УДК 022.838:626/627

В.Н.Гусев
Санкт-Петербургский горный ин-т, Россия

УЧЕТ МОЩНОСТИ, МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ СЛОЕВ ТОЛЩИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ ИЗГИБА

Изложена методика учета влияния местоположения отдельных слоев толщи с определенными механическими характеристиками на распределение деформаций кривизны по этим слоям.

The technique of the count of influencing of site (position) of separate layers of a strata with the definite mechanical characteristics on a strain figure of curvature on these layers is set up.

Деформации слоев массива горных пород, их изгиб вызывают давление на нижележащие слои пород, которое всегда меньше веса столба пород над рассматриваемым слоем за счет частичного сохранения сопротивляемости боковых пород и самого слоя. Часть веса породы, которая будет поглощена сопротивлением неподработанных боковых частей, можно выразить как $\gamma h - p$, где p – давление со стороны единицы площади рассматриваемого слоя; h и γ – соответственно мощность и объемный вес этого слоя. Далее можно получить $(\gamma h\text{-}p)/h$ – объемный вес некоторой условной породы, при котором отсутствуют деформации кровли, т.е. соблюдается условие первого предельного пролета [2,3]. Подставляя в это условие полученное значение объемного веса условной породы, получим

$$l = \sqrt{\frac{2\sigma h^2}{\gamma h - p}}, \qquad (1)$$

откуда

$$p = \gamma h - 2\sigma \frac{h^2}{l^2}, \qquad (2)$$

где l – предельный пролет слоя породы; σ – предел прочности породы на растяжение.

Реализация давления $p_{\max}$ произойдет в случае отслоения и изгиба слоя определенной мощности h_m. Для определения этого значения достаточно взять первую производную от p по h и приравнять ее нулю: $dp/dh = \gamma - 4\sigma(h/l^2) = 0$, откуда

$$h_m = \gamma l^2 / 4\sigma. \qquad (3)$$

Получение при расчетах по формуле (2) отрицательного значения давления некоторого слоя означает, что данный слой за счет отслоений должен разделиться на подслои или пачки слоев мощностью h_m, определяемой из выражения (3). И для определения действующего давления на нижележащий слой в формулу (2) вместо h следует подставить величину h_m.

Необходимо также учесть степень восприятия нижележащим слоем давления со стороны вышележащего слоя, т.е. учесть взаимодействие слоев при отслоении и изгибе. Пусть вышележащая порода оказывает давление p_1 на нижележащую

ISSN 0135-3500. Записки Горного института. Т.146

породу, при этом оно будет поглощено нижележащей породой. Учтем это в возрастании объемного веса нижележащей породы:

$$\gamma_{пр2} = (p_1 + \gamma_2 h_2)/h_2,$$

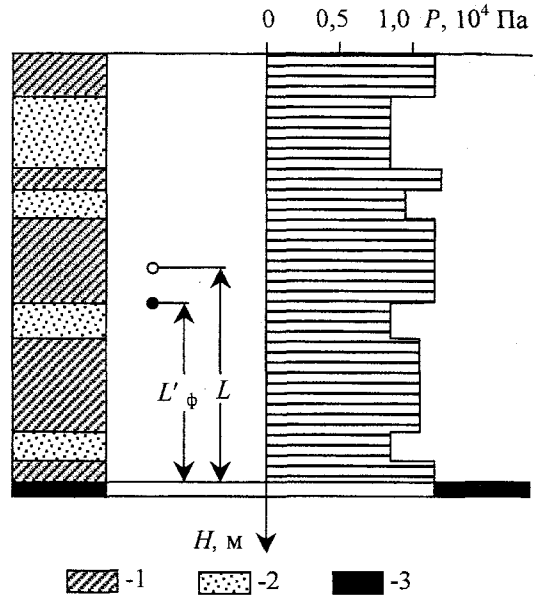
где $\gamma_{пр2}$ – приведенный объемный вес нижележащей породы; p_1 – давление со стороны вышележащей породы при ее изгибе; γ_2 и h_2 – соответственно объемный вес и мощность нижележащей породы.

Далее величина $\gamma_{пр2}$ подставляется в формулу (2) вместо γ_2 и определяется давление p_2 с учетом отслоений. Это давление также будет передаваться на следующий нижележащий слой породы мощностью h_3 и объемным весом γ_3, что учитывается через приведенный объемный вес породы, поглощающей изгибное давление:

$$\gamma_{пр3} = (p_2 + \gamma_3 h_3)/h_3,$$

и так далее по всему комплексу пород, слагающих рассматриваемую толщу над выработкой.

