

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РАСЧЁТА И ПОСТРОЕНИЯ ГРАНИЦ ОПАСНЫХ ЗОН У РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Е.А. Шубина, ООО «ВНИИ-ГЕО»; ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва» (КузГТУ), г. Кемерово, Россия
А.С. Харкевич, ООО «ВНИИ-ГЕО», г. Кемерово, Россия

Аннотация: В статье приведены результаты анализа методик построения границ опасных зон у разрывных геологических нарушений, изложенных в нормативных документах «Положении...» [1] и «Инструкции...» [2].

Установлено, что анализируемые методики расчёта границ опасных зон не содержат методики установления границ опасных зон у суфляров, размывов, расщеплений, и т.д.).

Определено, что предложенные нормативными документами методики расчёта и построения границ опасных зон у разрывных нарушений, содержат ряд недостатков, в связи с чем построенные расчётные значения являются абсурдными как с точки зрения применения данных расчётов для согласных и несогласных разрывных нарушений, так и для склонных и несклонных пластов к динамическим явлениям.

Выявлено, что в настоящее время целесообразно утверждать о необходимости проведения детального анализа результатов расследований аварий и инцидентов, причины которых связаны с ведением работ в опасных зонах у разрывных нарушений, а также выполнения различных видов исследований направленных на разработку методики построения опасных зон у разрывных нарушений с учётом их размеров, элементов залегания, склонности пластов к динамическим явлениям, а также рассмотрение целесообразности установления границ опасных зон у других видов геологических нарушений.

Результаты исследований могут быть полезными специалистам угледобывающих предприятий, научных и проектных институтов, выполняющих следующие работы: расчёт и построение границ опасных зон, составление календарного графика, разработка мероприятий обеспечивающих безопасность ведения горных работ.

Ключевые слова: опасная зона, разрывное нарушение, угольный пласт, безопасность горных работ.

FEATURES AND PROBLEMS OF ESTIMATION AND HAZARDOUS AREAS BOUNDARIES DEFINITION LOCATED NEAR COAL SEAMS FAULTS

E.A. Shubina, Mine surveying and geology department, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia
A.S. Kharkevich, LLC VNII-GEO, Kemerovo, Russia

Abstract: The article presents the results of the analysis of the methods for constructing the boundaries of hazardous areas in geological faults, set out in specification documents: «Statute ...» [1] and «Instruction ...» [2].

It is established that the analyzed methods of calculating the boundaries of hazardous areas do not contain methods for establishing the boundaries of hazardous areas near blasts, ravinements, partings, etc.

It is determined that methods of calculating and constructing the boundaries of hazardous areas of faults described in specification documents contain a number of limitations. Therefore the calculated values are absurd both for applying these calculations for conformable and nonconformable faults, and for inclined and non-inclined to dynamic phenomena seams.

It has been revealed that at present it is advisable to assert the need for a detailed analysis of the results of investigations of accidents, caused by the mining in hazardous areas of faults, as well as the implementation of various types of research aimed at developing a methodology for constructing hazardous areas of faults, taking into account their size, attitudes, the tendency of seams to dynamic phenomena, as well as consideration of the expediency of establishing the boundaries of hazardous areas for other types of geological disturbances.

The results of the research can be useful for specialists of coal mining enterprises, scientific and design institutes performing the following works: calculation and construction of the boundaries of hazardous areas, drawing up a calendar schedule, development of measures to ensure safe mining.

Keywords: hazardous area, fault, coal seam, safe mining.

Цветная вкладка 45

Цветная вкладка 46

Цветная вкладка 47

Цветная вкладка 48

При разработке угольных пластов подземным способом в сложных горно-геологических условиях, нормативными документами [1] и [2] регламентировано устанавливать опасные зоны, в которых ведение горных работ производится на основании утверждённых в установленном порядке мероприятий, направленных на обеспечение безопасного ведения горных работ.

Как правило, выполнение данных мероприятий существенно снижает темпы проведения горных выработок и увеличивает стоимость работ, поэтому обоснованное установление границ опасных зон является немаловажной задачей, направленной как на обеспечение безопасного ведения горных работ, так и на предотвращение срыва календарного графика ведения горных работ.

Одним из видов опасных зон, характеризующихся сложными горно-геологическими условиями, являются зоны геологических нарушений, в которых происходит снижение крепости угля и устойчивости вмещающих пород, увеличение степени трещиноватости массива, увеличение газовыделения, водопритоков, а также возникают очаги концентрации и перераспределения упругой энергии, накопленной в массиве.

Всё вышеперечисленное приводит к формированию заломов, куполов, отжимов угля, обрушению горных выработок, возникновению газодинамических явлений.

В этой связи, возникла необходимость разработки методики определения параметров опасных зон у геологических нарушений, дополненной результатами современных исследований. Методика должна включать в себя порядок построения и нанесения границ опасных зон на горно-графическую документацию, рекомендации по шахтному мониторингу зон тектонического влияния нарушений, учет взаимозависимых факторов риска, требующих не только комплексного подхода, но и всестороннего системного анализа горно-геологической обстановки участка, а также рекомендации по безопасному ведению горных работ в указанных опасных зонах (3).

