

## ВЛИЯНИЕ ЗОН ПОВЫШЕННОГО ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ПРОЯВЛЕНИЙ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ЛАВАХ

в.п.н. Жигленок Д.М. (ПО «Дзержинскуголь»), к.т.н. Пигаленко Е.И.,  
док. Воротнича В.В. (Институт физики горных процессов НАН Украины)

Обработка угольных пластов крутого падения зачастую осложнена влиянием на горные выработки целиков или краевых частей соседних пластов, которые образуют зоны повышенного горного давления (ЗПГД). В этих зонах наиболее часто происходят обрушения пород кровли, повышается давление на крепь выработки и опасность проявлений газодинамических явлений. Наиболее опасной является ситуация, когда происходит наложение нескольких зон от разных пластов и образуются, так называемые, сложные зоны. Достаточно неизученным является вопрос о дальности влияния пластов, поскольку в состав междупластья входят различные по мощности слои гониманитов и известняков, обладающие экранирующим эффектом [1-3].

Для проведения шахтных исследований были выбраны два экспериментальных участка: на шахте им. В.И. Ленина ПО «Артемуголь» по пласту  $I_7^{1-n}$  «Киричевка» гор.850 м, комбайновая лава и на шахте им. П.А. Пятова ПО «Артемуголь» по пласту  $m_3$  гор.750 м.

На рис. 1а представлена горнотехническая ситуация по пласту  $I_2^{1-n}$  и соседним пластам с построенными ЗПГД от краевой части пласта  $I_3$  и от заключенного забоя по пласту  $I_4$ , а на рис. 1 б – по пласту  $m_3$  с построенными зонами ПГД от краевых частей соседних пластов.

Данные по геологическим и горнотехническим условиям на участках наблюдений приведены в табл.1

При проведении исследований в очистных забоях в условиях перехода из зон сложных зон ПГД проводился следующий комплекс наблюдений:

определялись величины и скорости сближения боковых пород в выработках одновременно в ЗПГД и вне зоны;

определялись величины и скорости сближения боковых пород и деформации крепи при испытаниях новых видов крепи скатов;

оценивалась степень влияния ЗПГД на крепь очистных и подготовительных выработок.

Средства и методы наблюдений и измерений подробно описаны в «Методических указаниях...» [1].

*Исследования на шахте им.В.И. Ленина.*

Схема заложения замерных станций представлена на рис. 2. Замерные станции были заложены в комбайновой части лавы – в районе ЗПГД от краевой части пласта  $I_3$  в 20 м от вентиляционного штрека. В районе ЗПГД от остановленного очистного забоя по пласту  $I_5$  были заложены три станции – во 2 м отступе, в нижней печи и откаточном штреке. Помимо этого, в трех первых

