

2. Бирюков, А. В. Статистические модели в процессах горного производства / А. В. Бирюков, В. И. Кузнецов., А. С. Ташкинов А. С – Кемерово : Кузбассвузиздат, 1996. – 228 с.
- 3 . Паначев, И. А. Взрывная подготовка пород в угленасыщенной зоне : учеб. пособие для студентов специальности 0209 "Технология и комплекс. механизация откр. разработки месторождений полез. иско-паемых" / А. С. Ташкинов, И. А. Паначев, А. В. Бирюков; Кузбас. политехн. ин-т, Кемерово , 1979, 108 с.
- 4 . Ташкинов А. С. Управление качеством взрывной подготовки пород на разрезах : Учеб. пособие / А. С. Ташкинов, В. И. – Кузнецова; Кузбас. гос. техн. ун-т. Кемерово , 1994
5. Репин, Н. Я. Буровзрывные работы на угольных разрезах / Н. Я. Репин, В. П. Богатырев, В. Д. Бут-кин и др. – М.: Недра, 1987.
6. Гришин, С. В. Пути снижения обводненности массива при ведении взрывных работ / С. В. Гришин, С. В. Кокин, А. В. Новиков // Вест. Кузбасс. гос. техн. ун-та. – 2008. – № 2. – с. 34– 35.
7. Сысоев, А.А. Повышение качества взрывных работ на основе использования свойств пеногелеобразующих составов / А.А. Сысоев, И.Б. Катанов // Вест. Кузбасс. гос. техн. ун-та. – Кемерово : 2007. – № 3(61). – С. 32 – 36.

□ Авторы статьи

Сысоев

Андрей Александрович  
- докт. техн. наук, проф. каф. открытых горных работ КузГТУ  
[saa.ormpi@kuzstu.ru](mailto:saa.ormpi@kuzstu.ru)

Гришин

Сергей . Валентинович  
- генеральный директор ООО «Кузбассразрезуголь – Взрывпром»  
Раб. тел. 8342-44 -04 -45

Кокин

Сергей. Вадимович.  
- технический директор ООО «Кузбассразрезуголь – Взрывпром»  
Раб. тел. 8342-44 -04 -45

**УДК 622.838.53**

**А. В. Крекова**

**К ВОПРОСУ УСТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИЦ ОПАСНЫХ ЗОН  
У ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ**

При разработке месторождений угля подземным способом в массиве горных пород возникают опасные зоны – локальные участки недр, в пределах которых требуется осуществлять дополнительные меры безопасности, предусматриваемые специальными проектами или мероприятиями. Ведение горных работ в этих зонах регламентируется «Положением о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах» [1].

Зоны опасного ведения горных работ у геологических нарушений в подавляющем большинстве случаев пространственно связаны с разрывами и складками. В опасных зонах у геологических нарушений наблюдается снижение прочности и устойчивости угля и боковых пород, увеличение их трещиноватости, обводненности и газовыделения, что заметно усложняет процесс выемки угля механизированными комплексами, снижает уровень безопасности ведения горных работ.

За отнесение участков к опасным зонам у геологических нарушений, расчет и построение границ этой зоны несет ответственность геолого-маркшейдерская служба шахты. Границы зон влияния нарушений устанавливаются на основе прогноза положения и параметров нарушения, а также наблюдений и измерений, проводимых в горных выработках в соответствии с требованиями «Инструкции по геологическим работам...» [2].

Опасная зона устанавливается у любого типа разрывного нарушения и используется при принятии решения о возможности «перехода» нарушения комплексом (в этом случае в границах опасной зоны планируются мероприятия по обеспечению безопасного ведения горных работ), либо оставления целика или списания запасов.

Границы опасных зон у разрывных нарушений определяются шириной зон повышенной трещиноватости и пониженной крепости угля. В зоне повышенной трещиноватости снижается устойчивость боковых пород, что вызывает появление заколов, вывалов, высыпания породы и требует дополнительных мер по поддержанию горных выработок. В зоне пониженной крепости угля условия поддержания кровли резко ухудшаются: происходит куполение кровли, обрушение ее непосредственно вслед за выемкой угля и т. д.