Следует отметить, что действующие в настоящее время нормативные требования и методические указания по определению границ безопасного ведения горных работ у геологических нарушений и возникающих вблизи их зон опасных концентраций напряжений, составлены по результатам исследований ВНИМИ в 1970-х годах, весьма разрознены и уже не охватывают всего разнообразия изменившихся к настоящему времени геологических и горно-технических условий отработки угольных пластов в Кузбассе [4] и [5].

Цель исследований: анализ понимания термина геологического нарушения, а также раскрытия проблем, возникающих при расчёте и построения границ опасных зон у разрывных нарушений.

Суть проблемы

Согласно «Положению о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах...» [1], геологическим нарушением угольного пласта считается аномалия его залегания или строения вследствие тектонических, физических, химических процессов, протекающих в недрах. Также, к зонам геологических нарушений, опасным для ведения горных работ относятся участки угольного пласта, на которых наблюдается снижение прочности и устойчивости угля

и боковых пород, увеличение их трещиноватости, обводнённости и газовыделения, генетически связанные с различными разрывными или морфологическими нарушениями.

Таким образом, геологическим нарушением следует считать не только разрывные нарушения, но и аномалии залегания, участки протекающих в недрах физических и химических процессов, обводнённости, газоносности, а также морфологические изменения (размывы, расщепления, раздувы, утонения и т.д.).

При этом, методика расчёта границ опасных зон, представленная как в данном «Положении...» [1], так и в «Инструкции ...» [2], сводится лишь к расчёту границ опасных зон у дизъюнктивных (разрывных: взброс, сброс, надвиг и т.д.) и пликтивных геологических нарушений (синклинальные и антиклинальные складки). Следовательно, методика установления границ опасных зон у других видов геологических нарушений (суфляры, размывы, расщепления, раздувы, утонения и т.д.) на сегодняшний день нормативными документами не регламентирована.

Что касается разрывных нарушений, то с целью их разделения на группы, характеризующиеся соответствующими признаками на основе закономерностей их строения, размеров и условий залегания, разработана классификация разрывов, при этом тектоническим разрывом считается нарушение сплошности массива горных пород, выражающееся в перемещении блоков пород относительно друг друга.

Согласно классификации дизъюнктивных нарушений [6], разрывы по величине подразделяются на: очень крупные — с амплитудами более 1000 м, крупные (100-1000 м), средние (10-100 м), мелкие (3-10 м) и очень мелкие — с амплитудами до 3 м.

В свою очередь мелкие и очень мелкие разрывные нарушения классифицируются по переходимости очистными комплексами по критерию соотношения амплитуды (N) и мощности пласта (m) — N/m . При величине критерия более 1 — классифицируется как непереходимое (т.е. амплитуда смещения больше мощности пласта), от 0,5 до 1 — классифицируется как переходимое при выполнении определённых мероприятий направленных на обеспечение безопасного ведения горных работ и технологических возможностей перехода, при величине критерия до 0,5 — классифицируется как переходимое. Ведение очистных работ в зоне разрывного нарушения при соотношении более 1 не только затруднительно, но и затратно, поэтому не редко заканчивается перемонтажом очистного комплекса или его потерей.

Кроме того, соотношение между направлением падения пласта и сместителя характеризует согласное или несогласное залегание плоскостей сместителя и пласта. Согласное залегание выражено наклоном плоскостей пласта и сместителя в одну сторону, а несогласное залегание — наклоном плоскостей в разные стороны.

В зависимости от расположения висячего крыла нарушения по сместителю, выделяют следующие виды амплитуд: полная (r), вертикальная (h), горизонтальная (l), стратиграфическая (n), а также выделяют угол падения сместителя характеризующий положение разрыва относительно горизонта (α), и двугранный угол между сместителем и пластом, который измеряется в плоскости, перпендикулярной линии скрещения в висячем крыле от направления восстания смес-

тителя до плоскости пласта (V). Основные вышеперечисленные элементы залегания разрывного нарушения представлены на *рис. 1*.

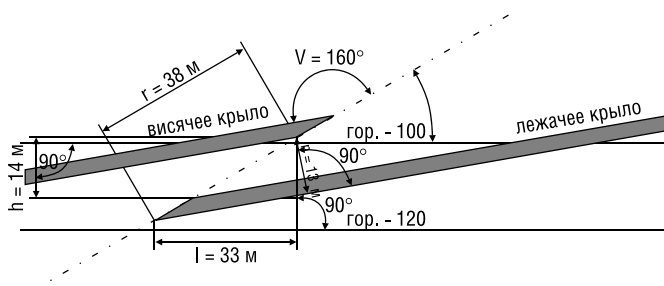


Рис. 1. Основные элементы залегания разрывного нарушения / Fig. 1. The major faults attitudes.

Таким образом, методика расчёта и построения опасной зоны у разрывного нарушения должна учитывать его размеры, элементы залегания и указывать вид амплитуды.