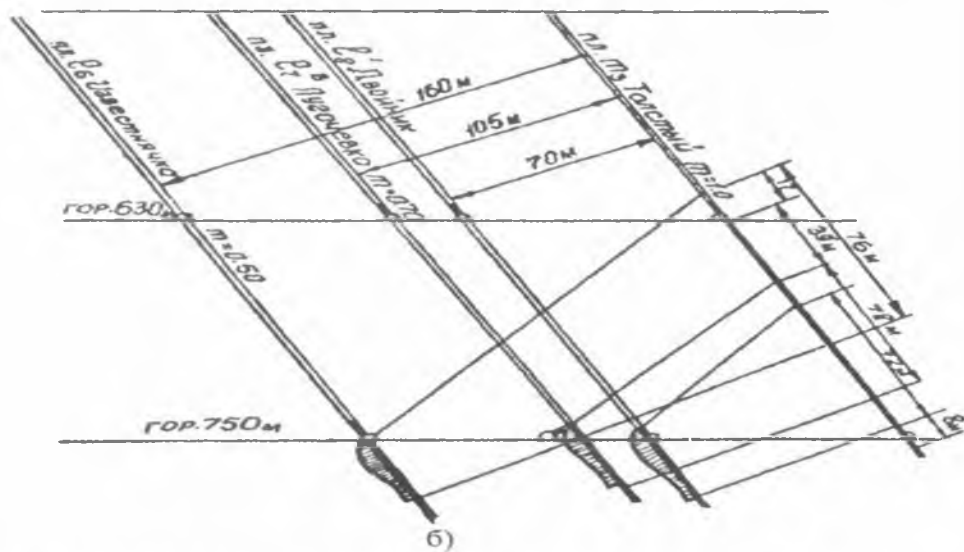
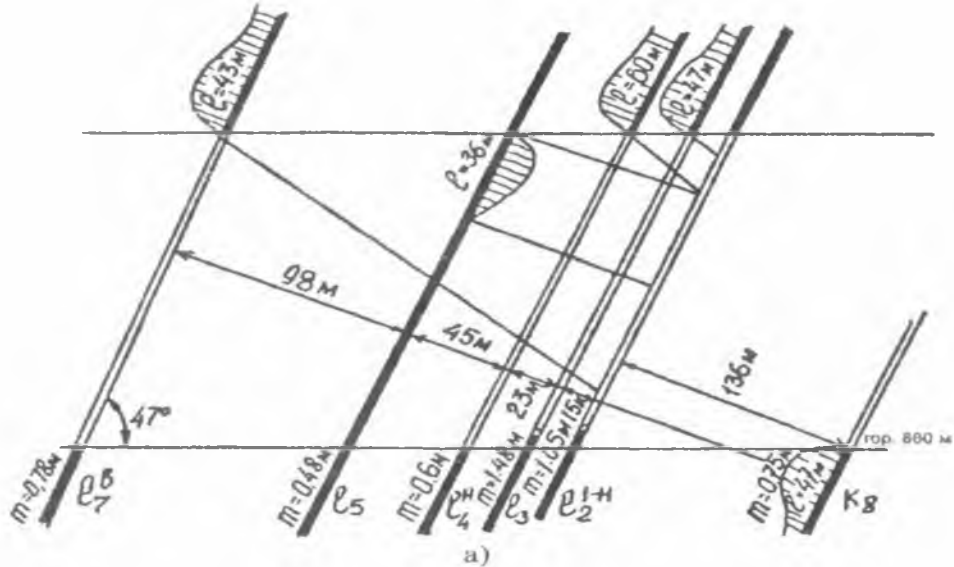


Рис. 1. Горнотехническая ситуация с построенными ЗИГД: а) по пласту  $I_2^{1-0}$ ; б) пласту  $m_3$ .

Таблица 1. Горно-геологические условия разработки выделенной промывной угольной залежи в условиях и геологических выработках при наличии ИИД

№ п/п	Наименование шахты, объединения, глубина разработки	Символ пласта, мощность, угол падения	Вид выработки	Состав и характеристика боковых пород		Примечание
				кровля	почва	
1.	им. В.И.Ленина, ПО "Артемуголь", 750-860 м	$l_2^{1-н}$ , 1,65 м, 45-47°	Комбайновая лава	Среднезернистый песчаник (17,5 м) устойчивый, не слоистый, трещинами разбит на блоки.	Глинистый сланец (0,65 м), слоистый, слоистый, трещиноватый, не устойчивые, склонные к сползанию.	V класс боковых пород по ДОНУГИ
2.	им. Н.А.Изотова, ПО "Артемуголь", 630-750 м	$m_3$ , 1,12 м, 59-61°	Вентиляционный скат	Сланец песчано-глинистый, тонкослоистый со слабой послойной связью, трещиноватый, с зернами скольжения, склонен к внезапному обрушению на мощность до 1 м, слабоустойчивый (2,5 м); сланец песчано-тонкослоистый с послойной связью средней прочности, трещиноватый, средней устойчивости (2,2-2,7 м); песчаник слоистый, крепкий, трещиноватый (0,3-2,8 м); сланец песчаный (0,2-3,9 м)	Сланец песчано-глинистый, темно-серый, слабоустойчивый (0,2-0,85 м); сланец песчаный тонкослоистый с примазками угля (0,6-0,7 м)	III класс боковых пород по ДОНУГИ, почва склонна к сползанию.

