

ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ КОЭФФИЦИЕНТА РАЗРЫХЛЕНИЯ ПОРОД ПРИКОНТУРНОЙ ОБЛАСТИ В ВЫРАБОТКАХ С ПУЧАЩЕЙ ПОЧВОЙ

А. В. Смирнов

Донбасская топливно-энергетическая компания
ул. Челюскинцев, 161, г. Донецк, 83001, Украина.
E-mail: smirnovav@dtek.com

Большие деформации пород почвы являются одной из основных причин, снижающих устойчивость подземных выработок, увеличивающих эксплуатационные расходы и, как следствие, себестоимость добычи полезного ископаемого. Особенно остро эта проблема обозначена в угольных шахтах, ведущих работы на больших глубинах. Главным фактором, способствующим возникновению пучения пород почвы, является уровень напряжений действующих в приконтурном породном массиве. Под их действием породы пластически разрыхляются и перемещаются внутрь выработки с образованием зоны неупругих деформаций. Для оценки параметров упругопластического состояния породного массива, вмещающего выработку, требуется знание коэффициента дилатансии, или пластического разрыхления. Приведена постановка задачи для его определения и получено количественное значение.

Ключевые слова: пучение пород, подземная выработка, пластичность, коэффициент дилатансии, пластическое разрыхление.

ОЦІНКА ВЕЛИЧИНИ КОЕФІЦІЕНТУ РОЗПУШЕННЯ ПОРІД ПРИКОНТУРНОЇ ОБЛАСТІ У ВИРОБКАХ З ПІДОШВОЮ, ЩО ЗДИМАЄТЬСЯ

А. В. Смирнов

Донбаська паливно-енергетична компанія
вул.Челюскінцев, 161, г. Донецьк, 83001, Україна.
E-mail: smirnovav@dtek.com

Суттєві деформації порід підшоши є однією з основних причин, яка знижує стійкість підземних виробок, що збільшують експлуатаційні витрати і, як наслідок, собівартість видобутку корисних копалин. Особливо гостро ця проблема позначена у вугільних шахтах, що ведуть роботи на великих глибинах. Головним чинником, що сприяє виникненню здимання порід підшоши, є рівень напружень, що діють в приконтурному породному масиві. Під їх дією породи пластично розрихлюються і переміщуються всередину виробки з утворенням зони непружних деформацій. Для оцінки параметрів пружно-пластичного стану породного масиву, що вміщує виробку, потрібне знання коефіцієнта ділатансії, або пластичного розпушення. Наведена постановка задачі для його визначення та отримане кількісне значення.

Ключові слова: здимання порід, підземна виробка, пластичність, коефіцієнт ділатансії, пластичне розпушення.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В глубоких выработках угольных шахт наиболее часто встречающимся проявлением горного давления является пучение пород почвы. Его исследование всегда сопряжено с определенными трудностями. При этом с практической точки зрения важно знать, когда и какой объем пород придется убирать с целью восстановления функционального назначения выработки. Частной задачей является определение коэффициента пластического разрыхления горных пород, вовлеченных в процесс деформирования.

Цель работы – решить задачу о величине коэффициента пластического разрыхления пород в приконтурной зоне выработки с пучащей почвой.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Процесс пучения пород почвы в горных выработках протекает во времени от нуля до некоторой конечной величины поднятия, которая обычно принимается равной 0,3 м. До этого значения пучение не сильно влияет на технологические операции. После достижения порога пучения делается подрывка пород почвы, и процесс повторяется многократно в зависимости от срока службы выработки и интенсивности проявления горного давления. Это обстоятельство отражено на рис. 1, где величина U_n^* – предел (порог) пучения.

