

УДК 622.831; 622.2; 622.235

## **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ**

Представлены данные экспериментальных исследований о влиянии тектонических разломов на изменение начальной скорости газовыделения при пересечении подготовительными выработками структурных нарушений на угольном месторождении.

*Ключевые слова:* геодинамическое районирование, начальная скорость газовыделения, динамическое проявление, горное давление, тектонический разлом, угольный пласт, панель, блок, выработка.



*Еременко Виталий Андреевич — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ИГКОН РАН, eremenko@ngs.ru;*



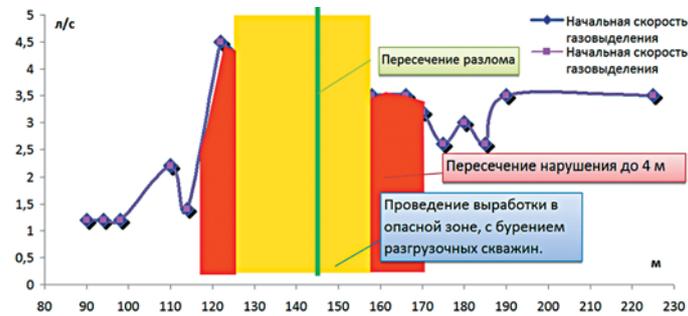
*Ерусланов Александр Петрович — заместитель командира Новокузнецкого военизированного горноспасательного отряда филиала «ВГСЧ», profnvgso@vgsch.ru;*



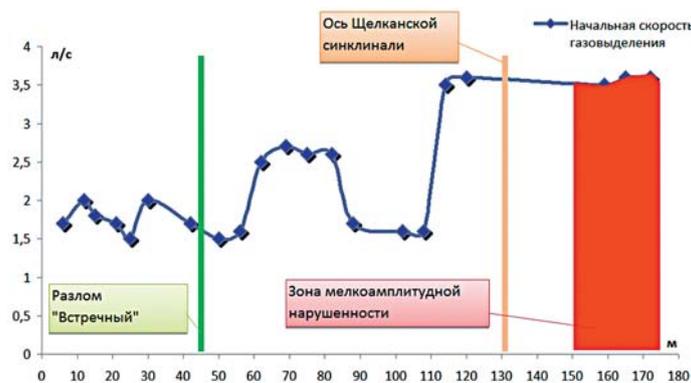
*Прохвятилов Сергей Анатольевич — помощник командира Новокузнецкого военизированного горноспасательного отряда филиала «ВГСЧ», profnvgso@vgsch.ru*

**Н**аиболее опасной по проявлению аварий в Российской Федерации является горнодобывающая отрасль. На протяжении всего периода существования угольной промышленности возникают все новые опасные производственные факторы, связанные с развитием процессов угледобычи. В последние десятилетия в связи с интенсивной техногенной нагрузкой на геологическую среду наблюдается усиление геодинамических процессов. При подземной разработке угольных месторождений в Кузбассе значительно возросло количество динамических и газодинамических проявлений — горные удары, обрушения с повышенным газовыделением, мгновенная просадка угленосной толщи и пр. В настоящее время необходимо продолжать детальное изучение закономерностей формирования катастрофических явлений и разрабатывать меры борьбы с ними [1—5]. Также возникают сложности с идентификацией событий, например: авария, последствие горного удара или обрушения; взрыв метано — воздушной смеси в горных выработках вследствие динамического проявления или наоборот, динамическое воздействие на массив было вызвано взрывом и т.п.

