Министерство угольной промышленности СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
ВНИМИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по оценке влияния разрывных нарушений на полноту выемки угля на шахтах Кузнецкого и Карагандинского бассейнов

Ленинград
1972

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
ВНИМИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по оценке влияния разрывных нарушений на полноту выемки угля на шахтах Кузнецкого и Карагандинского бассейнов

Ленинград
1972

УДК 551.24 : 622.273

ВВЕДЕНИЕ

Директивами XXIУ съезда КПСС предусматривается осуществление прироста добычи угля за счет повышения производственных мощностей действующих угледобывающих предприятий без увеличения численности работающих, на базе внедрения новых технологических схем и прогрессивной комплексной механизации и автоматизации основных технологических процессов разработки угольных месторождений.

Современные методы ведения горных работ, широкое использование комплексной механизации и автоматизации процессов добычи полезного ископаемого предъявляют повышенные требования к разведанности, изученности и достоверности прогнозирования основных природных факторов, осложняющих эксплуатацию. Особое место среди этих факторов занимают дизъюнктивные нарушения на угольных месторождениях. Из-за дизъюнктивных нарушений угольных пластов снижаются категории запасов детально разведанных участков, сокращается производительность комплексов очистного оборудования, осложняется проведение и поддержание горных выработок, повышаются потери угля в недрах, ухудшаются условия безопасного ведения горных работ. Для планирования оптимального режима эксплуатационных работ важное значение имеет количественная оценка степени тектонической нарушенности угольных пластов.

Опыт внедрения передвижных механизированных крепей и комплексов показал, что они дают положительный экономический эффект не в любых горногеологических условиях. Наличие тектонических нарушений в пределах выемочного поля значительно ухудшает технико-экономические показатели работы комплексов, а зачастую является причиной их остановки и дорогостоящего демонтажа оборудования.

Потери угля в целиках вблизи нарушений и на участках, интенсивно нарушенных дизъюнктивами, при эксплуатации угольных месторождений достигают ежегодно десятков миллионов тонн. Отсутствие методики, позволяющей оценить влияние интенсивности тектонической нарушенности на полноту выемки полезного ископаемого, оценить зависимость величины потерь от параметров дизъюнктива, приводит на многих угледобывающих предприятиях к неоправданно большим списаниям в потери ценных запасов угля, ранее классифицированных как "готовые к выемке". Вопросы планирования добычи угля требуют научно-обоснованного подхода к определению потерь угля в зависимости от степени тектонической нарушенности месторождения и параметров встречающихся разрывных нарушений.

В связи с этим с начала 1971 г в лаборатории шахтной геологии и геометризации недр ВНИМИ начаты исследования по

оценке влияния дизъюнктивных нарушений на полноту выемки угля.

В целях получения более полной характеристики изучаемых закономерностей натурные наблюдения планировались с учетом возможно большего охвата шахтных полей, различающихся по характеру залегания угольных пластов, их тектонической нарушенности, применяемым системам разработки. Объектами исследований явились Чурубай-Нуринское и Карагандинское месторождения Карагандинского бассейна, а также Прокопьевско-Киселевское, Анжеро-Судженское и Ленинское месторождения Кузбасса.

Результаты исследований излагаются в настоящей работе. Методические указания составлены к.г.-м.н.Забродиным А.С. (научный руководитель), старшими научными сотрудниками Григорьевым В.Е. (ответственный исполнитель), к.т.н. Гарбером И.С., младшими научными сотрудниками Никулиным М. В., Кравченко О.А., Марининой Т.В.

РАЗДЕЛ 1. МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

1.1. Количественные показатели дизъюнктивной нарушенности угольных пластов

Интенсивность нарушенности угленосной толщи характеризуется главным образом количеством разрывных нарушений, их протяженностью и амплитудой. Следовательно, наиболее полная оценка степени нарушенности должна содержать все три перечисленных признака. Легче всего этого можно добиться путем оценки каждого из признаков в отдельности. Количество нарушений может быть оценено средним числом нарушений, приходящихся на единицу длины, площади или объема; протяженность и амплитуда – их средними значениями и статистическими функциями распределения. Однако практически использовать оценку нарушенности по отдельным признакам довольно затруднительно, так как их влияние на горные работы проявляется совместно. Поэтому необходимо разработать методику оценки степени нарушенности, учитывающую в какой-то мере все эти признаки.

Исходя из этого, в качестве основного численного показателя интенсивности нарушенности предлагается величина /1,2/

$$K_1 = \frac{\Sigma l}{S}, \qquad (1.1)$$

где Σl – суммарная длина нарушений (в метрах) в пределах анализируемого участка, S – площадь этого участка (в гектарах).

Как видно, показатель K_1 зависит от количества и протяженности нарушений.

Так как разрывы с амплитудами более 20-30 м выявляются на стадии разведочных работ и учитываются при раскройке шахтных и выемочных полей, то на добычной процесс они почти не влияют. Основное же влияние оказывают нарушения с амплитудами 0,2-20,0 м, выявленные в процессе эксплуатации.

Нижний из указанных пределов фактически совпадает с нижним пределом амплитуды нарушений, отмечаемых на планах горных работ. Результаты исследований /10/ указывают на наличие тесной связи протяженности нарушений с их амплитудой. Таким образом, если брать с плана величину Σl, то фактор влияния амплитуды смещений на оценку нарушенности будет учитываться в достаточной степени.

Показатель нарушенности K_1 может быть непосредственно вычислен лишь на отработанных участках.

Для прогноза нарушенности на стадии подготовки шахтных и выемочных полей, а также в процессе эксплуатационной разведки предлагается использовать показатель нарушенности K_2, рассчитываемый по формуле

$$K_2 = \frac{n}{L}, \qquad (1.2)$$

где n – количество разрывных нарушений, встреченных проходимой выработкой, L – протяженность выработки, км.

Величины K_1 и K_2 связаны между собой следующими соотношениями:

а) в случае, если на данном участке нарушения ориентированы единообразно (т.е. представляют одну систему дизъюнктивов)

$$K_1 = \frac{K_{2пр}}{\sin\beta} = \frac{K_{2пд}}{\cos\beta}, \qquad (1.3)$$

где $K_{2пр}$ и $K_{2пд}$ – показатель K_2, вычисленный для выработок, пройденных по простиранию и по падению,
β – средний угол между направлением простирания пласта и линиями обреза пласта нарушениями;

б) в случае, если нарушения имеют разнообразную ориентировку

$$K_1 = 15K_{2ср}, \qquad (1.4)$$

где $$K_{2ср} = \frac{K_{2пр} + K_{2пд}}{2}. \qquad (1.5)$$

Формула (1.4) подтверждается работами по сопоставлению показателей K_1 и K_2, проведенными на Прокопьевско-Киселевском месторождении Кузбасса (92 шахтопласта) и на месторождениях Карагандинского бассейна (30 шахтопластов). Статистическая обработка фактических данных (рис.1.1) выявила хорошую их сходимость с расчетными (формула 1.4). Среднее квадратичное отклонение фактических значений K_1 от вычисленных составляет $\pm 20\%$ для Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса и $\pm 10\%$ для Карагандинского бассейна.

При выборе величины площадей подсчета по формуле (1.1) следует учитывать, что чем больше эта площадь, тем выше степень усреднения полученной величины K_1, т.е. тем меньше она изменяется от участка к участку. При этом может не полностью выявиться характер изменения степени нарушеннос-

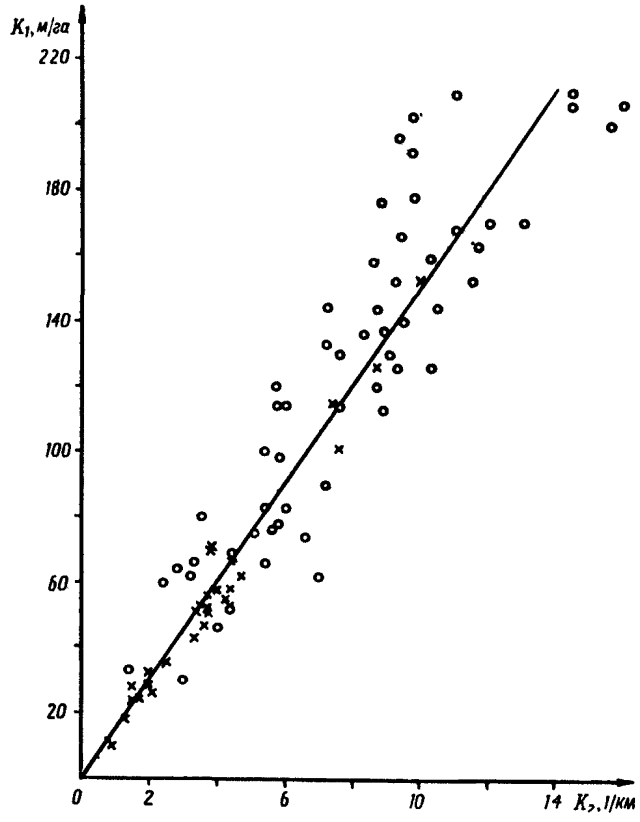


Рис.1.1. Взаимосвязь показателей K_1 и K_2 для шахтопластов Прокопьевско-Киселевского (о) и Карагандинского (+) бассейнов

ти. Подсчет по слишком малым по площади участкам представляется недостаточно достоверным. По экспериментальным данным площадь участков подсчета должна быть соразмерной с основной рабочей единицей угольной шахты - выемочным полем. Так, например, для Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса подсчет K_1 рекемендуется вести для участков с размерами не менее 200 м по простиранию и 80-100 м по падению, а для Караганды соответственно 250 м и 150 м. Для меньших по площади участков погрешность определения K_1 значительно увеличивается.

На рис.1.2 иллюстрируется пример подсчета показателей нарушенности для участка пласта Пятилетка на шахте "Черная гора" Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса. На

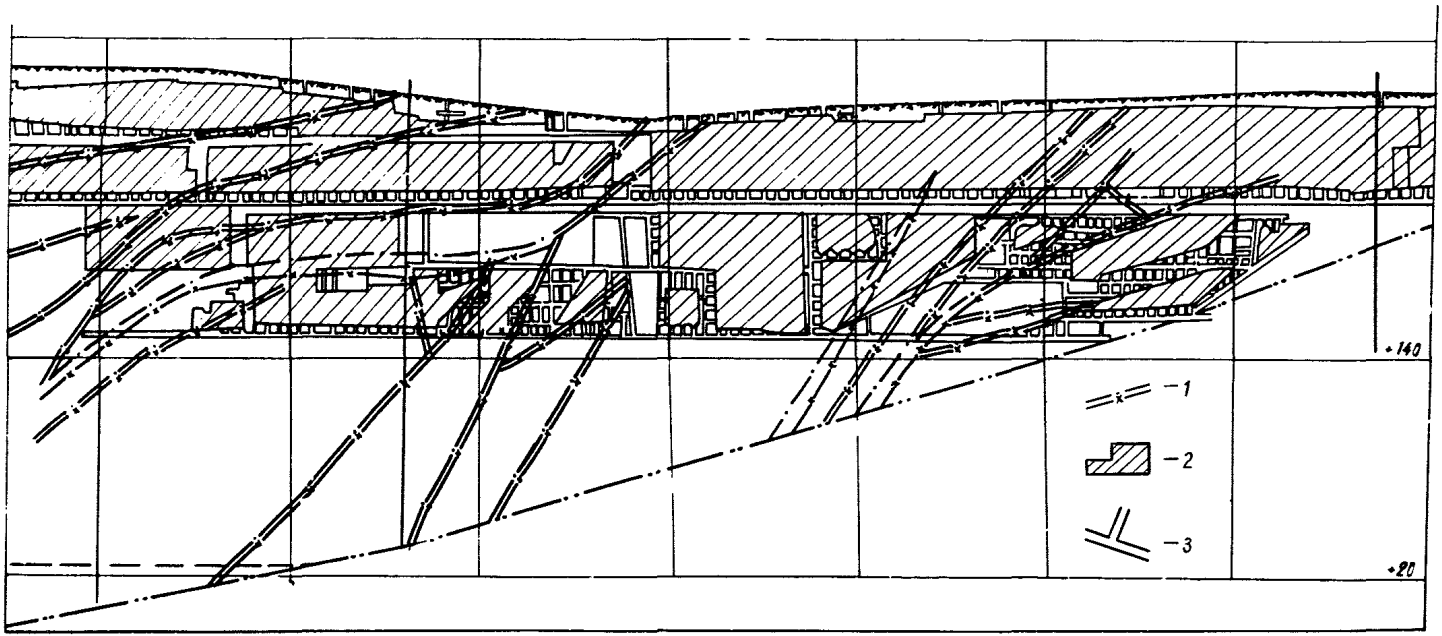


Рис.1.2. Проекция угольного пласта на вертикальную плоскость. Шахта "Черная гора", пл.Пятилетка. Коэффициент дизъюнктивной нарушенности пласта K_1 = 280 м/га:
1 - проекции линий пересечения пласта и дизъюнктивов на вертикальную плоскость; 2 - отработанная часть угольного пласта; 3 - горные выработки

