

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОНЫ НАРУШЕННЫХ ПОРОД В ПОДРАБАТЫВАЕМОМ МАССИВЕ

Т.Е. Хакимжанов¹, Г.Ю. Абдугалиева², Е.С. Орынгожин², М.Ж. Азбеков², А.К. Абдыгалиев³

¹Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, РК

²Казахский Национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, РК

³Восточно-Казахстанский технический университет им.Д.Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, РК

Под нарушением пород подрабатываемого массива подразумевается не природная трещиноватость или крупные тектонические разрывные нарушения, а те трещины различного направления и расслоения, которые появились в результате деформирования слоев пород при выемке угольного пласта. Они рассматриваются в динамике – в процессе возникновения, достижения своего максимального значения и затухания при уплотнении пород подработанного массива.

Основным фактором, под влиянием которого происходит этот процесс, является сила гравитации, направленная в каждой точке вертикально вниз. Поэтому преобладающими являются вертикальные растяжения, приводящие к формированию горизонтальных трещин и полостей.

Для сравнительного анализа нарушения подрабатываемого массива принято относительное растяжение пород, приходящееся на один метр интервала и измеряемое в мм/м. При относительной деформации пород в подработанной толще от 0,06 до 0,01 имеют место сквозные газопроводящие трещины, каналы, образующие единую газопроводящую систему. Подрабатываемые пласты, расположенные в этой зоне, значительно дегазируются. При относительной деформируемости пород менее или равной 0,002 образуются трещины, не создающие единой газопроводящей системы, и подрабатываемые пласты, расположенные в этой зоне, дегазируются меньше. Исходя из вышеизложенного, величину относительной деформации растяжения в 0,002 (2 мм/м) можно принять как предельную, менее которой заложение газодренажных выработок нецелесообразно.

В качестве исходного материала для оценки нарушения пород послужили данные натурных наблюдений за сдвижением горных пород в подрабатываемом массиве через скважины с поверхности по методу радиоактивных изотопов при отработке угольных пластов на различных участках в Карагандинском угольном бассейне, проведенные лабораторией сдвижения пород и охраны горных выработок Института горного дела имени Д.А. Кунаева под руководством доктора технических наук, профессора Ж.М.Канлыбаевой. Необходимость постановки натурных исследований обусловлена недостаточной изученностью сдвижения горных пород подрабатываемой толщи при отработке пологих пластов угля с обрушением кровли, а в условиях, отличающихся малопрочными породами каменноугольной толщи, такие наблюдения отсутствуют полностью.

В результате многолетних натурных исследований Института горного дела имени Д.А. Кунаева был получен значительный объем данных о сдвижении горных пород в толще массива от уровня горных работ до земной поверхности при широком диапазоне изменения горно-геологических условий и технологических параметров отработки, имеющий имеет большую научную ценность.

Для обработки и анализа использовались данные 13^{ти} экспериментальных участков Карагандинского угольного бассейна. Вынимаемая мощность пластов изменялась от 1,1 м до 2,8 м, длина лавы – от 100 м до 250 м, угол падения – от 3^о до 20^о. Породы налегающей толщи представлены чередованием слоев аргиллита, алевролита и песчаника различной мощности. Статистическая обработка и анализ этих данных позволили получить

численные значения вертикальных смещений и деформаций растяжения слоев пород по всей подработанной толще.