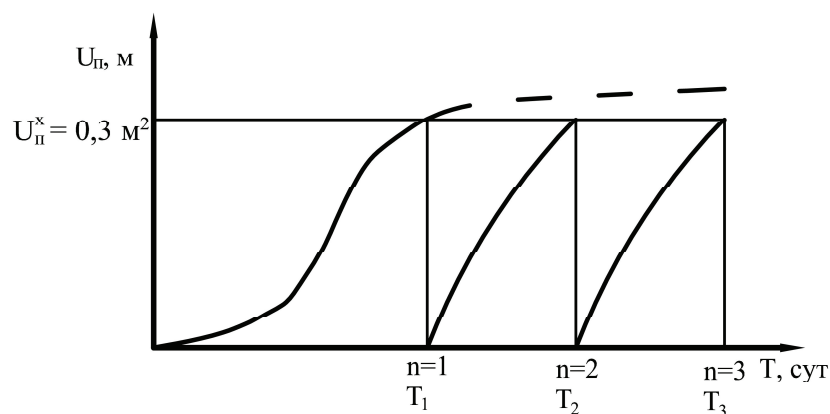


Рисунок – 1 Процесс пучения и подрывки пород почвы

Развитие геомеханических процессов в окрестности выработки, сопровождающихся пучением пород почвы, связано с пластическим их разрыхлением. При расчете объема пород, который подлежит подрывке, следует знать величину коэффициента объемного разрыхления β . На рис. 2 приведена расчетная схема к его определению.

В соответствии с рис. 2 величина подрывки пород почвы $h_{подр}$ за все время службы выработки составит:

$$h_{подр} = n \times h_n, \quad (1)$$

где n – число подрывок;

h_n – высота подрываемого слоя пород.

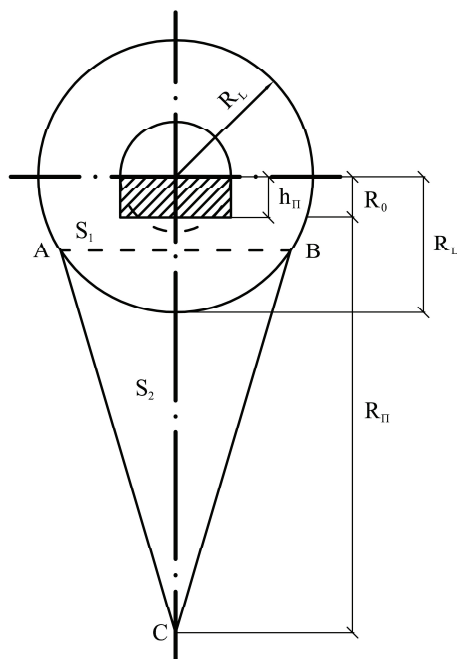


Рисунок – 2 Расчетная схема к определению коэффициента
 пластического разрыхления

При одной подрывке, а это вполне реально при существующих темпах проведения выработок и отработки лав, можно принять, что $n = 1$, тогда $h_{подр} = h_n$.

Судя по натурным наблюдениям за состоянием пород в приконтурной области выработок в активном процессе деформирования и перемещения включены породы, находящиеся в нижней части зоны неупругих деформаций S_1 , и породы, которые вовлечены в процесс пучения – S_2 . Величина S_1 равна

$$S_1 = \frac{1}{2} \pi (R_i^2 - R_0^2), \quad (2)$$

где R_i – радиус зоны неупругих деформаций;

R_0 – полупролет выработки.

Величину S_2 с незначительной погрешностью можно представить как площадь треугольника ABC :

$$S_2 = \frac{1}{2} 2R_i (R_n + R_0 - R_i) = R_i (R_n + R_0 - R_i), \quad (3)$$

где R_n – глубина пород со стороны почвы, вовлеченных в процесс пучения.

Площадь, занимаемая вспученными породами в выработке, равна

$$S_n = 2R_0 h_n = 2n h_n R_0. \quad (4)$$

Тогда коэффициент пластического разрыхления определится из выражения

$$\beta = \frac{(S_1 + S_2 + S_n)}{S_1 + S_n} = 1 + \frac{S_n}{(S_1 + S_2)} \quad (5)$$

или, раскрывая входящие значения,

$$\beta = 1 + \frac{2nR_0h_n}{0,5\pi(R_L^2 - R_0^2) + R_L(R_n + R_0 - R_L)}. \quad (6)$$

Исследования в области моделирования процесса пучения пород почвы, основанные на бифуркационной гипотезе [1], позволили сделать следующие обобщения в части геомеханических параметров характерных зон, вовлеченных в активный процесс перемещения в сторону выработки, в соответствии с которыми величина $R'_L \approx 1,5R_0$, а величина $R'_n \approx R_0$. Тогда выражение (6) может после преобразований быть представлено в следующем виде:

$$\beta = 1 + \frac{nh_n}{R_0}. \quad (7)$$

Так, при $n = 1$, $\beta = 1,12$, что совпадает с предположениями А. Лабасса [2] и других исследователей.