проекции пласта на вертикальную плоскость нанесены тектонические нарушения, выявленные при эксплуатации. Показатель нарушенности пласта – $K_1 = \frac{2800\ м}{10\ га} = 280$ м/га. Подсчет показателя $K_{2пр}$ производится по главным штрекам (вентиляционному и откаточному). В данном случае величина $L_{пр}$ (суммарная) равна 1,3 км, а число нарушений, встреченных этими выработками ($n_{пр}$), равно 24, тогда $K_{2пр} = \frac{24}{1,3} = 18,5$ 1/км. Подсчет показателя $K_{2пд}$ производится по разрезным печам, в данном случае по профилям через 200 м; величина $L_{пд} = 0,6$ км, а $n_{пд} = 15$, тогда $K_{2пд} = \frac{15}{0,6} = 25$ 1/км, или $K_{2ср} = \frac{43,5}{2} = 21,7$ 1/км.

Используя формулу (1.4), получим

$$K_1 = 15K_{2ср} = 15 \cdot 21,7 = 325,5 \text{ м/га};$$

относительная ошибка равна 16%.

1.2. Применение предлагаемых показателей для решения ряда задач при проектировании и эксплуатации угольных пластов

Оценка дизъюнктивной нарушенности угольных пластов позволяет объективно судить о среднем уровне нарушенности шахтных полей, выявить связь между степенью нарушенности угольных пластов и их положением в складчатой структуре района, положением относительно крупных разрывных структур и т.д. Оценка нарушенности отдельных выемочных полей позволит объективно судить о ее влиянии на технико-экономические показатели добычи угля, полноту выемки угольных пластов, трудоемкость шахтно-геологических работ и др.

Среднее значение показателя нарушенности может быть, на наш взгляд, использовано при решении задач проектирования систем разработки и механизации для конкретных шахтных полей. Однако в последнем случае оценка нарушенности с помощью показателя, выведенного для всего шахтного поля будет, по всей вероятности, недостаточно точной. Для применения современных добычных машин не безразлично, пересечено ли шахтное поле одним дизъюнктивом длиной, например, 1 км или на таком же по площади поле равномерно расположено 10 нарушений длиной по 100 м каждое, хотя численно показатель нарушенности K_1 в обоих случаях будет одинаков.

В связи с этим характеристика нарушенности должна содержать количественные данные о ее изменчивости. Для этой цели можно использовать статистические функции распределения выемочных полей по степени их нарушенности. В частности, интегральная функция распределения показывает долю участков эксплуатируемого угольного пласта со степенью нарушенности, не превышающей какого-либо заданного предела. С этой целью вычисляются показатели нарушенности для выемочных полей в пределах изученной по горным выработкам части шахтного поля. Диапазон изменения показателя нарушенности по выемочным полям разделяется на 5-6 равных интервалов (например, 0-50 м/га; 50-100 м/га; и т.д.). Затем для каждого интервала подсчитывается (в процентах к общему числу полей) нарастающим итогом количество выемочных полей данного и предыдущего интервалов. По этим итогам строятся графики (рис.1.3 и 1.4).

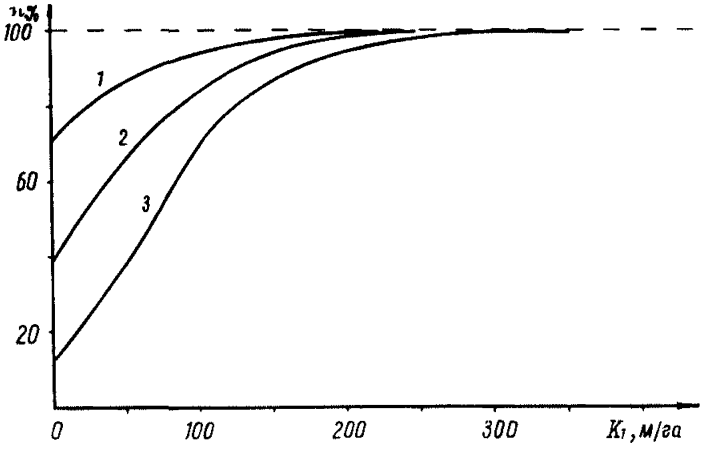


Рис.1.3. Интегральные кривые распределения тектонически нарушенных участков угольных пластов.Шахты Карагандинского бассейна: 1-"Вертикальная"; 2-"Майкудукская", "Карагандинская",им.Калинина, "Долинская";3-"Чурубай-Нуринская","Абайская"

Эти графики позволяют оценивать каждое шахтное поле с точки зрения возможности применения той или иной технологии добычных работ.

Анализ нарушенности выемочных участков показал, что на практике механизированная отработка пласта в Карагандинском бассейне ведется лишь в пределах блоков с коэффициентом нарушенности (K_1) менее 150 м/га.

На рис.1.3 построены интегральные кривые распределения нарушенных выемочных участков (данные за 1966-1967 гг.)для ряда шахт Карагандинского бассейна. Для шахт "Вертикаль-

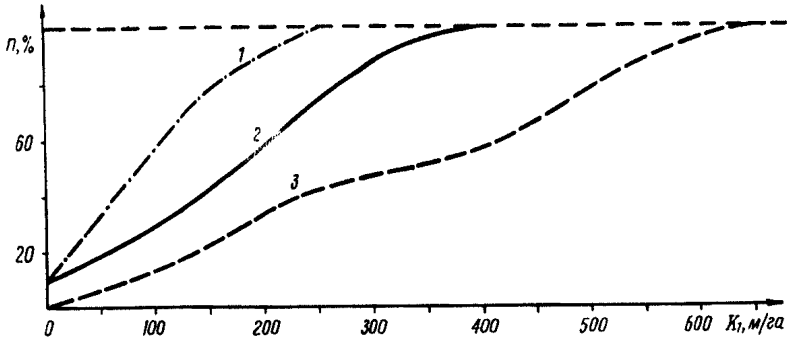


Рис.1.4. Интегральные кривые распределения тектонически нарушенных участков угольных пластов: 1-восточное крыло 1 синклинали; 2-западное крыло 1 синклинали; 3-западное крыло 1 синклинали (более нарушенные участки)

ная", "Майкудукская", "Карагандинская" Промышленного участка Карагандинского месторождения механизированные комплексы можно применять на 95-97% выемочных участков,а для условий Чурубай-Нуринского месторождения (шахты "Чурубай-Нуринская", "Абайская") - на 85% выемочных участков шахтного поля.

Вид кривых на рис.1.3 единообразен для различных по степени нарушенности шахтных полей Карагандинского бассейна. Распределение, по-видимому, имеет один и тот же характер (близкий к нормальному), а различие состоит в сдвиге кривой распределения в направлении оси абсцисс, характеризующей степень увеличения показателя нарушенности K_1.

На рис.1.4 даны усредненные кривые распределения выемочных участков по степени их нарушенности, построенные для шахты "Тырганская" Кузбасса. Кривые, приведенные на этом рисунке, существенно отличаются от кривых, полученных для условий Карагандинского бассейна. Степень нарушенности Прокопьевско-Киселевского месторождения выше. На приведенном графике видно, что выемочные участки, располагающиеся в пределах восточного крыла 1 синклинали, оцениваются показателем нарушенности K_1 менее 250 м/га (это значение ориентировочно можно считать граничным при решении вопроса о пригодности участка к отработке). На западном крыле синклинали количество участков с нарушенностью менее 250 м/га изменяется от 40% до 70% /3/.

РАЗДЕЛ 2. ЗАВИСИМОСТЬ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ОТ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ПОЗИЦИИ УЧАСТКА

Рассмотренная выше методика количественной оценки нарушенности угольных пластов основана на результатах детального геологического изучения при подготовке, нарезке и отработке выемочных участков. Для прогнозной оценки дизъюнктивной нарушенности на более ранних стадиях освоения участков (детальная разведка, вскрытие) можно использовать данные о положении угольных пластов в структуре месторождения, а также о физико-механических свойствах вмещающих пород.

В настоящей главе рассматривается связь мелко- и среднеамплитудной нарушенности выемочных полей с их положением в структуре Прокопьевско-Киселевского месторождения и с физико-механическими свойствами вмещающих пород.

2.1. Зависимость мелкоамплитудной нарушенности участка от его положения в общей структуре района (на примере Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса)

Угленосная толща верхнебалахонской свиты нижней перми, к которой приурочено Прокопьевско-Киселевское месторождение, содержит до 30 рабочих пластов.

Угленосная толща собрана в крупные складки северо-западного простирания, осложненные складчатостью второго порядка. С севера и юга угленосные отложения ограничены широтными антиклинальными поднятиями пород нижнего карбона.

Оси складок погружаются на северо-запад под углом 10-25°. Падение крыльев складок крутое (60-90°). Угленосная толща рассечена крупными продольными разрывными нарушениями на ряд чешуй параллельно фронту Салаирского кряжа. Длина этих крупных нарушений десятки километров, падение их в основном юго-западное под углом 70-80°, относятся они к типу взбросов и имеют большую вертикальную амплитуду перемещения (до 1000 м и более). Таких нарушений, называемых "литерными", в районе насчитывается около 15 /4/.

Месторождение имеет сложное тектоническое строение. Однако складчатость первого порядка и литерные нарушения не оказывают существенного влияния на эксплуатационные работы: крупные тектонические единицы фиксируются при детальной разведке и являются естественными границами промышленных районов, шахтных или выемочных полей.

Основное влияние на эксплуатационные работы оказывают мелкие тектонические нарушения. Они осложняют проходку горных выработок, благодаря им повышается зольность добываемых углей, увеличивается объем работ по креплению и ремонту горных выработок, растут потери угля в недрах (отсюда опасность возникновения подземных пожаров, внезапных выбросов газа и т.д.).

Количественная связь густоты мелкоамплитудных разрывов с крупными складками и взбросами установлена на основе изучения фактического материала по тектонике шахтных полей Прокопьевско-Киселевского месторождения с использованием показателя дизъюнктивной нарушенности.

Для подсчета дизъюнктивной нарушенности были выбраны пласты Внутренние, Характерный и Горелый (на горизонтах +220 и + 140 м), так как они широко развиты в пределах месторождения и в значительной части уже отработаны на указанных горизонтах.

Характер изменения нарушенности угольных пластов в направлении простирания складок, в замках складок и возле "лигерных" разломов показан на рис.2.1 и 2.2.