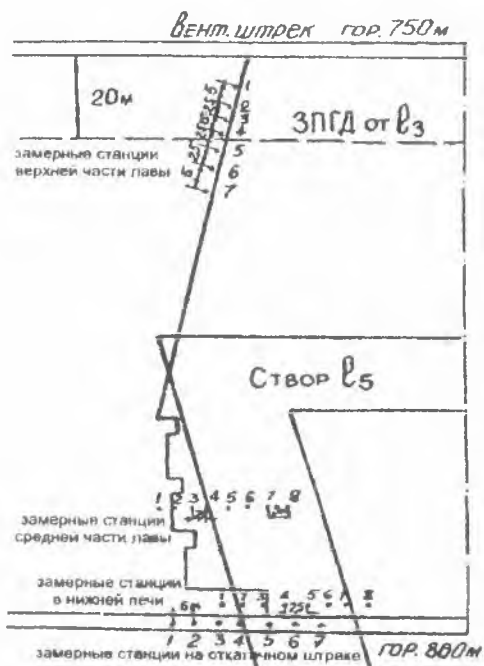


Рис. 2. Схема расположения замерных станций

уступах определялись величины и скорости сближения боковых пород и отжим массива угля.

Лава крепилась деревянной забойной крепью, в ЗПГД применялись двойные рамы.

Степень влияния ЗПГД от пластов  $l_3$  и  $l_5$  оценивались по интенсивности проявления горного давления.

Состояние боковых пород в призабойном пространстве и в выработках в целом было удовлетворительным. В районе нижней печи и первого уступа в момент входа забоя в зону ПГД образовался, закол в кровле шириной 15-20 мм на протяжении до 15 м. Вывалы в кровле не отмечены. В почве пласта происходили отдельные заколы и вывалы на глубину 0,15 м.

Как было отмечено, в 20 м от вентиляционного шпрека проходила зона ПГД от краевой части пласта  $l_3$ , залегающего в кровле на расстоянии по нормали 15 м. Для определения количественных признаков влияния ЗПГД проводились замеры сближения боковых пород по реперной линии, часть реперов которых располагалась вне зоны, а часть в ЗПГД. Данные по величинам сближения боковых пород представлены на рис. 3.

Как видно из приведенного, ЗПГД оказывала влияние на процесс

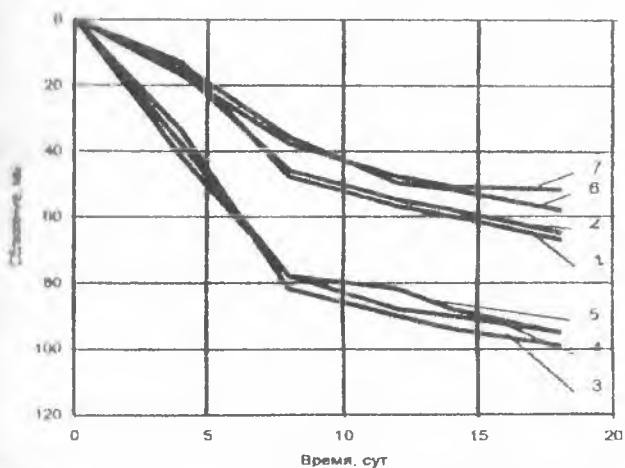


Рис.3. График сближения боковых пород. 1-7 – номер репера.

сближения боковых пород в призабойном пространстве. В наибольшей степени это влияние сказывается непосредственно у забоя. По мере увеличения пролета, величины и характер сближения пород в ЗПД и вне ее существенно не отличаются. В ЗПД скорость сближения боковых пород в 1,6-1,8 раза выше, чем вне зоны.

