

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ВЕКТОРОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ГРАНИЦ ЗОН ПОВЫШЕННОГО ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПЛАСТАХ, СКЛОННЫХ К ДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ

Кольченко И. Е., Шахова Я. И. студенты гр. ГМс-131, V курс

Научный руководитель: Т.Б. Рогова, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Расчет и построение зон повышенного горного давления (ПГД) от целиков и краевых частей, возникающих при разработке угольных пластов, производится в соответствии со специальными нормативно-методическими документами [1, 2].

В 2017 году введено в действие Руководство по безопасности [2], в котором помимо графического метода построения зон ПГД на пластах, склонных к динамическим явлениям, основанного на построениях вертикальных разрезов, перпендикулярных целикам и краевым частям, представлен новый аналитический метод – метод векторов.

При построении зон ПГД методом векторов вычисляются величины смещений границ зон ПГД на уровне отрабатываемых пластов свиты относительно проекции целиков и краевых частей выработанных пространств, находящихся на ранее отработанных пластах свиты [2].

Для этого на построенных проекциях целиков и краевых частей устанавливают точки, в которых будут рассчитываться векторы смещений границ зон ПГД: на линейных участках не реже чем через 100 м, в угловых точках и в точках перегиба. Для каждой намеченной точки определяют ширину прилегающего выработанного пространства a , глубину залегания пласта H , нормальную вынимаемую мощность угольного пласта m , угол падения пласта α , нормальную мощность междупластья h .

По перечисленным горно-геологическим параметрам устанавливают углы защиты δ , дальности влияния зон ПГД в кровлю d_1 и в почву d_2 , а также ширину опорного давления l .

Размеры векторов смещения зон ПГД (рис. 1) в кровлю G_{kn} (на падение) и G_{kv} (на восстание) рассчитывают по следующим формулам:

– при условии залегания угольных пластов в зоне, где $h_1 \leq 0,5d_1$:

$$G_{kn} = h_1 \frac{\cos(\delta_2 - \alpha)}{\sin \delta_2}; \quad (1)$$

$$G_{kv} = h_1 \frac{\cos(\delta_1 - \alpha)}{\sin \delta_1}; \quad (2)$$

– при условии залегания угольных пластов в зоне, где $0,5d_1 \leq h_1 \leq d_1$:

$$G_{kn} = d_1 \frac{\cos(\delta_2 - \alpha)}{2 \sin \delta_2} + (h_1 - 0,5d_1) \sin \alpha; \quad (3)$$

$$G_{kv} = d_1 \frac{\cos(\delta_1 + \alpha)}{2 \sin \delta_1} - (h_1 - 0,5d_1) \sin \alpha. \quad (4)$$

Размеры векторов смещения зон ПГД в почву G_{pn} (на падение) и G_{pv} (на восстание) рассчитываются по следующим формулам:

– при условии залегания угольных пластов в зоне, где $h_2 \leq 0,5d_2$:

$$G_{pn} = h_2 \frac{\cos(\delta_4 + \alpha)}{\sin \delta_4}; \quad (5)$$

$$G_{pv} = h_2 \frac{\cos(\delta_3 - \alpha)}{\sin \delta_3}; \quad (6)$$

– при условии залегания угольных пластов в зоне, где $0,5d_2 \leq h_2 \leq d_2$:

$$G_{pn} = d_2 \frac{\cos(\delta_4 + \alpha)}{2 \sin \delta_4} - (h_2 - 0,5d_2) \sin \alpha; \quad (7)$$

$$G_{pv} = d_2 \frac{\cos(\delta_4 - \alpha)}{2 \sin \delta_4} + (h_2 - 0,5d_2) \sin \alpha. \quad (8)$$