Следует отметить, что разработчиками Инструкции по геологическим работам на угольных месторождениях [7], в приложениях 13 и 15 представлены различные примеры и рекомендации по решению горно-геологических задач с помощью картографических сеток, а также приводятся примеры расчётов ширины пониженной крепости в зависимости от амплитуды смещения лишь для условий Прокопьевско-Киселёвского района Кузбасса и ряда шахт Сахалина, при этом методика расчёта и построения границ опасной зоны у разрывного нарушения в данной инструкции не приведена.

Расчёт границ опасных зон у геологических нарушений в настоящее время регламентирован двумя основными нормативными документами: Положением о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах [1] и «Инструкцией по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений» [2].

Положение о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах [1] разработано научно-исследовательским институтом горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ), согласовано с Госгортехнадзором России (письмо от 26.02.1993 № 01-17/70) и утверждено руководителем Департамента угольной промышленности Минтопэнерго России 23.07.1993. Указанный документ, регламентирует общий порядок безопасного ведения горных работ в опасных зонах при разработке угольных пластов в сложных горно-геологических условиях, в том числе содержит методику расчета опасных зон у разрывных нарушений.

Методика расчёта границ опасных зон у геологических нарушений на пластах, склонных к динамическим явлениям, представлена в Федеральных нормах [2], при этом данная инструкция не содержит методики построения опасных зон для пластов, не склонных к динамическим явлениям. Следовательно, в таких случаях логично применение методики, представленной в «Положении о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах» [1], но это противоречит требованиям пункта 1 статьи 5 Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ [8] в части установления Пра-

вительством РФ уполномоченного органа государственного регулирования промышленной безопасности, осуществляющего функции по нормативно-правовому регулированию в области промышленной безопасности.

Кроме того, согласно статье 4 ФЗ № 116 [8], правовое регулирование в области промышленной безопасности осуществляется данным Федеральным законом и другими федеральными законами, принимаемыми в соответствии с ними нормативными правовыми актами Президента Российской Федерации, нормативными правовыми актами Правительства Российской Федерации, и федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности. Таким образом, «Положение ...» [1], не является федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности.

Несмотря на вышеизложенное, далее в статье представлен анализ принципа построения границ опасных зон, регламентированного данными документами.

Согласно приложению 1 к «Положению...» [1], ширина зоны повышенной трещиноватости и пониженной крепости от мелких и очень мелких дизъюнктивных нарушений (амплитуда N не превышает 10 м) определяется по формулам 1 и 2:

$$B_{mp} = 10N/\sin V \quad (1)$$

$$B_{кр} = N/\sin V, \quad (2)$$

где B_{mp} и $B_{кр}$ — соответственно, ширина зоны повышенной трещиноватости и пониженной крепости угля с одной стороны от сместителя, измеряемая по нормали к плоскости сместителя, м; N — нормальная (стратиграфическая) амплитуда смещения, м; V — двугранный угол между плоскостью сместителя и напластованием, град.

С целью приведения наглядного примера рассмотрения особенностей построения границ опасной зоны для согласного и несогласного залегания, принят типовой вариант разрывного нарушения со стратиграфической амплитудой 3,5 м, при мощности пласта 3,5 м. Результаты расчёта ширины опасной зоны у разрывного нарушения, выполненного в соответствии с методикой, представленной в «Положении ...» [1], сведены в *табл. 1*.

На основании представленных в *табл. 1* расчётов ширины опасной зоны, на *рис. 2* выполнено построение вертикального геологического разреза с нанесением её границ при согласном залегании пласта и сместителя, на *рис. 3* при несогласном залегании.

По результатам построения опасных зон представленных на *рис. 2* и *3*, при идентичных исходных данных (амплитуда 3,5 м, мощность пласта 3,5 м) общая ширина опасных зон при согласном залегании пласта и сместителя составляет 586 м, а при несогласном 166 м.

Следует отметить, что определение двугранного угла у прогнозируемых разрывных нарушений по разным причинам, как правило, имеет низкую степень достоверности, а определение двугранного угла у непрогнозируемого нарушения, можно выполнить только после его вскрытия и получения полного и достоверного представления об элементах залегания и простирании нарушения, что также не всегда представляется возможным, особенно в кратчайшие сроки.

Таблица 1 / Table 1

Результаты расчёта ширины опасной зоны у разрывного нарушения по методике «Положения...» (1) /

The results of width estimation of near the fault hazardous area according to the method in ... (1).

Тип нарушения/ Type of fault	Вид опасной зоны / Type of hazardous area	Формула расчёта / Calculation formula	Амплитуда смещения, (стратиграфическая), м / Displacement amplitude (stratigraphic)	В двугранный угол, град. / Dihedral angle	Ширина опасной зоны, м / Hazardous area width	Общая ширина опасной зоны в плане, м / Total hazardous area width in plan view
Согласное/ Conformable	Зона повышенной трещиноватости / Excessive fissuring zone	$B_{TP}=10N/\sin V$	3,5	160	103	586
	Зона пониженной крепости угля / Low-hard coal zone	$B_{KP}=N/\sin V$	3,5	160	10	
Несогласное/ Unconformable	Зона повышенной трещиноватости / Excessive fissuring zone	$B_{TP}=10N/\sin V$	3,5	140	54	166
	Зона пониженной крепости угля / Low-hard coal zone	$B_{KP}=N/\sin V$	3,5	140	5,4	