Используя вышеизложенную схему геомеханических процессов, было получено распределение давлений изгиба слоев толщи для конкретных условий участков экспериментальных скважин, пробуренных на полях шахт Кузнецкого угольного бассейна (см. таблицу). Физико-механические характеристики слоев толщи были



Распределение в толще давлений при изгибе слоев на участке скважины № 12875
$L'_ф$ – расстояние от пласта до центра распределения изгибающих давлений; L – то же, при равномерном распределении слоев в толще; 1– алевролит; 2 – песчаник; 3 – пласт угля

взяты из результатов кернового опробования по скважине № 4 (см. таблицу). Результаты расчета в районе скважины № 247 представлены в графической форме на рисунке. Аналогичная интерпретация распределения давлений при изгибе слоев была сделана и по остальным случаям подработки массива горных пород, представленным в таблице.

Кроме того, по каждому из рассматриваемых случаев определялось расстояние до центра изгибающих давлений:

Результаты определения показателей распределения слоев в толще на экспериментальных участках

№ п/п	Шахта	Экспериментальная скважина	Глубина залегания пласта, м	a_1	a	Примечание
1	«Пионерка»	№ 4	216	1,01	1,01	Физико-механические испытания по керну
2	«Пионерка»	№ 7	264	0,94	0,90	Глубинные реперы
3	«Пионерка»	№ 8	264	0,93	0,89	- " -
4	«Западная»	№ 247	148	0,58	0,57	- " -
5	«Октябрьская»	№ 12875	120	0,88	0,87	- " -
6	«Октябрьская»	№ 14795	123	0,82	0,82	- " -

$$L'_{\text{ф}} = \sum_{1}^{n} p_i l_i / \sum_{1}^{n} p_i , \qquad (4)$$

где p_i – давление слоев с учетом их взаимодействия при изгибе; n – количество слоев, составляющих толщу; l_i – расстояние от пласта до почвы рассматриваемых слоев, $i = 1,2, \ldots, n$.

Далее определялся показатель, учитывающий распределение изгибающих давлений слоев в пределах рассматриваемой толщи:

$$a_1 = L'_{\text{ф}} / L , \qquad (5)$$

где $L = H/2$ – расстояние до центра распределения давлений слоев толщи в случае их равномерного распределения; H – суммарная мощность слоев рассматриваемой толщи.

При $a_1 > 1$ слои с наибольшим изгибающим давлением находятся в верхней половине подрабатываемой толщи, считая от поверхности. При $a_1 < 1$ – слои с наибольшим изгибающим давлением имеют тренд располагаться ближе к пласту, т.е. находятся в нижней половине толщи. Таким образом, этот показатель отражает особенности строения толщи через распределение изгибающих давлений слагающих ее слоев.

Поскольку величина a_1 получается из распределения изгибающих давлений слоев толщи, а последние функционально связаны с мощностью слоев, должно быть соответствие между a_1 и показателем, учитывающим распределение в толще слоев определенной мощности. Расчеты, сделанные по рассматриваемым случаям (см. таблицу), подтвердили наличие практически полной аналогии между показателем a_1, характеризующим распределение изгибающих давлений слоев в толще, и показателем a, учитывающим распределение в толще слоев определенной мощности. Последний определялся из выражения

$$a = L_{\text{ф}} / L , \qquad (6)$$

где $L_{\text{ф}}$ – расстояние от пласта до центра распределения масс слоев толщи.

Таким образом, в зависимости от исходных данных о слоях, слагающих толщу, можно с одинаковой степенью точности учитывать влияние строения слоистой толщи на распределение деформаций кривизны как через показатель a_1, так и через a. Практическая значимость этого вывода заключается в том, что расчет распределения деформаций массива с учетом его строения можно делать в тех случаях, когда не известны механические характеристики слоев, слагающих этот массив, но мы знаем распределение литологических разностей по мощности из данных кернового опробования или геофизического каротажа [1].

Учет влияния местоположения слоев толщи с различными механическими характеристиками в расчетах распределения деформаций кривизны через показатель a или a_1 существенно увеличивает точность предрасчета указанных деформаций и прогноз развития зон техногенных водопроводящих трещин в подработанном массиве горных пород.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гусев В.Н.* Зависимость высоты зоны водопроводящих трещин от распределения в толще породных слоев // Маркшейдерское дело и геодезия: Межвуз.сб. / Санкт-Петербургский горный институт. СПб, 1997. С. 78-81.

2. *Иливицкий А.А.* Методы расчета междукамерных целиков и потолочин при разработке крутопадающих рудных месторождений // Методы определения размеров опорных целиков и потолочин: Сб.статей / ИГД им. А.А.Скочинского. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1962. С. 96-104.

3. *Шиман М.И.* Предотвращение затопления калийных рудников. М.: Недра, 1992. 176 с.