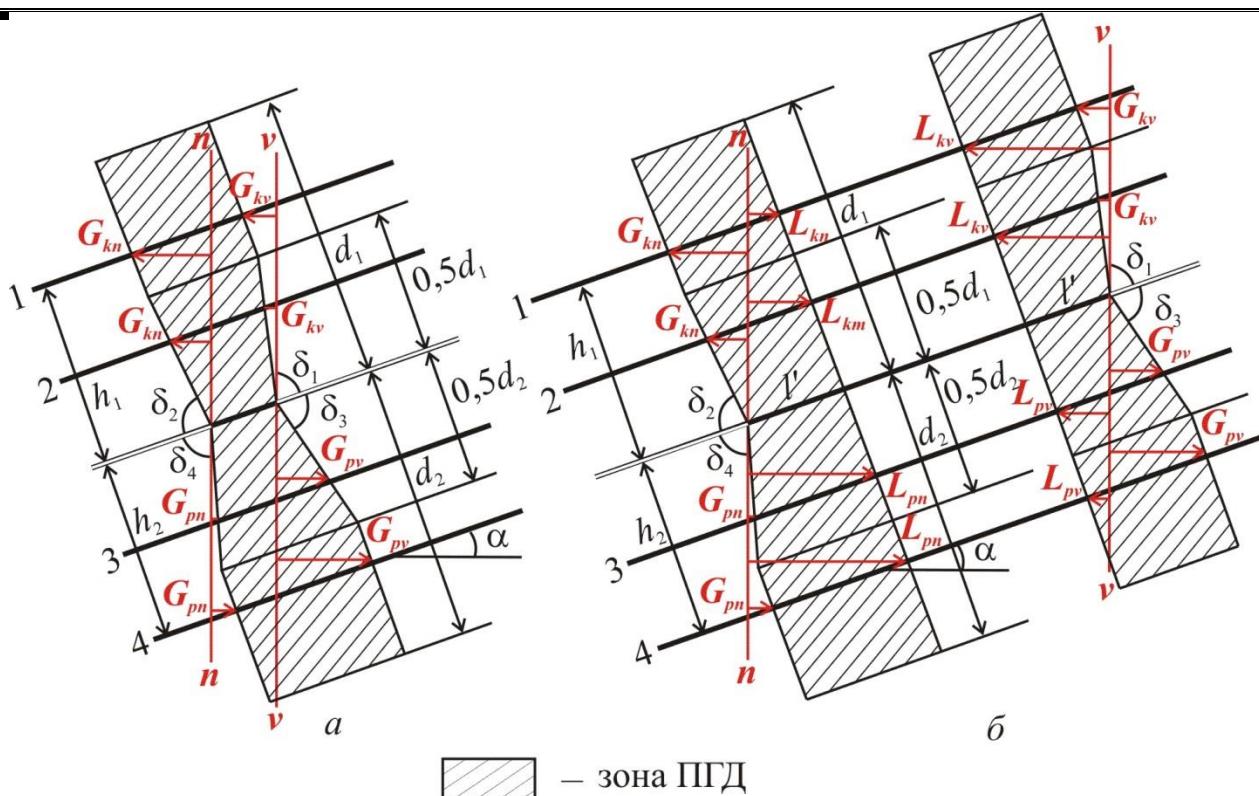


Рис. 1. Схема определения размеров векторов смещения зон ПГД: *a* – от целика; *б* – от краевой части; 1, 2 и 3, 4 – угольные пласти соответственно в кровлю и почве влияющего пласта

Рассчитанные по формулам (1) – (8) векторы смещения границ зон ПГД переносят на планы горных работ. Линия, соединяющая векторы смещения на планах горных работ, является границей зоны ПГД на отрабатываемом пласте.

При построении зоны ПГД от краевой части в Руководстве [2] размеры векторов в сторону массива не определены, поэтому в данной работе путем геометрических построений зон ПГД от краевых частей выведены следующие формулы:

– при построении зон ПГД в кровлю влияющего пласта:

$$L_{kn} = l' \cos \alpha - h_1 \operatorname{tg} \alpha \cos \alpha; \quad (9)$$

$$L_{kv} = l' \cos \alpha + h_1 \operatorname{tg} \alpha \cos \alpha; \quad (10)$$

– при построении зон ПГД в почву пласта

$$L_{pn} = l' \cos \alpha + h_2 \operatorname{tg} \alpha \cos \alpha; \quad (11)$$

$$L_{pv} = l' \cos \alpha - h_2 \operatorname{tg} \alpha \cos \alpha. \quad (12)$$

Для сравнения двух способов построения зон ПГД строим вертикальные разрезы по линиям, перпендикулярным к границам целиков и краевых частей влияющих пластов (P_1 и P_3 на рис. 2), на которых показываем

границы зон ПГД в массиве (контур 1-2-3-4) и на разрабатываемом пласте P_2 ($1'-2'$).