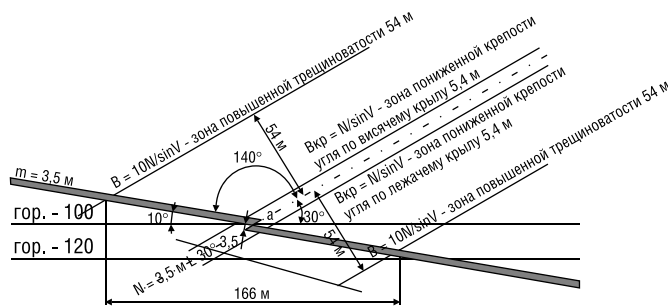


Рис. 2. Вертикальный разрез (согласное залегание) / Fig. 2. The vertical section (regular bedding).

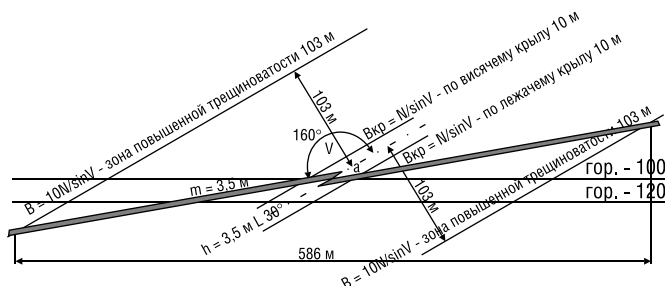


Рис. 3. Вертикальный разрез (несогласное залегание) / Fig. 3. The vertical section (unconformability bedding).

Кроме того, изображение двугранного угла на некоторых сечениях можно показать лишь его проекцией. Таким образом, применение двугранного угла при расчёте ширины опасной зоны не всегда позволяет получить правильный результат расчёта.

Далее рассмотрен пример расчета и построения границ опасной зоны у разрывного нарушения в соответствии с требованиями пункта 96 «Инструкции по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений» [2].

Согласно пункта 96 «Инструкции ...» [2], ширина опасной зоны d (м), у тектонических нарушений со смещением угольного пласта при неотработанных вышележащих горизонтах производится по формуле 3.

$$d = B + 0,5l, \quad (3)$$

где B — ширина зоны влияния тектонического нарушения, м; l — ширина зоны опорного давления, м.

Ширина зоны влияния тектонического нарушения B с амплитудой смещения более мощности угольного пласта определяется по формулам 4 и 5:

в лежащем крыле тектонического нарушения, по формуле:

$$B = 2,5\sqrt{N}; \quad (4)$$

в висящем крыле тектонического нарушения, по формуле:

$$B = 5\sqrt{N}, \quad (5)$$

где N — амплитуда смещения, м;

На горной графической документации (пункт 96, [2]), опасная зона тектонических нарушений отстраивается по нормали к плоскости сместителя.

Ниже рассмотрен пример построения границ опасной зоны при мощности пласта 3,5 м, амплитуде смещения 3,5 м, угле падения сместителя 30 град. и при глубине ведения горных работ 450 м, для которой ширина зоны опорного давления, определяемая по номограмме составит 82 м (пункт 84 «Инструкции ...» [2]). Согласно исходным параметрам, в табл. 2 представлен расчёт границы опасной зоны по висящему и лежащему крыльям разрывного нарушения.

Согласно результатам, представленным в табл. 2, ширина опасной зоны по висящему крылу нарушения составляет 50,4 м, по лежащему крылу нарушения 45,7 м. По полученным значениям на рис. 4 построены границы данных зон для несогласного залегания элементов нарушения и на рис. 5 для согласного.

Как следует из рис. 4 и 5, при идентичных исходных данных, общая ширина опасной зоны для пластов, склонных к динамическим явлениям, при согласном залегании составляет 275 м, а при несогласном 148 м, при этом если сравнивать полученные значения с результатами расчётов выполненных в соответствии с требованиями приложения 1 к «Положению...» [1], то: при согласном залегании опасная зона составит 586 м, а при несогласном 166 м. Таким образом, общая ширина опасной зоны для несклонных к ДЯ пластов существенно больше, чем для пластов, склонных к динамическим явлениям, хотя, казалось бы, должно быть наоборот.

Следует подчеркнуть, что «Инструкция ...» [2] не содержит методики расчёта ширины зоны влияния тектонического нарушения с амплитудой смещения менее мощности угольного пласта, а также не указано какой непосредственно вид амплитуды смещения необходимо применять при расчёте ширины зоны влияния тектонического нарушения.

Таблица 2 / Table 2

Результаты расчёта ширины опасной у разрывного нарушения по методике «Инструкции...» (2) / The results of width estimation of near the fault hazardous area according to the method in [2].

