

УДК 622.333: 622.83.001.5

Р.И. Ненашева, А.И. Набоков, Б.Б. Чебоксаров

## ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ НА ПОДГОТОВКУ И ПОРЯДОК ОТРАБОТКИ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ УГЛЯ В КУЗБАССЕ

Эффективность работы угледобывающего предприятия закладывается инженерными решениями на этапах технологических разработок и определяется в экономической части инвестиционного проекта. Оценка эффективности проекта становится одним из наиболее ответственных этапов его создания. От объективности и все-

строение кровли (почвы). В целом все эти факторы определяют рациональное направление отработки выемочных полей и прогнозирование тяжести проявлений горного давления. Отмечено, что условия залегания пластов определяют схему подготовки. Характерными направлениями отработки выемочных полей в Кузбассе являются юго-

лей для указанных направлений (табл. 1). При сравнении работы очистных забоев, работавших в юго-восточном и северо-западном направлениях на пластинах Сычевский - IV и Сычевский - III, ш. «Грамотеинская» были получены результаты показателей эффективности, сведенные в табл. 1.

Результаты анализа показа-

Таблица 1

Эффективность работы КМЗ  
в зависимости от направления отработки выемочного столба

Пласт	Направления отработки выемочного столба						Отношение показателей		
	На юго-восток			На северо-запад					
	S <sub>юв</sub>	L <sub>юв</sub>	A <sub>юв</sub>	S <sub>сз</sub>	L <sub>сз</sub>	A <sub>сз</sub>	S <sub>сз</sub> / S <sub>юв</sub>	L <sub>сз</sub> / L <sub>юв</sub>	A <sub>сз</sub> / A <sub>юв</sub>
Сычевский - IV	Лава 824			Лава 819			1,58	1,58	1,58
	5190	34,6	28,5	8175	54,5	45,1			
Сычевский - III	Лава 826			Лава 619			1,67	1,67	1,67
	5625	37,5	25,2	9375	166,7	62,5			

стороннего анализа данной оценки зависит выбор технических решений.

Значительные трудности возникают при разработке инженерных решений, направленных на совершенствование подготовки и порядка отработки шахтного поля. На шахтах Кузбасса запасы угля в пределах горизонта, как правило, отрабатываются прямым порядком – от стволов к границам. Это позволяет сократить сроки подготовки запасов к выемке и обеспечить наименьшие первоначальные капитальные затраты. Опыт разработки пологих пластов шахт бассейна длинными столбами по простирации свидетельствуют о различной эффективности работы механизированных очистных забоев в зависимости от направления отработки выемочных полей. При этом значения имеют такие факторы, как трещиноватость угля, количество дизъюнктивов на площади пласта, их пространственная ориентировка и

восточное и северо-западное – Ленинский, Беловский, Кемеровский районы и восточное-северо-восточное, западное – юго-западное – Томь-Усинский район.

Для исследования эффективности работы очистных забоев при различной тектонической сложности рассматривалась отработка выемочных полей с учетом данных направлений на шахтах «Инская», «Грамотеинская», им. С.М. Кирова, им. 7 Ноября, «Октябрьская», «Распадская» и Первомайская. В качестве технологических показателей эффективности комплексно-механизированных забоев (КМЗ) рассматривались: S – площадь отработки выемочного столба, м<sup>2</sup>/мес.; L – скорость подвигания, м/мес.; A – среднемесячная нагрузка, т/мес. Эти показатели определились для двух направлений выемочного столба. Для оценки тектонической сложности и эффективности работы лав принималось отношение этих показате-

ли, что работа очистных забоев для данной шахты,двигающихся в северо-западном направлении по технологическим показателям эффективности – S<sub>сз</sub>, L<sub>сз</sub>, A<sub>сз</sub> в 1,58-1,67 раза эффективнее работы лав, отрабатываемых выемочные столбы в противоположном (встречном) юго-восточном направлении. По другим шахтам Ленинского, Беловского, Томь-Усинского и Кемеровского районов аналогичные показатели сравнительной эффективности работы встречно-работающих КМЗ находятся в пределах 1,2-1,8 раза.