В таблице 2 представлены данные по сближениям боковых пород по реперам 5 и 7.

Таблица 2. Величины сближения боковых пород.

	Величина сближения, мм						Ср.значен	дисперсия	стандарт
	18	22	39	3	83	4			
Репер 5	18	22	39	3	83	4	15,7	189,01	13,75
Репер 7	4	11	21	13	3	2	9,0	54,8	7,40

В нижней части лавы проходит ЗПД от пласта 1<sub>3</sub>, залегающего в кровле на расстоянии 80-85 м по нормали. Во 2-м уступе заложена реперная линия из 8 реперов, причем репера 5-8 были в ЗПД.

Данные по величинам сближения боковых пород представлены на рис.4

На рис. 5 представлены средние скорости и стандарты отклонения по всем реперам.

Как видно из приведенных данных, наибольшие величины сближения отмечены по реперам 5-8, т.е. в ЗПД.

Отмечены и максимальные величины стандарта, что характеризует процесс сближения в этой зоне как весьма нестабильный.

Проведем сравнение данных по скоростям сближения таблице 3.

В таблице 4 приведены данные по сближению боковых пород по реперу 1 (вне ЗПД) и реперу 6 (в ЗПД).

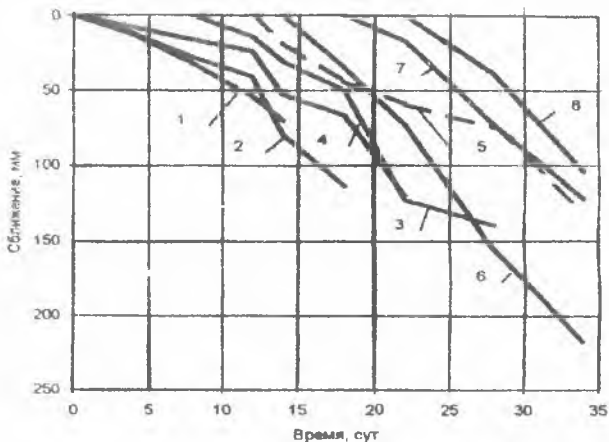


Рис. 4. Графики сближения боковых пород .1-8 – номер репера.

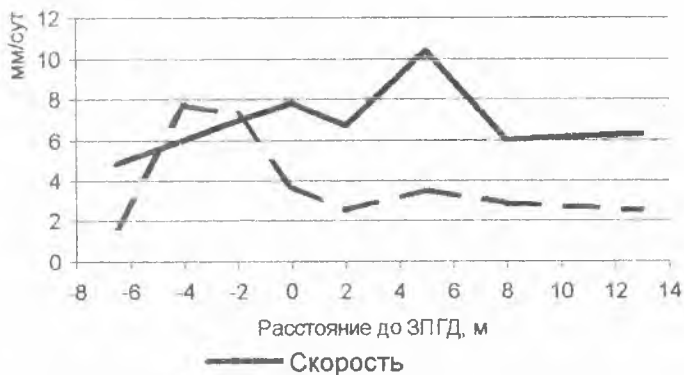


Рис. 5. Скорости сближения боковых пород.

Таблица 3. Скорости сближения боковых пород.

Место замеров	Скорости сближения боковых пород, мм/сут.				Среднее значение	Дисперсия
	1	2	3	4		
До границы ЗПГД	4,8	6,0	6,9	7,8	6,38	1,64
В зоне ЦД	6,7	10,4	6,0	6,3	7,35	4,22

Таблица 4. Сближение боковых пород во 2 уступе.

Место замеров	Сближение боковых пород, мм				Среднее значение, мм	Дисперсия
	1	2	3	4		
Репер 1	7	38	9	6	15	236,6
Репер 6	30	46	81	51	52	454,0

Средства отличаются существенно, следовательно, влияние ЗПГД от  $I_3$  сказывается на проявлениях горного давления в очистном забое по пласту  $I_3^a$ , находящемуся на расстоянии в 83 м в кровле по нормали.