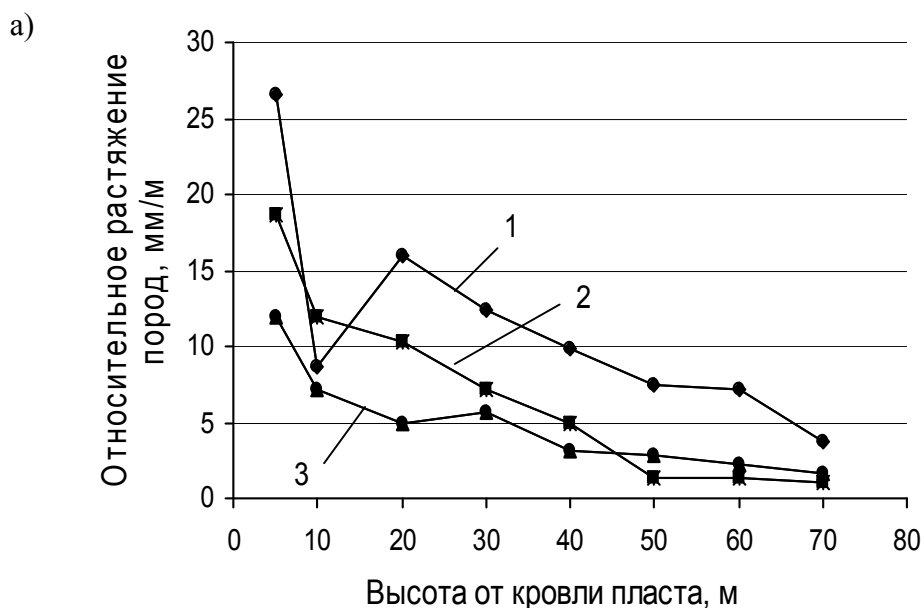
Анализ и обобщение натуральных данных позволили их сгруппировать в 3 группы, отличающиеся по горно-геологическим и горнотехническим факторам их получения, так как для одиночной лавы степень нарушения пород подрабатываемого массива в процессе отработки выемочного столба будет отличаться от случая, когда лава имеет на фланге отработанные площади.

Первая группа условий отработки включает данные экспериментальных участков, представленных одиночными лавами длиной 100-140 м, не имеющими на флангах отработанных площадей при вынимаемой мощности пластов от 1,9 до 2,8 м. Вторая группа – данные по участкам, где представлены лавы, как в целике, так и имеющие на фланге отработанные площади, но при вынимаемой мощности пласта от 1,1 м до 1,6 м. Третья группа – данные участков, представленных лавами, имеющими на фланге отработанные площади при вынимаемой мощности пласта 1,9-2,8 м.

Анализ количественных значений относительных растяжений пород на различных интервалах высот от кровли пласта в подрабатываемом массиве показывает особенности изменения растяжений пород по группам, различие абсолютных значений относительных растяжений пород подрабатываемого массива, как по высоте от пласта, так и по мере удаления от забоя лавы.

Закономерностью изменчивости показателей нарушения пород подрабатываемого массива для всех рассматриваемых условий отработки является уменьшение их численных значений вверх от разрабатываемого пласта и в сторону выработанного пространства по мере увеличения расстояния от границы отработки. Наибольшие значения растяжений над пластом отмечаются сразу за призабойным пространством, на расстоянии 10 м позади забоя лавы. Но на таком расстоянии нарушение распространяется не выше 30 м от пласта. По мере увеличения расстояния от забоя лавы процесс растяжения распространяется вверх, в сторону выработанного пространства, и на расстоянии 30-40 м позади лавы достигает своего максимального значения по высоте для данных горно-геологических условий.

Для более четкого восприятия различия относительных растяжений пород в зависимости от условий разработки на рисунке 1 приведены среднеарифметические значения растяжений по слоям на различной высоте от пласта и на различном расстоянии от забоя лавы.



