

**О ПАРАМЕТРАХ МЕХАНИЧЕСКОГО ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ
ВЫДАВЛИВАНИЮ ПОРОД ПОЧВЫ**

Аналитически установлена зависимость значения достаточного механического противодействия от основных влияющих факторов, влияющих на интенсивность выдавливания пород почвы выемочной выработки.

В результате проведенной опытно-промышленной проверки нового способа снижения пучения почвы выемочной выработки нами была установлена принципиальная возможность применения механического предотвращения выдавливания почвы посредством приложения на почву выработки некоторой пригрузки [1].

Для выявления характера распределения напряжений в породах почвы и определения силовых параметров процесса выдавливания почвы выработок при применении способа механического противодействия были проведены аналитические исследования этого процесса, в результате чего установлен характер изменения напряжений в породах почвы выработки в пределах зоны разрушенных пород в зависимости от удаления вглубь массива от контура почвы выработки с учетом основных влияющих факторов [2].

Полученная зависимость имеет следующий вид:

$$\sigma_x = \sigma_n \cdot \left[\frac{\left(\frac{x+h/2}{h/2} \right)^2 + (R_\sigma - R_0)^2}{\left(\frac{h}{2} \right)^2 + (R_\sigma - R_0)^2} \right]^{\frac{\beta k_{max} \cdot (R_\sigma - R_0)}{2\pi k_0 \cdot R_0}} + \frac{\gamma_n \beta f k_{max}}{\pi k_0^2 \cdot R_0} \cdot \left[\frac{\left(x+h/2 \right)^2}{\left(R_\sigma - R_0 \right)^2} + 1 \right]^{\frac{\beta k_{max} \cdot (R_\sigma - R_0)}{2\pi k_0 \cdot R_0}} \cdot \left[\frac{\pi k_0 \cdot R_0 \cdot x}{\beta f k_{max}} - \frac{1}{6} \cdot \frac{\left[\left(x+h/2 \right)^3 - \left(h/2 \right)^3 \right]}{\left(R_\sigma - R_0 \right)} + \frac{1}{20} \cdot \frac{\left[\left(x+h/2 \right)^5 - \left(h/2 \right)^5 \right]}{\left(R_\sigma - R_0 \right)^3} + \frac{\beta f k_{max}}{40\pi k_0} \cdot \frac{\left[\left(x+h/2 \right)^5 - \left(h/2 \right)^5 \right]}{R_0 \cdot \left(R_\sigma - R_0 \right)^2} \right] \quad (1)$$

где σ_n – напряжения на поверхности почвы выработки возникающие за счет противодействия выдавливанию пород почвы, МПа; x – расстояние от поверхности почвы до рассматриваемой точки, м; h – высота горной выработки, м; R_σ – размер зоны разрушенных пород в боках выработки, м; R_0 – половина ширины выработки, м; β – коэффициент бокового давления ($\beta = \tan^2(\pi/4 - \varphi/2)$, где φ – угол внутреннего трения, рад.); f – коэффициент трения пород, k_{max} , k_0 – коэффициенты концентрации напряжений, возникающие на границе зоны разрушенных пород и зоны, в пределах которой породы не участвуют в процессе дискретизации, соответственно в боках и в почве выработки; γ_n – объемный вес пород почвы выработки, т/м³.

Из выражения (1) следует:

$$\sigma_n = \left[\frac{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + (R_\sigma - R_0)^2}{\left(x + \frac{h}{2}\right)^2 + (R_\sigma - R_0)^2} \right]^{\frac{\beta k_{\max} (R_\sigma - R_0)}{2\pi k_0 \cdot R_0}} \cdot \left[\sigma_x - \frac{\gamma_n \beta f k_{\max}}{\pi k_0^2 \cdot R_0} \cdot \left[\frac{\left(\frac{h}{2}\right)^2}{(R_\sigma - R_0)^2} + 1 \right]^{\frac{\beta k_{\max} (R_\sigma - R_0)}{2\pi k_0 \cdot R_0}} \right. \\ \left. \cdot \left[\frac{\pi k_0 \cdot R_0 \cdot x}{\beta f k_{\max}} - \frac{1}{6} \cdot \frac{\left[(x + \frac{h}{2})^3 - \left(\frac{h}{2}\right)^3\right]}{(R_\sigma - R_0)} + \frac{1}{20} \cdot \frac{\left[(x + \frac{h}{2})^5 - \left(\frac{h}{2}\right)^5\right]}{(R_\sigma - R_0)^3} + \frac{\beta f k_{\max}}{40\pi k_0} \cdot \frac{\left[(x + \frac{h}{2})^5 - \left(\frac{h}{2}\right)^5\right]}{R_0 \cdot (R_\sigma - R_0)^2} \right] \right] \quad (2)$$

Так как $\sigma_x = k_0 \gamma H$, получим:

$$\sigma_n = \left[\frac{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + (R_\sigma - R_0)^2}{\left(x + \frac{h}{2}\right)^2 + (R_\sigma - R_0)^2} \right]^{\frac{\beta k_{\max} (R_\sigma - R_0)}{2\pi k_0 \cdot R_0}} \cdot \left[k_0 \gamma H - \frac{\gamma \beta f k_{\max}}{\pi k_0^2 \cdot R_0} \cdot \left[\frac{\left(\frac{h}{2}\right)^2}{(R_\sigma - R_0)^2} + 1 \right]^{\frac{\beta k_{\max} (R_\sigma - R_0)}{2\pi k_0 \cdot R_0}} \right. \\ \left. \cdot \left[\frac{\pi k_0 \cdot R_0 \cdot x}{\beta f k_{\max}} - \frac{1}{6} \cdot \frac{\left[(x + \frac{h}{2})^3 - \left(\frac{h}{2}\right)^3\right]}{(R_\sigma - R_0)} + \frac{1}{20} \cdot \frac{\left[(x + \frac{h}{2})^5 - \left(\frac{h}{2}\right)^5\right]}{(R_\sigma - R_0)^3} + \frac{\beta f k_{\max}}{40\pi k_0} \cdot \frac{\left[(x + \frac{h}{2})^5 - \left(\frac{h}{2}\right)^5\right]}{R_0 \cdot (R_\sigma - R_0)^2} \right] \right] \quad (3)$$

где γ – объемный вес пород вышележащей толщи, т/м³; H – глубина расположения выработки, м.

В результате факторного анализа для условий, в которых находятся выемочные выработки пласта с₁₁ шахты «Южнодонецкая» №3 в соответствии с выражениями (2), (3) были получены зависимости величины противодействия выдавливанию пород почвы горных выработок от ряда факторов (рис. 1 - 3).

Установлена зависимость необходимого усилия, компенсирующего выдавливание пород почвы горной выработки от таких факторов, как: размера зоны разрушенных пород в боках и почве выработки; размера выработки; объемного веса пород почвы выработки и толщи пород, залегающей выше выработки; глубины расположения выработки; коэффициентов бокового давления и трения пород; коэффициентов концентрации напряжений, которые возникают на границе зоны разрушенных пород и зоны в боках и почве выработки.

Для условий выемочных выработок пласта с₁₁ шахты «Южнодонецкая» №3 при увеличении размеров зоны разрушенных пород в почве выработки x на 20 % величина необходимого противодействия выдавливанию пород почвы горных выработок σ_n уменьшается на 4 %. Величина необходимого противодействия выдавливанию для полного исключения этого процесса может быть почти на порядок меньше геостатического напряжения γH . Уменьшение величины γH на 10 %

сопровождается уменьшением σ_n на 11 %. При увеличении объемного веса пород почвы γ_n и коэффициентов β, f , и k_{max} на 10 % σ_n уменьшается на 1 %, а при увеличении коэффициента k_0 на 10 % величина необходимого противодействия увеличивается на 12,4 %. Изменение высоты и ширины выработки на 10 % повлияет на изменение σ_n не более, чем на 0,2 %.