При построении графиков на оси абсцисс откладывались расстояния от соответствующего структурного элемента (оси складки крупного дизъюнктива и т.д.), а по оси ординат - коэффициент нарушенности K_1, подсчитанный по площади через каждые 100 м. Кривые на графиках соответствуют средним значениям коэффициента нарушенности, вычисленным по двум горизонтам. Как видно из графиков, вблизи крупных разрывов и замковых частей складок выделяются зоны повышенной нарушенности.

В средней части восточного крыла У синклинали на расстоянии 1-1,5 км от оси коэффициент нарушенности угольных пластов равен 10-30 м/га, при приближении к замковой части синклинали нарушенность повышается и на расстоянии 700 - 750 м от замка складки достигает 100-300 м/га. При приближении к оси Голубевской антиклинали на расстояние 300-400м нарушенность повышается до 70-150 м/га. Интересно отметить, что степень нарушенности и протяженность нарушенных участков угольных пластов вблизи осей антиклинальных складок в 1,5-2 раза меньше, чем вблизи осей синклинальных складок. Аналогичная картина наблюдалась на крыльях других пликативных структур месторождения. Кроме того, было установлено, что на западных крыльях (с падением пластов на северо-восток) нарушенность в 1,5-2 раза больше, чем на восточных (с падением пластов на юго-запад). Так, на западных крыльях синклиналей подсчитанный коэффициент нарушенности составил 200-350 м/га, на восточных - 150-170м/га;

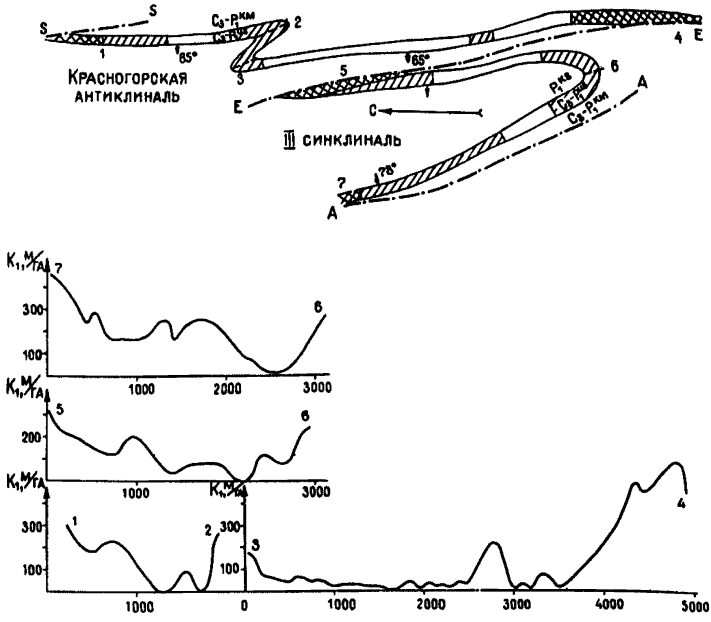


Рис.2.1а. Зависимость степени нарушенности угольных пластов от расстояния до крупных нарушений и осей складок.Центральная часть Прокопьевско-Киселевского района: 1-нарушенность менее 100 м/га; 2-нарушенность 100-300 м/га; 3-нарушенность свыше 300 м/га

на западных крыльях антиклиналей нарушенность составила 120-150 м/га, на восточных - 60-120 м/га.

Установлено так же, что с увеличением угла падения крыла складки на 20-25° нарушенность увеличивается в 1,5-2 раза.

Установлено, что размеры нарушенных зон, прилегающих к "литерным" дизъюнктивам, находятся в прямой зависимости от амплитуды этих дизъюнктивов, что видно из табл.2.1.

Таблица 2.I

"Литерный" дизъюнктивов	Амплитуда дизъюнктива по нормали к пласту N, м	Ширина зоны влияния дизъюнктива по нормали к сместителю L_1, м	
		в лежачем боку	в висячем боку
E-E	350	340	280
G-G	300	-	240
G-G	270	280	-
S-S	600	-	390
A-A	300	280	-
D-D	I00	-	II5
B-B	I50	I60	-
R-R	350	-	300

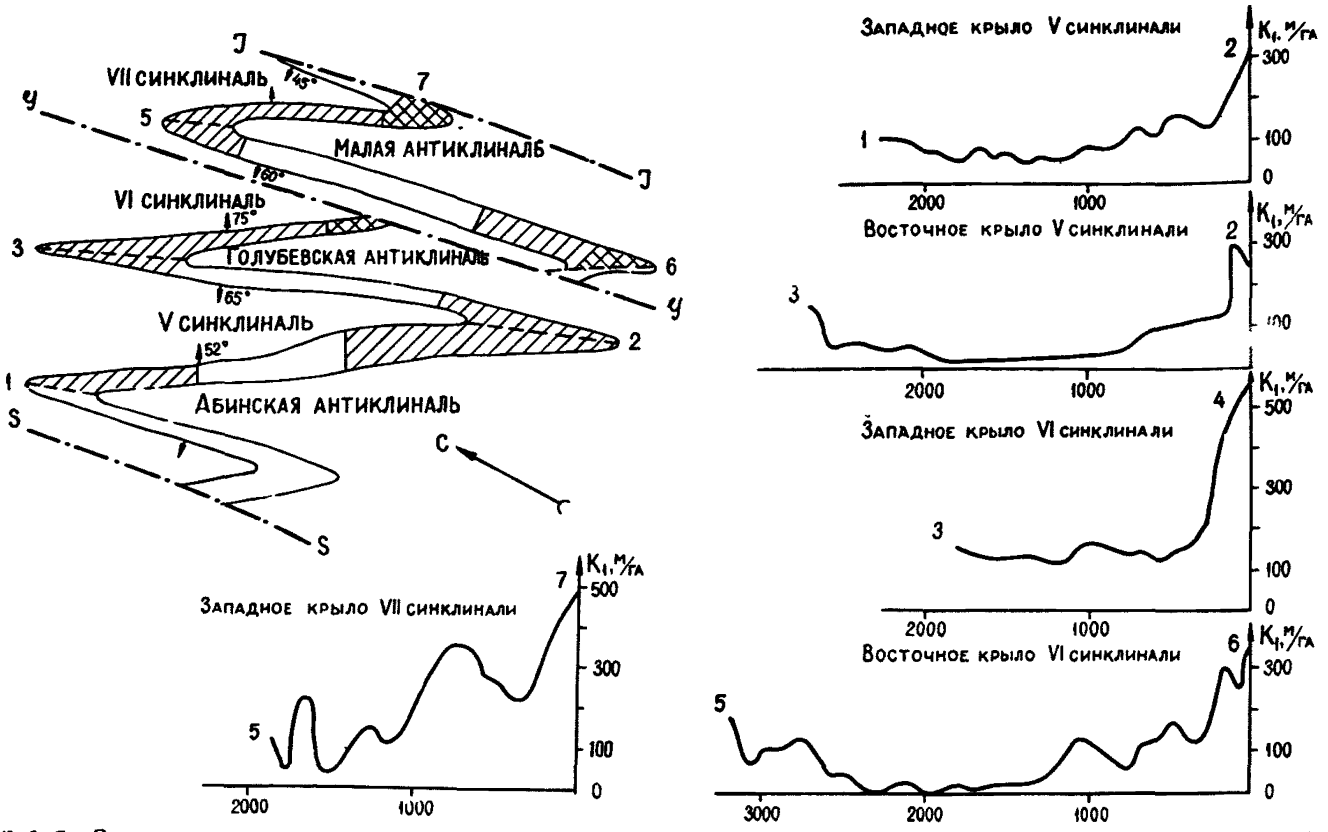


Рис.2.1,6. Зависимость степени нарушенности угольных пластов от расстояния до крупных нарушений и осей складок. Восточная часть Прокопьевско-Киселевского района:
1 - нарушенность менее 100 м/га; 2 - нарушенность 100 - 300 м/га; 3 - нарушенность свыше 300 м/га

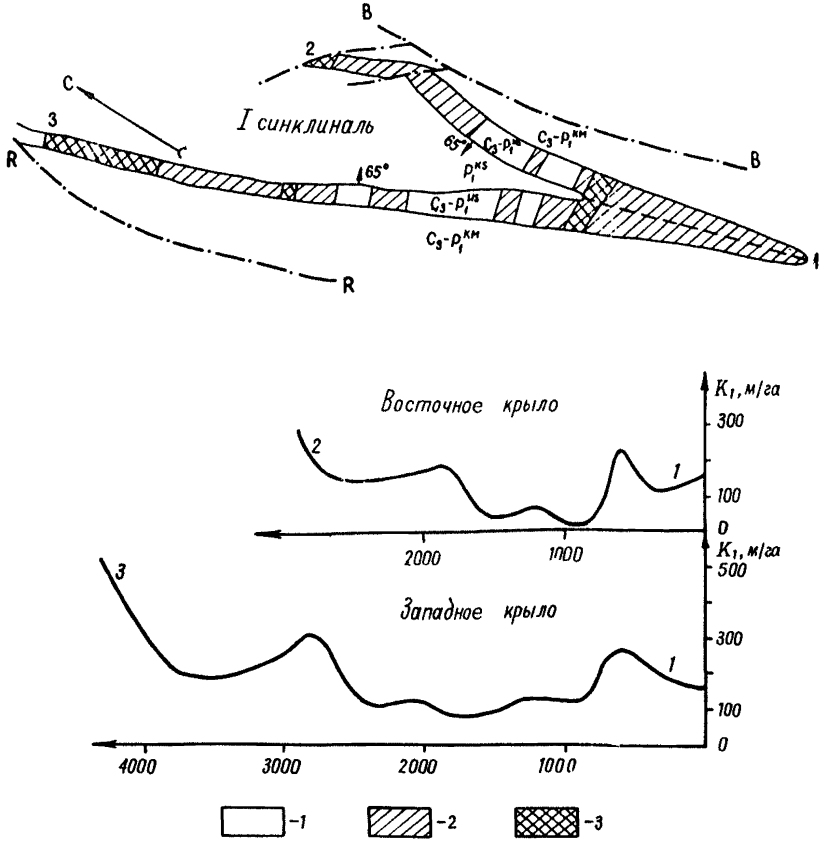


Рис.2.2. Зависимость степени нарушенности угольных пластов от расстояния до крупных нарушений. Северная часть Прокопьевско-Киселевского района:
1 - нарушенность менее 100 м/га; 2 - нарушенность 100 - - 300 м/га; 3 - нарушенность свыше 300 м/га

Эта зависимость выражается формулой

$$L_1 = 16\sqrt{N}\ , \qquad (2.1)$$

где L_1 – ширина зоны влияния дизъюнктива, измеряемая по нормали к сместителю, N – величина амплитуды смещения крыльев дизъюнктива, измеренная по нормали к напластованию..

Выявленная закономерность характерна для крупных нарушений с амплитудой смещения более 100–150 м. Сравнение фактических данных с расчетными показало хорошую сходимость результатов. Среднеквадратическая относительная ошибка вычисленных по (2.1) значений не превышает 10% при максимальном отклонении 22%.

На участках, заключенных между шарнирами складок и "литерными" дизъюнктивами, происходит наложение зон влияния этих структурных элементов, и степень нарушенности угольных пластов резко увеличивается.

2.2. Влияние физико-механических свойств вмещающих пород на мелкоамплитудную нарушенность угольных пластов

Анализ тектонической нарушенности сближенных угольных пластов показал, что пласты, располагающиеся в одной структурной зоне, обладают неодинаковой степенью нарушенности.

Причиной этого явления могут быть различия в вещественном составе и физико-механических свойствах пород междупластий. Известно, что такие физико-механические свойства, как прочность на сжатие, хрупкость, пластичность определяют степень разрушаемости горных пород.