Многолетними исследованиями, проведенными в Кузбассе, установлены зависимости размеров зон повышенной трещиноватости и пониженной крепости угля от нормальной и вертикальной амплитуды разрыва ( $N$  и  $Z$  соответственно). Результаты исследований отражены в методических документах [3-7], на основе которых разработаны действующие в настоящее время нормативные документы [1, 2, 8, 9, 11], регламентирующие ширину опасных зон (предохранительных целиков) у разрывных нарушений (табл. 1).

В работе [3] установлены зависимости ширины общей зоны влияния нарушения ( $b$ ), ширины зоны в висячем ( $b_v$ ) и лежачем ( $b_n$ ) крыле от верти-

Таблица 1. Рекомендуемые размеры опасной зоны у разрывных нарушений

Методический документ (год издания)	Размер опасной зоны, определяемый		Нормативный документ (год издания)
	пониженной крепостью угля	повышенной трещиноватостью угля	
[3] (1971)	$1,4Z + 3,0$	—	[9] (2001)
[4] (1972)	$2\sqrt{N}$	—	[8] (1991)
[5] (1973)	$6\sqrt{N}$	$10 N$	—
[6] (1979)	$1,2N^{0,6}$ , $2\sqrt{N}$	$10 N$	[2] (1993), [11] (2000)
[7] (1982)	$N / \sin V$	$10 N / \sin V$	[1] (1994), [9]

Таблица 2. Размер опасных зон в зависимости от типа нарушения

Тип разрыва и его амплитуда $N$	Формула расчета ширины опасной зоны $b$ , м	Диапазон изменения опасной зоны, м
Очень малое и малое $0 \div 10$ м	$b = N / \sin V$	10÷115
	$b_6 = 2,2 + \frac{N}{\cos \delta}$ ( $b_{\lambda} = 0,4 \frac{N}{\cos \delta} + 0,8$ )	3,2÷12,2 (1,2÷4,8)
	$b = 1,2N^{0,6}$	1,2÷4,8
Среднее $10 \div 60$ м	$b_6 = 2,2 + \frac{N}{\cos \delta}$ ( $b_{\lambda} = 0,4 \frac{N}{\cos \delta} + 0,8$ )	17÷62 (7÷25)
Среднее и крупное $> 60$ м	$b = 2\sqrt{N}$	15÷20

кальной амплитуды разрыва:

$$b = 1,4Z + 3; b_6 = Z + 2,2; b_{\lambda} = 0,4Z + 0,8.$$

Данные зависимости действительны при условии  $1 \leq Z \leq 60$  м.

«Инструкция...» [9] в этих зависимостях ошибочно использует уже нормальную амплитуду вместо вертикальной. Правильная расчетная формула должна выглядеть:

$$b = 1,4 \frac{N}{\cos \delta} + 3,$$

где  $N$  – нормальная (стратиграфическая) амплитуда смещения, м;  $\delta$  – угол падения пласта.

Ссылаясь на обобщенные исследования зон влияния разрывных нарушений по Кузбассу [6], «Единая методика прогнозирования...» [7], а вслед за ней и «Положение...» [1] рекомендует