Для определения параметров влияния ЗПГД от  $I_3$  в нижней печи лавы были заложены реперная станция из 8 реперов: 1 репер – вне зоны, 2-8 – в ЗПГД. На рис. 6 представлены графики величины смещения по реперам.

На рис. 6. даны скорости сближения и среднее отклонение на реперной линии. По приведенным графикам можно сделать вывод, что величины и скорости сближения по реперам 1 и 2 в 1,3-1,5 раза выше, чем по реперам 3-8.

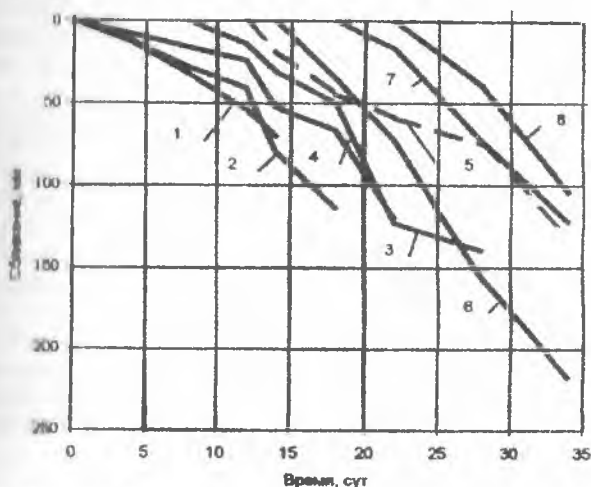


Рис. 6. Графики сближений боковых пород. 1-8 – номер репера.

Приведем сравнение дисперсий и средних значений скорости сближения по реперу 2 (на границе ЗПГД) и реперу 3 (в ЗПГД). Эти данные представлены в табл. 5.

Таблица 5. Скорости сближения боковых пород в нижней печи.

Место замеров	Скорости сближения, мм/сут.				Среднее значение, мм/сут.	Дисперсия
	1,0	2,3	9,5	2,3		
Репер 2	1,0	0,75	4,5	2,3	4,75	12,54
Репер 3	1,0	0,75	4,5	2,3	2,14	2,94

Зона ЗПГД от пласта  $I_3$  проходила и через откаточный штрек. Реперная линия состояла из 7 реперов, заложенных через 5 м и охватывала область штрека вне ЗПГД (реперы 1-3), границу зоны (репер 4) и ЗПГД (5-7).

На рис. 7 представлены графики величины сближения боковых пород в штреке.

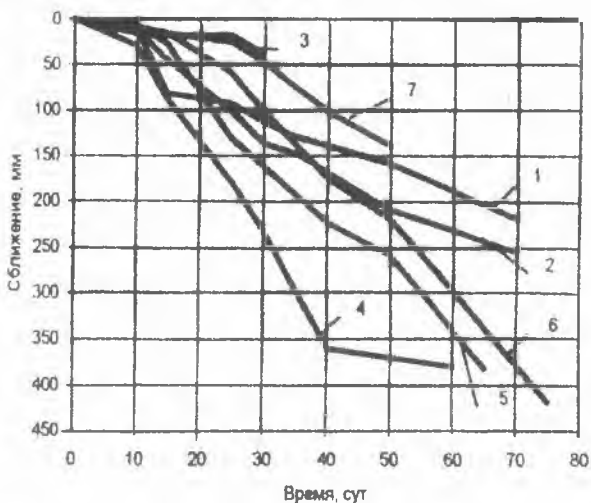


Рис. 7 Графики сближения боковых пород . 1-7 – номер репера.

На рис. 8 представлены средние скорости и среднее отклонение по реперной линии. Из приведенного следует, что на проявления горного давления в откаточном штреке зона ИПД от пласта 1<sub>3</sub> оказывала существенное влияние. Так, скорости сближения боковых пород вне ЗПД (репера 1-3) были в 2-3 раза ниже, чем в зоне (репера 4-7).