Для установления влияния направления отработки выемочных столбов на показатели эффективности механизированных очистных забоев были проанализированы по некоторым шахтам данные диспетчерского учета аварий механизмов в забоях и связанные с ними простоя (табл. 2). При этом все механизированные очистные забои были оборудованы комплексами типа ОКП-70

Таблица 2

## Простой КМЗ вследствие аварий механизмов

Направление подвигания КМЗ	Общая пло-щадь отра-ботки очист-ных забоем, тыс. м <sup>2</sup>	Общая добыча из очистного забоя, тыс. т.	Простой КМЗ из-за аварий			
			Механизиро-ванная крепь	Комбайн	Кон-вейер	Общие
на Ю-В	747,0	4123,2	326	710	303	1339
от общих, %	-	-	24,4	53,0	22,6	100
на С-З	723,0	3989,1	172	429	213	814
от общих, %	-	-	21,1	52,7	26,2	100
отношение Ю-В к С-З, %	103,3	103,4	189,5	165,5	142,2	164,5

(комбайн 1КШЭ), имеющими примерно одинаковый остаточный технический ресурс, эксплуатировались в аналогичных горно-геологических и горнотехнических условиях и обслуживались бригадами качественно равного профессионального состава и уровня.

забое,двигающееся против направления трещин (табл.3) [1, 2].

Нагрузка на механизированную крепь в очистном забое,двигающееся по направлению падения трещин как правило больше 1,66-1,85 раза, чем в очистном забое,двигающееся в

урочены к пликативным структурам. Следовательно устойчивость проявления имеют системы первичных (петрогенетических) трещин, которые в основном определяют направление движения горных работ. Тектоническая трещиноватость также оказывает большое влияние на

Таблица 3

Расстояние до груди забоя, м	Опускание кровли в очистном забое, мм			
	Подвигание забоя по направлению падения трещин		Подвигание забоя против падения трещин	
	основной	непосредственный	основной	непосредственный
1	125	250	50	76
2	150	374	55	112
3	170	485	65	139

Анализ причин существенного разброса значений в среднем в 1,6 раза сравнительной эффективности работы между встречно-двигающимися КМЗ, позволили сделать вывод, что значимым фактором, определяющим данную разницу, является направление движения очистных забоев по отношению к линии падения трещин (навстречу или по падению). В данном случае направление движения очистных забоев определяет также характер и интенсивность проявлений горного давления на весь период отработки столба в выемочном поле.

Так, например, максимальные опускания основной и непосредственной кровель в очистном забое, движущемся в направлении падения трещин, были соответственно в 2,6 и 3,5 раза большими, чем в очистном

обратном направлении. Изучались все встреченные в лаве трещины. Большая часть из них имеет эндогенный характер и определенную морфологию и геометрию. Две системы трещин, которые появились в результате петрогенеза четко прослеживаются в забое лавы. Другие системы трещин, которые образовались в результате тектоники и деятельности экзогенных процессов, часто имеют скрытый характер. Влияние на горные работы в большей степени оказывают петрогенетические трещины. Трещины названных типов являются результатом хрупкого разрушения материала горных пород. Кроме того, они образуются в результате пластической деформации на поверхности разделов формирующие трещины кливажа. Эти трещины имеют ограниченной распространение и при-

горные работы, но тектонические трещины проявляются в результате локальной неоднородной деформации и ограничены в распространении. Их ориентировка связана с элементами залегания угольного пласта. Особенно большое влияние трещины оказывают на горные работы в пределах распространения пликативных и дизъюнктивных структур.

В работе изучались в основном две взаимно перпендикулярные системы эндогенной трещиноватости, поражающие как угольные пласти, так и вмещающие породы кровли и почвы пласта. Трещины выносились на стреографические сетки. На них показывались в основном сопряженные системы трещин, ориентированные примерно под прямым углом к напластованию и друг другу. Густота и ориентировка трещин

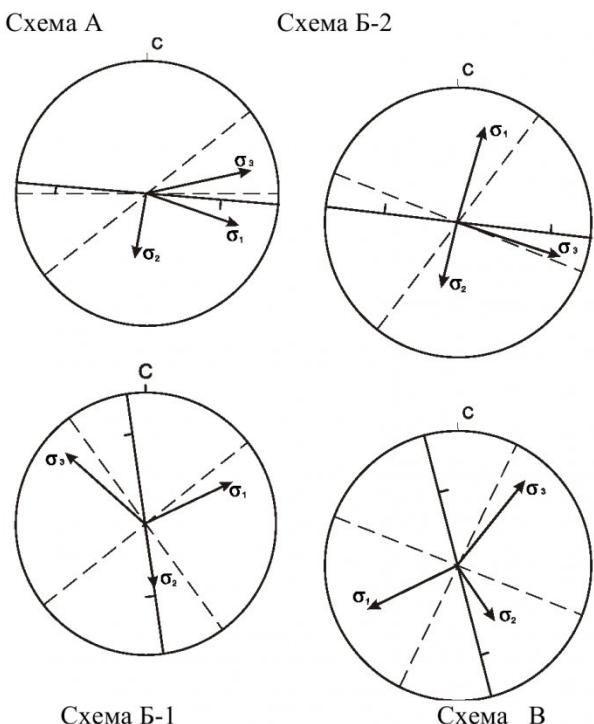


Рис 1. Схемы расположения линии очистного забоя по отношению к трещинам и тектоническим осям.