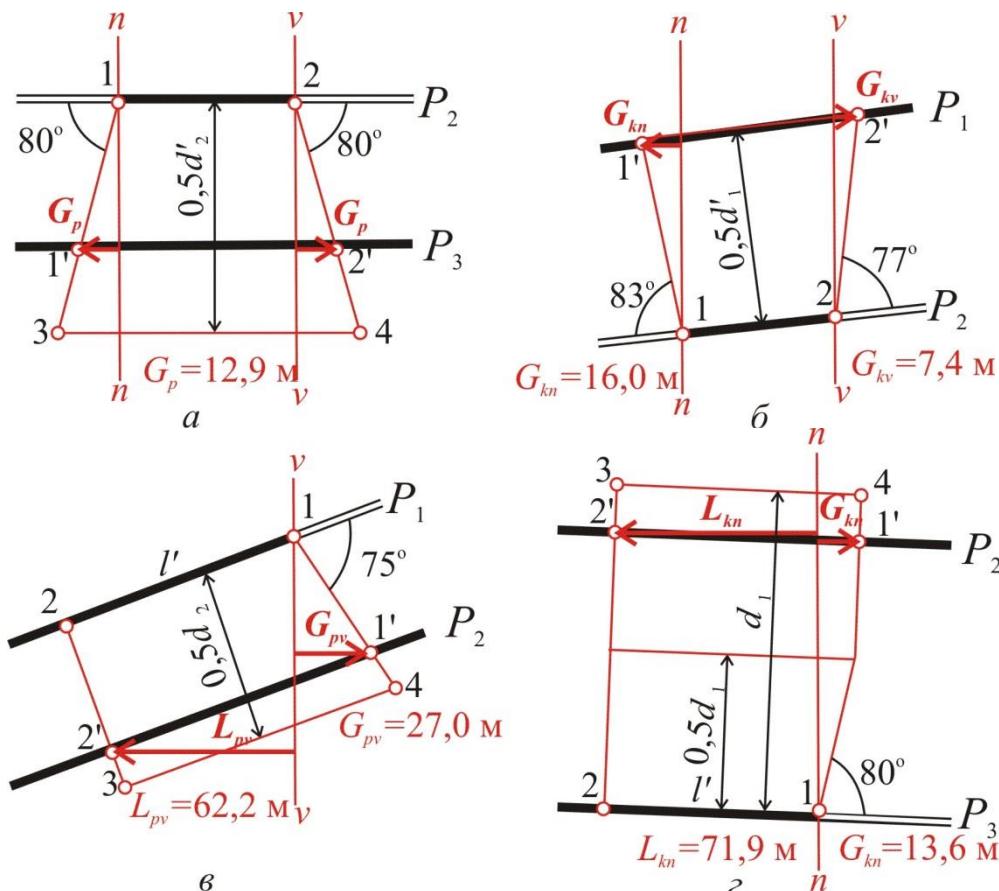


Рис. 2. Построение зоны ПГД: *a, б* – от целика; *в, г* – от краевой части

На разрезах получаем размеры векторов. Например, для целика (рис. 2, *a*) $G_p = 12,9$ м; для целика (рис. 2, *б*) $G_{kn} = 16,0$ м, $G_{kv} = 7,4$ м.

Рассчитываем размеры векторов смещения зон ПГД по формулам (1) – (12): для перпендикулярного целика $G_p = 12,9$ м; для параллельной краевой части (при $\alpha=20^\circ$) по формулам (8), (11) $G_{pv} = 27$ м, $L_{pv} = 62,2$ м.