Рис. 8 Скорости сближения боковых пород.



В таблице 6 приведены данные по скорости сближения в зоне ПД и вне ПД

Таблица 6. Скорости сближения боковых пород в откаточном штреке

Виды замера	Скорости, мм/сут				Среднее значение, мм/сут	Дисперсия
	1	2	3	4		
Вне ПД	2,7	3,24	1,0	2,8	2,43	0,98
В зоне ПД	4,0	4,97	5,43	2,85	4,31	1,31

#### Исследования на шахте им. Н.А. Изотова

Схема заложения замерных станций представлена на рис. 9. В скате были заложены репера через 10 м, а также установлены железобетонные тумбы. Скит испытывал влияние сложной зоны ПД: 1) крайняя часть от пласта I<sub>6</sub> «Двошник», расстояние по нормали 70-м; 2) I<sub>7</sub> «Пугачевка», расстояние по нормали 105 м; 3) I<sub>8</sub> «Известнячка», расстояние по нормали 160 м. Высота зоны 39 м от вентиляционного штрека (совместное влияние крайних частей пластов «Известнячка» и «Пугачевка» и вторая 55 м от вентиляционного штрека (краевые части всех трех пластов).

На рис. 10-11 представлены графики величины, скоростей сближения и среднего отклонения по реперной линии. Как видно из приведенных данных, сближение и его скорость в районе 40-55 м от вентиляционного штрека были в 1,5-2,0 раза выше, чем в других точках ската.

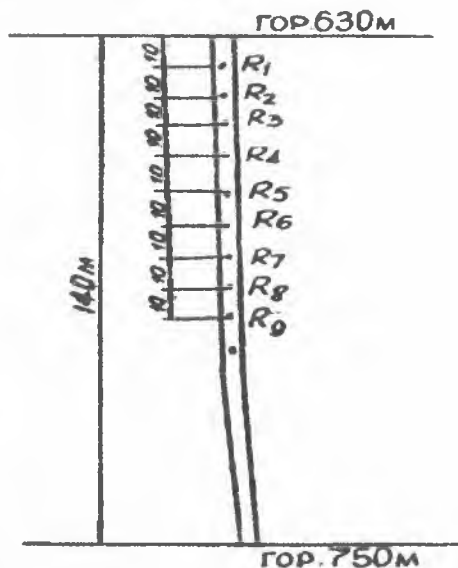


Рис. 9. Схема расположения замерных станций.

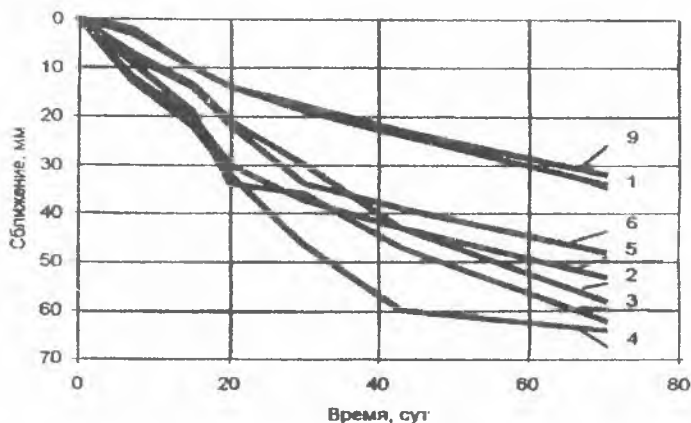


Рис. 10. Сближение боковых пород в скате. 1-9 – номер репера.



Рис. 11. Скорости сближения боковых пород в скате

В результате выполненных нами исследований установлено существенное влияние зон ПГД на параметры проявлений горного давления в очистных и подготовительных выработках. В таблице №7 сведены данные замеров по участкам, где выполнялись исследования.

