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 СИЛЬНО НАРУШЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Ленинград
1975

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
(В Н И М И)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ НА ПОЛНОТУ ВЫЕМКИ УГЛЯ НА СИЛЬНО НАРУШЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Ленинград
1975

УДК 551.24:553.94

Методические указания по оценке влияния разрывных нарушений на полноту выемки угля на сильно нарушенных месторождениях. Л., 1975. 88 с. (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела "ВНИМИ").

Методические указания составлены на основе многолетних исследований ВНИМИ, выполненных на основных угольных месторождениях со сложными инженерно-геологическими условиями, и практического опыта работы шахт. В работе изложена методика количественной оценки дизъюнктивной нарушенности угольных пластов, выявления закономерности размещения дизъюнктивов в структуре месторождения, а также взаимосвязи мелкоамплитудных нарушений и трещин с элементами крупных складчатых и разрывных структур. На основе установленных закономерностей рекомендована методика оценки степени нарушенности пластов и прогноза уровня потерь угля в недрах.

Методические указания рассмотрены и одобрены ВГО "Союзуглегеология", и рекомендованы к изданию для использования геологическими службами отрасли.

Ил. 30, табл. 7, прилож. 17

© Всесоюзный научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела, 1975.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие методические указания предназначены для использования на шахтах, разрабатывающих тектонически нарушенные угольные пласты.

1.2. Основные черты тектонического строения месторождения выявляются на стадии детальной разведки и учитываются при планировании горных работ, поэтому крупные и средние по величине тектонические нарушения не вызывают значительных затруднений при эксплуатации месторождений.

1.3. Мелкоамплитудные разрывные нарушения, к которым относятся дизъюнктивы с нормальной амплитудой смещения крыльев, не превышающей 10-15 м, выявляются лишь в процессе подготовительных и очистных работ, и поэтому именно они становятся причиной различных осложнений добычного процесса и увеличения потерь угля в недрах.

1.4. Наиболее трудны для отработки участки угольных пластов, находящиеся в зонах широкого развития мелкой нарушенности. Поскольку же интенсивность нарушенности шахтопластов изменяется в широких пределах, то полнота и достоверность прогноза ее развития на площадях, готовящихся к отработке, является весьма важным фактором эффективного и безопасного ведения горных работ, выбора уровня механизации и планирования промышленных запасов.

1.5. Методическими указаниями рекомендуется руководствоваться при решении вопроса о рациональном использовании запасов угля, исходя из оптимального уровня потерь при расчете промышленных запасов. Научно обоснованные количественные показатели степени дизъюнктивной нарушенности пластов позволяют дать объективную оценку и прогноз влияния этой нарушенности на полноту выемки угля при разных способах выемки.

2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА СТАДИИ ВСКРЫТИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

2.1. Интенсивность нарушенности угольных пластов характеризуется, главным образом, количеством разрывных нарушений, их протяженностью и амплитудой смещения. Существует ряд методов, позволяющих оценить каждый из этих признаков. Так, количество нарушений может быть оценено их средним числом, приходящимся на единицу длины, площади или объема, протяженность и амплитуда - средними значениями или статистическими функциями распределения.

2.2. На стадии вскрытия, подготовки и эксплуатации месторождения рекомендуется в качестве численного показателя

интенсивности нарушенности принять коэффициент K_1, который выражается отношением

$$K_1 = \frac{\Sigma l}{S}, \qquad (2.1)$$

где Σl – суммарная длина нарушений в пределах анализируемого участка, м; S – площадь этого участка, га.

Для определения K_1 в расчет принимаются все разрывы с амплитудами свыше 0,1 м. При измерении длины дизъюнктивов следует учитывать искажения их линейных размеров на горизонтальных и вертикальных проекциях в условиях наклонного и крутого залегания пласта. Так, если продольные разрывы при любых углах падения пласта проектируются на план в истинную величину, то поперечные на пластах с углом падения 35° укорачиваются на 18%, при падении пласта 40° – на 23%, а при 45° – на 28%.

Пример подсчета показателя K_1 на конкретном участке приведен в приложении 1.

2.3. Площадь участков подсчета должна быть соразмерной с основной рабочей единицей угольной шахты – выемочным полем. Для Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса, месторождений Сахалина и Грузии подсчет K_1 рекомендуется вести на участках размерами не менее 200 м по простиранию и 80–100 м по падению, а для Карагандинского, Донецкого бассейнов соответственно – 250 и 150 м.

Очевидно, что оценка отработанной площади шахтопластов с помощью среднего значения показателя K_1, представляющего собой отношение суммы длины всех установленных при эксплуатации разрывов ко всей оцениваемой площади, как всякая оценка с помощью средних значений, не дает полного представления об особенностях распространения разрывов на этой площади. Одни и те же числовые значения показателя K_1 могут характеризовать как площади, на которых разрывы распределены равномерно, так и площади, где все они сосредоточены на каком-либо небольшом участке.

2.4. Для более представительной оценки степени нарушенности исследуемой площади используются статистические функции распределения и планы в изолиниях показателя. Интегральная функция распределения показывает долю участков эксплуатируемого угольного пласта со степенью нарушенности, не превышающей заданного предела. Для определения функции вычисляются показатели нарушенности выемочных полей в пределах изученной по горным выработкам части шахтного поля. Диапазон изменения показателя нарушенности по выемочным полям разделяется на равные интервалы (например 0–50 м/га, 50–100 м/га и т. д.), и для каждого последующего интервала нарастающим итогом определяется процент попадающих в него по степени

нарушенности участков. Полученные данные наносятся на графики, примеры которых приведены в приложении 2.

2.5. С помощью изолиний изучаемый параметр (в данном случае показатель K_1) изображается в виде топографической поверхности. Исходными данными для построений служат точки подсчета плотности разрывных нарушений, получаемые на планах горных работ путем использования специальных палеток или методом статистического окна.

Палетка, представляющая собой сетку с ячейками площадью 1 га (в масштабе рабочего плана), накладывается на план, и в контуре площади объекта (пласта, горизонта, крыла шахты) производится подсчет показателя нарушенности K_1 для каждой ячейки. На план наносятся основные элементы крупных разрывных и складчатых структур, элементы залегания пласта, значения K_1 для каждой ячейки и проводятся изолинии.

2.6. Метод подсчета степени нарушенности с помощью статистического окна состоит в следующем Трафарет, представляющий собой кусок картона с вырезанным в центре кругом, площадь которого в принятом масштабе равна 1 га, накладывается на план горных работ. В каждом фиксированном положении окна на его площади подсчитывается суммарная протяженность разрывов в метрах, являющаяся числовым показателем K_1 данного гектара оцениваемой площади, и в центре окна ставится точка, которой присваивается значение показателя. Пользоваться статистическим окном надо так, чтобы в каждом последующем положении перекрывалось не менее половины площади, занимаемой окном в предыдущем положении.

Пример плана в изолиниях нарушенности приведен в приложении 2.

2.7. Для оценки интенсивности нарушенности выемочных полей на стадии вскрытия, подготовки, эксплуатационной разведки, когда источником информации являются только разведочные скважины и подготовительные горные выработки, следует использовать коэффициент K_2 , выражающийся отношением числа встреч разрывов в выработке к общей протяженности последней и рассчитываемый по формуле

$$K_2 = \frac{n}{L} , \qquad (2.2)$$

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

Величина коэффициента K_2 определяется как среднее значение коэффициентов, подсчитанных в направлении простирания ($K_{2пр}$) угольного пласта и в направлении его падения ($K_{2пд}$).