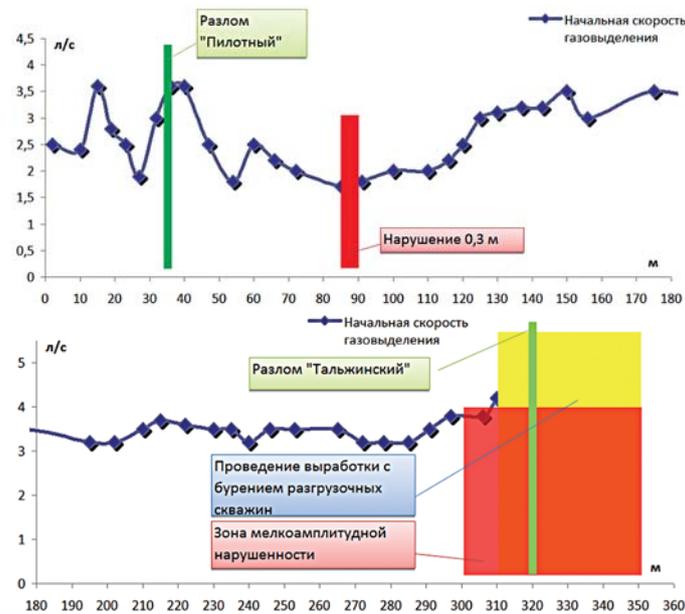
Происходящие в шахте динамические и газодинамические проявления требуют разработки технических решений для обеспечения эффективной и безопасной работы, материальных и трудовых затрат на предотвращение аварий при ведении горных работ в дальнейшем. В настоящее время недостаточно собрано



**Рис. 1.** Изменение начальной скорости газовыделения при проходке вентиляционного штрека 1-1-5-5 «бис» в районе разлома «Пилотный»



**Рис. 2.** Изменение начальной скорости газовыделения при проходке вентиляционного штрека 1-1-5-5 в районе разлома «Встречный»



**Рис. 3.** Изменение начальной скорости газовыделения при проходке вентиляционного штрека 1-1-5-5 в районе разлома «Пилотный» (а) и «Тальжинский» (б)

Таблица 1

**Изменение начальной скорости газовой выделения при проходке вентиляционного штрека 1-1-5-5 «Бис» в районе разлома «Пилотный»**

Расстояние от сопряжения, м	90	94	98	110	114	122	124	Проведение выработки в опасной зоне		158	166	170	175	180	185	190	225
Начальная скорость газовой выделения, л/с	1,2	1,2	1,2	2,2	1,4	4,5	4,3			3,5	3,5	3,2	2,6	3	2,6	3,5	3,5

Таблица 2

**Изменение начальной скорости газовой выделения при проходке вентиляционного штрека 1-1-5-5 в районе разлома «Встречный»**

Расстояние от сопряжения, м	6	12	25	21	25	30	42	50	56	62	69	75	82	88	102	108	114	120	165	172
Начальная скорость газовой выделения, л/с	1,7	2	1,8	1,7	1,5	2	1,7	1,5	1,6	2,5	2,7	2,6	2,6	1,7	1,6	1,6	3,5	3,6	3,5	3,6

Таблица 3

**Изменение начальной скорости газовой выделения при проходке вентиляционного штрека 1-1-5-5 в районе разлома «Пилотный» (а) и «Гальжинский» (б)**

Расстояние от сопряжения, м	2	10	15	19	23	27	32	36	40	47	54	60	66	72	85	91	100	110	116
Начальная скорость газовой выделения, л/с	2,5	2,4	3,6	2,8	2,5	1,9	3	3,6	3,6	2,5	1,8	2,5	2,2	2	1,7	1,8	2	2	2,2

120	125	130	137	143	150	156	175	195	202	210	215	222	230	235	240	246	253	265	272	278
2,5	3	3,1	3,2	3,2	3,5	3	3,5	3,2	3,2	3,5	3,7	3,6	3,5	3,5	3,2	3,5	3,5	3,5	3,2	3,2

285	291	297	306	310	320	330	350
3,2	3,5	3,8	3,8	4,2	Опасная зона – бурение скважин		