Наименование крыла / Type of limb	N амплитуда смещения, м / Displacement amplitude	B – ширина зоны тектонического влияния, м / Width of tectonic influence zone	H – глубина залегания пласта, м / Formation depth	m – мощность пласта, м / Seam thickness	l – ширина зоны опорного давления, м / Width of bearing pressure zone	d – ширина опасной зоны, м / Hazardous area width, $d = B + 0,5l$	Общая ширина опасной зоны в плане при согласном залегании, м / Total hazardous area width in plan view at conformable bedding	Общая ширина опасной зоны в плане при несогласном залегании, м / Total hazardous area width in plan view at unconformable bedding
Висячее крыло нарушения / Hanging limb of fault $B = 5\sqrt{N}$ 3,5		9,4	450	3,5	82	50,4	275	148
Лежачее крыло нарушения / Lower limb of fault $B = 2,5\sqrt{N}$	3,5	4,7	450	3,5	82	45,7		

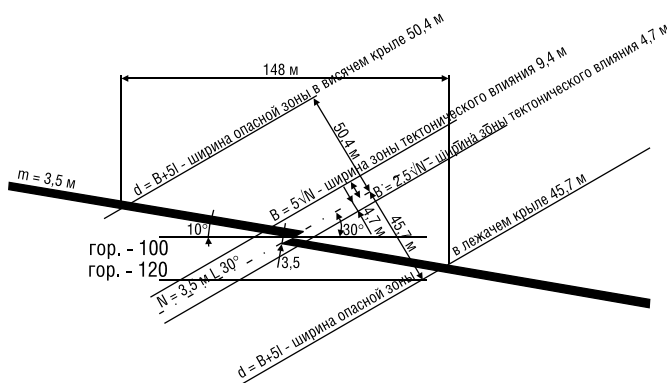


Рис. 4. Вертикальный разрез (несогласное залегание) / Fig. 4. The vertical section (unconformability bedding).

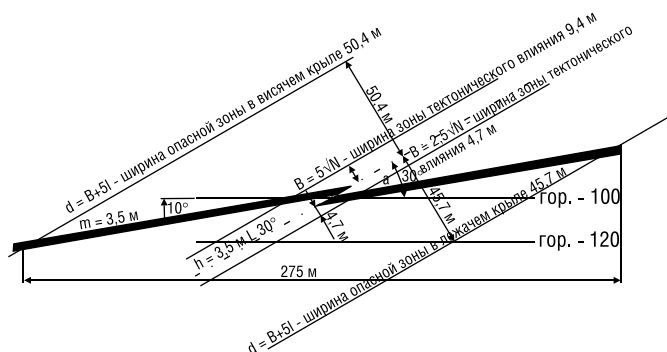


Рис. 5. Вертикальный разрез (согласное залегание) / Fig. 5. The vertical section (regular bedding).

Кроме того, применяя данную методику расчёта ширины опасной зоны (d), учитывая требования к построению её границ — по нормали к плоскости сместителя, при идентичных исходных данных, общая ширина опасной зоны для соглас-

ных и несогласных разрывных нарушений будет иметь существенно разные значения, а при пологом залегании пласта и сместителя, к опасной зоне может быть отнесён практически весь пласт.

Таким образом, два документа («Положение...» [1], «Инструкция ...» [2]), применяют разный методический подход к расчёту границ опасных зон. В первом примере расчёт основан на параметрах стратиграфической амплитуды (n) и двугранного угла (V), как для висячего крыла нарушения, так и для лежачего крыла, во втором случае в расчёте используются: амплитуда (N) без указания её вида, мощность пласта (m), глубина залегания ($H_{z.p.}$), ширина зоны опорного давления (l), ширина опасной зоны рассчитывается отдельно для каждого крыла. Расчётное значение отстраивается по нормали к плоскости сместителя по обоим методикам — одинаково.

Следует отметить, что амплитуда нарушения в теле лавы может изменяться как в сторону увеличения, так и уменьшения до полного затухания нарушения. Соответственно увеличение или уменьшение амплитуды приводит к увеличению или уменьшению ширины опасной зоны, следовательно, возникает целесообразность пересчёта ширины опасной зоны, либо разработка критериев учитывающих данный фактор.

Что касается очень мелких разрывных нарушений, например с амплитудами 0,25–0,5 м и участков зоны затухания разрывных нарушений, в некоторых случаях ситуация выглядит абсурдной, так как при наличии нескольких таких нарушений в теле лавы, данный участок превращается в сплошную опасную зону, так как применение в расчёте ширины зоны опорного давления, которая при той же глубине и мощности пласта составляет 82 м, расчётная ширина опасной зоны у разрывного нарушения с амплитудой смещения 0,25 м составит 84,5 м для висячего крыла и 83,25 м для лежачего крыла.

Глубина ведения горных работ подземным способом в Кузнецком угольном бассейне достигает 400–900 м от поверхности земли, и в дальнейшем будет увеличиваться. Установление местоположения и параметров разрывной нарушения на данных глубинах имеет большие сложности в связи с очень редкой плотностью разведочной сети. Расстояние между геологоразведочными скважинами составляет от нескольких сотен метров до одного–нескольких километров.

Следовательно, установить с наибольшей вероятностью местоположение, даже крупных и средних разрывных нарушений, не представляется возможным [9], а прогнозирование мелких и очень мелких разрывных нарушений на таких глубинах, можно выполнить только с помощью детального анализа результатов геологоразведочных и эксплуатационных работ по угольным пластам.