Наибольшей крепостью, следовательно, и хрупкостью, обладают песчаники, коэффициент крепости (f) которых (по данным исследований в Прокопьевском районе Кузбасса) колеблется в пределах от 6–7 до 15–17, составляя в среднем 9–10 (крепость алевролитов и аргиллитов равна 3–5 по шкале Протодьяконова). Наблюдениями установлено, что наибольшее количество разрывных нарушений приурочено к угольным пластам, залегающим в толще песчаников.

В целях установления количественной зависимости степени тектонической нарушенности угольных пластов от крепости пород междупластий проведены специальные исследования. Были определены показатели тектонической нарушенности для 38 угольных пластов Кузнецкого и Карагандинского бассейнов и коэффициенты крепости (f) пород междупластий. (Для определения коэффициента крепости использовались карты кре-

ности, составленные лабораторией геологии и петрографии КузНИУИ для условий месторождений Кузбасса, и данные механических испытаний образцов, проведенных различными разведочными организациями в Караганде /5,6/).

Анализ этих данных показал наличие строгой зависимости между крепостью вмещающих пород (f) и степенью нарушенности (K_1) угольного пласта (рис.2.3).

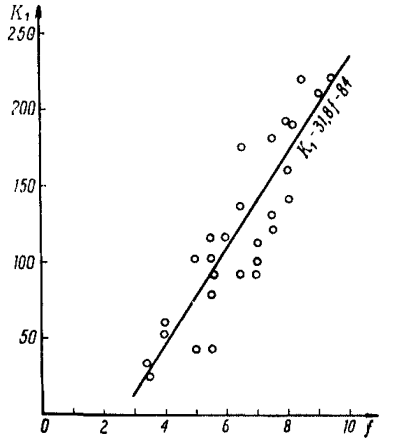


Рис.2.3. Зависимость степени нарушенности угольных пластов (K_1) от крепости пород междупластий (f)

В общем случае эта зависимость выражается уравнением вида

$$K_1 = bf + a . \qquad (2.2)$$

Значения коэффициентов „b" и „a" для отдельных структурных участков - крыла, замка складки, краевых и придонных частей мульд, висячего и лежачего крыльев крупных дизъюнктивов - приводятся в табл. табл.2.2.

В среднем можно принимать

$$b = 31,8, \text{ и } \quad a = -88.$$

Величина коэффициента корреляции (r), равная 0,8, подтверждает наличие тесной взаимосвязи между крепостью пород и степенью тектонической нарушенности.

Погрешность определения коэффициента K_1 с помощью приведенного уравнения (2.2) составляет $\pm$40 м/га, относительная ошибка $\pm$30%.

Приведенные уравнения позволяют по известному коэффициенту крепости вмещающих пород прогнозировать степень тектонической нарушенности угольных пластов в пределах отдельных участков складчатых структур, прогнозировать интенсивность тектонической нарушенности на более глубокие горизонты.

2.3. Прогноз мелкоамплитудной нарушенности на соседние участки и горизонты

Изучение размещения тектонически нарушенных участков показало их приуроченность к областям распространения крупных структурных форм.

Табл.2.3 иллюстрирует зависимость интенсивности тектонической нарушенности от положения участка по отношению к элементам крупных структур в Прокопьевско-Киселевском районе.

Таблица 2.2

Структурные участки	Шахта	Нарушенность пластов, K_I	Средневзвешенная крепость пород междупластий	Уравнения регрессии по отдельным структурным участкам
К а р а г а н д и н с к и й б а с с е й н				
Краевая часть Карагандинской мульды	"Майкудукская", "Карагандинская"	45	3,8	$K_I=67f-207$
Краевая часть Чурубай-Нуринской мульды	"Тогуз", "Абайская"	70	4,8	$K_I=26,6f-57$
К у з н е ц к и й б а с с е й н				
Южная часть Восточного крыла III синклинали	им.Ворошилова	100	6,5	$K_I=24,3f-55$
Северная часть Восточного крыла III синклинали	им.Ворошилова	115	5,7	$K_I=22,8f-13$
Восточное крыло II синклинали	им.Ворошилова	135	7,5	$K_I=50f-242$
Западное крыло I синклинали	"Тырганская"	205	9,0	$K_I=30f-63$
Восточное крыло II синклинали (висячее крыло крупного взброса А-А)	им.Калинина	105	6,6	$K_I=32,1f-136$
Там же - лежачее крыло крупного взброса А-А	им.Калинина	205	7,6	$K_I=40f-123$

Из таблицы следует, что наименьшей степенью нарушенности в Прокопьевском районе характеризуются средние части крыльев складок юго-западного падения, имеющих более пологий угол падения; мелкоамплитудная тектоническая нарушенность угольных пластов вблизи замковых частей складок и крупных (литерных) разрывов в 3-10 раз (в зависимости от структурной обстановки) превышает степень нарушенности участков пласта, находящихся в условиях спокойного залегания; ширина зоны с повышенной нарушенностью вблизи крупного дизъюнктива находится в зависимости от амплитуды смещения его крыльев.

Приведенные качественные и количественные закономерности позволяют прогнозировать интенсивность тектонической нарушенности выемочных блоков, если известно их расположение относительно крупных структурных форм.

Для обоснованного прогноза тектонической нарушенности важно знать характер распределения нарушенных и ненарушенных участков.

И.П.Жингелем /3/ было изучено распределение около 2000 разрывов в пределах горизонтов +140, +220 м шахтных полей Прокопьевского месторождения. Установлено, что расстояние между мелкоамплитудными нарушениями на прослеженных плас-

Таблица 2.3

I. Пликативные структуры

Направление падения крыла складки	Степень нарушенности $K_г$, м/га			Ширина нарушенной зоны L_1, м		Примечание
	минимальная	у оси синклинали	у оси антиклинали	у оси синклинали	у оси антиклинали	
Юго-западное	30-60	150-170	60-100	100-130	60-110	Ширина зон с повышенной нарушенностью рассчитывалась по нормали к осевой плоскости складки
Северо-восточное	70-120	200-350	120-150	130-150	90-130	

2. Дизъюнктивные структуры

Крыло "литерного" дизъюнктива	Падение крыла относительно сместителя	Степень нарушенности $K_г$, м/га		Соотношение $K_г$ вдали и вблизи дизъюнктива	Средняя ширина зоны влияния дизъюнктива	Примечание
		вдали от дизъюнктива	вблизи дизъюнктива			
Висячее	Согласное	20-100	200-300	1:(3-7)	$14.5\sqrt{N}$	Ширина зон влияния дизъюнктивов рассчитывалась по нормали к плоскости сместителя
Лежачее	Согласное	30-40	350	1:(7-10)	$14.5\sqrt{N}$	
	Несогласное	40-50	350-400	1:(7-10)	$17.5\sqrt{N}$	

тах изменяются от 5 до 600 м. С целью определения частоты встречи ненарушенных участков различных размеров были составлены кривые распределения расстояний между нарушениями; для отдельных пластов (рис.2.4,а, пласт П Внутренний, шахта им.Ворошилова), для нескольких пластов одного крыла складки (рис.2.4,б, западное крыло, У синклинали, шахта "Центральная /, для отдельных горизонтов (рис.2.4,в, горизонт +60,шахта им.Ворошилова), в целом для шахты (рис.2.4,г, профиль в направлении ЮЮЗ и ССВ, шахта им.Ворошилова). Ширина интервала расстояний определяется по формуле Стреджеса /12/

$$d = \frac{X_{max} - X_{min}}{1 + 3.322 \lg n}, \qquad (2.4)$$

где d - ширина интервала, X_{max} - максимальное значение интервала между нарушениями, X_{min} - минимальное значение интервала между нарушениями, n - количество измеренных интервалов.

При эксплуатации угольных пластов Прокопьевского месторождения особый интерес приобретает распределение по степени тектонической нарушенности выемочных полей размером

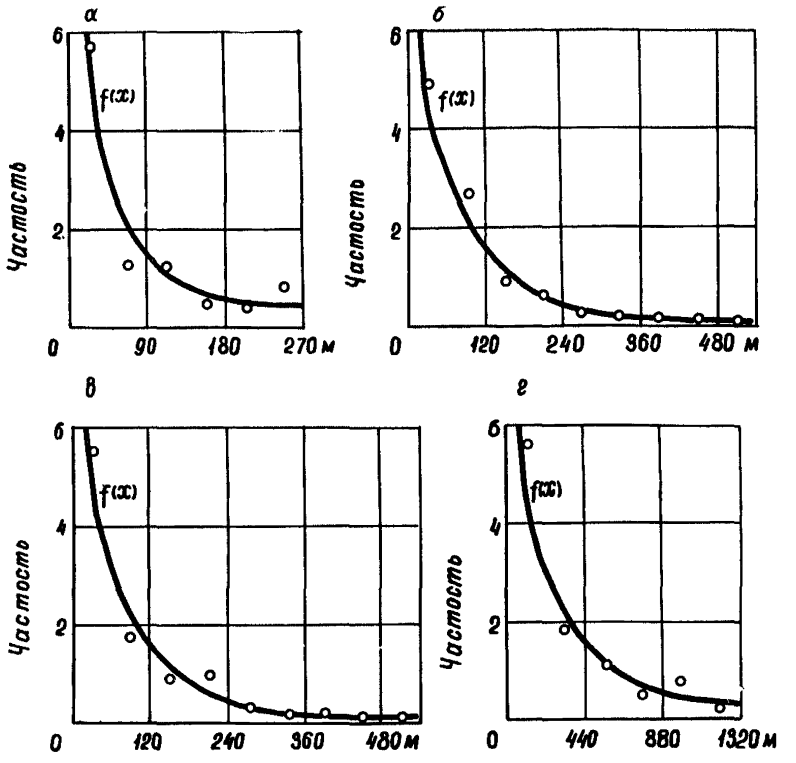


Рис.2.4. Кривые распределения расстояний между тектоническими нарушениями. Прокопьевско-Киселевское месторождение

200x100 м.

На рис.2.5 приведены интегральные кривые распределения тектонически нарушенных участков. Из графика видно,что в пределах восточных крыльев синклиналей более 80% участков имеют коэффициент нарушенности 300 м/га, на западных крыльях лишь 55% общего числа участков имеют степень нарушенности менее 300 м/га.

На рис.2.6 представлены кривые распределения нарушенных участков, на восточных и западных крыльях синклиналей для Прокопьевско-Киселевского месторождения в целом. Для построения этих кривых использованы данные по нарушенности около 1000 выемочных участков. Вид кривой распределения участков на восточных крыльях синклиналей (кривая 1) левоассимметричный; для западных крыльев синклиналей вид кривой распределения - симметричный (кривая 2) и аналитически может быть описана уравнением функции плотности нормального закона распределения вероятностей (закон Гаусса).