Многократные расчеты векторов и сопоставление их с графическими построениями при условии плоскостного залегания свиты пластов, выдержанности угла падения пластов и мощности междуупластья позволяют сделать вывод о том, что данные методики дают практически одинаковые результаты (табл. 1, строки 1–14). Максимальное расхождение в векторах при этом составило 1 м.

Таблица 1

Сравнение значений способов графического и векторного

Вертикальный разрез	Вектор смещения зоны ПГД, м		Расхождение между векторами, м
	при графическом способе	при векторном способе	
1	2,6	2,5	0,1
2	25,9	25,8	0,1
3	3,9	3,3	0,6
4	24,5	23,5	1,0

5	13,5	14,4	-0,9
6	77,7	78,2	-0,5
7	3,5	3,0	0,5
8	68,3	67,6	0,7
9	80,8	81,6	-0,4
10	7,6	6,4	1,2
11	16,0	16,8	-0,8
12	7,4	7,0	0,4
13	13,6	14,5	-0,9
14	71,9	70,7	1,2
15	0,1	5,0	-4,9
16	26,9	33,3	-6,4

Среднее расхождение между векторами составляет 0,66 м, среднее квадратическое расхождение – 0,77 м. В качестве допустимого расхождения можно принять величину 0,1l – размер целика, при котором зоны ПГД не возникают. Для проверяемых условий (глубинах 200–300 м и вынимаемых мощностях пластов 3–5 м) полученные расхождения не превышали допустимые.

При несовпадении углов падения разрабатываемого и влияющего пластов на 3–5° расхождение в векторах составляет уже 5–6,5 м (рис. 3).

Следовательно, применение векторного метода при построении границ зон ПГД на пластах с невыдержаными элементами залегания, а тем более при складчатом залегании пластов может привести к заниженным размерам зон ПГД, поэтому использование его в качестве одного метода не допустимо.

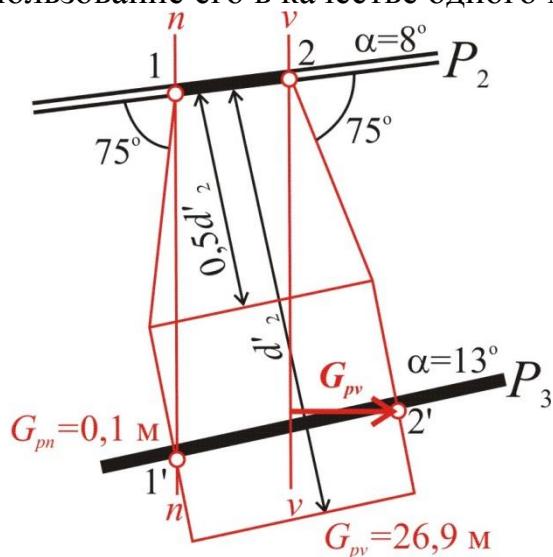


Рис. 3. Построение зоны ПГД от целика при несовпадении углов падения разрабатываемого и влияющего пластов

Метод векторов – новый метод построения зон повышенного горного давления на склонных к динамическим явлениям угольных пластах, который изложен в Приложении 8 Руководства [2].

Выполненные построения границ зон ПГД позволили выявить следующие недостатки метода:

– без предварительного построения вертикальных разрезов невозможно определить параметры, необходимые для расчета размеров векторов по формулам (1) – (12);

– при не параллельности пластов более чем на 5° границы зон ПГД, построенные методом векторов, существенно расходятся с методом вертикальных разрезов;

– существует неопределенность при определении направления векторов, разрешить которую без предварительного построения вертикальных разрезов невозможно.

Следовательно, на данный момент векторный метод можно использовать лишь в качестве контроля метода вертикальных разрезов. Представляется возможным при дальнейшем усовершенствовании метода использовать его при автоматизированном построении границ зон ПГД.

Список литературы

1. Положение о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах // Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль : Сборник документов. Серия 07. Выпуск 8 / колл. авт. – М. : ЗАО НТЦ ПБ, 2010. – С. 66–101.
2. Руководство по безопасности «Рекомендации по безопасному ведению горных работ на склонных к динамическим явлениям угольных пластиах». – Утв. приказом Ростехнадзора от 21.08.2017 № 327.