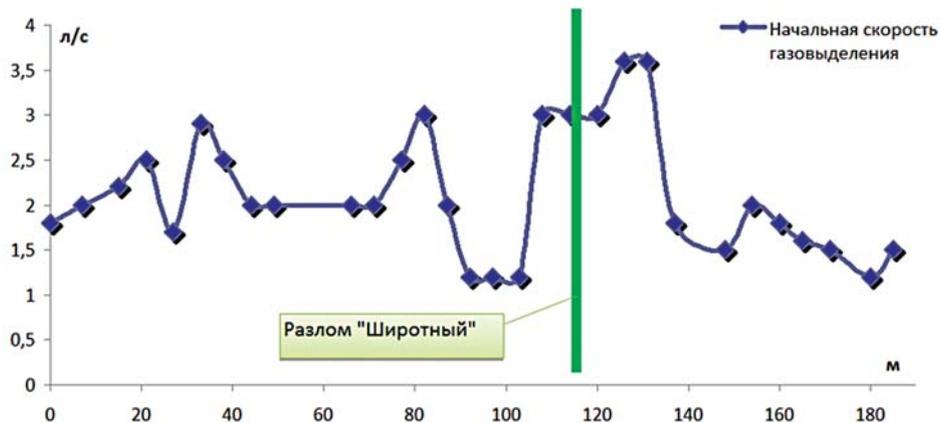


Рис. 4. Изменение начальной скорости газовыделения при проходке вентиляционного штрека 1-1-5-5 в районе разлома «Широтный»

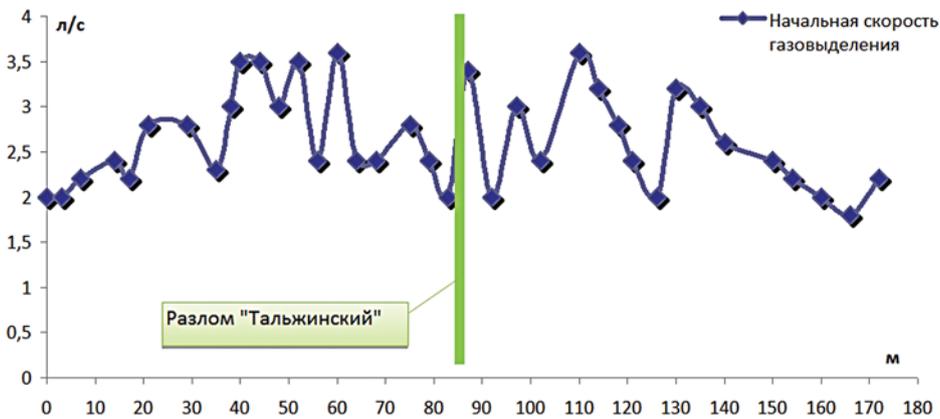


Рис. 5. Изменение начальной скорости газовыделения при проходке обрезающего конвейерного штрека 1-1-5-8 «бис» в районе разлома «Тальжинский»

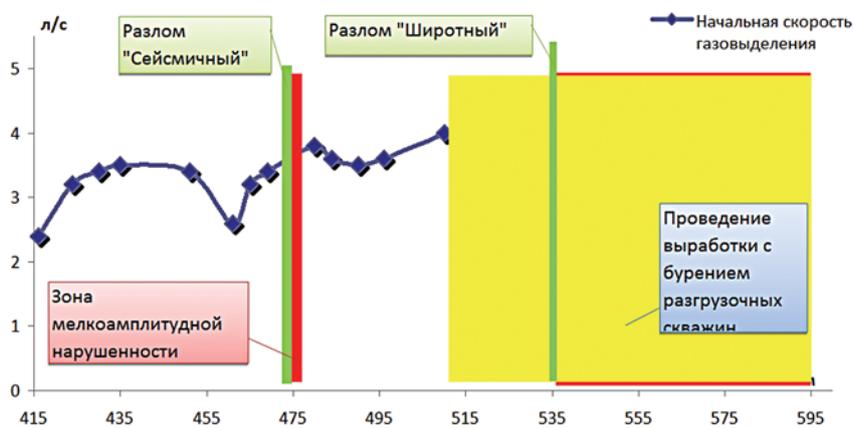


Рис. 6. Изменение начальной скорости газовыделения при проходке обрезающего конвейерного штрека 1-1-5-8 «бис» в районе разлома «Широтный»

Таблица 4

**Изменение начальной скорости газовыделения при проходке вентиляционного штрека 1-1-5-5 в районе разлома «Широтный»**

Расстояние от сопряжения, м	435	7	15	21	27	33	38	44	49	66	71	77	82	87	92	97	103	108	114
Начальная скорость газовыделения, л/с	1,8	2,0	2,2	2,5	1,7	2,9	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,0	1,2	1,2	1,2	3	3

120	126	131	137	148	154	160	165	171	180	185
3	3,6	1,8	1,5	2	1,8	1,6	1,5	1,2	1,2	1,5

Таблица 5

**Изменение начальной скорости газовыделения при проходке обрезающего конвейерного штрека 1-1-5-8 «бис» в районе разлома «Тальжинский»**