Значимость влияния качества геологического изучения недр на промышленную безопасность ведения горных работ, можно определять с помощью погрешностей учитывающих данные геологоразведочных работ на первом уровне и результаты эксплуатационной разведки на втором уровне [10].

Как правило, мелкоамплитудные нарушения (3–10 м) могут выявляться лишь частично, при этом действующие «Методические рекомендации...» [11] прямо указывают на то,

что в контуре наиболее качественно разведанных запасов категории А должны быть достоверно определены элементы залегания пластов и разрывных нарушений с вертикальной амплитудой более 10 м. Таким образом, мелкоамплитудные нарушения являются практически непрогнозируемыми и уточняются при проведении горных выработок и геофизических исследований в них [12]. Это, несомненно, отражается на своевременности и точности установления границ опасных зон у разрывных нарушений.

В настоящее время, прогноз нарушений угольных пластов в границах оконтуренной части выемочного столба также можно производить по «Методике горно-геометрического прогнозирования разрывных нарушений угольных пластов в контуре подготовленного выемочного столба» (ВНИМИ, ИУУ СО РАН, 2009 г.) [13], предназначенной для оценки горно-геологических условий разработки угольных пластов, выявления аномальных тектонических зон и других участков изменения геомеханических характеристик вмещающих пород. Кроме того, применяется комплексное использование методов (геологического, горно-геометрического и геофизического), позволяющих расширить спектр и максимально полно использовать имеющую информацию [14] [15] и [16].

Для выявления средних разрывных нарушений (10–100 м), необходимо проведение комплекса геологоразведочных и геофизических работ и увеличение плотности разведочной сети. Прогнозирование и геометризация разрывных нарушений с амплитудой 10–20 м, весьма затруднительно и основано на бурении дополнительных скважин. В этой связи, в настоящее время актуальной задачей является разработка новых подходов к оценке степени нарушенности выемочных столбов очистных забоев большой протяженности. Кроме того, необходимо коренным образом изменить отношение предприятий к необходимости проведения опережающего геологического изучения недр, которое в части выявления и трассировки не вскрытых разведкой нарушений должно быть в первую очередь ориентировано на выявление диагонально расположенных дизъюнктивов [17].

Выводы

В статье приведены результаты исследований методик построения границ опасных зон у разрывных геологических нарушений, изложенных в нормативных документах «Положении...» [1], в «Инструкции ...» [2].

Установлено, что методики расчёта границ опасных зон сводятся лишь к расчёту границ опасных зон у дизъюнктивных (разрывных: взброс, сброс, надвиг и т.д.) и пликтивных геологических нарушений (синклинальные и антиклинальные складки). Следовательно, методика установления границ опасных зон у других видов геологических нарушений (суфляры, размывы, расщепления, раздувы, утонения и т.д.) на сегодняшний день нормативными документами не регламентирована.

Определено, что предложенные в «Положении...» [1] и «Инструкции...» [2] методики расчёта и построения границ опасных зон у разрывных нарушений, содержат ряд недостатков, в связи с чем построенные расчётные значения для актуального типового примера, показали абсурдные значения как с точки зрения применения данных расчётов для согласных и несогласных разрывных нарушений, так и для склоновых и несклоновых пластов к динамическим явлениям.

Кроме того, построение опасных зон у непрогнозируемых нарушений, носит формальный характер, а в дальнейшем, при составлении прогноза на отработку лавы, рассматриваемый участок превращается в сплошную опасную зону в связи с отсутствием на сегодняшний день логичной методики расчёта.

При этом, учитывая требования контрольных и надзорных органов к безопасному ведению горных работ, специалисты на шахтах вынуждены фиксировать разрывные нарушения, амплитуда которых составляет 3–5 см, которые при восходящем порядке отработки угольных пластов, могут являться следствием процессов сдвижения пород, а не тектонических подвижек.

Выявлено, что в настоящее время целесообразно утверждать о необходимости:

1. проведения различных видов исследований с целью разработки методики построения опасных зон у разрывных нарушений с учётом их размеров, элементов залегания, склонности пластов к динамическим явлениям, а также рассмотрение целесообразности установления границ опасных зон у других видов геологических нарушений (суфляров, размывов, расщеплений, раздувов, и т.д.) и разработки методики их расчёта и построения;

2. проведение детального анализа результатов расследований аварий и инцидентов, причины которых связаны с ведением работ в опасных зонах у разрывных нарушений с целью разработки наиболее актуальных мероприятий и рекомендаций, обеспечивающих безопасное ведение горных работ в опасных зонах;

3. разработки методики расчёта и построения границ опасных зон основанной на результатах исследований, элементов залегания и анализа результатов расследований аварий и инцидентов;

4. утверждение нормативного документа, соответствующего федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности РФ.

Результаты исследований могут быть полезными специалистам геолого-маркшейдерских служб угледобывающих предприятий, научных и проектных институтов, выполняющих следующие работы: по расчёту и построению границ опасных зон у геологических нарушений, по составлению календарного графика отработки участков недр, по разработке управленческого решения, направленного на обеспечение безопасной и производительной работы предприятия. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Положение о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах. М., 1994 г.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений». Утв. приказом Ростехнадзора №515 от 10.12.2020.
3. Лазаревич Т.И., Харкевич А.С., Власенко Ю.Н., Шубина Е.А. Управление рисками возникновения аварийных ситуаций при ведении подземной добычи в зонах влияния крупных геологических нарушений //Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2019. № 5 . С 418-426.