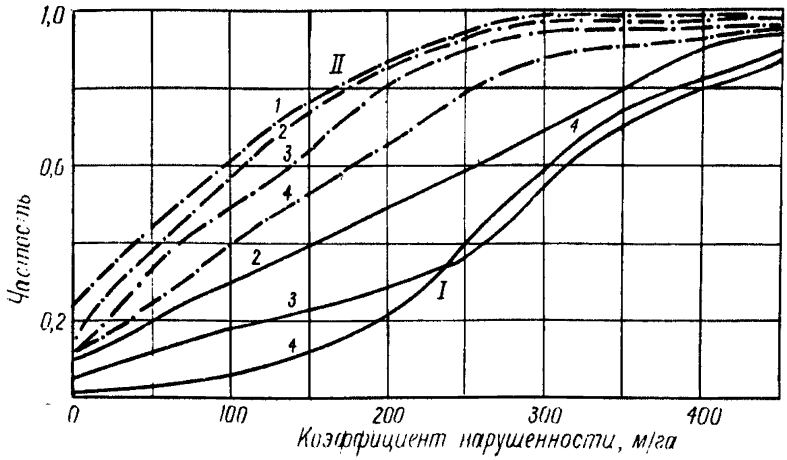


Рис.2.5. Интегральные кривые распределения тектонически нарушенных участков, соразмерных с выемочными полями лав. Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса: 1-шахта им.Ворошилова, 2-шахта "Тырганская", 3-шахта им.Калинина, 4-шахта им.Дзержинского. I-западные крылья синклиналей; II-восточные крылья синклиналей

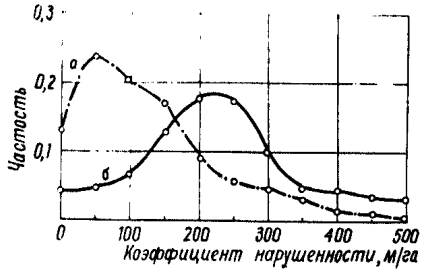


Рис.2.6. Кривые распределения тектонически нарушенных участков, соразмерных с выемочными полями лав в целом по Прокопьевско-Киселевскому месторождению: а-восточные крылья синклиналей, б-западные крылья синклиналей

Таким образом, прогноз степени нарушенности угольных пластов в пределах шахтного поля, горизонта, выемочного участка возможно проводить как по простиранию, так и по падению угольных пластов:

а) путем определения положения изучаемого участка относительно крупных пликативных и разрывных структур, применяя приведенные выше соотношения и формулы (табл.2.3);

б) путем использования кривых статистического распределения нарушенных и ненарушенных участков по выемочным полям шахт и месторождения в целом (рис.2.4, 2.5, 2.6).

2.4. Достоверность прогноза дизъюнктивной нарушенности выемочных полей

Достоверность прогноза дизъюнктивной нарушенности выемочных полей по предлагаемой методике можно проиллюстрировать на примере ряда выемочных полей шахт Кузнецкого и Карагандинского бассейнов (табл.2.4).

Фактические данные о нарушенности пластов и ширине зон влияния нарушений для приведенных в табл.2.4 случаев вычислены по результатам геологической документации лав. Из таблицы видно, что отклонение фактических данных от расчетных составляет примерно 30%, причем имеют место отклонения как в сторону увеличения, так и уменьшения параметра.

Несмотря на значительные в ряде случаев отклонения расчетных значений ширины зон влияния разрывов и коэффициентов нарушенности от истиных величин, рекомендуемые соотношения (2.2) могут быть использованы для оценки степени нарушенности и определения размеров интенсивно нарушенных участков, если известно их положение относительно крупных структурных форм.

Таблица 2.4

СОПОСТАВЛЕНИЕ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ K_I и L С ДАННЫМИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОТРАБОТКИ ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ КРУПНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Расположение исследуемых выемочных полей и дата их отработки	Структурное положение выемочного поля	Коэффициенты дизъюнктивной нарушенности выемочных полей (K_I) и ширина зон влияния (L) крупных тектонических структур				Отклонение фактических данных от расчетных			
		прогнозируемые		фактические		ΔK_I		ΔL	
		K_I, м/га	L, м	K_I, м/га	L, м	м/га	%	м	%
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
	Кузнецкий бассейн Прокопьевско-Киселевское месторождение								
I. Шахта "Манежка, пласт Горелый, гор.+200, I969–70гг.	Висячее крыло "литерного" дизъюнктива Д–Д. Амплитуда смещения –400м	450	420	350	300	-I00	28	-I20	40
2. Шахта им. Дзержинского, пласт Юнгор., гор.+145 м, I970–I97I гг.	Вблизи замыкания Тайбинской антиклинали	I90	80	I00	I00	-90	47	+20	20
	Карагандинский бассейн Чурубай-Нуринское месторождение								
3. Шахта "Топарская" пласт K_{I6}, I970–7Iгг.	Лежачее крыло дизъюнктива № 9, Амплитуда смещения I40м	420	I90	580	I50	+I60	29	–40	27
4. Шахта "Чурубай-Нуринская", пласт K_{I2}, I967 г.	Висячее крыло дизъюнктива № I5. Амплитуда смещения 50 м	250	I00	370	I30	+I20	32	+30	23

Примечание: Все расстояния (L) измерялись по нормали к плоскостям сместителей дизъюнктивов и осевым плоскостям складок.

Все амплитуды (N) измерялись по нормали к пласту.

РАЗДЕЛ 3. ВЛИЯНИЕ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ НА УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Практика разработки угольных пластов месторождений показала, что значительные потери угля в недрах и высокая себестоимость добываемого угля часто связаны с недостаточным знанием геологического строения шахтных полей и, главным образом, их тектоники.

Фактические потери угля по геологическим причинам достигают довольно значительной величины. По данным ВНИМИ только по подземным работам за трехлетний период с 1967 по 1970 гг. из-за геологических причин терялось ежегодно 30-35 млн.т.угля, что составляет 6-8% добычи угля на предприятиях МУП СССР. За период 1962-1967 гг. только по 6 шахтам Прокопьевского месторождения на действующих горизонтах списано 95 млн.т угля. Эти списания значительно сократили сроки службы горизонтов ряда шахт.

Кроме крупных списаний, на шахтах производятся систематические списания запасов после оконтуривания горными выработками выемочных участков пластов. Например, за период 1962-1967 гг. по четырем шахтам Прокопьевского м[illegible]орождения ("Коксовая", "Центральная", "Зиминка", "Тырг[illegible]кая") для обоснования непригодности запасов к выемке пройдено в сложных горногеологических условиях значительное количество горных выработок. На каждую тысячу тонн списанных по этим четырем шахтам запасов в среднем приходится 4,1пог.м горных выработок общей стоимостью 130,6 руб. или 13,1 коп. на 1 т угля. Кроме этого, выявление участков, непригодных к разработке, требует значительных затрат средств на бурение большого объема дополнительных разведочных скважин и проходки разведочных горных выработок .

3.1. Потери угля в целиках по площади и мощности в зависимости от степени нарушенности угольного пласта

Выделяют следующие группы потерь из-за разрывных нарушений: 1) по площади (в целиках); 2) по мощности.

Потери по площади устанавливаются по геолого-маркшейдерским планам путем перемножения площади целика на фактическую полную полезную мощность и объемный вес полезного ископаемого в целике.

Потери по мощности подсчитываются путем сопоставления средних значений полной полезной мощности пласта с вынимаемой полезной мощностью /7/.

Перспективную оценку потерь разрабатываемого угольного пласта из-за разрывных нарушений можно произвести на основе предложенной методики количественной оценки степени нарушенности угольных пластов /2.11/.

Для оценки влияния нарушенности на величину потерь по площади (в целиках у разрывных нарушений) проведена следующая работа. В пределах отработанных участков пластов устанавливались показатели нарушенности (K_1, K_2) и по геолого-маркшейдерским планам определялись площади, фактически теряемые из-за разрывных нарушений. Процент потерь из-за разрывных нарушений подсчитывался по формуле

$$П_{пл} = \frac{S_{тер.}}{S_{общ.}} \cdot 100, \qquad (3.1)$$

где $S_{общ.}$ – общая площадь отработанного участка пласта,
$S_{тер.}$ – суммарная площадь целиков, оставленных из-за разрывных нарушений.

Зависимость величины потерь от степени нарушенности характеризуется рис.3.1, из которого видно, что имеется прямая связь между величинами K_1 (коэффициентом нарушенности) и $П_{пл}$ (потерями по площади). Математическое выражение этой связи для Кузнецкого и Карагандинского бассейнов различны. Корреляционный анализ данных показал, что для условий Карагандинского бассейна зависимость потерь от степени нарушенности выражается уравнением

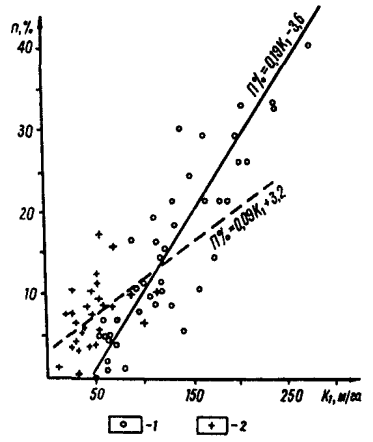


Рис.3.1.Графики зависимости потерь угля по площади от степени нарушенности угольных пластов: 1-Кузнецкий бассейн; 2-Карагандинский бассейн

$$П_{пл} = (0.09K - 3.2)\% \qquad (3.2)$$

Коэффициент корреляции r = 0,6 и погрешность коррелируемого значения проекта потерь $\delta^{n}/K_1 = \pm 4\%$ (52% относительных).

Соответственно для условий Кузбасса получено:

$$П_{пл} = (0.19K_1 - 8,6)\%. \qquad (3.3)$$

Коэффициент корреляции r = 0,88 и погрешность коррелируемого значения $\delta^{n}/K_1 = \pm 6\%$ (35% относительных).

Как видно, в условиях Кузбасса зависимость потерь от степени нарушенности более устойчива.

В практике разработки мощных пластов имеют место потери по мощности, вызываемые наличием разрывных нарушений. Такие потери бывают, в частности, при щитовой системе разработки и при применении механизированных крепей, когда нельзя в широких пределах изменять вынимаемую мощность пласта.

График (рис.3.2) построен для случая потерь по мощности при отработке щитовой системой участков пласта Горелого и Прокопьевского на шахтах "Зиминка" и "Тырганская" Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса.

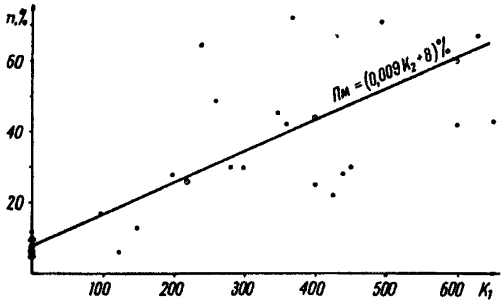


Рис.3.2. График зависимости потерь по мощности от степени нарушенности угольных пластов. Прокопьевско-Киселевское месторождение Кузбасса

Процент потерь по мощности вычислен как отношение мощности теряемой пачки угля к полной мощности пласта; коэффициент нарушенности – по предлагаемой методике для каждого щитового столба. На графике наблюдается значительный разброс точек. Однако, при усреднении величин по интервалам значений коэффициента K_1 выявляется весьма четкая прямолинейная зависимость, которая для рассматриваемого случая определяется уравнением

$$П_м = (0{,}09K_1 + 8{,}0)\%, \qquad (3.4)$$

где $П_м$ – потери по мощности в %.

Очевидно, что эта зависимость обладает более или менее достаточной надежностью лишь при применении ее для прогнозирования потерь для сравнительно больших участков, включающих в себя не менее 7–10 щитовых панелей.

Уравнения (3.2), (3.3) и (3.4) могут быть использованы для прогноза возможных потерь из-за дизъюнктивной нарушенности при определении коэффициента извлечения угля на вновь вскрываемых горизонтах и крыльях шахтных полей.

3.2. Предельная для списания запасов величина коэффициента нарушенности угольных пластов

С помощью методики количественной оценки тектонической нарушенности угольных пластов представляется возможным определить граничное значение степени нарушенности, при ко-

тором участки угольных пластов являются непригодными к эксплуатации (при принятой системе разработки) и списываются с баланса шахты.

При исследовании этого вопроса использовались текстовые и графические материалы актов списания запасов на шахтах Карагандинского бассейна и Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса, где были подсчитаны коэффициенты нарушенности по 83 выемочным участкам.