Расстояние от сопряжения, м	0	3	7	14	17	21	29	35	38	40	44	48	52	56	60	64	68	75	79
Начальная скорость газовыделения, л/с	2	2	2,2	2,4	2,2	2,8	2,8	2,3	3	3,5	3,5	3	3,5	2,4	3,6	2,4	2,4	2,8	2,4

83	87	92	97	102	110	114	118	121	126	130	135	140	150	154	160	166	172
2	3,4	2	3	2,4	3,6	3,2	2,8	2,4	2	3,2	3	2,6	2,4	2,2	2	1,8	2,2

Таблица 6

**Изменение начальной скорости газовыделения при проходке обрезающего конвейерного штрека 1-1-5-8 «бис» в районе разлома «Широтный»**

Расстояние от сопряжения, м	416	424	430	435	451	461	465	469	480	484	490	496	510	530	535	540	
Начальная скорость газовыделения, л/с	2,4	3,2	3,4	3,5	3,4	2,6	3,2	3,4	3,8	3,6	3,5	3,6	3,6	3,6	3,5	3,6	Опасная зона – бурение скважин

Таблица 7

**Изменение начальной скорости газовойделения на расстоянии забоя от сопряжения при проходке монтажной камеры 1-1-5-8 «Бис» через разлом «Широтный» на сопряжении, через разлом «Сейсмичный» на расстоянии 35-45 м с пересечением складчатой структуры (40 м от сопряжения)**

Расстояние от сопряжения, м	0	4	8	12	18	22	26	29	31	36	39	45	48	52	56	62	68	72	76
Начальная скорость газовойделения, л/с	2,8	1,8	2,1	2,8	3	2	2,4	2	2,2	3	2,3	2,4	2,2	2,2	2,2	2,6	2,4	2,2	2

86	90	94
1,4	1,4	0

Таблица 8

**Изменение начальной скорости газовойделения на расстоянии забоя от сопряжения при проходке промышленной печи 7 через разлом «Встречный»**

Расстояние от сопряжения, м	6,5	15	20	25	33	38	45	53	59	63	72	78	86	90	95	100	104	112	115
Начальная скорость газовойделения, л/с	2	1,5	2	2,2	2,2	2,2	2,8	1,5	1,7	2,6	2,4	1,5	1,3	1,8	1,5	1,5	1,3	1,5	1,5

125	128	136	145	154	158	162	175	180	185	190	194	200	205
1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	1,3	1,5	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3

Таблица 9

**Изменение начальной скорости газовойделения при проходке конвейерного штрека 1-1-5-7 «Бис» в районе разлома «Тальжинский»**

Расстояние от сопряжения, м	3	11	16	22	29	35	40	43	49	57	65	72	80	85	88	94	97	100	104
Начальная скорость газовойделения, л/с	2,4	2,4	2,5	2,5	2	1,8	2	2,2	2	2,2	2,2	2,4	2,2	2,4	2,6	2,6	2	2,4	3,8

109	113	117	119	122	125	129	134	137	140	145	150	154	172	175	181	184	189	192	198	202
2,6	2,4	2,6	2,1	3,8	2,6	2,8	2,4	3	2,6	2,4	2,6	2,4	3,4	2,6	2,5	2	2,8	3,4	2,7	3,2

212	219	226	232	234	236	241	244	248	250	255	259
3,9	3,8	3,5	2,6	3,7	3,0	2,6	3,2	2,6	1,6	2,6	2

