

$$7 - \sigma_z(x) = \begin{cases} (A_0 + A_1 \cdot x + A_2 \cdot x^2) \cdot x^2 & 0 \leq x \leq l \\ \sigma_z^\infty + \frac{B_3}{x^3} + \frac{B_4}{x^4} + \frac{B_5}{x^5} & l \leq x < \infty \end{cases}$$

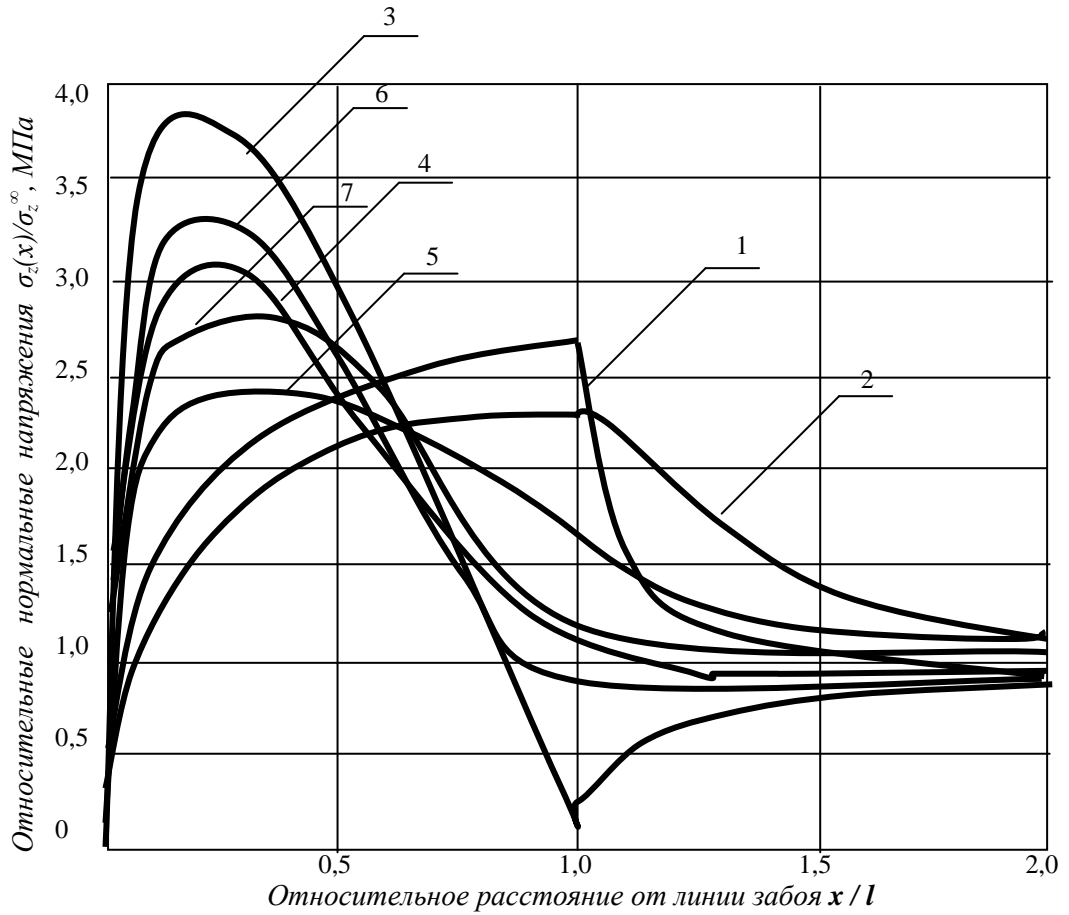


Рис.1. Распределение опорного давления по длине забоя в зависимости от выбора числа членов разложения ($E = 0,3$; $a/l = 1$)