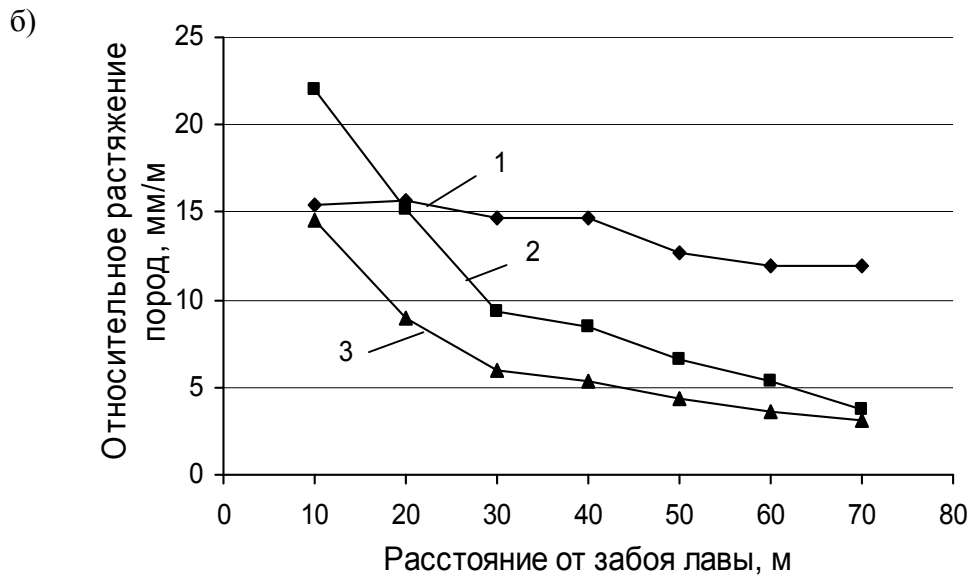


Рисунок 1 – Графики изменения средних значений относительных растяжений пород для 1, 2 и 3 группы условий отработки в зависимости от высоты от кровли пласта (а) и расстояния от забоя лавы (б)

Изменение средних значений относительных растяжений пород подрабатываемого массива по высоте от пласта и на различном расстоянии от забоя лавы описывается экспоненциальной зависимостью:

а) по высоте от пласта:

- для 1-группы	$\varepsilon_p = 20,82e^{-0,021h}$,	$R^2=0,70;$	}	(1)
	$1,5 \text{ м} \leq m_B \leq 2,8 \text{ м},$			
	$100 \text{ м} \leq H \leq 1000 \text{ м},$			
- для 2-группы	$\varepsilon_p = 23,26e^{-0,048h}$,	$R^2=0,74;$		
	$1,0 \text{ м} \leq m_B \leq 1,6 \text{ м},$			
	$100 \text{ м} \leq H \leq 1000 \text{ м},$			
- для 3-группы	$\varepsilon_p = 10,54e^{-0,026h}$,	$R^2=0,74;$		
	$2,0 \text{ м} \leq m_B \leq 3,0 \text{ м},$			
	$100 \text{ м} \leq H \leq 1000 \text{ м}.$			

б) в зависимости от расстояния от забоя лавы:

- для 1-группы	$\varepsilon_p = 17e^{-0,0053l_p}$,	$R^2=0,70;$	}	(2)
	$1,5 \text{ м} \leq m_B \leq 2,8 \text{ м},$			
	$100 \text{ м} \leq H \leq 1000 \text{ м},$			
- для 2-группы	$\varepsilon_p = 26,094e^{-0,0279l_p}$,	$R^2=0,75;$		
	$1,0 \text{ м} \leq m_B \leq 1,6 \text{ м},$			
	$100 \text{ м} \leq H \leq 1000 \text{ м},$			
- для 3-группы	$\varepsilon_p = 15,08e^{-0,0243l_p}$,	$R^2=0,75;$		
	$2,0 \text{ м} \leq m_B \leq 3,0 \text{ м},$			
	$100 \text{ м} \leq H \leq 1000 \text{ м},$			

где ε_p – относительное растяжение пород, мм/м; h – высота от пласта, м; m_b – вынимаемая мощность пласта, м; H – глубина разработки, м; l_3 – расстояние от забоя лавы, м;

Анализ натуральных данных показывает существенное различие по высоте распространения от разрабатываемого пласта граничной линии нарушенности с деформацией растяжения пород, равной 0,002, в зависимости от условий отработки. Для первой группы граничная линия распространяется от кровли пласта на высоту более 70 м. Для второй и третьей групп линия распространяется на высоту более 60 м. Наличие на фланге отработанной площади приводит к постепенному уплотнению массива и уменьшению высоты распространения предельных значений относительного растяжения пород.

На рисунке 2, приведены кривые изменения граничной линии зоны нарушенных пород подрабатываемого массива по мере увеличения расстояния от забоя лавы для различных условий отработки.

