, дата

Майоров Е.С.

Студент ГГ16-01-РТ

подпись, дата

Красноярск 2018

Расчет

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

Выработанное пространство при камерно-столбовой системе разработки поддерживается совокупностью междукамерных и барьерных целиков (МКЦ, БЦ). Система применяется при разработке пологопадающих и наклонных месторождений полезных ископаемых мощностью от 2-5 до 18-20 м ($\alpha \leq 45^\circ$).

Геомеханической основой расчетной модели является эллиптический свод равновесия пород, образующий в породном массиве над очистной панелью (рис. 1), который не достигает, как правило, земной поверхности при $L \leq H$, и может достигнуть поверхности лишь при $L \geq H$ и в этом случае гипотеза свода выступает как частный случай гипотезы Турнера-Шевякова. (L - ширина панели, м.; H - глубина залегания рудного тела, м.).

Высоту свода равновесия пород вычисляют по формуле:

$$H' = \sqrt{\frac{H * L * L_1}{8 * m * (L + L_1)}} * \cos \alpha \quad (1)$$

$$250$$

$$H = 300$$

где 350 , м – глубина разработки;

$L = 100$, м – ширина панели;

$L_1 = 150$, м – длина панели;

$m = 1$ – коэффициент бокового распора (отношение горизонтальных напряжений к вертикальным в массиве);

$$0^\circ$$

$$\alpha = 10^\circ$$

20° – угол падения залежи.

При $\alpha = 0^\circ$:

$$H'_1 = \sqrt{\frac{250 * 100 * 150}{8 * 1 * (100 + 150)}} * \cos 0 = 43,301 \text{ , м.}$$

При $\alpha = 10^\circ$:

$$H'_2 = \sqrt{\frac{300 * 100 * 150}{8 * 1 * (100 + 150)}} * \cos 10 = 46,713 \text{ , м.}$$

При $\alpha = 20^\circ$:

$$H'_3 = \sqrt{\frac{350 * 100 * 150}{8 * 1 * (100 + 150)}} * \cos 20 = 48,145 \text{ , м.}$$