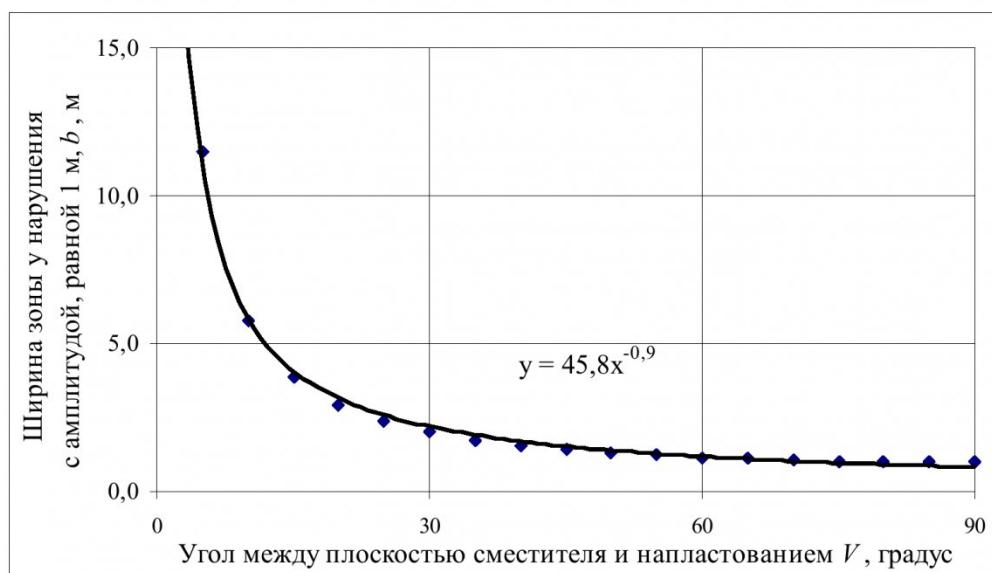


Рис. 1. Величина опасной зоны у малоамплитудного нарушения

Таблица 3. Данные о размерах опасных зон у геологических нарушений по шахтам Кузбасса

Шахта	Нормальная амплитуда $N$ , м	Размер опасной зоны, м	
		по данным шахты	по расчету
Абашевская	256	363	69
Осинниковская	150	196	56
Красноярская	50	43	21
Ульяновская	7	50	23
Грамотеинская	2	23	45
Осинниковская	1,5	30	58
Ульяновская	0,25	19	33

устанавливать ширину опасной зоны со стороны линии обреза разрыва по формуле:

$$b = \frac{N}{\sin V},$$

где  $N$  – нормальная (стратиграфическая) амплитуда смещения, м;  $V$  – двугранный угол между плоскостью сместителя и напластованием.

«Инструкция...» [9], согласно «Положению...» [1], эту формулу дает уже в виде:

$$b = 1 - 10N / \sin V.$$

В «Положении...» [1] указывается, что это выражение справедливо только для нарушений очень малой и малой амплитуды, то есть у так называемых «переходимых» нарушений. Удивительно то, что в работе [6] такой формулы вообще нет.

Возможные формулы расчета ширины опасной зоны для различных типов разрывов, выявленные в указанных выше литературных источниках, приведены в табл. 2.

Как видно из соотношений (табл. 2), рекомендации по построению опасных зон у разрывов с очень малой и малой амплитудой могут трактоваться неоднозначно (по трем расчетным формулам).

При этом ширина зоны, определяемая по формуле  $b = \frac{N}{\sin V}$ , существенно зависит от величины двугранного угла (рис. 1), и значительно превышает размеры опасных зон у разрывов со средними и крупными амплитудами.

Нелогично выглядит и размер зоны у нарушений с амплитудой более 60 м, который не превышает 20 м, в то время как для нарушений с амплитудами от 10 до 60 м этот размер может составить 62 м.

При построении границ опасной зоны у разрывных нарушений на пластах, склонных к горным ударам, согласно [11], ее ширина увеличивается на часть зоны опорного давления  $l$ : ( $b+0,5l$ ) или ( $b+0,7l$ ) (при отработанном вышележащем горизонте).

Рекомендации по построению опасной зоны у осей синклинальных и антиклинальных складок

изложены во «Временном руководстве...» [3].

Ширина опасной зоны определяется в зависимости от величины внутреннего угла складки  $\beta$ , измеренного в радианах для синклинальных ( $b_c$ ) и антиклинальных ( $b_a$ ) складок:

$$b_c = 126 - 41\beta; b_a = 92 - 30\beta.$$

При ведении горных работ на удароопасных пластиах Кузнецкого бассейна ширину опасной зоны в каждом крыле замка синклинальной ( $b_c$ ) или антиклинальной ( $b_a$ ) складки рекомендуется определять по формулам [10]:

$$b_c = 75 - 30\beta, b_a = 50 - 20\beta.$$

Снижение размеров опасной зоны при ведении горных работ на пластиах, склонных к горным ударам, в сравнении с неудароопасными пластами, представляется необоснованным.

В действующей в настоящее время «Инструкции...» [11] раздел о ведении горных работ в зонах тектонических нарушений заметно сокращен по сравнению с утратившей силу «Инструкцией...» [10]. Рекомендации по ведению горных работ в опасных зонах у осей складок, как и по построению этих зон, отсутствуют.