Большее число членов разложения не дает существенного уточнения. В качестве примера укажем систему уравнений, отвечающих, например, седьмой кривой (рис.1):

$$\left\{ \begin{aligned} a \cdot \sigma_z^\infty &= \frac{A_0}{E+1} \cdot l^{E+1} + \frac{A_1}{E+2} \cdot l^{E+2} + \frac{A_2}{E+3} \cdot l^{E+3} + \frac{B_3}{2l^2} + \frac{B_4}{3l^3} + \frac{B_5}{4l^4} \\ -\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot \sigma_z^\infty &= \frac{A_0}{E+2} \cdot l^{E+2} + \frac{A_1}{E+3} \cdot l^{E+3} + \frac{A_2}{E+4} \cdot l^{E+4} + \frac{B_3}{l} + \frac{B_4}{2l^2} + \frac{B_5}{2l^3} \\ A_0 \cdot l^E + A_1 \cdot l^{E+1} + A_2 \cdot l^{E+2} &= \sigma_z^\infty + \frac{B_3}{l^3} + \frac{B_4}{l^4} + \frac{B_5}{l^5} \\ E \cdot A_0 \cdot l^{E-1} + (E+1) \cdot A_1 \cdot l^E + (E+2) \cdot A_2 \cdot l^{E+1} &= \frac{3B_3}{l^4} - \frac{4B_4}{l^5} - \frac{5B_5}{l^6} \\ E \cdot (E-1) \cdot A_0 \cdot l^{E-2} + (E+1) \cdot E \cdot A_1 \cdot l^{E-1} + (E+2) \cdot (E+1) \cdot A_2 \cdot l^2 &= \\ &= \frac{12B_3}{l^5} + \frac{20B_4}{l^6} + \frac{30B_5}{l^7} \\ E \cdot (E-1) \cdot (E-2) \cdot A_0 \cdot l^{E-3} + (E+1) \cdot E \cdot (E-1) \cdot A_1 \cdot l^{E-3} + \\ + (E+2) \cdot (E+1) \cdot E \cdot A_2 \cdot l^{E-1} &= -\frac{60B_3}{l^6} - \frac{120B_4}{l^7} - \frac{210B_5}{l^8} \end{aligned} \right.$$

Получена система шести уравнений с шестью неизвестными, решение которой выполняется с применением компьютера.

Сами кривые по мере увеличения числа членов разложения, сходятся к некоторой результирующей кривой – стационарному решению (рис. 2).