Статистическое распределение списанных в потери участков по степени их нарушенности показано на рис.3.3. Из графика видно, что максимальное количество списанных участков оценивается показателями нарушенности свыше 150-250 м/га для условий шахт Карагандинского бассейна и 250-350м/га для шахт Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса. Для оценки возможного количества участков, непригодных для отработки, можно использовать интегральные кривые распределения участков по степени их нарушенности, аналогичные приведенным на рис.1.3, 1.4, 2.5, приняв в качестве граничных значений коэффициента нарушенности K_1=200-250 м/га для шахт Карагандинского бассейна и K_1=250-300 м/га для шахт Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса.

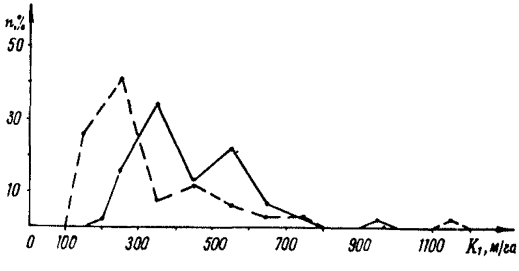


Рис.3.3.График распределения участков угольных пластов, списанных в потери из-за тектонических нарушений по степени их тектонической нарушенности: 1-для условий Карагандинского бассейна; 2-для условий Кузнецкого бассейна

3.3. Целики у дизъюнктивных нарушений. Оценка влияния амплитуды и вида разрыва на ширину оставляемого целика

В выемочных полях оставляется большое количество целиков разного назначения и, в том числе, у разрывных нарушений.

По данным исследований ВНИМИ на шахтах Прокопьевско-Киселевского месторождения количество целиков, оставленных у разрывных нарушений, с переходом горных работ на глубокие горизонты возрастает в 1,5-3 раза и их суммарная

ширина составляет 20–40% всей протяженности пластов по простиранию), причем ширина целиков у отдельных разрывов достигает 80 м.

Большое количество целиков резко осложняет ведение горных работ на соседних пластах, приводит к росту аварийности и вызывает необходимость оставления дополнительных целиков.

Анализ размеров целиков на шахтах Карагандинского и Кузнецкого бассейнов указывает, что ширина целиков существенно зависит от амплитуды смещения разрыва и в незначительной мере от вида этого разрыва. Так, на шахтах Прокопьевско-Киселевского района были исследованы целики у 72 нарушений с амплитудами смещения от 2 до 10 м и получены следующие средние размеры целиков:

для нарушений с перекрытием пласта ширина целиков – 3,4–4,4м;

для нарушений с зиянием пласта ширина целиков–3,2–4,0 м.

По пластам Карагандинского бассейна для 94 целиков у нарушений с амплитудами смещения крыльев от 2 до 30 м получено:

для нарушений с перекрытием пласта средняя ширина целика составляет – 19,6 м;

для нарушений зиянием пласта средняя ширина целика составляет – 17,7 м.

При этом средние квадратичные отклонения размеров целиков составили $\pm$14–18 м, а погрешность вычисленных средних $\pm$2–2,5 м.

Таким образом, у разрывных нарушений с перекрытием смещенных крыльев пласта целики имеют несколько большую ширину, чем у нарушения с зиянием, однако эта разница практически несущественна.

Можно отметить некоторую разницу в размерах целиков в висячем и лежачем крыльях нарушений. В частности, для Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса и Карагандинского бассейна средняя ширина целиков в зависимости от их местоположения относительно сместителя характеризуется данными в табл.3.1

Таблица 3.I

Месторождения	Амплитуды нарушений, м	Средняя ширина целиков, м		Отношение ширины целиков в висячем крыле к ширине целиков в лежачем крыле
		в висячем крыле	в лежачем крыле	
Прокопьевско-Киселевское	от 2 до I0	4,2	3,3	I,3
Карагандинское, Чурубай-Нуринское	от 2 до 30	20,7	I9,6	I,05

Учитывая большой разброс фактических размеров целиков, разницей в размерах целиков в висячих и лежачих крыльях дизъюнктивов можно пренебречь.

Поскольку размеры целиков у дизъюнктивов связаны с поддержанием выработок и зависят от зоны влияния нарушения, были вычислены средние размеры целиков у нарушений с амплитудой от 2 до 30 м для следующих трех случаев:

1) когда очистные работы (забои лавы) приближаются к нарушению;

2) когда очистные работы ведутся от нарушения;

3) когда имеется продольное нарушение, около которого пройдены штреки.

Для этой цели использовались замеры целиков на пластах, отрабатываемых длинными столбами и сплошной системой на шахтах "Карагандинская", "Вертикальная", "Абайская", им. Калинина, "Топарская", "Долинская", "Саранская", "Актасская" Карагандинского бассейна. В первом случае средняя ширина целиков составила 18,4 м, во втором 25,1 м, в третьем 11,8м.

По имеющимся данным при приближении очистных работ к нарушению, повышенное горное давление проявляется более интенсивно и в более широкой полосе, чем в случае ведения работ от нарушения, к тому же условия поддержания разрезной печи не хуже, чем рабочего пространства действующей лавы на одном и том же удалении от дизъюнктива. Приведенные же выше статистические данные противоречат этим соображениям, поэтому можно полагать, что при разрезке лавы руководствуются иными мотивами, а именно - стремятся гарантировать проходчиков от неожиданной встречи нарушения.

Вместе с тем исследования прочностных свойств пород в нарушенных зонах указывают на то, что размеры целиков, оставляемых у разрывных смещений, далеки от оптимальных. Этими исследованиями, в частности, установлено наличие зон влияния дизъюнктивных нарушений, в пределах которых прочностные свойства угля и пород снижаются относительно фоновых /10/. Натурные наблюдения по определению прочностных свойств угля и вмещающих пород проводились на 6 шахтах Карагандинского бассейна (шахты "Вертикальная","Долинская", "Абайская", Чурубай-Нуринская; "Актасская", "Саранская") и 11 шахтах Кузбасса ("Ягуновская", "Чертинская", "Западная" комбината Кузбассуголь; "Зенковская", "Северный Маганак", "Центральная", им.Дзержинского, "Манеиха", им. Ворошилова, "Прокопьевская". "Тырганская" комбината Прокопьевскуголь).

Методика проведения исследований механических свойств угля и вмещающих пород состояла из трех этапов: выбора участка, производства наблюдений и анализа полученных данных.

Для наблюдения выбирались участки, удовлетворяющие следующим требованиям:

а) наличие одиночного, отдельно расположенного разрывного нарушения в пределах угольного пласта малой или средней мощности;

б) преимущественно пологое и наклонное залегание пласта;

в) для изучения вмещающих пород - значительная (не менее 0,5-1,0 м) присечка выработкой пород кровли или почвы пласта;

г) отсутствие сплошного крепления.

Для полевого определения крепости угля применялся метод толчения, разработанный проф.Протодьяконовым М.М. /8/. Определение крепости вмещающих пород проводилось в основном в лабораторных условиях на образцах методом соосных пуансонов по методике ВНИМИ.

Методика натурных наблюдений заключалась в следующем: в горной выработке, вскрывающей угольный пласт и породы кровли или почвы, непосредственно у разрыва выбирался наиболее четко выделяющийся слой угля или породы, прослеживающийся на расстоянии 20-50 м в обе стороны от разрыва. В пределах выбранного слоя через определенные интервалы намечались точки опробования. Пробы угля или пород отбирались равномерно через 5-10 м. Однако, вблизи сместителя на протяжении 10 м в каждом крыле нарушения наблюдения и отбор проб проводились через 1-2 м. По угольным пачкам в каждой точке отбора пробы проводилось не менее 5-10 измерений крепости и рассчитывалось ее среднее значение. По средним значениям крепости для каждого крыла нарушения строился график изменения крепости угля или пород в зависимости от расстояния до разрывного нарушения.

Результаты исследований прочностных свойств угля на шахтах Карагандинского бассейна иллюстрируются рис.3.4, где изображены кривые изменения прочностных свойств угля вблизи дизъюнктивов с различной амплитудой смещения крыльев.

Аналогичный характер изменения крепости угля вблизи дизъюнктивов зафиксирован для условий шахт Кузбасса (рис.3.5).

Ширина зон, в пределах которых отмечается изменение крепости угля, обнаруживает зависимость от амплитуды смещения крыльев дизъюнктива /9/. На рис.3.6 показана зависимость ширины зоны (l_1), измеренной по нормали к сместителю, от амплитуды разрыва (N), измеренной по нормали к пласту, для шахт Карагандинского и Кузнецкого угольных бассейнов.

Эта связь для шахт Карагандинтского бассейна выражается формулой

$$l_1 = 1{,}9\,N^{0{,}56} . \qquad (3.5)$$

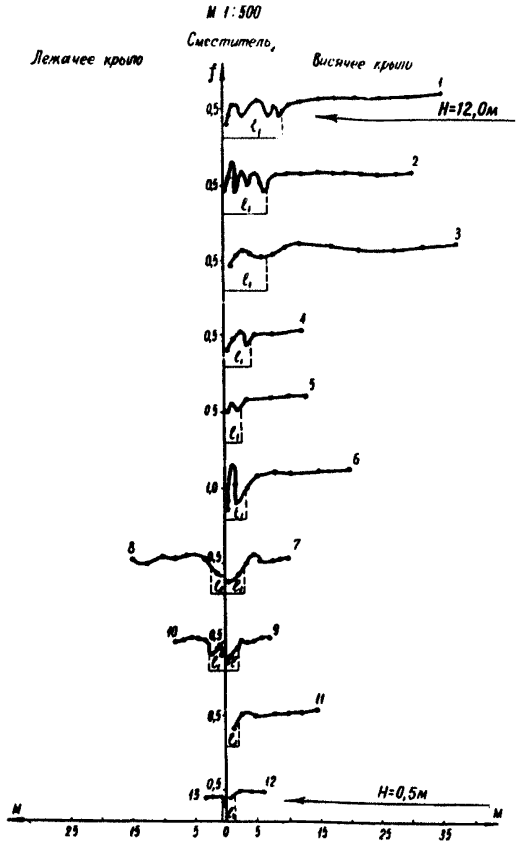


Рис.3.4. Изменение крепости угля (f) вблизи разрывных нарушений с различной амплитудой (N) смещения крыльев на шахтах Карагандинского бассейна

Коэффициент корреляции (r) в этом случае равен 0,82.

Для шахт Кузнецкого бассейна зависимость ширины зоны пониженной крепости от амплитуды выражается уравнением

$$l_1 = 1{,}2N^{0{,}6} \qquad (3.6)$$

Коэффициент корреляции (r) для рассмотренного случая получен равным 0,88.