Обращает на себя внимание тот факт, что изменение в параметрах проявлений горного давления происходит более интенсивно, чем возрастают напряжения в зонах ПГД.

Таблица 7. Влияние зон ИПД на параметры проявлений горного давления в очистных и подготовительных выработках на крутых пластах.

№ п/п	Шахта горный пласт, выработка	ЗПД, её характеристика	Степень пасност и по [4]	Расчетный коэфф. концентрации напряжений	Увеличение параметров проявлений горного давления в ЗПД
1	2	3	4	5	6
1	им. Ленина, ПСО «Артемуголь», пл. 1 <sub>2</sub> лавы	краевая часть от 1 <sub>3</sub> , междупластье 15 м	1	1,8	Скорости сближения в 1,6-1,8 выше
1	им. Ленина, ПСО «Артемуголь», пл. 1 <sub>2</sub> лавы	Створ от лавы по пл. 1 <sub>5</sub> , междупластье – 83 м	3	1,20	Скорости сближения пород в 1,6 – 1,7 выше
1	им. Ленина, ПСО «Артемуголь», отвальный шпурк по пл. 1 <sub>2</sub>	Створ от лавы по пл. 1 <sub>5</sub> , междупластье – 83 м	3	1,20	Скорости сближения пород в 1,8 выше
1	им. Илютова ПСО «Артемуголь», пл. ш <sub>1</sub> – скат при штровой впаемке	Сложная ЗПД, от краевых частей пл. 1 <sub>8</sub> – в 70 м пл. 1 <sub>7</sub> – в 105 м пл. 1 <sub>6</sub> – в 160 м	2	1,22	Скорости сближения пород в 1,6 выше

Для объяснения этого явления представим следующую расчетную схему (рис. 12)

Отрабатывается свита пластов, причем пласт 1 отработан и забой закончен. При этом сформировались зоны опорного давления по сближению пласту и зоны повышенного горного давления по соседним пластам. Выработка пласта 1 привела также к формированию зон разгрузки в окружающем пласт горном массиве (зоны II) и зон опорного давления (зона I). При отработке пластов 2 и 3 сформированы зоны опорного давления впереди очистных забоев с величинами максимумов напряжений

$$K_3 \gamma H_3^0, \text{ и } K_2 \gamma H_2^0,$$

где  $\gamma$  – удельный объемный вес пород г/м<sup>3</sup>;

$K_2$  – соответственно коэффициенты концентрации напряжений;

$H_2^0$  и  $H_3^0$  – глубины залегания пластов с учетом их расположения в зонах разгрузки.

Известно естественно, что  $H_2^0 < H_2 H_3^0 < H_3$ .

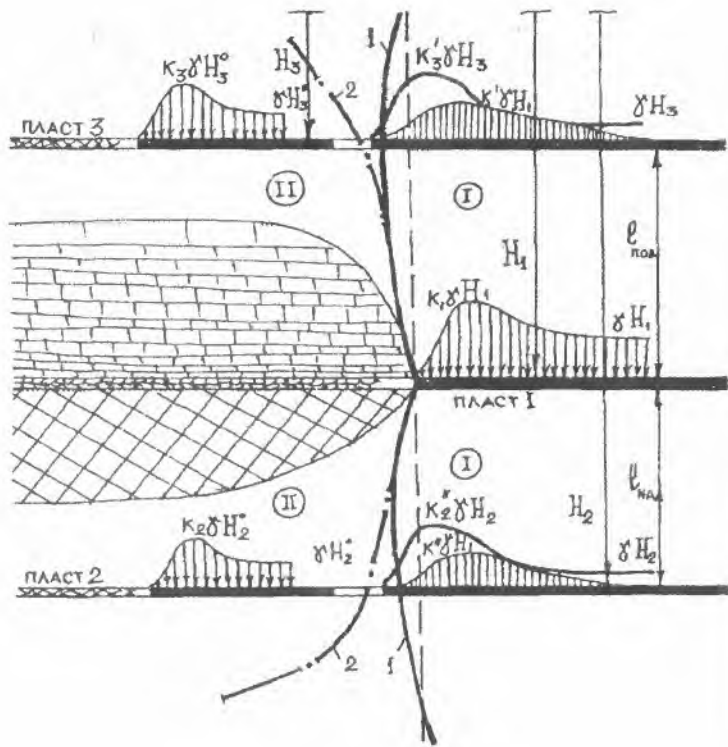


Рис. 12. Геомеханическая схема к объяснению механизма воздействия ЗПГД на горные работы по смешанным пластам