Таким образом, получена зависимость позволяющая проанализировать процесс выдавливания пород почвы горных выработок и определить для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий величину необходимого противодействия процессу выдавливания для его частичного или полного исключения.

Библиографический список

1. Соловьев Г.И., Негрей С.Г., Кублицкий Е.В. Опытная промышленная проверка способа локализации выдавливания пород почвы // Геотехнологии на рубеже XXI века – Донецк – ДУНПГО. – 2001. – С.63-68.
2. Соловьев Г.И., Негрей С.Г., Гирин В.С., Кублицкий Е.В. О напряженном состоянии почвы горных выработок // Физические процессы горного производства– Донецк – ДонФТИ.– 2001. – №4. – находится в печати.

© Бондаренко Ю.В., Соловьев Г.И., Негрей С.Г.

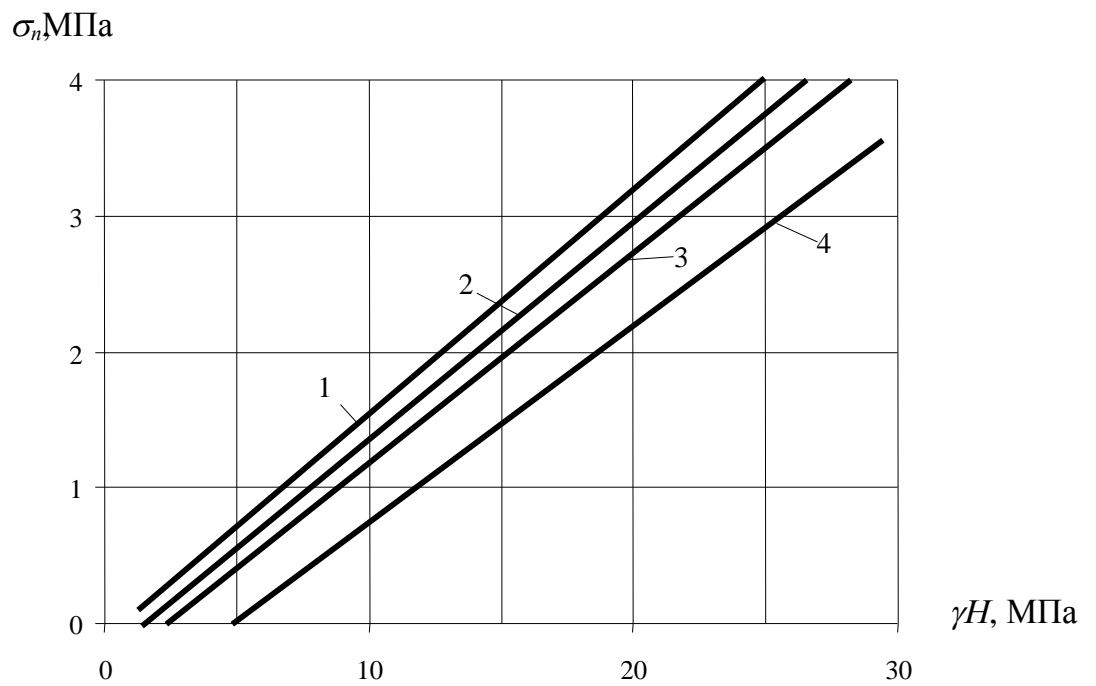


Рисунок 1 График зависимости величины противодействия выдавливанию пород почвы горных выработок σ_n от величины геостатического напряжения γH при x равном 1, 2, 3 и 5 метров, соответственно 1,2,3,4.