Пример подсчета коэффициента K_2 дан в приложении 1.

Между коэффициентами K_1 и K_2 существует взаимосвязь, позволяющая путем пересчета переходить от одного коэффициента к другому.

Величины K_1 и K_2 связаны между собой следующими соотношениями:

– в случае четко выраженной системы разрывных нарушений на участке

$$K_1 = \frac{K_{2пр}}{\sin\beta} = \frac{K_{2пд}}{\cos\beta}, \qquad (2.3)$$

где $K_{2пр}$ и $K_{2пд}$ – показатели, вычисленные для выработок, пройденных по простиранию и падению пласта; β – средний угол между направлением простирания пласта и линией обреза пласта смежителем;

– при отсутствии закономерности в ориентировке нарушений на участке

$$K_1 = a\,K_{2ср},$$
$$K_{2ср} = \frac{K_{2пр} + K_{2пд}}{2}, \qquad (2.4)$$

где a – коэффициент пропорциональности, имеющий собственные значения для каждого месторождения.

Количественное выражение этой взаимосвязи для ряда угольных месторождений и пример пересчета даи в приложении 3.

3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В РАЗМЕЩЕНИИ МЕЛКОАМПЛИТУДНОЙ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛОЖЕНИЯ УЧАСТКА В ОБЩЕЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ РАЙОНА

3.1. Интенсивность проявления мелкоамплитудной тектонической нарушенности на участках угольных пластов в значительной степени зависит от положения этих участков в общей структуре месторождения.

Наличие крупных складчатых и разрывных структур, как правило, обусловливает развитие мелкоамплитудной нарушенности в зонах их влияния и резкое усложнение тектонического строения участков, попадающих в эти зоны.

Выявление пространственной связи мелкоамплитудной нарушенности с крупными складчатыми нарушениями и интенсивности ее проявления в зависимости от приуроченности участка к определенным элементам складчатых структур осуществляется методом построения планов в изолиниях показателя (аналогично описанному в п. 2.5) или путем построения графиков по профилям вкрест простирания структуры (см. приложение 4).

3.2. Для выявления наличия генетической связи между мелкоамплитудной разрывной нарушенностью и крупными складчатыми структурами, к которым пространственно приурочены

мелкие нарушения, следует использовать метод структурного анализа, основанный на построении круговых диаграмм с помощью картографических проекций.

Пример такого анализа, выполняемого с помощью стереографической сетки Каврайского, дан в приложении 5.

3.3. Наряду с описанной взаимосвязью складчатых и разрывных форм тектонической нарушенности, существует определенная связь между крупными и мелкими разрывными нарушениями. Для большинства тектонически нарушенных месторождений угля характерно наличие зон интенсивного проявления мелкоамплитудной нарушенности вблизи крупных дизъюнктивов.

- Интенсивность проявления мелкоамплитудной нарушенности в зоне влияния крупного дизъюнктива, как правило, усиливается с увеличением амплитуды смещения его крыльев.

- Усиление интенсивности проявления мелкоамплитудной нарушенности характерно для зон сочленения крупных разрывов и для участков, в пределах которых зоны влияния соседних дизъюнктивов накладываются друг на друга.

- При наличии вблизи крупных дизъюнктивов зон повышенного проявления мелкоамплитудных нарушений ширина таких зон влияния L находится в зависимости от величины амплитуды N смещения крыльев.

- Возникновение крупных дизъюнктивных нарушений вызывает развитие не только разрывов меньшего порядка, но и трещиноватости пород на участках, прилегающих к сместителю, причем часть сопряжющих разрывов и систем содизъюнктивных трещин ориентируется параллельно сместителям крупных дизъюнктивов, а часть располагается так, что они являются сопряженными с плоскостями крупных сместителей.

- Для ряда выемочных полей тектонически нарушенных месторождений угля характерно отсутствие зон интенсивного проявления мелкоамплитудных дизъюнктивов в крыльях крупных разрывов, что объясняется, по-видимому, особенностями механизма их образования. В этих случаях, как правило, имеется возможность проводить эксплуатационные работы непосредственно вблизи этих разрывов, однако следует иметь в виду, что даже незначительные изменения структурных условий могут привести к появлению в пласте вблизи дизъюнктива потенциально опасных для выемочных работ зон интенсивной мелкоамплитудной нарушенности.

Вывод приведенных закономерностей основан на определении и анализе степени нарушенности участков с помощью показателя K_1 и характера распределения нарушенных участков вблизи тектонических структур.

Примеры, иллюстрирующие описанные закономерности, даны в приложении 6.

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

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

Установлено, что между крепостью вмещающих пород f и степенью нарушенности угольных пластов существует зависимость, которая в общем случае выражается уравнением:

$$K_1 = bf + a. \qquad (3.1)$$

Примеры количественного выражения приведенной зависимости для различных структурных участков даны в приложении 7.

4. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ НА ПОЛНОТУ ВЫЕМКИ УГЛЯ НА СИЛЬНО НАРУШЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

4.1. Мелкоамплитудная дизъюнктивная нарушенность влияет на выбор способа выемки угля. При разработке интенсивно дислоцированных угольных месторождений дизъюнктивные нарушения во многих случаях определяют условия промышленной оценки и разработки выемочных полей. Решение вопросов, связанных с выбором способа отбойки угля и внедрением механизации очистных работ, облегчается проведением анализа влияния нарушенности на добычной процесс по уже отработанным площадям. Такой анализ следует проводить на базе обобщенной статистической оценки с построением гистограмм или графиков функции распределения выемочных участков по степени их нарушенности (см. 2.4). Примеры построения таких графиков и их анализа приведены в приложении 8.

Графики распределения нарушенных и ненарушенных участков используются для определения предельных значений K_1 для выемочных полей (лав), где в условиях данного шахтного поля, структурного участка применение того или иного способа выемки угля неэффективно.

4.2. Известно, что основные технико-экономические показатели добычи угля в значительной мере зависят от степени нарушенности отрабатываемых пластов. Такая зависимость проявляется в уменьшении производительности труда рабочих, увеличении себестоимости добытого угля, увеличении зольности угля, перерасходе лесоматериалов, значительном увеличении

числа горных выработок как на участках, пораженных дизъюнктивными нарушениями, так и по шахте в целом.

Установлено, что в наиболее четкой зависимости от степени нарушенности выемочного участка находятся производительность труда рабочих, себестоимость угля и объем подготовительных выработок. Поэтому для выявления количественных значений зависимости целесообразно использовать именно эти технико-экономические показатели: производительность труда одного участкового рабочего, себестоимость 1 т угля, объем подготовительных выработок в пределах анализируемого участка на 1000 т добычи.

Сравнительные характеристики больших площадей - шахтопластов, шахт, групп шахт по бассейнам проводятся на основе суммирования и анализа показателей, полученных для выемочных участков.

Наиболее ощутимое отрицательное влияние тектонической нарушенности на технико-экономические показатели проявляется при использовании средств механизации добычи угля.

Существует возможность оценить влияние дизъюнктивной нарушенности на технико-экономические показатели добычи угля. В приложении 9 дана оценка влияния степени нарушенности угольных пластов на технико-экономические показатели их отработки на примере участков, находящихся в различных структурных условиях и разрабатываемых разными системами и средствами механизации.