**Схема А.** Весьма неблагоприятные условия. Кососекущие трещины расположены под острым углом к осям δ<sub>3</sub>, δ<sub>1</sub>, и к линии движения забоя. Ось δ<sub>2</sub> направлена на массив.

**Схема Б-1.** Относительно неблагоприятные условия. Оси δ<sub>3</sub>, δ<sub>1</sub> образуют острый угол с трещинами, ось δ<sub>2</sub> совпадает с плоскостью забоя.

**Схема Б-2.** Относительно неблагоприятные условия. Ось δ<sub>3</sub> почти совпадает с трещинами падающими на забой и образуют острый угол с линией движения забоя.

**Схема В.** Относительно благоприятные условия. Две системы трещин падают от забоя на массив.

**Обозначения:** - - - системы трещин; — Т — линия движения забоя; → δ<sub>1</sub>>δ<sub>2</sub>>δ<sub>3</sub> - оси тектонических напряжений, построены на стереографической сетке по сопряженным трещинам.

определялись полем напряжения и мощностью слоя или пласта. Большое влияние на горные работы оказывает угол встречи линии очистного забоя с осями тектонического поля напряжения – δ<sub>1</sub>, δ<sub>2</sub>, δ<sub>3</sub> [3]. Наиболее характерные схемы расположения осей поля напряжения по отношению к линии движения забоя показаны на рис. 1. Кососекущие трещины расположенные под острым углом (0-10°) к оси δ<sub>3</sub> или δ<sub>1</sub>, образуют ступенчатую поверхность забоя. Острый угол встречи может привести к обрушению угля на призабойную дорожку. В то же время трещины по δ<sub>1</sub> и δ<sub>3</sub> создают блоковое строение массива и уменьшают прочность массива, что облег-

чает отделение угля. Такая трещиноватость определяет выход мелких классов угля. В том случае, когда трещины образуют острый угол и почти параллельны к осям δ<sub>1</sub> и δ<sub>3</sub>, или одна из них ориентирована на массив, а другая ось δ<sub>2</sub> совпадает с плоскостью забоя образуя с ней острый угол, то при движении комбайна вверх по восстанию пласта породы непосредственной кровли, (аргиллиты и алевролиты) – обрушаются глыбами, вызывая зажим исполнительной части комбайна и купление на всю мощность непосредственной кровли (схемы А и Б-1).

Неоднозначно влияют на скорость движения забоя тре-

щины, расположенные под острым углом к оси δ<sub>2</sub> (схема Б-2). Одна из систем трещин часто ориентирована по линии очистного забоя. При отработке лавы в этой ситуации, но в противоположных направлениях, будут создаваться различные условия. Они будут весьма неблагоприятны, если трещины падают на забой, то произойдет их раскрытие. Вода поступит из пород непосредственной кровли на забой. Произойдет нарастание гидростатического давления, а зона интенсивного притока воды будет следовать за лавой. В случае направления забоя в противоположном направлении, падение одной из систем трещинны от забоя и зона интенсивного притока воды будет расположена в завале. При влиянии второй системы трещин, которая развивается по оси δ<sub>3</sub> в процессе выемки угля почти всегда будут вывалы пород непосредственной кровли, что приведет к образованию куполов.

Благоприятные условия, когда две системы трещин падают на массив и образуют с линией очистного забоя угол более 40° (схема В).

Таким образом, выполненные исследования позволяют повысить эффективность работы КМЗ. Раскройку шахтопластов рекомендуется делать на однокрыльевые панели (выемочные поля) при комбинированном порядке отработки шахтного поля, т.е. в одном крыле однокрыльевые панели отрабатываются от центра шахтного поля к его границам. В другом, они должны отрабатываться от другой границы шахтного поля к его центру. В этом случае все очистные забои будут двигаться в «благоприятном» направлении, обеспечивая относительно высокую их производительность. Благоприятным следует считать такое направление, когда очистные забои двигаются по трещинам, которые падают «на забал». Если же лавы двигаются в направлении падения трещин на забой, то такое направление, в основном, будет неблагопри-

ятным. Следовательно, при благоприятном направлении отработки выемочных столбов – трещины падают «на завал», неблагоприятном – «на забой».