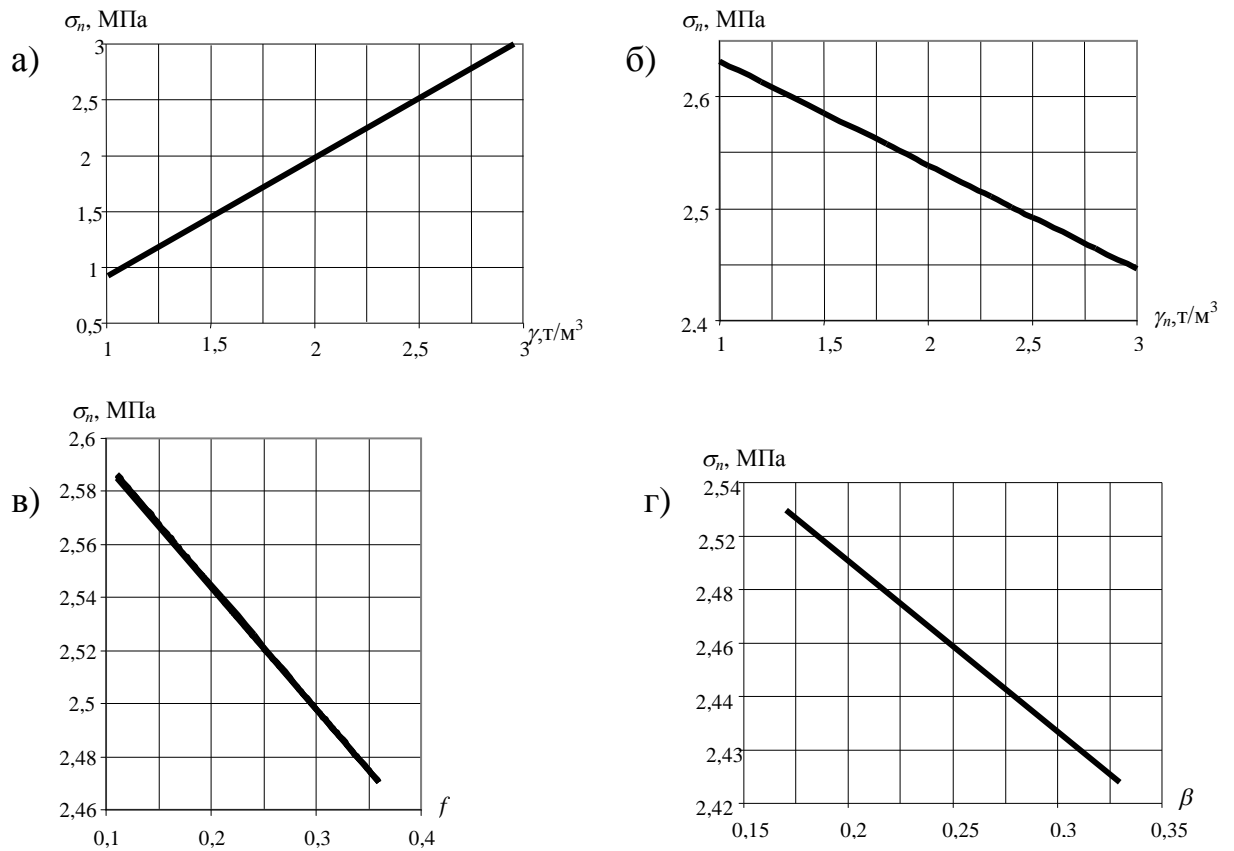


Рисунок 2 Графики зависимости величины противодействия выдавливанию пород почвы горных выработок σ_n от: а- объемного веса пород вышележащей толщи γ ; б- объемного веса пород почвы выработки γ_n ; в- коэффициента трения пород f ; г- коэффициента бокового давления β