4.3. В ряде случаев зависимость между степенью нарушенности угольных пластов на выемочных участках и технико-экономическими показателями отработки отсутствует, иногда выявляется обратная связь, когда участкам с высоким показателем нарушенности соответствует большая производительность труда и меньшая себестоимость добываемого угля. Анализ показал, что подобное нарушение выявленной закономерности характерно лишь для участков, где высокий показатель нарушенности обусловливается преобладающим развитием очень мелких дизъюнктивов (с амплитудой смещения, значительно меньшей мощности пласта), не оказывающих существенного отрицательного влияния на устойчивость кровли и, в то же время, облегчающих отбойку угля (см. приложение 9, табл. 3).

4.4. Эксплуатационные потери угля, заключенные в целиках вблизи геологических нарушений, обводненных участках пластов, местах обрушений, нормальная и безопасная эксплуатация которых по этим причинам затруднена, ранее классифицировались как потери по геологическим причинам. Сведения о потерях этого вида за 1970-1973 гг. по ряду нарушенных месторождений МУП СССР приведены на рис. 4.1, из которого видно, что они колеблются в пределах 3-18%, причем в большинстве случаев имеют тенденцию к увеличению.

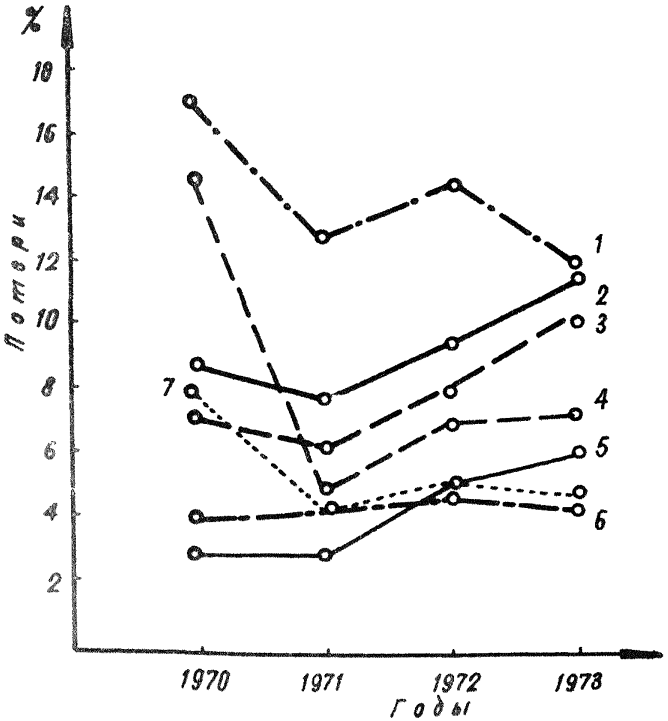

Рис. 4.1. Потери угля по геологическим причинам на шахтах комбинатов:
1 – "Сахалинуголь"; 2 – "Прокопьевскуголь"; 3 – "Кадиевуголь"; 4 – "Донецкуголь"; 5 – "Кузбассуголь"; 6 – "Карагандауголь"; 7 – МУП СССР

Данные рис. 4.2 свидетельствуют, что основной частью потерь угля по геологическим причинам являются потери из-за дизъюнктивной нарушенности выемочных полей. Доля этого вида потерь угля на большинстве шахт, характеризующихся сильной нарушенностью, составляет более 70% общего объема потерь по геологическим причинам, а в некоторых случаях достигает 100%.

4.5. Для прогнозной оценки потерь угля по площади из-за дизъюнктивной нарушенности на вновь вскрываемых выемочных участках и горизонтах следует использовать зависимость между величиной потерь и степенью дизъюнктивной нарушенности,

которая устанавливается по отработанным выемочным участкам, горизонтам, прилегающим непосредственно к вновь вскрываемым (метод аналогии).

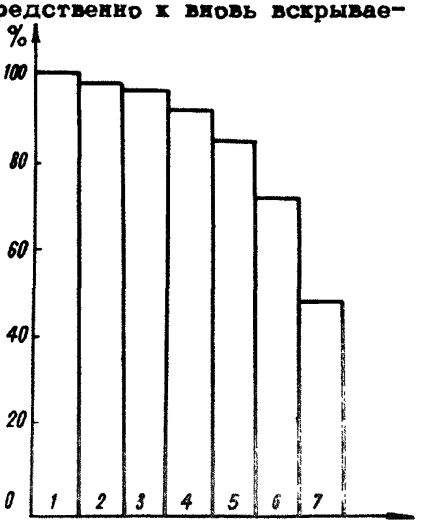

Рис. 4.2. Потери угля из-за дизъюнктивной нарушенности в общем объеме геологических потерь по ряду шахт комбинатов: 1 – "Грузуголь" (4 шахты); 2 – "Сахалинуголь" (13 шахт); 3 – "Прокопьевскуголь" (3 шахты); 4 – "Донецкуголь" (8 шахт); 5 – "Кадиевуголь" (12 шахт); 6 – "Кузбассуголь" (8 шахт); 7 – "Южкузбассуголь" (8 шахт)

За величину потерь угля у разрывного нарушения обычно принимают потери по площади, подсчитываемые как произведение площади целиков (определенной по маркшейдерскому плану), фактической полной полезной мощности пласта и объемного веса полезного ископаемого в целике. Для простоты расчетов допускаем, что полная полезная мощность является величиной постоянной на оцениваемом участке угольного пласта, тогда потери угля из-за разрывных нарушений могут быть подсчитаны по формуле

$$П_{пл} = \frac{S_{тер}}{S_{общ}} \cdot 100, \qquad (4.1)$$

где $П_{пл}$ – потери по площади; $S_{тер}$ – суммарная площадь целиков угля, оставляемых у разрывных нарушений на исследуемом участке пласта; $S_{общ}$ – общая площадь отработанного участка, включая площадь оставленных целиков.

Между показателями $П_{пл}$ и K_1 установлена зависимость, которая выражается формулой

$$П_{пл} = (xK_1 + y)\%, \qquad (4.2)$$

где x, y – коэффициенты уравнения связи, имеющие различные численные выражения в определенных структурно-тектонических условиях.

Величину коэффициентов x и y определяют методом наименьших квадратов или получают с помощью построения сводных графиков зависимости показателей $П_{пл}$ и K_1.

Использование рекомендуемого метода аналогии для оценки потерь угля в зависимости от степени тектонической нарушенности вновь вскрываемых участков угольных пластов возможно лишь при сходных условиях залегания пород на вскрываемом и отработанном участках и небольшом различии физико-механических свойств пород междупластий.

Примеры уравнений связи величины потерь угля и степени тектонической нарушенности, выведенных для различных районов и бассейнов, даны в приложении 10.

4.6. При эксплуатации сильно нарушенных месторождений угля установлено, что при определенных значениях коэффициента дизъюнктивной нарушенности K_1 часть площадей выемочных участков (лав), пораженных дизъюнктивами, является непригодной к отработке при существующей технологии выемки и подлежит списанию. Установлено минимальное предельное значение K_1 для списания интенсивно нарушенных участков пласта, выведенное на основе статистической оценки их распределения.

Минимальные предельные значения показателя K_1 для списания интенсивно нарушенных участков пласта определяют на основе статистической оценки их распределения (см. приложение 11).