Процесс пучения носит ярко выраженный временной характер, т.е. $\beta = \beta(T)$, где T – время. Это находит свое отражение в количестве подрывов, распределенных во времени. В общем виде зависимость β от числа подрывов является линейной, что подтверждается примерно равными интервалами времени между подрывками. Она приведена на рис. 3.

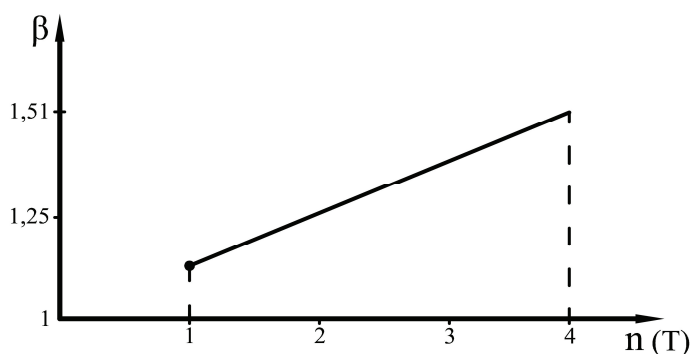


Рисунок – 3 Зависимость коэффициента пластического разрыхления пород от числа подрывов

ВЫВОДЫ.

1. Поставлена и решена задача о величине коэффициента пластического разрыхления пород в приконтурной зоне выработки с пучащей почвой.
2. Установлена зависимость величины коэффициента пластического разрыхления от числа подрывов почвы в выработке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Король А.Ю. Закономерности деформирования приконтурного массива в окрестности одиночной выработки при вспучивании пород почвы / А.Ю. Король

// Геотехнічна механіка: Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – 2014. – № 115. – С. 170–175.

2. Механика горных пород: учебник / А.Н. Шашенко, В.П. Пустовойтенко. – К.: Новий друк, 2004. – 400 с.

ESTIMATION VALUE OF DEGREE OF FRAGMENTATION MARGINAL AREA ROCKS IN MINE WORKING WITH SOIL HEAVING

A. Smirnov

Donbass Fuel-Energy Company

vul. Chelyuskincev, 161, Donetsk, 83001, Ukraine. E-mail: smirnovav@dtek.com

Large deformations of rocks soil are one of the main reasons that reduce the stability of underground workings. This increases the cost of exploitation and the cost of extracting minerals. This problem is particularly acute indicated in the coal mines, which are working at great depths. The main factor that contributes to soil heaving rocks, is the level of stress that operate in the marginal rock mass. Under their action rocks are plastically loosened and moved into excavation with the formation of plastic range of stress. To estimate the parameters of elastoplastic state of rock mass accommodating excavation, knowledge of the coefficient of dilatation, or coefficient of the plastic loosening are needed. Terms of reference for its definition and a quantitative value are given.

Key words: heaving rocks, excavation, plasticity, coefficient of dilatancy, plastic loosening.

REFERENCES

1. Korol' A.Yu. (2014) "Legitimacies of the marginal deformation of marginal area rocks around single excavation with soil heaving", *Geotechnical Engineering: Institute of Geotechnical Mechanics. M.S. Polyakov NAS of Ukraine*, no 115, pp. 170–175.

2. Shashenko, A.N. and Pustovoytenko, V.P. (2004) *Mekhanika gornyx porod* [Mechanics of Rock], Tutorial for high school, Novyy druk, Kiev, Ukraine.

Стаття надійшла 24.11.2014.

УДК 622.831.322

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЕРЕЖАЮЩИХ СКВАЖИН ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

С. П. Минеев

Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова

ул. Симферопольская, 2а. г. Днепропетровск, Украина.

E-mail: sergmineev@gmail.com

А. В. Никифоров, Р. М. Богоудинов, М. Ф. Рыжков, А. А. Черниговцева

Макеевский научно-исследовательский институт

ул. Лихачева, 60, г. Макеевка, Донецкой обл., Украина.