При подходе к зоне ПГД вследствие наложения напряжений от ЗПГД и зоны опорного давления от собственного пласта, величины напряжений в зоне максимума достигнут значений, соответственно:

$$K_3' H_3 \text{ и } K_2' \gamma H_2,$$

что выше ранее существовавших напряжений в зоне опорного давления. Поскольку параметры проявлений горного давления в горных выработках определяются в призабойном пространстве, где уже отсутствует влияние зоны опорного давления, но породы подвергались её воздействию, несомненно, что их состояние в зоне ПГД (а также на некотором расстоянии до неё) будет хуже, чем вне зоны. Кроме того, боковые породы пластов до подхода к зоне находятся в зоне разгрузки, что также сказывается на их устойчивости. Поэтому в результате сравнительного анализа параметров проявлений горного давления (величин и скоростей сближения пород кровли и почвы в горных выработках) до зоны ПГД (т.е. в зоне разгрузки, где породы подвергались

над Истиною только зоны опорного давления по собственному пласту) и на границе зоны ПГД (где суммируются напряжения от ЗПД и зоны опорного давления) получаются величины прироста параметров горного давления в несколько раз больше, чем просто прирост напряжений.

Установлено, что отличие в параметрах проявлений горного давления в зонах выработок вне зоны ПГД и при подходе к ЗПД объясняется в первом случае в расположении выработки в зоне разгрузки, а во втором случае – в воздействии на породы кровли и почвы напряжений от ЗПД (стационарная) и зоны опорного горного давления от работ по собственному пласту (динамическая).

Приведенные результаты исследований проявления горного давления в шахтных забоях дают основание сделать следующие выводы:

1. Влияние ЗПД на проявления горного давления отмечено при значительной мощности междупластья в 105 м (шахта им. Н.А. Изотова).

2. Наиболее характерно проявляется влияние зоны ПГД на ее границе: в этой точке выше величины сближения скорости, а также выше среднее значение, что свидетельствует о явной нестабильности процесса.

3. Границы зоны ПГД, построенные по "Методике..." [4] четко совпадают с границами, определенными экспериментальным путем при мощностях междупластья 15-40 м и при содержании песчаника менее 50%.

4. При мощностях междупластья 80-100 м не во всех случаях границы зоны ПГД определяются однозначно (шахта им. В.И. Ленина, нижняя печь), возникает разброс в ее местонахождении по сравнению с расчетным до 5-6 м. Следует отметить, что при переходе забоев ЗПД применялось усиленное (лавинные комплексы) крепление забоя и выработок, что сказалось на результатах измерен.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по исследованию горного давления на сланцевых и угольных шахтах. – Л.: ВНИМИ, 1973. – 102с.
2. Елиин В.А., Мегель Ю.В., Курицин Б.И. Механизм повышения выбросоопасности пластов в зонах опорных нагрузок // Уголь Украины. – 1982. – №6. – С.12-15.
3. Руководство по управлению горным давлением при отработке крутых и крутонаклонных пластов в условиях многократных пригрузок зон опорного давления. – Донецк: ДонУГИ, ВНИМИ, 1983, - 26с.
4. Методические указания по управлению горным давлением при разработке крутых пластов Донбасса с углами падения свыше  $35^{\circ}$  в зонах повышенного горного давления – Ленинград: - 1985– Л: ВНИМИ, 1985. – 47с.