4.7. При решении вопроса о рациональном использовании запасов угля следует исходить из оптимальных размеров потерь. При разработке участков пласта, осложненных дизъюнктивными нарушениями, угледобывающее предприятие несет значительные убытки, связанные с ухудшением технико-экономических показателей как на нарушенном участке, так и по шахте в целом. Для таких участков рекомендуется составлять технико-экономическое обоснование по списанию запасов с точки зрения интересов народного хозяйства, согласно пункту 1.10 действующей "Отраслевой инструкции по учету балансовых и расчету промышленных запасов . . . (приказ Минуглепрома СССР от 30.09.74 № 353)".

4.8. Рекомендации по технико-экономическому обоснованию списания запасов угля на сильно нарушенных участках отражают решение задач по определению:

- дополнительных текущих затрат, вызываемых изменением технологии добычи угля при выемке его запасов на нарушенных участках, а также косвенного экономического ущерба, вызываемого уменьшением нагрузки по добыче угля на добычном участке (очистной забой), снижением скорости проведения подготовительных выработок и др.;
- экономической ценности намечаемых к списанию балансовых запасов угля;
- экономической целесообразности списания запасов угля путем сопоставления дополнительных текущих затрат и эко-

венного экономического ущерба с экономической ценностью списываемых запасов угля.

4.9. Экономическое обоснование списания балансовых запасов угля осуществляется сопоставлением дополнительных текущих затрат $У_{д.об}$ и косвенного экономического ущерба $У_{к.об}$ с суммарной экономической ценностью намечаемых к списанию балансовых запасов угля $У_{ц.об}$.

Если суммарная экономическая ценность запасов угля превышает дополнительные текущие затраты и косвенный экономический ущерб, то списание запасов экономически нецелесообразно и наоборот, т. е.:

$$У_{ц.об} < У_{д.об} + У_{к.об} \quad \text{или} \quad У_{ц.об} > У_{д.об} + У_{к.об}$$

Для обеспечения шахте нормальных хозрасчетных условий при отработке нарушенных участков необходимо при планировании горных работ вводить в плановые показатели соответствующие коррективы. Технико-экономическое обоснование списания запасов с баланса на нарушенных участках рекомендуется осуществлять геологической, маркшейдерской и экономической службами шахт.

Порядок экономического расчета и пример приведены в приложении 12.

5. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИЗЪЮНКТИВОВ НА ВЕЛИЧИНУ ЦЕЛИКА, ОСТАВЛЯЕМОГО В ПОТЕРИ У РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ

5.1. Образование разрывных нарушений вызывает уменьшение прочности пород, находящихся в зоне влияния разрывов, и увеличение их трещиноватости. Эти изменения - одна из причин возрастания интенсивности проявления горного давления в зонах разрыва и резкого ухудшения условий эксплуатации угольного пласта, поэтому для рациональной и безопасной отработки тектонически нарушенных участков необходимо знать ширину ослабленных зон, существующих вблизи дизъюнктивов.

5.2. Ширину зон пониженной крепости горных пород вблизи разрыва можно определять на основе изучения физико-механических свойств угля и боковых пород и сопоставления ширины этих зон с основными параметрами дизъюнктивов, и, прежде всего, с амплитудой смещения их крыльев.

5.3. Для исследования прочности угля и вмещающих пород можно применять следующие способы определения крепости: метод сосных пуансонов, экспресс-метод раздавливания образцов неправильной формы, толчение и определение микротвердости.

Наиболее точным является определение крепости пород методом сосных пуансонов. Однако этот метод наиболее сложен

и может быть осуществлен только в лабораториях физико-механических испытаний.

Метод определения микротвердости угля (по витриниту) довольно точен, но требует значительного объема работ, связанных с изготовлением полированных шлифов, и специального навыка исполнителя.

Как наиболее доступные и не требующие предварительной подготовки специалистов рекомендуются методы определения крепости угля толчением и определения крепости угля и вмещающих пород раздавливанием образцов неправильной формы.

Сущность рассмотренных методов изложена в приложении 13.

5.4. Проведению анализа прочности угля и вмещающих пород предшествует отбор проб.

Методика опробования заключается в следующем: в горной выработке, вскрывающей угольный пласт и породы кровли или почвы, непосредственно у разрыва выбирают характерный, наиболее четко выделяющийся слой угля или породы, по которому проводят опробование. Пробы отбирают через 5-10 м вдали от разрыва. У сместителя (на протяжении 10 м в каждом крыле нарушения) сеть опробования сгущается и отбор проб проводится через 1-2 м. При определении крепости угля в каждой точке опробования проводят 5-10 измерений, по которым рассчитывают средние значения крепости.

5.5. Полученные данные о характере изменения прочности пород и угля используют для определения ширины зон ослабления, существующих вблизи разрывных нарушений, и количественного выражения зависимости ширины зоны пониженной крепости от амплитуды смещения крыльев дизъюнктива. Для этого на основании полученных данных строят графики изменения крепости (у каждого из исследованных разрывов), на которых по оси абсцисс откладывают расстояние точки опробования до сместителя, а по оси ординат - соответствующее значение крепости.

Примеры построения таких графиков даны в приложении 13.

5.6. Обобщение данных о характере изменения крепости пород и угля вблизи отдельных дизъюнктивов позволяет выявить общую для исследуемой площади (выемочный участок, шахтопласт или все шахтное поле) закономерность: зависимость ширины ослабленных зон, существующих у дизъюнктивов, от амплитуды смещения крыльев последних. Для этого, выделив на графиках зоны влияния, в которых отмечается закономерное уменьшение крепости угля (или вмещающих пород), приступают к построению сводного графика, на котором по оси абсцисс откладывают амплитуду дизъюнктива, а по оси ординат - соответствующую ему ширину зоны пониженной крепости пород.

Примеры построения графиков и выявления количественных соотношений между амплитудой дизъюнктивов и шириной существующих вблизи них зон даны в приложении 13.

5.7. Зависимость ширины зоны l влияния (зона пониженной крепости) от амплитуды N дизъюнктива в общем случае выражается уравнением параболы

$$l = \gamma N^{\varkappa},$$

где γ и $\varkappa$ – коэффициенты, характеризующие эту зависимость на конкретном изучаемом участке.

Установлено, что показатель степени $\varkappa$ в большинстве случаев имеет значение, близкое к 0,5, поэтому уравнение связи может быть упрощено:

$$l = \gamma \sqrt{N}. \qquad (5.1)$$

В ряде случаев зона влияния имеет неодинаковую ширину в висячем и лежачем крыльях одного дизъюнктива, что объясняется, видимо, разной степенью активности его крыльев.

При выявлении зависимости между шириной зоны и амплитудой дизъюнктива для конкретного выемочного поля следует иметь в виду, что в ряде случаев ширина зоны со стороны висячего крыла разрыва (если оно является активным) в 1,5–2 раза больше, чем в лежачем. Кроме того, несколько большие по величине зоны влияния характерны для разрывных нарушений, сместители которых имеют несогласное с угольным пластом падение.

5.8. Анализом физико-механических свойств угля или вмещающих пород выявлена связь между характером изменения их крепости в зонах влияния разрывов , величиной крепости и амплитудой разрыва. Зависимость между перечисленными параметрами, установленная по данным исследований на отрабатываемых площадях, позволяет методом аналогий прогнозировать характер изменения крепости пород и угля вблизи дизъюнктивов на участках пласта, подготавливаемых к отработке.