В этой связи, для шахтопластов Ленинского, Беловского и Кемеровского районов, благоприятным направлением является подвигание очистных забоев с юго-востока на северо-запад, а неблагоприятным с северо-запада на юго-восток. В первом случае – при выполнении рекомендаций по раскройке и порядку отработки шахтного поля – все очистные забои будут эффективно работать с понижением аварийности очистного оборудования, втором – каждый второй забой, двигаясь в неблагоприятном направлении, будет работать в 1,2-1,6 раза ниже своих возможностей.

Это потребует дополнительных капитальных вложений на подготовку и оснащение необходимого (увеличенного) очистного фронта, а также увеличения эксплуатационных затрат на его содержание и обслуживание.

Для других месторождений Кузбасса с пологим залеганием пластов исследования проводились только для шахты «Распадская». Условия работы ее отличаются от других выше рассмотренных шахт тем, что здесь преобладают тектонические трещины соскладчатого типа, которые падают на восток и северо-восток под углами 16-40°. Петрогенетические трещины представлены одной ярко

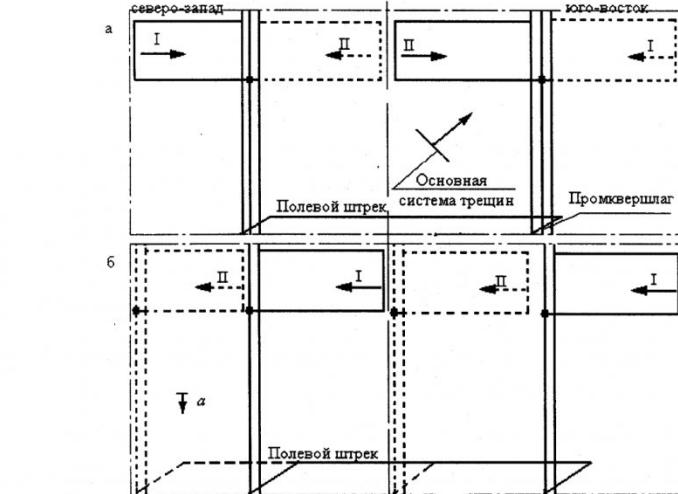


Рис. 2. Сравниваемые варианты подготовки и порядка отработки полого го пласта:

а. – панельная подготовка с делением пласта на двухкрылые панели при прямом порядке отработки запасов горизонта; б. – то же на однокрылые панели при комбинированном порядке отработки запасов горизонта. (Сплошными линиями показаны горные работы I очереди, пунктирными – II очереди)

выраженной системой юго-западного падения с углами падения 70-83°. Поэтому в случае преобладания трещины тектонического происхождения необходимо работать в северо-восточном и восточном направлениях. Отношение показателей КМЗ в этом случае выше в 1,27 раза. В случае преобладания петрогенетических трещин благоприятные условия работы будут при движении забоя в юго-западном направлении.

Таким образом, изменение порядка отработки шахтопластов обеспечивает повышение производительности механизированных очистных забоев в среднем в 1,5 раза, что в свою очередь позволит повысить эф-

ективность работы шахт.

При оценке эффективности рекомендуемых способов подготовки и порядка отработки шахтного поля механизированными комплексами важным является выбор инженерных решений, увеличивающих производительность труда и безопасность работы в забое. Каждое инженерное решение принятое при проектировании порядка отработки шахтного поля принесет угольному предприятию выгоду, но и потребует предварительные исследования по изучению трещиноватости. На рис. 2 приведено сравнение вариантов порядка отработки полого го пласта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников Э.Ф., Манко А.А. Особенности управления трещиноватыми кровлями. – Уголь №2, 1972. – с.22-25.
2. Скукин В.А. Оценка эффективности инженерных решений: Учеб. пособие/ В.А. Скукин, А.Н. Супруненко; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2003, 198 с.
3. Методика оценки тектонической структуры массива для рационального планирования горных работ, МУП СССР, гл. территориальное управление «Главкузбассуголь», Мин-во высшего и среднего образования РСФСР, Кемерово, 1989, с 34.
4. Рац М.В., Чернышев С.Н. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород, «Недра», М, 1970, с 159.

□ Авторы статьи:

Ненашева  
Рева Ивановна.

- канд. геолого-минер. наук, доц. каф.  
МД и Г, зав. геологическим музеем

Набоков  
Анатолий Иванович  
- канд. техн. наук, доц. каф. разработки по-  
лезных ископаемых подземным способом

Чебоксаров  
Борис Борисович  
- учебный мастер Кузнецкого  
геологического музея