С достаточным приближением можно принять:

для шахт Карагандинского бассейна $l_1 = 2\sqrt{N}$; (3.7)

для шахт Кузбасса $l_1 = 1{,}5\sqrt{N}$. (3.8)

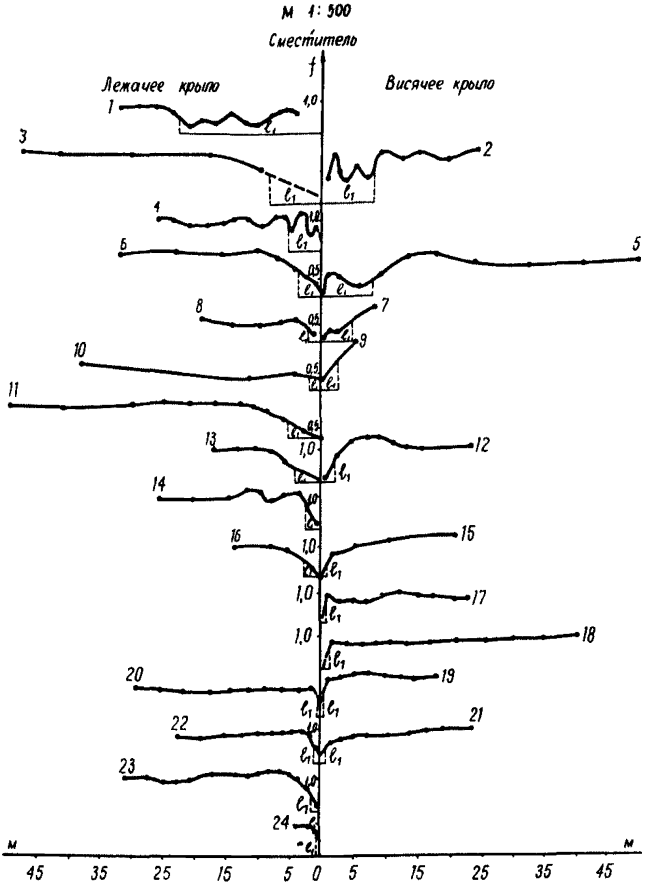


Рис.3.5. Изменение крепости угля (f) вблизи разрывных нарушений на шахтах Кузбасса

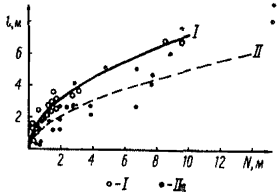


Рис.3.6. Графики зависимости ширины зон (l_1) пониженной крепости угля от амплитуды (N) разрывного нарушения: I-по Карагандинскому бассейну; II-по Кузнецкому бассейну

Как следует из приведенных уравнений, зависимость ширины зоны l_1 от амплитуды разрыва в Кузнецком и Карагандинском бассейнах имеет сходный характер.

Исследования крепости боковых пород вблизи дизъюнктива показали, что изменения крепости носит характер,аналогичный

выявленному при изучении угля, хотя ширина зоны пониженной крепости в породах несколько меньше, чем в угле. По данным наблюдений, проведенных на шахтах Караганды и Кузбасса, зависимость ширины зоны от амплитуды разрыва оценивается уравнением

$$l_1 = 0{,}7N^{0{,}6} \qquad (3.9)$$

или (приблизительно): $l_1 = \sqrt{N}$ (3.10)

Исследованиями установлено, что вблизи разрыва отмечается более интенсивное сдвижение пород кровли и почвы угольного пласта, причем ширина зоны интенсивного сдвижения по величине соизмерима с шириной зоны с пониженными прочностными характеристиками угля и с шириной целика, оставляемого у дизъюнктива.

Зависимость ширины зоны интенсивного сдвижения (l_c) от нормальной амплитуды разрыва (N) для условий Карагандинского бассейна выражается уравнением

$$l_c = 2{,}7\sqrt{N} \qquad (3.11)$$

Для установления зависимости ширины целика угля, оставляемого у разрыва, от амплитуды смещения крыльев проведены наблюдения на шахтах Кузнецкого и Карагандинского бассейнов. Изучались целики, оставленные при подходе забоев лав к дизъюнктивам, ориентированным параллельно забою.

Для шахт Карагандинского бассейна получена зависимость ширины целика (l_N) от амплитуды разрыва (N), выражающаяся формулой

$$l_N = 2{,}3N^{0{,}5} \qquad (3.12)$$

или $$l_N = 2{,}3\sqrt{N} \qquad (3.13)$$

Коэффициент корреляции (r) показателей получен равным 0,63, что указывает на хорошую сходимость коррелируемых значений.

Похожая зависимость ширины целика от амплитуды разрыва установлена для шахт Кузбасса. Она выражается уравнением

$$l_N = 2{,}0N^{0{,}45} \qquad (3.14)$$

или $$l_N = 2\sqrt{N} \qquad (3.15)$$

Исследование размеров целиков вблизи разрывов, имеющих согласное и несогласное с пластом угля падение, показало, что для первого случая справедливо выражение

$$l_N^c = 1{,}7\sqrt{N}\,, \qquad (3.16)$$

для второго (при несогласном падении сместителя) действительно уравнение

$$l_N^{\text{н}} = 2{,}5\sqrt{N} \quad . \qquad (3.17)$$

Формулы (3.13), (3.16) и (3.17) рекомендуется использовать для расчета ширины целиков при нарезке лав у разрывных нарушений.

Размеры целиков угля (l_N - установленные статистически) и размеры зон пониженной крепости угля (l_1 -установленные натурными наблюдениями) вблизи дизъюнктивных нарушений, находятся в тесной корреляционной связи с амплитудами нарушений. Во всех случаях ширина целика оказывается больше, чем ширина зоны ослабленного угля. Усредненное соотношение между этими величинами для рассматриваемых условий представляется в виде

$$l_N = a\, l_1 \ ,$$

где $a = 1{,}15$ для условий Карагандинского бассейна;
$a = 1{,}13$ для согласных разрывов в условиях Кузбасса;
$a = 1{,}65$ для несогласных разрывов в условиях Кузбасса.

Приведенные формулы характеризуют ширину целика, измеренную по нормали к сместителю (так же как и ширина зоны пониженной крепости угля). Для определения ширины целика по направлению простирания пласта следует использовать формулу

$$L = \frac{l}{\sin\beta \cdot \sin w} \ , \text{ где}$$

L - ширина целика по простиранию пласта, l - ширина целика в направлении по нормали к сместителю (определяемая с помощью уравнений (3.07) (3.08) (3.18); β - угол падения сместителя; w - разность в азимутах простирания сместителя и пласта.

3.4. Экономическая эффективность применения предлагаемой методики определения оптимальной ширины целиков угля, оставляемых у дизъюнктива

Выведенные выше формулы, характеризующие влияние амплитуды смещения крыльев на ширину зоны пониженной прочности угля и вмещающих пород, можно использовать для прогноза ширины целиков, оставляемых у нарушения. Потери в целиках у дизъюнктивов могут заранее планироваться на основании определения параметров дизъюнктива по данным эксплуатационной разведки и геологической документации подготовительных горных выработок. Опыт ведения эксплуатационных

работ показывает, что при встрече тектонического нарушения заложение разрезных печей вдоль него (если планируется продвижение забоя лавы от нарушения) производится на расстоянии, как правило, превышающем оптимальное. Если учесть, что оставляемые в этих случаях запасы угля в целиках являются готовыми к выемке (по классификации промышленных запасов), то становится ясно, что установление оптимальных размеров целиков у нарушений может привести к значительному экономическому эффекту.

В табл.3.2 показаны фактические потери угля в целиках, оставляемых у разрывов, величина возможных к извлечению запасов угля в целиках и сумма прибыли, получаемой за счет более полного извлечения угля в оставляемых целиках.

Как видно из таблицы, только за один год указанные шахты могли бы добыть дополнительно 400 тыс.т угля и сэкономить 1220 тыс.руб. при оптимальном расчете целиков около нарушений. Таким образом, расчет целиков возле дизъюнктивных нарушений для шахт Карагандинского и Кузнецкого бассейнов является одним из внутренних резервов, использование которых может значительно повысить добычу угля и снизить его себестоимость.

3.5. Влияние дизъюнктивной нарушенности на производительность труда, себестоимость добычи угля и механизацию добычного процесса

Выбор и рациональное использование новых средств механизации очистных работ невозможны без знания степени нарушенности шахтных полей и анализа ее влияния на основные технико-экономические показатели добычи угля. Ниже приводятся результаты такого анализа, проведенного по материалам исследования 43 выемочных участков на шахтах Карагандинского и Кузнецкого бассейнов.

График на рис.3.7 показывает зависимость участковой производительности труда и участковой себестоимости добычи от степени нарушенности выемочного поля при отработке пласта с помощью комбайнов "Донбасс", 1К-52Ш, 2К-52Ш и механизированных комплексов КМ-87, КМ-100, ОМКТ. Из графика следует, что на участках с нарушенностью (K_1) 150-300 м/га производительность труда падает, а себестоимость угля возрастает примерно в два раза по сравнению с показателями на слабо нарушенных участках.

Подсчитано, что при увеличении интенсивности нарушенности (K_1) на 50 м/га происходит удорожание добычи 1 т угля

Таблица 3.2

Комбинаты, шахты	Суммарная фактическая ширина целиков у дизъюнктивов, в м	Суммарная расчетная ширина этих же целиков, в м	Потери угля в целиках около дизъюнктивов за 1969г тыс.т	Возможные к извлечению запасы угля в целиках около дизъюнктивов		Стоимость запасов 1т угля, готовых к выемке, руб.	Сумма прибыли, тыс. руб.
				%	тыс.т		
I	2	3	4	5	6	7	8
	Кузнецкий бассейн						
Прокопьевскуголь							
им.Дзержинского	230	170	53	35,0	15,0	3-40	51,0
им.Вахрушева	560	410	121,0	36	45,0	3-40	153,0
"Тырганская"	830	690	146,0	20	30,0	3-40	103,0
"Прокопьевская"	640	500	73,0	27	20,0	-"-	68,0
Итого:	2260	1750	393,0	28	110,0	3-40	375,0
Кузбассуголь							
"Анжерская"	805	300	105,0	61	65,0	3-40	220,0
"Физкультурник"	460	162	83,0	65	53,0	-"-	180,0
Итого:	1265	462	188,0	63	118,0	3-40	400,0
	Карагандинский бассейн						
Карагандауголь							
"Саранская"	85	68	78,0	24	19,0	2-90	55,0
"Актасская"	105	79	99,0	33	33,0	-"-	96,0
"Топарская"	50	42	48,0	19	9,0	-"-	26,0
"Долинская"	60	54	75,0	11	8,0	-"-	23,0
"Чурубай-Нуринская"	100	70	46,0	30	14,0	-"-	40,0
"Абайская"	280	224	61,0	22	13,0	-"-	38,0
им.Калинина	130	93	63,0	38	24,0	-"-	69,0
"Майкудукская"	180	149	136,0	26	35,0	-"-	100,0
Итого:	990	780	605,0	26	155,0	2-90	445,0
ВСЕГО:							1220,0

в среднем на 0,28-0,31 руб., причем максимальное удорожание отмечено для лав, отрабатываемых комбайном "Донбасс".

Установлено, что при "ручной" отбойке (с помощью ВВ) на пологих пластах показатели себестоимости добычи и производительности труда в гораздо меньшей степени зависят от нарушенности пластов.

При разработке крутопадающих пластов с помощью ВВ влияние нарушенности на себестоимость добычи сказывается довольно ощутимо: изменение K_1 на 50 м/га повышает себестоимость добычи 1 т угля в среднем на 0,55 руб.

Анализ данных по ряду шахт комбината Прокопьевскуголь показал, что увеличение коэффициента нарушенности (K_1) до

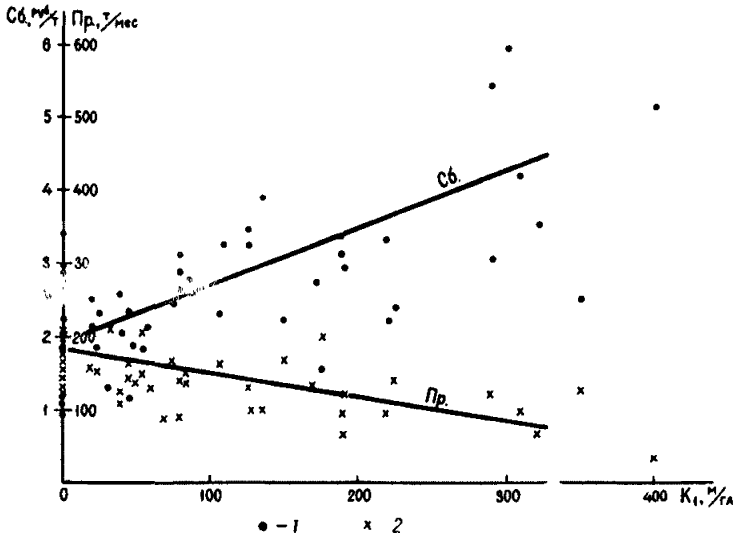


Рис.3.7. Влияние дизъюнктивной нарушенности на технико-экономические показатели:
1-участковая себестоимость добычи;
2-участковая производительность труда одного рабочего

300 м/га вызывает увеличение удельного (на 1000 т добычи) количества подготовительных и нарезных выработок в 2,5-3 раза и такое же увеличение себестоимости угля. В этих же условиях производительность труда 1 рабочего падает в 2-3,5 раза. Одновременно примерно в 2 раза увеличивается время подготовки участка.