Примеры сводных графиков, показывающих характер изменения крепости угля у нарушений в пределах одного шахтопласта приведены в приложении 13.

5.9. Систематическое изучение физико-механических свойств угля и вмещающих пород дает материал для площадной оценки характера изменения крепости на основе ее геометризации.

Результатом геометризации в подобных случаях являются карты крепости в изолиниях показателя, достоверность которых тем выше, чем гуще сеть проведенного опробования. Начиная изучение крепости, следует на примере отрабатываемых участков установить основные закономерности в характере ее изменения вблизи дизъюнктивов, присущие этой конкретной площади, и лишь потом приступать к составлению прогнозных карт крепости для подготавливаемых участков, где объем исходных данных значительно меньше.

Примеры геометризации показателя крепости угля рассмотрены в приложении 14.

5.10. Уменьшение прочности угля и вмещающих пласт пород в зонах разрывов обусловливает снижение устойчивости кровли угольного пласта и увеличение интенсивности сдвижения пород в этих зонах. Оценка ширины зоны пониженной устойчивости кровли может быть проведена путем определения скорости сближения (конвергенции) кровли и почвы угольного пласта на разном расстоянии от разрыва.

Методика проведения наблюдений и примеры обработки полученных данных приведены в приложении 15.

Результаты наблюдений используют для выявления зависимости ширины зоны пониженной устойчивости кровли угольного пласта в зоне влияния дизъюнктива от его амплитуды. С этой целью строят сводные графики для всего исследуемого участка, на оси абсцисс которых откладывают расстояния точек замера от сместителя, на оси ординат–скорости сближения кровли и почвы пласта в соответствующих точках. Для сравнения разноамплитудных разрывов берут не истинное, а относительное расстояние, выражаемое отношением L/N измеренного расстояния к амплитуде дизъюнктива.

5.11. Уменьшение прочностных свойств угля и вмещающих пласт пород в зонах влияния дизъюнктивов, появление повышенной трещиноватости пород ведут не только к ухудшению условий эксплуатации, но и к увеличению потерь угля в недрах за счет оставления целиков у разрывных нарушений.

5.12. Между шириной оставляемого у дизъюнктива целика и величиной амплитуды смещения крыльев разрыва существует определенная связь. Как правило, разрыву с большей амплитудой соответствует больший по величине целик, но в то же время, известны случаи оставления сильно отличающихся по размерам целиков вблизи равных по амплитуде дизъюнктивов. Причиной таких колебаний может быть как объективный фактор в виде резко отличных геологических и горнотехнических условий на выемочных участках, так и субъективный, проявляющийся в недостаточно обоснованном подходе к выбору размера оставляемого целика. Особенно четко субъективный фактор проявляется при разрезке новой лавы после встречи нарушения и отходе забоя лавы от сместителя.

При подвигании забоя к разрыву лава, как правило, останавливается только при значительном влиянии дизъюнктива, проявляющемся в потере устойчивости кровли, что определяет величину оставляемых в подобных случаях целиков. Размеры целика при разрезке новой лавы после встречи ее забоем дизъюнктива из-за отсутствия объективного критерия выбора берутся произвольно.

Для обоснованного подхода к выбору размеров целика угля необходимо проводить статистический анализ ширины оставленных у нарушений целиков на уже отработанных площадях.

Специфика технологии разработки месторождений и особенности геологического строения каждого из них (и даже их частей) обусловливают наличие количественно различающихся соотношений между амплитудой разрывов и шириной оставляемых целиков, поэтому для получения объективных соотношений между анализируемыми параметрами, пригодных к практическому использованию, необходимо провести статистический анализ и выявить эти соотношения на каждом участке, характеризующемся своими структурными особенностями.

Анализируют только те участки, на которых лава движется в направлении нарушения, а ее забой располагается параллельно или субпараллельно линии обреза пласта сместителем.

5.13. Зависимость ширины целика a, оставляемого у разрывного нарушения, от амплитуды N (ширина целика a измеряется по нормали к плоскости сместителя)

$$a = \gamma N^{x} . \qquad (5.2)$$

Примеры такой зависимости, установленной на ряде угольных месторождения, рассмотрены в приложении 16.

5.14. Использование установленных соотношений между шириной целика и амплитудой разрыва, характерных для конкретных шахтных полей, шахтопластов или группы выемочных участков, позволяет прогнозировать ширину целиков на подготавливаемых к отработке участках, пораженных дизъюнктивами с известной амплитудой.

Учитывая, что при наклонном и крутом залегании угольных пластов на планах горных работ положение нарушения показывают линией скрещения пласта и сместителя, для прогноза размеров целика и нанесения его контуров необходимо знать его ширину в горизонтальной плоскости в направлении по нормали к линии скрещения. Для определения ширины целика в указанном сечении рекомендуется формула пересчета:

$$l = a \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} . \qquad (5.3)$$

Углы α и β характеризуют взаиморасположение плоскостей пласта и сместителя. Их определяют с помощью стереографической сетки (приложение 17).

6. КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ПО СТЕПЕНИ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ, ПОЛНОТЕ ВЫЕМКИ УГЛЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ДОБЫЧИ

6.1. На основе количественной оценки дизъюнктивной нарушенности угольных пластов предлагается классификация шахтных (выемочных) полей, отражающая влияние дизъюнк-

Таблица 6.1

Классификация выемочных полей угольных шахт по степени дизъюнктивной нарушенности, полноте выемки угля и технико-экономическим показателям добычи

Группа сложности шахтных (выемочных) полей по степени дизъюнктивной нарушенности	Потери угля по площади у дизъюнктивных нарушений, $П_{пл}$, %	Отношение технико-экономических показателей добычи угля II, III, IУ групп к технико-экономическим показателям I группы, принятым за единицу			Способы отработки выемочных полей
		относительная производительность труда 1 рабочего	относительная себестоимость 1 т добычи угля	относительное количество нарезных выработок в пог. м на 1000 т добытого угля	
I группа $K_1 > 50$ м/га простые	<5	1	0,5	1	Целесообразна механизированная отработка
II группа 50 м/га $< K_1 <$ 150 м/га средней сложности	5-20	0,65-0,90	0,50-0,70	1,1-1,5	Поля отрабатываются как механизированным, так и немеханизированным способами
III группа 150 м/га $< K_1 <$ 250 м/га сложные	20-30	0,50-0,75	0,70-0,85	1,6-2,5	Средства механизации используются ограниченно. Преобладает немеханизированная отбойка угля
IУ группа $K >$ 250 м/га очень сложные	>30	0,5	1	2,5	Использование существующих средств механизации не рационально

тивной нарушенности на полноту выемки угля и технико-экономические условия отработки угольных пластов.

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

II группа - шахтные (выемочные) поля средней сложности с коэффициентом дизъюнктивной нарушенности 50 м/га $< K_1 < 150$ м/га.

Ш группа - сложные шахтные (выемочные) поля с коэффициентом дизъюнктивной нарушенности 150 м/га $< K_1 < 250$ м/га.

1У группа - очень сложные шахтные (выемочные) поля с коэффициентом дизъюнктивной нарушенности $K_1 > 250$ м/га.