4. Долгополова Т.И. Исследования влияния складчатого залегания пластов в Кузбассе на условия возникновения горных ударов: дис. ... канд. техн. наук /Т.И. Долгополова (Лазаревич Т.И.); ВНИМИ. - Прокопьевск, 1971. - 147 с.
5. Временное руководство по определению размеров зон тектонического влияния у разрывов и в замках складок. Т.И. Долгополова (Лазаревич Т.И.); ВНИМИ. - Ленинград, 1971. - 28 с.
6. Классификации тектонических разрывов угольных пластов по их морфологическим признакам и величинам. Л.,ВНИМИ, 1981 г.
7. Инструкция по геологическим работам на угольных месторождениях РФ.ВНИМИ. - СПб. 1993. -147 с.
8. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ .
9. Сендерзон Э.М., Юзвический А.З. и др. Методика разведки угольных месторождений Кузнецкого бассейна. - Кемерово, 1978.
10. Рогова Т.Б., Шаклеин С.В. Актуальные задачи повышения качества геологического обеспечения промышленной безопасности при добыче угля//Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2017. № 3. С. 72-76.
11. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Угли и горючие сланцы. - М.: Изд-во ФГУ ГКЗ, 2007. - 34 с.
12. Лазаревич Т.И., Гомзяков А.В. Оценка устойчивости целиков геофизическими методами // Горная геофизика. - 1998 г. - С. 267 - 271.
13. Методика горно-геометрического прогнозирования разрывных нарушений угольных пластов в контуре подготовленного выемочного столба: утв. ВНИМИ и ИУУ СО РАН 18.05.2009. - Кемерово - Санкт-Петербург, 2009. - 33 с.
14. Писаренко М.В., Тайлаков О.В., Соколов С.В., Колмакова А.А. О прогнозировании малоамплитудной нарушенности угольных пластов. Известия ТУЛГУ.Науки о Земле. 2022. Вып.2. С 356-366.
15. Шаклеин С.В., Рогова Т.Б. Горно-геометрическое прогнозирование тектонических нарушений угольного пласта в выемочном столбе // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2022. № 4. С. 18-25.
16. Рогова Т.Б., Шаклеин С.В. Оценка полноты изучения и прогноз степени дизъюнктивной нарушенности угольных пластов // Маркшейдерия и недропользование. 2012. № 1 (57). С. 20-22.
17. Черепанов В.Г., Шаклеин С.В. Оценка полноты изучения дизъюнктивной нарушенности угольных пластов в контуре подготовленных выемочных столбов очистных забоев большой протяженности // Недропользование XXI век. 2012. № 5 (36). С. 26-31.

REFERENCES

1. Polozhenie o poryadke i kontrole bezopasnogo vedeniya gornyh rabot v opasnyh zonah [Regulation on the procedure and control of safe mining operations in hazardous areas]. Moscow, 1994. (in Russian)
2. Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti «Instrukciya po prognozu dinamicheskikh yavleniy i monitoringu massiva gornyh porod pri otrabotke ugol'nyh mestorozhdeniy» [Federal rules and regulations in the field of industrial safety «Instructions for the dynamic condition forecast and rock mass monitoring during the coal deposits development»]. Approved by Rostekhnadzor order No. 515 of October 12, 2020. (in Russian)
3. Lazarevich T.I., Harkevich A.S., Vlasenko Yu.N., Shubina E.A. Upravlenie riskami vozniknoveniya avariynnykh situatsiy pri vedenii podzemnoy dobychi v zonah vliyaniya krupnykh geologicheskikh narusheniy [Risk management of emergency situations during underground mining in areas affected by major geological disturbances] // Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nykh resursov [High-tech technologies for the development and use of mineral resources]. 2019. No. 5. pp 418-426.
4. Dolgopolova T.I. Studies of the influence of folded strata occurrence in Kuzbass on the conditions of occurrence of mountain impacts. Candidate's thesis. /T.I. Dolgopolova (Lazarevich T.I.); VNIMI. - Prokopyevsk, 1971. - 147 p.
5. Vremennoe rukovodstvo po opredeleniyu razmerov zon tektonicheskogo vliyaniya u razryvov i v zamkah skladok [A temporary guide to determining the size of zones of tectonic influence at breaks and in the locks of folds]. T.I. Dolgopolova (Lazarevich T.I.); VNIMI. - Leningrad, 1971. - 28 p.
6. Klassifikatsii tektonicheskikh razryvov ugol'nykh plastov po ih morfologicheskim priznakam i velichinam [Classification of coal seams tectonic fissures according to their morphological characteristics and sizes]. Leningrad, VNIMI, 1981. (in Russian)
7. Instrukciya po geologicheskim rabotam na ugol'nykh mestorozhdeniyah RF [Instruction for the geological work on Russian Federation coal deposits]. St. Petersburg , VNIMI, 1993, 147 p. (in Russian)
8. Federal'nyy zakon «O promyshlennoy bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov» [Federal Law No. 116-FZ of July 21, 1997 on Industrial Safety of Hazardous Production Facilities]. (in Russian).
9. Senderzon E.M., Yuzvitsky A.Z., et al. Metodika razvedki ugol'nykh mestorozhdeniy Kuznetskogo bassejna [Methods of exploration of coal deposits in the Kuznetsk basin]. - Кемерово, 1978.
10. Rogova T.B., Shaklein S.V. Aktual'nye zadachi povysheniya kachestva geologicheskogo obespecheniya promyshlennoy bezopasnosti pri dobyche uglia [Topical problems of geological support for industrial safety during coal production] // Vestnik Nauchnogo centra VostNII po promyshlennoy i ekologicheskoy bezopasnosti [Bulletin of the VostNII Scientific Center for Industrial and Environmental Safety]. 2017. No. 3. pp. 72-76.
11. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu Klassifikatsii zapasov mestorozhdeniy i prognozykh resursov tverdykh poleznykh iskopaemykh. Ugli i goryuchie slantsy [Methodical recommendations on application of Classification of stocks of fields and expected resources of firm minerals. Coals and combustible slates]. Moscow, FGU GKZ Publ., 2007. 34 p.
12. Lazarevich T.I., Gomzyakov A.V. Ocenka ustojchivosti celikov geofizicheskimi metodami [Assessment of the stability of tselikov by geophysical methods] // Gornaya geofizika [Mining Geophysics]. - 1998 - pp. 267-271.
13. Shaklein S.V., Rogova T.B. Methodology of mining and geometric forecasting of discontinuous faults of coal seams in the contour of a prepared excavation column // Кемерово-St. Petersburg, 2009. 33 p.
14. Pisarenko M.V., Tailakov O.V., Sokolov S.V., Kolmakova A.A. O prognozirovanii maloamplitudnoy narushennosti ugol'nykh plastov. Izvestiya TULGU.Nauki o Zemle [On the prediction of low-amplitude disturbance of coal seams. News of TULSU.Earth sciences]. 2022. V.2. pp 356-366.