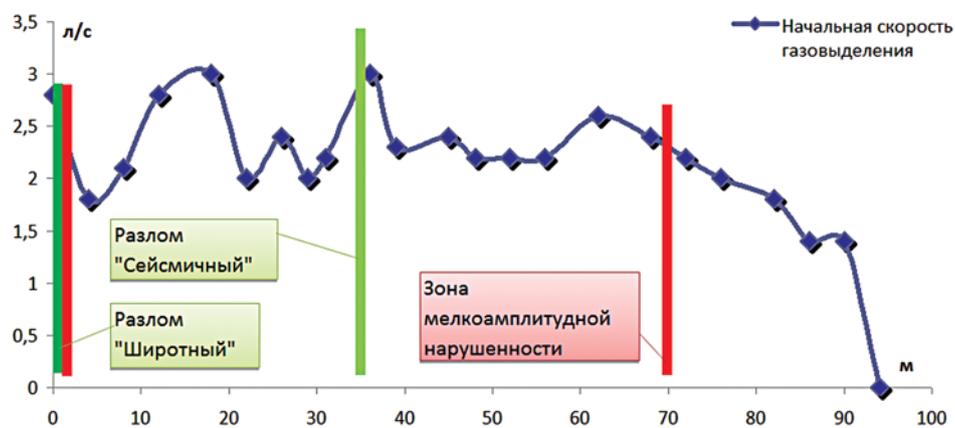


Рис. 7. Изменение начальной скорости газовыделения при проходке монтажной камеры 1-1-5-8 «бис» в районе разлома «Широтный» и «Сейсмичный»

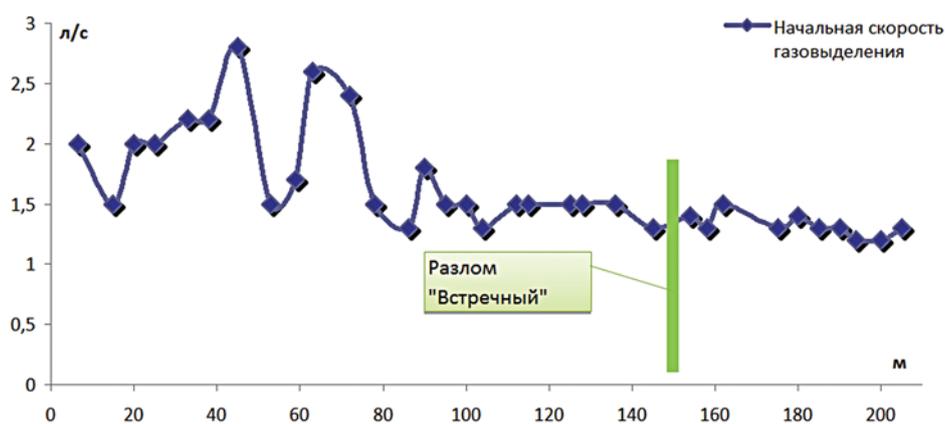


Рис. 8. Изменение начальной скорости газовыделения при проходке промышленной печи 7 сверху вниз в районе разлома «Встречный»

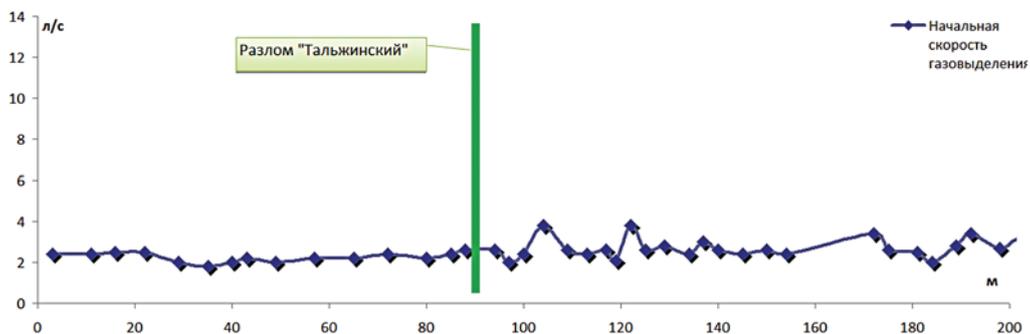
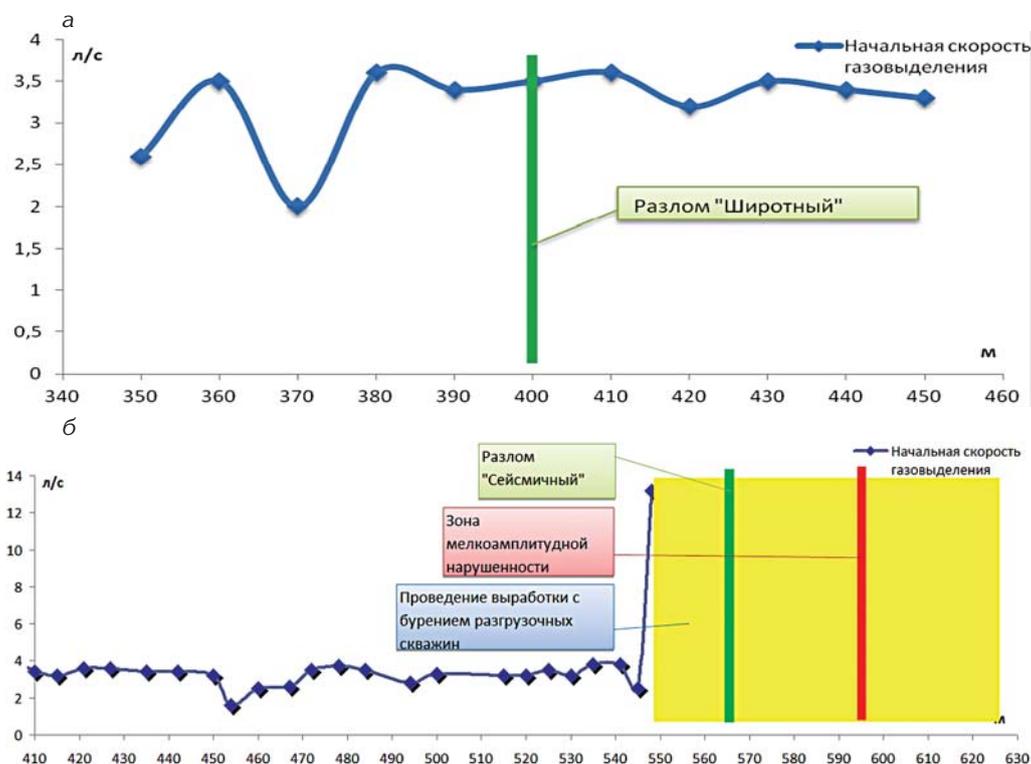