Основной признак, по которому произведена классификация, - коэффициент дизъюнктивной нарушенности K_1 - тесно связан с технико-экономическими показателями добычи угля по шахте. Усредненное значение K_1, подсчитанное по выемочным полям, отработанным в определенный отрезок времени (квартал, год), для отдельных месторождений или бассейнов можно сравнивать с усредненными технико-экономическими показателями добычи угля на этих полях (табл. 6.1).

Приведенная классификация поможет точнее оценивать качество промышленных запасов, прогнозировать полноту выемки угля, разделять выемочные участки и шахты по степени сложности их отработки и определять тем самым оптимальный уровень механизации при добыче угля.

Приложение 1
к п. 2.2

ПОДСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ НАРУШЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА ПЛАСТА 1В, НА ШАХТЕ "УГЛЕГОРСКАЯ" КОМБИНАТА "САХАЛИНУГОЛЬ"

Для определения показателя нарушенности K_1 на плане горных работ по пласту (рис. 1) измеряется площадь анализируемого участка и протяженность разрывных нарушений, развитых в пределах этого участка. Отношение суммарной протяженности дизъюнктивов (800 м) к площади участка (2 га) определяет величину коэффициента дизъюнктивной нарушенности:

$$K_1 = \frac{800}{2} = 400 \text{ м/га.}$$

Величина коэффициента K_2 определяется как среднее значение коэффициентов, подсчитанных в направлении простирания ($K_{2пр}$) угольного пласта и в направлении его падения ($K_{2пд}$).

Значение $K_{2пр}$ в рассматриваемом случае (см. рис. 1) определяют как отношение числа встреч нарушений горизонтальными горными выработками (штреками) к общей протяженности этих выработок

$$K_2 = \frac{12}{0,60} = 20 \text{ 1/км.}$$

Величину $K_{2пд}$ определяют аналогичным образом, но при измерениях в выработках по падению пласта

$$K_{2пд} = \frac{13}{0,35} = 37,1 \text{ 1/км;}$$

$$K_{2ср} = \frac{20+37}{2} = 28,5 \text{ 1/км.}$$

Аналогичным образом подсчитывают показатели K_1 и K_2 и на вертикальных проекциях в условиях крутого залегания угольных пластов.

На рис. 2 приведен пример подсчета показателей нарушенности для участка крутопадающего пласта "Пятилетка" на шахте "Центральная" Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса. На вертикальную проекции пласта нанесены тектонические нарушения, выявленные при эксплуатации. Показатель нарушенности пласта $K_1 = \frac{2800}{10} = 280$ м/га. Показатель $K_{2пр}$ подсчитывают по главным штрекам (вентиляционному и откаточному).

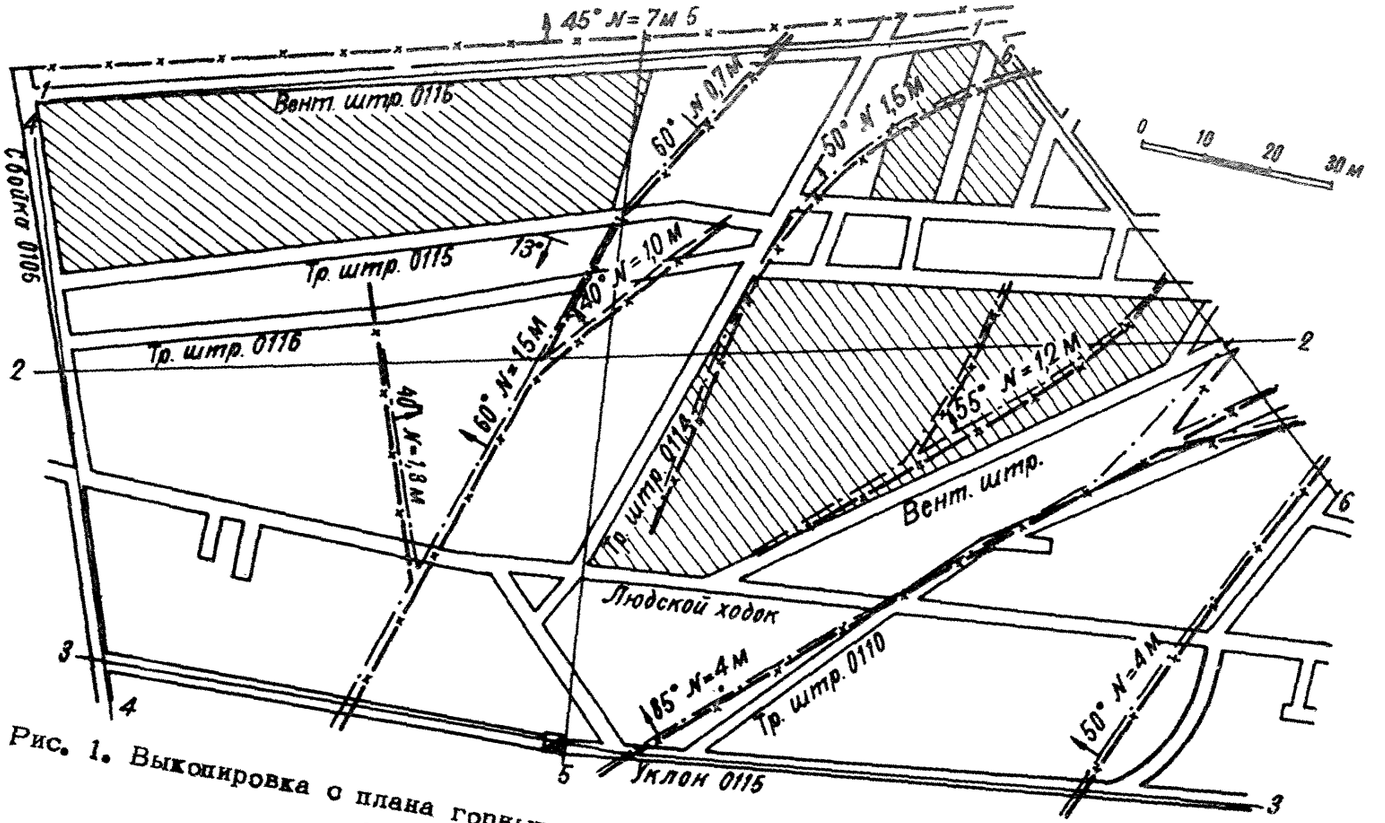

Рис. 1. Выкопировка с плана горных работ пласта 1В шахты "Углегорская", комбината "Сахалинуголь"