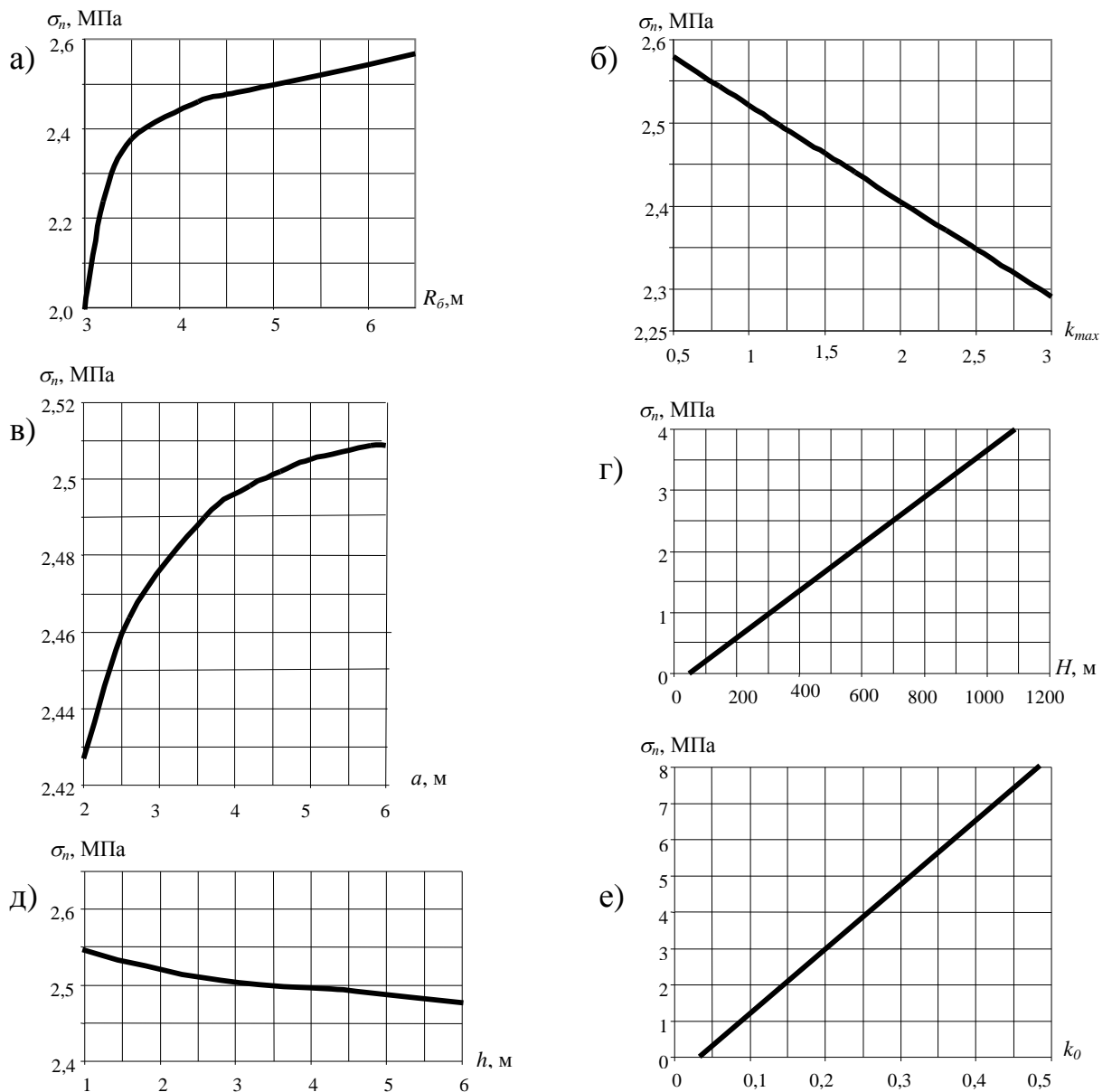


Рисунок 3 Графики зависимости величины противодействия выдавливанию пород почвы горных выработок σ_n от: а- размера зоны разрушенных пород в боках выработки R_{δ} ; б- коэффициента концентрации напряжений в боках выработки k_{max} ; в- половины ширины выработки R_0 ; г- глубины работ H ; д- высоты выработки h ; е- коэффициента концентрации напряжений в почве выработки k_0