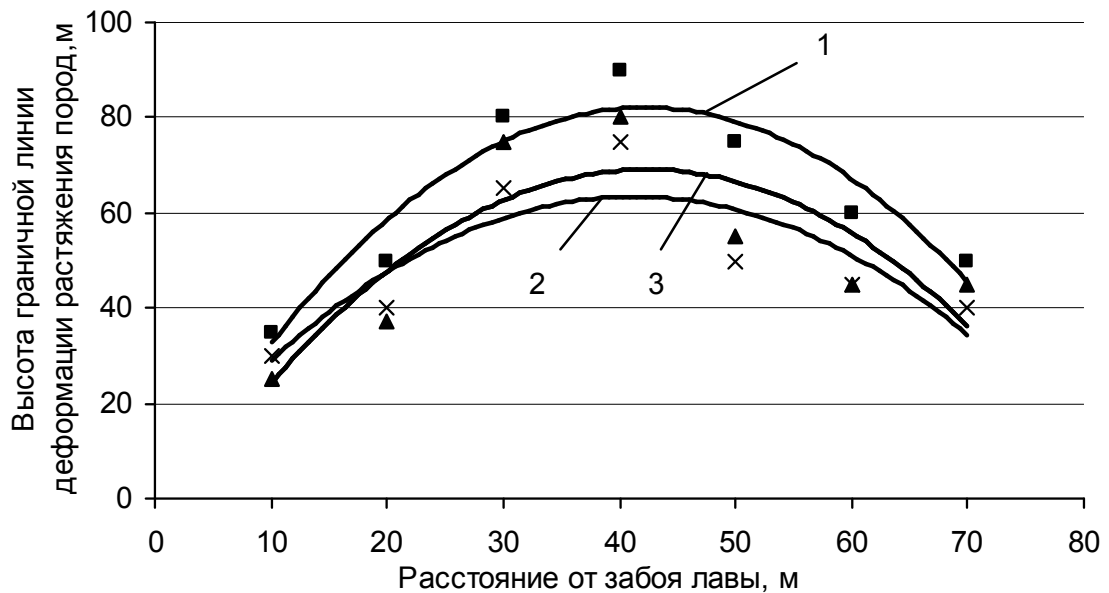


Рисунок 2 – Графики изменения высоты граничной линии деформации растяжения пород от пласта в зависимости от расстояния от забоя лавы для 1, 2 и 3 группы условий отработки

Изменение высоты распространения граничной линии относительных растяжений пород подрабатываемого массива в зависимости от расстояния до забоя лавы можно выразить квадратичной зависимостью:

$$\left. \begin{aligned}
 & \text{1 группа:} & h = -0,038l_3^2 + 3,23l_3 + 5, \text{ м,} & R^2=0,81; \\
 & & 1,5 \text{ м} \leq m_b \leq 2,8 \text{ м,} \\
 & & 100 \text{ м} \leq H \leq 1000 \text{ м,} \\
 & \text{2 группа:} & h = -0,033l_3^2 + 2,78l_3 - 3, \text{ м} & R^2=0,78; \\
 & & 1,0 \text{ м} \leq m_b \leq 1,6 \text{ м,} \\
 & & 100 \text{ м} \leq H \leq 1000 \text{ м,} \\
 & \text{3 группа:} & h = -0,024l_3^2 + 1,94l_3 + 12,1, \text{ м,} & R^2=0,74; \\
 & & 2,0 \text{ м} \leq m_b \leq 3,0 \text{ м,} \\
 & & 100 \text{ м} \leq H \leq 1000 \text{ м,}
 \end{aligned} \right\} (3)$$

где h – высота распространения граничной линии относительных растяжений пород от кровли пласта, м;

l_3 – расстояние до забоя лавы, м.

Установленные закономерности деформирования пород подрабатываемого массива горных пород позволяют установить зоны нарушенности в налегающей толще, и тем самым определить рациональные зоны проведения выработок при отработке пологих угольных пластов в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.