15. Shaklein S.V., Rogova T.B. Gorno-geometricheskoe prognozirovanie tektonicheskikh narushenij ugol'nogo plasta v vyemochnom stolbe [Mining and geometric forecasting of tectonic disturbances of the coal seam in the excavation column] // Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh [Physico-technical problems of mineral development]. 2022. No. 4. pp. 18-25.
16. Rogova T.B., Shaklein S.V. Ocenka polnoty izucheniya i prognoz stepeni diz'yunktivnoj narushennosti ugol'nykh plastov [Assessment of the completeness of the study and forecast of the degree of disjunctive disturbance of coal seams] // Markshejderiya i nedropol'zovanie [Surveying and subsoil use]. 2012. No. 1 (57). pp. 20-22.
17. Cherepanov V.G., Shaklein S.V. Ocenka polnoty izucheniya diz'yunktivnoj narushennosti ugol'nykh plastov v konture podgotovlennykh vyemochnykh stolbov oчитisnykh zaboev bol'shoj protyazhennosti [Assessment of the completeness of the study of the disjunctive disturbance of coal seams in the contour of the prepared excavation pillars of large-length treatment faces] // Nedropol'zovanie XXI vek [Subsoil use of the XXI century]. 2012. No. 5 (36). pp. 26-31.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS



Шубина Елена Андреевна:
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
ООО «ВНИИ-ГЕО»,
доцент кафедры маркшейдерского дела и геологии
КузГТУ,
г. Кемерово, Россия,
SPIN-код: 6411-5610,
AuthorID: 891405,
e-mail: Lena_shubina@mail.ru

Shubina Elena Andreevna:
Ph.D. in Engineering,
Senior Researcher,
LLC VNII-GEO,
Kemerovo,
Associate Professor,
Mine surveying and geology department, T.F. Gorbachev
Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia,
SPIN-код: 6411-5610, AuthorID: 891405,
e-mail: Lena_shubina@mail.ru.



Харкевич Андрей Сергеевич:
заведующий лабораторией горного давления
и динамических явлений,
ООО «ВНИИ-ГЕО»,
г. Кемерово, Россия,
AuthorID: 551960,
e-mail: a_kharkevich@mail.ru

Kharkevich Andrei Sergeevich:
Head of the rock pressure and dynamic condition laboratory,
LLC VNII-GEO,
Kemerovo, Russia,
AuthorID: 551960,
e-mail: a_kharkevich@mail.ru

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей. / The authors participated equally in the writing and collection of the material, as well as its processing.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г. И. НОСОВА

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова – один из крупнейших многопрофильных вузов страны, в котором обучается более девяти тысяч студентов и работает около двух тысяч преподавателей и сотрудников.

Институты, факультеты, кафедры

Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Институт горного дела и транспорта
Институт энергетики и автоматизированных систем
Институт дополнительного профессионального образования и кадрового инжиниринга МГТУ «Горизонт»
Проектная школа

Контакты : единый контакт-центр: +7 800 100 1934, e-mail: mgtu@magtu.ru
приемная комиссия: +7 3519 33 09 39, e-mail: priem@magtu.ru





WWW.N-GN.RU