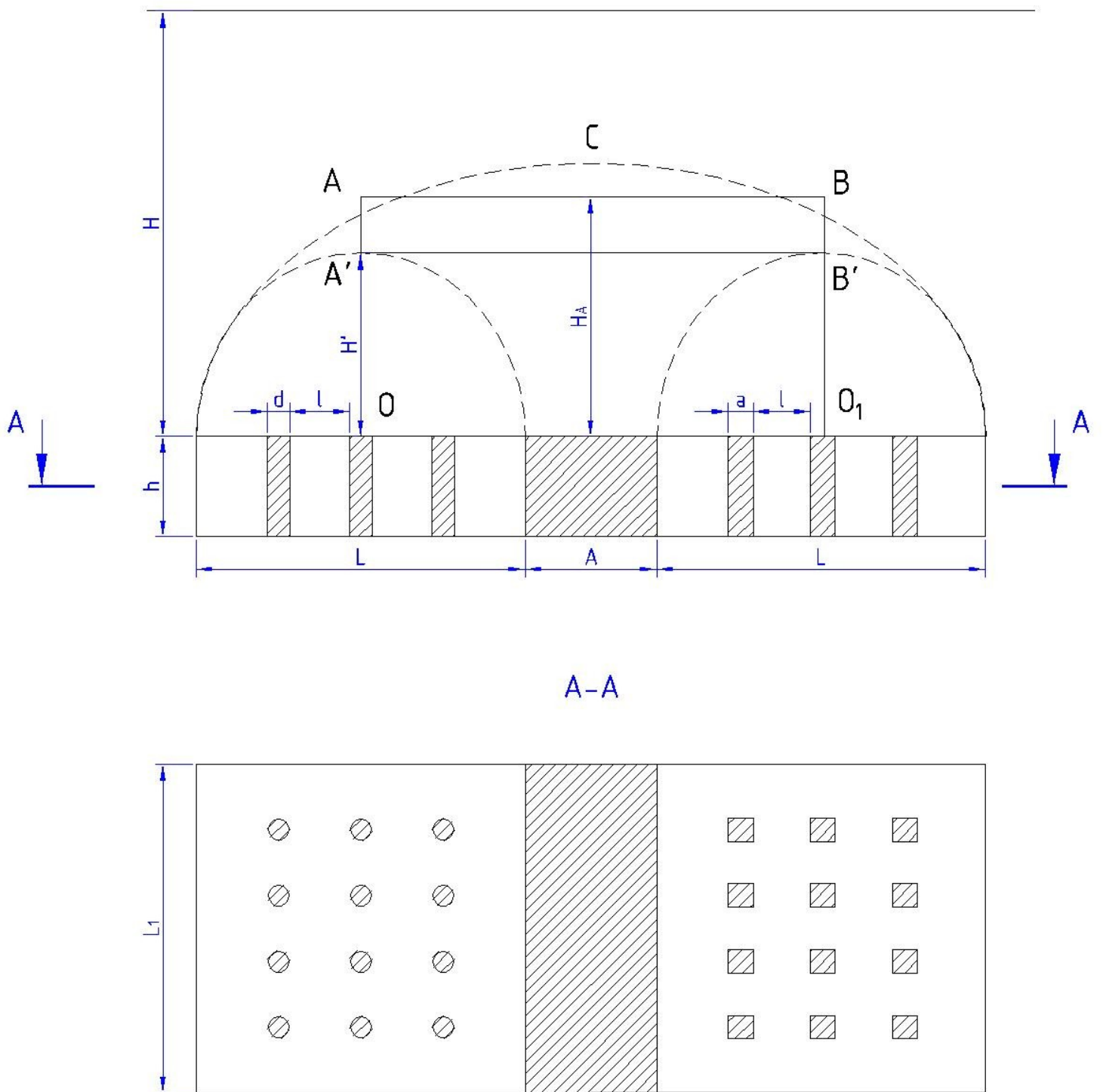


Рисунок 1 – Схема для расчета горного давления

Грузовую площадь целика (площадь кровли, поддерживаемая одним целиком) определяют по формуле:

$$S = (l + 0.5 \cdot h)^2 \quad (2)$$

$$10$$

$$l=12,$$

где 14 м – пролет между опорами целика (принимается по данным практики, $l=6-14$ м.);

$h=5$ м – высота целика.

При $l=10$ м:

$$S_1=(10+0.5*5)^2=156,25, \text{ м}^2;$$

При $l=12$ м:

$$S_2=(12+0.5*5)^2=210,25, \text{ м}^2;$$

При $l=14$ м:

$$S_3=(14+0.5*5)^2=272,25, \text{ м}^2.$$

Поперечный размер опорных целиков для среднетрещиноватых пород ($\Delta h = \Delta \bar{h}$) находят по формулам:

для целиков круглого сечения

$$d = 1,8 * \sqrt[3]{\frac{\gamma * h * \{ H' * S \}}{100 * \sigma_{\text{СЖ}}}} \quad (3)$$

для квадратных целиков

$$a = 1,65 * \sqrt{\frac{\gamma * h * \{ H' * S \}}{100 * \sigma_{\text{СЖ}}}} \quad (4)$$

$$100$$

$$\sigma_{\text{СЖ}} = 110$$

где 120, Мпа – предел прочности руды на одноосное сжатие;

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

При $\alpha = 0^\circ$:

$$d_1 = 1,8 * \sqrt[3]{\frac{3 * 6,5 * 43,301 * 156,25}{100 * 100}} = 4,253, \text{ м};$$

При $\alpha = 10^\circ$:

$$d_2 = 1,8 * \sqrt[3]{\frac{3 * 6,5 * 46,713 * 210,25}{100 * 110}} = 4,665, \text{ м};$$

При $\alpha = 20^\circ$:

$$d_3 = 1,8 * \sqrt[3]{\frac{3 * 6,5 * 48,145 * 272,25}{100 * 120}} = 4,991, \text{ м}.$$

Опорные целики оформляют буровзрывным методом поэтому принимается $d \geq 3$ м. Потери в опорных целиках определяют по формулам:

для целиков круглого сечения

$$П = \frac{100 * \pi * d^2}{4 * S}, \quad \% \quad (5)$$

для квадратных целиков

$$P = \frac{100 * a^2}{4 * S}, \% \quad (6)$$

При $\alpha = 0^\circ$:

$$P_1 = \frac{100 * 3,14 * 4,253^2}{4 * 156,25} = 9,08, \%$$

При $\alpha = 10^\circ$:

$$P_2 = \frac{100 * 3,14 * 4,665^2}{4 * 210,25} = 8,12, \%$$

При $\alpha = 20^\circ$:

$$P_3 = \frac{100 * 3,14 * 4,991^2}{4 * 272,25} = 7,18, \%$$

Несущую способность целиков определяют по формуле:

$$|\sigma|_{Ц} = \frac{0,55 * \sigma_{СЖ} * d * \left(\frac{\Delta h}{\Delta \bar{h}}\right)^{1/3}}{h}, \text{ МПа} \quad (7)$$

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

При $\alpha = 0^\circ$:

$$|\sigma|_{Ц_1} = \frac{0,55 * 100 * 4,253 * 1^{1/3}}{6,5} = 35,987, \text{ МПа};$$

При $\alpha = 10^\circ$:

$$|\sigma|_{Ц_2} = \frac{0,55 * 110 * 4,665 * 1^{1/3}}{6,5} = 43,420, \text{ МПа};$$

При $\alpha = 20^\circ$:

$$|\sigma|_{Ц_3} = \frac{0,55 * 120 * 4,991 * 1^{1/3}}{6,5} = 50,677, \text{ МПа}.$$

Фактическую нагрузку на целики определяют по формулам:

для целиков круглого сечения

$$\sigma_\sigma = \frac{4 * \gamma * \{H' * S\}}{100 * \pi * d^2}, \text{ МПа}; \quad (8)$$

для квадратных целиков

$$\sigma_\sigma = \frac{\gamma * \{H' * S\}}{100 * a^2}, \text{ МПа}; \quad (9)$$

для целиков круглого сечения

При $\alpha = 0^\circ$:

$$\sigma_{\partial 1} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 43,301 \cdot 156,25}{100 \cdot 3,14 \cdot 4,253^2} = 14,294, \text{ МПа};$$

При $\alpha = 10^\circ$:

$$\sigma_{\partial 2} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 46,713 \cdot 210,25}{100 \cdot 3,14 \cdot 4,665^2} = 17,247, \text{ МПа};$$

При $\alpha = 20^\circ$:

$$\sigma_{\partial 3} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 48,145 \cdot 272,25}{100 \cdot 3,14 \cdot 4,991^2} = 20,109, \text{ МПа};$$

Коэффициент запаса прочности опорного целика производится по формуле:

$$n = \left(\frac{T}{1-P} \right)^{1/6} \quad (10)$$

где T – срок службы целиков, годы;

P – уровень надежности (достоверности, гарантии), доли ед. во времени.

При расчете МКЦ можно принять $T=10-15$ лет и $P=0,954$ (2 стандарт), тогда $n=2,5$.

Или

$$n = \frac{|\sigma|_{Ц}}{\sigma_{\partial}} \quad (11)$$

При $\alpha = 0^\circ$:

$$n = \frac{37,417}{14,857} = 2,518$$

При $\alpha = 10^\circ$:

$$n = \frac{44,909}{17,833} = 2,518$$

При $\alpha = 20^\circ$:

$$n = \frac{52,181}{20,731} = 2,517$$

Таблица 1 - Результаты расчётов

Наименование	Условное обозначение	Значение		
		$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 10^\circ$	$\alpha = 20^\circ$
Грузовая площадь целика, м ²	S	156,25	210,25	272,25
Высота свода равновесия пород, м	H'	43,301	46,713	48,145
Поперечный размер опорного целика, м	d	4,253	4,665	4,991
Потери руды в целиках, %	П	9,08	8,12	7,18
Несущая способность целика, МПа	$ \sigma _{Ц}$	35,987	43,420	50,677
Фактическая нагрузка на целик, МПа	σ_{∂}	14,299	17,247	20,109

Коэффициент запаса прочности опорного целика, доли ед.	n	2,518	2,518	2,517
--	---	-------	-------	-------

Вывод: исходя из расчетов, можно сказать, что при угле падения залежи $\alpha=0^\circ; 10^\circ; 20^\circ$ запас прочности целиков будет соответствовать требуемому при сроке службы 10-15 лет и надежности 0,954.