РАЗДЕЛ 4.КЛАССИФИКАЦИЯ ШАХТНЫХ И ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ ПО СТЕПЕНИ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ

На основе количественной оценки дизъюнктивной нарушенности угольных пластов предлагается классификация шахтных (выемочных) полей, отражающая влияние дизъюнктивной нарушенности на полноту выемки угля и технико-экономические условия отработки угольных пластов:

I группа - простые шахтные (выемочные) поля с коэффициентом нарушенности $K_1 < 50$ м/га;

II группа - шахтные (выемочные) поля средней сложности с коэффициентом нарушенности $50 \text{ м/га} < K_1 < 150 \text{ м/га}$;

III группа - сложные шахтные (выемочные) поля с коэффициентом нарушенности $150 \text{ м/га} < K_1 < 250 \text{ м/га}$;

IV группа - очень сложные шахтные (выемочные) поля с коэффициентом нарушенности $K_1 > 250$ м/га.

Основной признак, по которому произведена классификация-коэффициент нарушенности K_1,- тесно связан с технико-экономическими показателями добычи угля по шахте. Эта связь иллюстрируется графиками на рис.4.1 и 4.2, построенными по

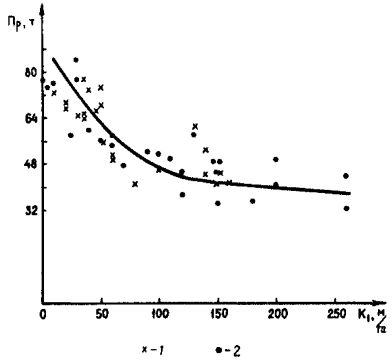


Рис.4.1.Влияние дизъюнктивной нарушенности на производительность труда: 1-шахты Карагандинского бассейна; 2-шахты Кузнецкого бассейна

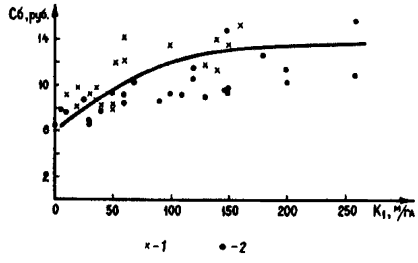


Рис.4.2.Влияние дизъюнктивной нарушенности на себестоимость 1 т добытого угля: 1-шахты Карагандинского бассейн 2-шахты Кузнецкого бассейна

данным исследований, проведенных на шахтах Кузнецкого и Карагандинского бассейнов.

Обратная зависимость общешахтной среднемесячной производительности труда (рис.4.1) и прямая зависимость общешахтной среднемесячной себестоимости добычи 1 т угля (рис.4.2) от степени нарушенности объясняются возможностью применения на слабо нарушенных пластах экономически более эффективной технологии подготовительных и очистных работ. На участках средней сложности (при $50 < K_1 < 150$ м/га) механизация горных работ имеет ограниченное применение, а на сложных участках ($K_1 > 150$ м/га) отмечается почти полное отсутствие механизации.

В табл.4.1 приводится расширенная характеристика классификационных групп шахтных полей и даются рекомендации по механизации добычного процесса для каждой из выделенных групп шахтных полей.

Разделение шахтных полей Кузнецкого и Карагандинского бассейнов по группам приведено в табл.4.2.

Приведенная классификация поможет точнее определять качество промышленных запасов, прогнозировать полноту выемки угля, разделять выемочные участки и шахты по степени слож-

Таблица 4.I

Технико-экономическая характеристика классификационных групп шахтных (выемочных) полей Кузнецкого и Карагандинского бассейнов

Классификационные группы шахтных (выемочных) полей	Потери по площади, у разрывных нарушений, %	Относительные технико-экономические показатели добычи угля по группам		Усредненная длина ненарушенных участков, км	Применение механизации добычных работ
		Производительность труда I рабочего (относительно показателей I группы)	Себестоимость I т добытого угля (относительно показателей I группы)		
I группа, простые. $K_I < 50$ м/га	$П_{пл} < I-5$	I	I	$> 0,3-0,5$	Добычные машины в комплексе с механизированными крепями
II группа, средней сложности. 50 м/га $< K_I <$ 50м/га	$I-5 < П_{пл} \leq I5-20$	0,75-0,50	I,2-I,5	$\leq 0,3-0,5$ $> 0,I-0,2$	Добычные машины и ограниченное применение их в комплексе с механизированными крепями
III группа сложные. I50м/га $< K_I <$ 250м/га	$I5-20 < П_{пл} < 25-35$	0,50-0,30	I,5-2,5	$< 0,I-0,2$ $> 0,05$	Ограниченное применение добычных машин
IV группа очень сложные. $K_I >$ 250 м/га	$П_{пл} > 25-35$	$< 0,3$	$> 2,5$	$< 0,05$	Применение существующих добычных машин и механизмов не рентабельно

Таблица 4.2

Группа сложности шахтных полей по степени дизъюнктивной нарушенности	Шахты Прокопьевского месторождений Кузнецкого бассейна	Шахты Карагандинского бассейна
I группа, простые		"Майкудукская", "Вертикальная", им.Костенко, "Карагандинская"
II группа, средней сложности	"Манежка", "Зенковская", "Красный углекоп", им.Ворошилова, им.Дзержинского	"Долинская", "Абайская", им.Калинина, "Актасская", "Сокурская", "Саранская"
III группа, сложные	"Северный Маганак", "Коксовая", "Наградская", "Прокопьевская", им.Калинина, "Тырганская", "Зиминка"	"Топарская", "Чурубай-Нуринская"
IУ группа, очень сложные	"Центральная", нижние горизонты шахт "Тырганская", "Зиминка"	

ности их отработки и определять, тем самым, оптимальный уровень механизации при добыче угля.

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

Метод количественной оценки дизъюнктивной нарушенности угольных пластов, основанный на коэффициенте K_1, численно равном суммарной протяженности нарушений, отнесенной на единицу площади пласта, является объективным для условий месторождений Кузнецкого и Карагандинского бассейнов. Применение показателя нарушенности позволяет более обоснованно выявлять закономерности размещения на шахтном поле участков с различной степенью нарушенности и соответственно прогнозировать горногеологические условия отработки, полноту выемки угля для намечаемых к отработке участков и проектировать наиболее рациональную технологию добычных работ.

Рекомендуемая методика оценки дизъюнктивной нарушенности может быть использована и на других угольных месторождениях. При этом должны корректироваться геологические закономерности в размещении нарушенных участков и количественные связи технико-экономических показателей и полноты выемки угля со степенью нарушенности угольных пластов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забродин А.С. Об оценке нарушенности угольных пластов. Геология угольных месторождений (мат.П Всесоюзного совещания по твердым горючим ископаемым). "Наука",1969.

2. Забродин А.С., Гарбер И.С., Григорьев В.Е. Количественная оценка степени дизъюнктивной нарушенности угольных пластов. Сб.трудов ВНИМИ, № 80,1970.

3. Жингель И.П., Григорьев В.Е. Характеристика нарушенности некоторых шахтных полей Прокопьевского месторождения Кузбасса. Сб.трудов ВНИМИ, № 84,Л., ВНИМИ, 1970.

4. Геология месторождения угля и горючих сланцев СССР. Т.7, М., "Недра", 1969.

5. Аксененко М.А. и др. Результаты исследований физико-механических свойств и петрографического состава горных пород Прокопьевско-Киселевского угольного месторождения. Изд.СО АН СССР. Сб. "Вопросы горного давления", вып.9. Новосибирск, 1961.

6. Канлыбаева Ж.М. и др. Физико-механические свойства горных пород Карагандинского бассейна. Сб."Подземная разработка месторождений полезных ископаемых Казахстана". "Наука", Алма-Ата, 1965.

7. Ушаков И.Н. Горная геометрия. Госгортехиздат, М., 1962.

8. Протодъяконов М.М., Тедер Р.И. Определение коэффициента крепости твердых горных пород методом толчения. Сб. "Исследования физико-механических свойств пород применительно к задачам управления горным давлением". Изд.АН СССР, М., 1962.

9. Забродин А.С., Григорьев В.Е., Любич Г.А. Использование зависимости между изменением трещиноватости и крепости угля от амплитуды смещения для прогноза дизъюнктива и определения ширины целика возле него. Сб.трудов ВНИМИ, № 84. Л.,ВНИМИ, 1971.

10. Забродин А.С., Любич Г.А., Дупак Ю.Н. Методические указания по прогнозу элементов разрывных смещений на основе анализа круговых диаграмм трещиноватости и геометризации сместителя. Л., ВНИМИ, 1970.

11. З а б р о д и н А.С., Г р и г о р ь е в В.Е. Оценка промышленных запасов угля с учетом нарушенности угольных пластов. Материалы Всесоюзного семинара "Новое в производстве маркшейдерских работ на шахтах и карьерах". Изд. ВНИМИ, Л., 1970.

12. Ч е р т к о в а Е.И. Некоторые результаты моделирования тектонических разрывов. Изв. АН СССР, сер. географ. и геофизич. № 14, М., 1950.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

РАЗДЕЛ 1. МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ. 5

1.1. Количественные показатели дизъюнктивной нарушенности угольных пластов 5

1.2. Применение предлагаемых показателей для решения ряда задач при проектировании и эксплуатации угольных пластов 9

РАЗДЕЛ 2. ЗАВИСИМОСТЬ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ОТ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ПОЗИЦИИ УЧАСТКА. 12

2.1. Зависимость мелкоамплитудной нарушенности участка от его положения в общей структуре района (на примере Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса) 12

2.2. Влияние физико-механических свойств вмещающих пород на мелкоамплитудную нарушенность угольных пластов. 17

2.3. Прогноз мелкоамплитудной нарушенности на соседние участки и горизонты 18

2.4. Достоверность прогноза дизъюнктивной нарушенности выемочных полей 23

РАЗДЕЛ 3. ВЛИЯНИЕ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ НА УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ. 25

3.1. Потери угля в целиках по площади и мощности в зависимости от степени нарушенности угольного пласта 25

3.2. Предельная для списания запасов величина коэффициента нарушенности угольных пластов. 27

3.3. Целики у дизъюнктивных нарушений. Оценка влияния амплитуды и вида разрыва на ширину оставляемого целика 28

3.4. Экономическая эффективность применения предлагаемой методики определения оптимальной ширины целиков угля, оставляемых у дизъюнктива. . . 35

3.5. Влияние дизъюнктивной нарушенности на производительность труда, себестоимость добычи угля и механизацию добычного процесса 36

РАЗДЕЛ 4. КЛАССИФИКАЦИЯ ШАХТНЫХ И ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ ПО СТЕПЕНИ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ. 38

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 41

Л И Т Е Р А Т У Р А 42

gost.e-ecolog.ru
цех ВНИИМИ Заказ № 71 Тираж 500 16/X-72
М-38381 Объем 3 печ.л. Цена 36 коп.