Рис. 9. Изменение начальной скорости газовыделения при проходке конвейерного штрека 1-1-5-7 «бис» в районе разлома «Тальжинский»



**Рис. 10. Изменение начальной скорости газовыделения при проходке конвейерного штрека 1-1-5-7 «бис» в районе разломов «Широтный» (а) и «Сейсмичный» (б)**

и систематизировано исследовательской базы по определению закономерностей формирования зон концентрации напряжений, динамических и газодинамических явлений, сейсмической опасности горных предприятий и пр. [6, 7]. В результате имеем место большое количество аварий не только с неопределенными причинами, но и классифицированными от типичных горных ударов, названных «Обрушениями» или «Внезапными отжимами...», до недоказанных «Сейсмических воздействий», вызвавших аварию в шахте и др.

На сегодняшний день существует несколько нерешенных задач в области геомеханики при разработке угольных шахтных полей: влияние на устойчивость горных выработок тектонических разломов; влияние тектонической структуры шахтного поля на газовыделение из угольных пластов; особенности проявления горного давления в зоне влияния тектонических разломов; исследование возможностей предсказывать аварийные риски на стадии проектирования горных работ с достаточной степенью точности.

Существующая нормативная база не учитывает в полной мере такой опасный производственный фактор, как существование тектонических разломов и влияние тектонической структуры шахтного поля на безопасность горных работ. Необходимость определения структуры шахтного поля путем геодинамического

Таблица 10

**Изменение начальной скорости газовыделения при проходке конвейерного штрека 1-1-5-7 «Бис» в районе разлома «Широтный» и «Сейсмичный»**

Расстояние от сопряжения, м	264	270	275	280	284	290	294	312	322	328	331	336	343	346	350	357	361	367		
Начальная скорость газовыделения, л/с	2,4	3,5	2,4	3,2	2,1	2,2	3,2	2,6	2,1	3,2	2	3,5	2,8	3,6	2,6	2,6	3,5	2,2		
371	375	380	385	388	390	407	410	415	421	427	435	442	450	454	460	467	472	478	484	494
2,0	3,0	3,6	2,8	3,7	3,4	3,7	3,4	3,2	3,6	3,6	3,4	3,4	3,2	1,6	2,5	2,6	3,5	3,7	3,5	2,8
500	515	520	525	530	535	541	545	548	555	595	600									
3,3	3,2	3,2	3,5	3,2	3,8	3,8	2,5	13,2	Проведение с бурением скважин											