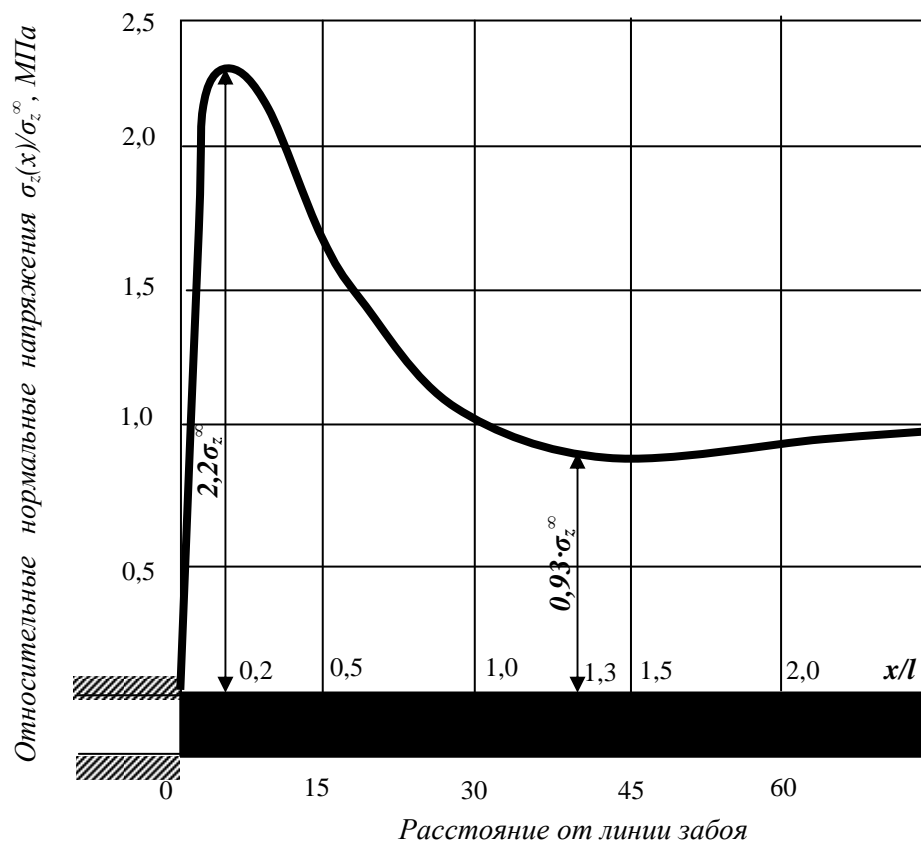


Рис.2 График функции опорного давления

Расстояние от забоя до зоны с природными напряжениями удобно выражать величиной, которая выступает в качестве характерного размера – ширины зоны опорного давления.

В качестве исходного примера рассмотрим график функции опорного давления, построенный в относительно безразмерном масштабе x/l при $E = 0,3$; $a/l = 1$, представленный на рис. 2. Безразмерный масштаб выбран для удобства, поскольку величина l , совпадающая практически с шириной зоны опорного давления, является независимой переменной. Такой же

независимой переменной является размер выработанного пространства a и принимается, что отношение $a/l = 1$. Для сопоставления относительных и абсолютных единиц на рис. 2 указана ось Ox , задаваемая в абсолютных единицах при ширине зоны опорного давления $l = 30$ м. Анализ данных рис. 2 показывает, что максимум опорного давления, равный $2,2 \cdot \sigma_{yy}^{\infty}$, расположен в точке $x/l = 0,2$ или при $x = 6,0$ м.

В точке $x/l = 1$ напряжения становятся равными напряжениям нетронутого массива, а затем при увеличении x убывают и достигают минимального значения $\sigma_{yy} = 0,93 \cdot \sigma_{yy}^{\infty}$ в точке $x/l = 1,3$ (или при $x = 39$ м). При дальнейшем увеличении x функция опорного давления возрастает, и напряжения $\sigma_{yy}(x)$ асимптотически приближаются к напряжениям нетронутого массива.

Таким образом, за зоной повышенного горного давления, впереди линии очистного забоя, имеет место зона пониженных напряжений нетронутого массива, что отражает реальные условия нагружения угольного пласта нависающим массивом.

Отметим, что изменение отношения a/l происходит неоднозначно. Собственно размер зоны опорного давления зависит как от соотношения физико-механических характеристик кровли и пласта, так и от размеров разгруженного пространства. Поэтому при достаточно широкой вариации величины a изменение отношения a/l может происходить незначительно. В то же время в экстремальных горно-геологических ситуациях, таких как геологические нарушения, образование специфической геометрической конфигурации выработанного пространства и пространственного сочетания очистных и подготовительных выработок при разработке свит пластов, возможны резкие изменения отношения a/l , приводящие к газодинамическим явлениям.

Таким образом, сформулированные условия достаточны для построения функции опорного давления, не зависящей в явном виде от физико-механических свойств пород и угольного пласта. Развитый подход позволяет получить практические рекомендации по управлению напряженным состоянием угольного пласта, не прибегая к сложным вычислениям, а используя качественные характеристики.

Список литературы.

1. **Иванов И.Ф.** Управление горным давлением в лавах крутых пластов Донбасса.- Донецк: Донбасс, 1972,-67с.
2. **Булат А.Ф., Курносоев А.Т.** Управление геомеханическими процессами при отработке угольных пластов. – К.: Наукова думка, 1987. – 200 с.
3. Вопросы управления горным давлением на тонких крутых пластах Донбасса. / **В.Г. Александров, А.В. Аксенов, Н.А. Алышев.** Под. ред. **А.Д. Алексева.** – Донецк: Лебедь, 1998. - 288 с.