Требования к величине опасных зон у нарушений на пластиах, угрожаемых и опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа, несмотря на необходимость применения мер повышенной безопасности, отсутствуют.

Также очевидно недостаточное количество как научно-методической, так и нормативной литературы по данной теме, хотя достоверность определения границ опасных зон у геологических нарушений играет немаловажную роль при планировании горных работ и их безопасном ведении.

Зависимости, используемые в нормативных документах, получены на основе исследований, проведенных в 60–80-х годах прошлого века, в основном, на шахтах Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса с характерными особенностями пликативной и разрывной тектоники крутопадающих пластов. Однозначного варианта определения ширины опасной зоны у геологических нарушений нет.

Данное обстоятельство необходимо учесть при подготовке нового, отвечающего современным требованиям, нормативного документа, регламентирующего размеры опасных зон у геологических нарушений.

Кроме этого, данные практики (табл. 3) показывают, что размеры зон, устанавливаемые на предприятии для малоамплитудных нарушений, в большинстве случаев меньше расчетных, а для среднеамплитудных – больше расчетных.

Это объясняется тем, что на практике определение границ опасных зон у разрывных нарушений производится геолого-маркшейдерской службой, исходя из накопленного опыта, методом аналогий с ранее выявленными нарушениями.

К сожалению, приобретаемая информация о размерах опасных зон не документируется и не анализируется, практически существует только в виде опыта отдельных специалистов и быстро утрачивается с течением времени из-за смены соста-

ва работников геолого-маркшейдерской службы предприятий.

Молодые специалисты не имеют возможности реализовать такой подход из-за отсутствия опыта и информации о фактических величинах зон влияния нарушений.

Таким образом, состояние современного нормативно-методического обеспечения определения размеров опасных зон у геологических нарушений следует оценить как неудовлетворительное и не соответствующее требованиям современного производства.

Для изменения сложившейся ситуации на шахтах Кузбасса следует организовать мониторинг состояния массивов горных пород вблизи геологических нарушений с формированием баз знаний о параметрах и ширине зоны их влияния, что позволит повысить качество горно-геологических прогнозов, а, следовательно, и безопасность ведения горных работ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах. – СПб. : ВНИМИ, 1994. – 28 с.
2. Инструкция по геологическим работам на угольных месторождениях Российской Федерации. – СПб. : ВНИМИ, 1993. – 147 с.
3. Временное руководство по определению размеров зон тектонического влияния разрывов и в замках складок. – Л. : ВНИМИ, 1971. – 23 с.
4. Методические указания по оценке влияния разрывных нарушений на полноту выемки угля на шахтах Кузнецкого и Карагандинского бассейнов. – Л. : ВНИМИ, 1972. – 45 с.
5. Методические указания по геометризации и прогнозу разрывных нарушений в пределах выемочных участков для шахт Кузбасса. – Л. : ВНИМИ, 1973. – 75 с.
6. Разрывные нарушения угольных пластов (по материалам шахтной геологии) / И. С. Гарбер [и др.]. – Л. : Недра, 1979. – 190 с.
7. Единая методика прогнозирования горно-геологических условий разработки угольных пластов. – Л. : ВНИМИ, 1982. – 30 с.
8. Указания по нормированию, планированию и экономической оценке потерь угля в недрах по Кузнецкому бассейну (подземные работы). – Л. : ВНИМИ, 1991. – 58 с.
9. Инструкция по нормированию и планированию потерь угля в недрах на шахтах ОАО «Компания «Кузбассуголь». – СПб. : ВНИМИ, 2001. – 30 с.
10. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих пласти, склонные к горным ударам. – Л. : ВНИМИ, 1988. – 85 с.
11. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих пласти, склонные к горным ударам : РД 05-328-99 : утв. постановлением Госгортехнадзора России 29.11.99 № 87: ввод в действие с 01.10.2000. – 115 с.

Автор статьи:

Крекова  
Альбина Викторовна  
- студентка 5 курса (каф. маркшейдерского дела, геодезии и кадастра КузГТУ),  
Тел. 8 951 188 05 49