районирования указана в «Инструкции по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам» (РД 05-328-99) [8]. Однако, во-первых, в этом документе рассмотрен только вопрос предотвращения горных ударов и не затронуты другие аспекты проблемы, во-вторых, положения этого документа выполняются, как правило, формально. Кроме того, многие положения документа на практике невыполнимы. Так, в приложении 4 п.11 указано, что «...расположение шахтных полей следует предусматривать в пределах одного — двух тектонических блоков 4 ранга». Даже учитывая, что ранг блока в литературе трактуется по-разному, необходимо отметить, например — в пределах участка «Малиновский — Глубокий» (половина шахтного поля филиала ОАО «Южкузбассуголь» шахта «Алардинская») — восемь блоков, на шахте «Осинниковская» в пределах одной выемочной панели (3 выемочных участка) так же восемь блоков.

Согласно вышеуказанной «Инструкции...», «раскройка шахтных полей месторождения, выбор последовательности и порядка их отработки должны производиться с учетом результатов опережающего геодинамического районирования». Практически ни на одной из шахт это положение не выполняется из-за неконкретности норматива — применения слов «с учетом», «рекомендуется» и т.д. В «Инструкции по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России» так же указано: «Инструкция не распространяется на применение анкерной крепи в специфических и особо сложных условиях, к которым относятся: массивы с высокими геодинамическими и тектоническими

напряжениями...». Однако нет критериев, по которым массивы относятся к массивам с «высокими геодинамическими и тектоническими напряжениями», да и само понятие «высокие» неконкретно. Неконкретность вызвана как раз тем, что нет ответа на вопросы — как влияют тектонические разломы на условия отработки угольных месторождений. Закономерности же влияния тектонической структуры шахтных полей на особенности газовыделения так же не достаточно изучены и являются следствием малой исследованности тектоники шахтных полей.

Осиновское угольное месторождение разрабатывается в регионе современной тектонической активности недр — сейсмоактивной Алтае — Саянской складчатой области и характеризуется сложной глубинной тектоникой региона, современным формированием складчатых структур и тектоническими движениями [9, 10]. Физико-географические характеристики территории месторождения обусловлены ее положением на стыке крупных региональных геологических систем — Кузнецкой Котловины, Кузнецкого Алатау и Горной Шории. Рельеф района расчлененный, с резко эрозионными формами, характерными для низкогорий с хорошо развитой гидросетью. Абсолютные отметки рельефа поверхности изменяются от 210 м в долинах рек и до 620 м на водоразделах. Характеристики рельефа, такие как резкая расчлененность, резкие границы ландшафтных оформлений по границам природных образований, линеаризованные формы строения долин и водоразделов, ступенчатый профиль речных долин, активное развитие современных оползневых процессов в целом указывают на современные блоковые движения земной коры.

Угленосные отложения на Осиновском месторождении представлены Казанково-Маркинской и Ускатской свитами Кольчугинской серии. Отложения делятся на три продуктивные толщи — Елбанскую, Кандалепскую и Полкаштинскую. В стратиграфическом разрезе насчитывается до 30 пластов угля, из которых 20 имеют рабочую мощность. Уголь представлен ценными марками Ж, ПЖ, КЖ, толщина пластометрического слоя до 36 мм. Вмещающие породы представляют чередование слоев алевролитов и аргиллитов, реже песчаников, с крепостью пород по шкале проф. М.М. Протогьяконова от 3 до 14. Угленосная толща перекрыта юрскими отложениями.

Шахтное поле филиала ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» «Шахта «Осинниковская» расположено в юго-западной части месторождения. Северо-западная часть шахтного поля приурочена к территории лесостепной зоны, принадлежащей Кузнецкой котловине, юго-восточная — к гористо-таежным отрогам Кузнецкого Алатау и Горной Шории. В пределах горного отвода шахты — 11 балансовых пластов мощностью 0,9-3,8. Размеры шахтного поля — 18 Ч 8,5 км. Шахтное поле условно поделено на 4 блока, в настоящее время отрабатывается один, 1-й.

Основной элемент складчатой тектоники недр представлен Щелканской синклиналью. Крылья Щелканской синклинали на всем протяжении осложняются рядом дополнительных складок и большим числом нарушений.