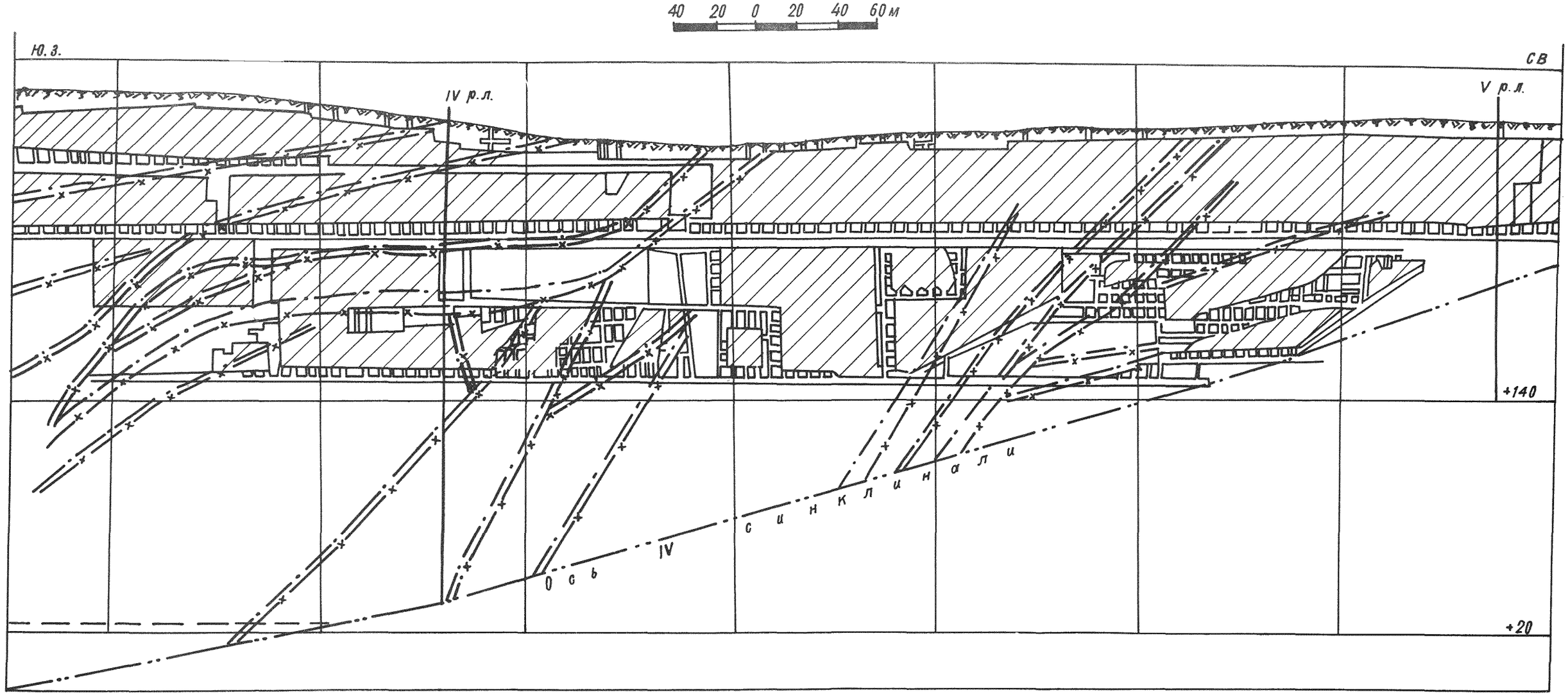

Рис. 2. Проекция пласта "Пятилетка" на вертикальную плоскость. Шахта "Центральная", Прокопьевско-Киселевское месторождение Кузбасса:

– дневная поверхность; – проекции пересечения пласта и дизъюнктивов; – отработанная часть угольного пласта; – горные выработки

В данном случае величина $L_{пр}$ (суммарная) равна 1,3 км, а число нарушений, встреченных этими выработками ($n_{пр}$), равно 24, тогда $K_2 = \frac{24}{1,3} = 18,5$ 1/км. Показатель $K_{2пд}$ подсчитывают по разрезным печам, в данном случае по профилям через 200 м; величина $L_{пд} = 0,6$ км, а $n_{пд} = 15$, тогда $K_{2пд} = \frac{15}{0,6} = 25,0$ 1/км, или $K_{2ср} = \frac{43,5}{2} = 21,7$ 1/км.

Приложение 2
к пп. 2,4; 2.5; 2.6

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ РЯДА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И БАССЕЙНОВ

Построение графиков распределения (рис. 3) и планов топографической поверхности (рис. 4) показателя дизъюнктивной нарушенности K_1 для детально изученных площадей шахтопласта позволяет установить и наглядно изобразить основные закономерности в проявлении разрывов, установить характер пораженности пласта разрывами, четко и однозначно разграничить нарушенные и ненарушенные участки, выявить и количественно охарактеризовать связь зон развития мелких разрывов с элементами крупных складчатых и разрывных структур. Эти материалы могут быть использованы для оценки шахтного поля с точки зрения целесообразности применения той или иной технологии добычных работ.

Например, анализ нарушенности выемочных участков показал, что механизированная отработка пластов в условиях Карагандинского, Кузнецкого, Донецкого бассейнов, месторождений Дальнего Востока и Сахалина практически возможна лишь в пределах блоков с коэффициентом дизъюнктивной нарушенности менее 150–200 м/га.

Из графиков, приведенных на рис. 3,а, следует, что для шахт "Вертикальная", "Майкудукская", "Карагандинская", "Донская" Карагандинского угольного бассейна возможно применение механизированных комплексов на 90–95% выемочных участков, а для условий шахт "Чурубай-Нуринская", "Абайская" – только на 70–80% выемочных участков шахтного поля.

Кривые рис. 3б характеризуют нарушенность поля шахты Тырганская" (Прокопьевское месторождение Кузбасса). Они свидетельствуют о значительно большей пораженности разрывами поля по сравнению с Карагандинскими шахтами и о неодинаковой нарушенности разных крыльев одной синклинали. Уча-

стки, расположенные в восточном крыле 1 синклинали, в 90% случаев имеют нарушенность, меньшую 200 м/га. В западном крыле таких участков всего 50%.

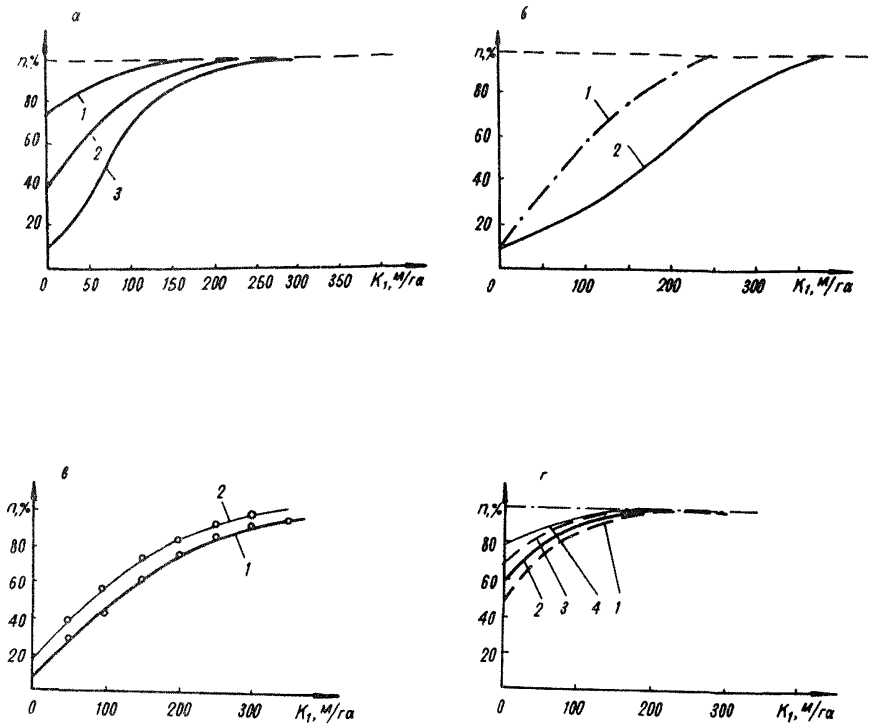

Рис. 3. Интегральные кривые распределения тектонически нарушенных участков пластов:

а – Карагандинский бассейн, шахты:

1 – "Вертикальная", 2 – "Майкудукская", "Карагандинская", "Долинская", 3 – "Чурубай-Нуринская", "Абайская";

б – Прокопьевско-Киселевское месторождение Кузбасса:

1 – восточное крыло 1 синклинали, 2 – западное крыло 1 синклинали;

в – месторождения:

1 – Сахалина; 2 – Грузии;

г – Донецкий бассейн, шахты комбинатов:

1 – "Донецкуголь", 2 – "Артемуголь", 3 – "Кадиевуголь", 4 – "Ворошиловградуголь"

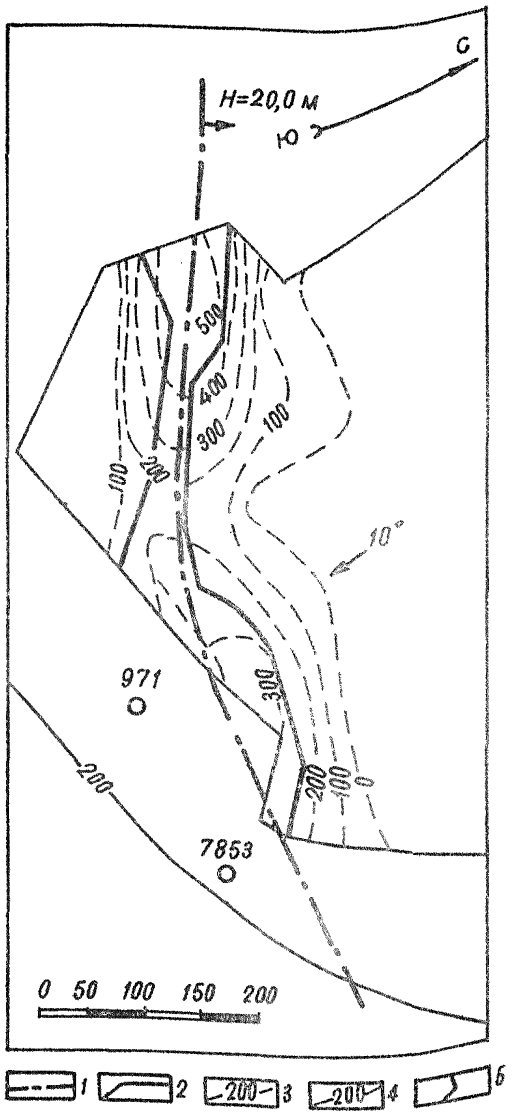

Рис. 4. Нарушенность участка угольного пласта K_1 в изолиниях (шахта "Актасская", Карагандинский бассейн): 1 – крупное разрывное нарушение; 2 – контур отработки; 3 – изолинии показателя нарушенности K_1 ; 4 – изогипсы почвы пласта; 5 – контур запасов, списанных из-за дизъюнктивной нарушенности

Аналогичную информацию о распределении выемочных участков по степени нарушенности в пределах основных месторождений Донбасса, Грузии и Сахалина дают графики на рис. 3в и 3г.

Приложение 3
к п. 2.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ K_1 и K_2 НА ПРИМЕРЕ РЯДА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И БАССЕЙНОВ

Показатель K_1, дающий достаточно объективную оценку интенсивности тектонической нарушенности, достоверно определяется только на отработанных площадях и не может быть использован для подготавливаемых участков.

Для определения коэффициента K_2, требуется меньший объем исходных данных, который может быть получен на стадии эксплуатационной разведки и подготовки выемочных полей.

Наличие взаимосвязи между коэффициентами K_1 и K_2, установленной на примере многих месторождений (рис. 5 и 6),

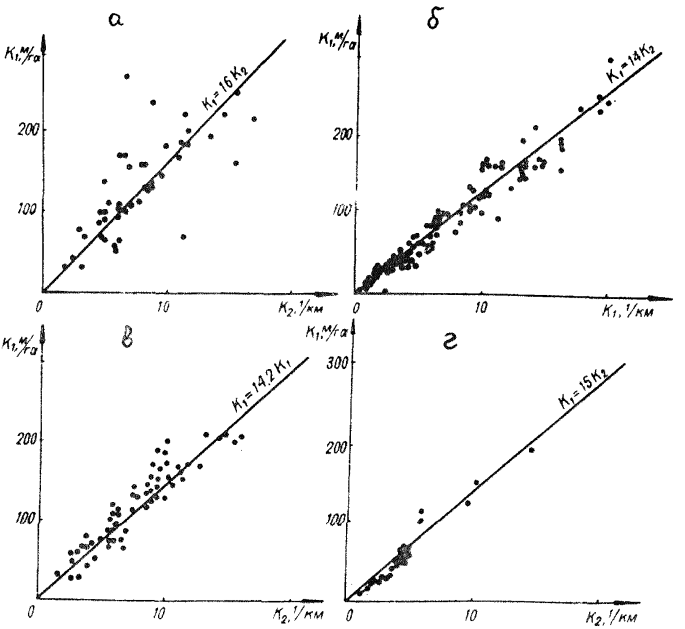

Рис. 5. Соотношение коэффициентов K_1 и K_2 на шахтах комбинатов:
а – "Грузуголь"; б – "Сахалинуголь"; в – "Кузбассуголь"; г – "Карагандауголь"

позволяет путем пересчета перейти от одного коэффициента к другому.

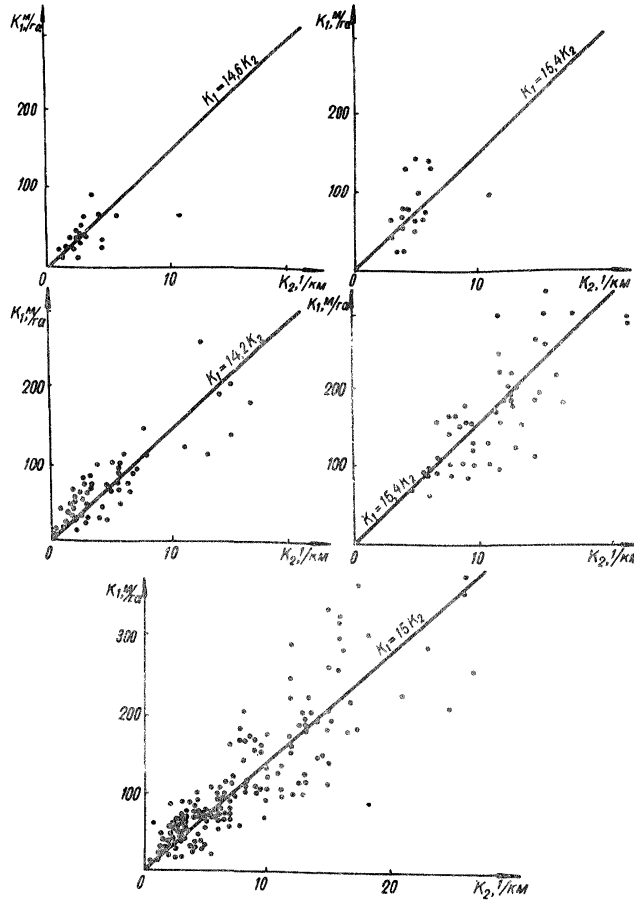

Рис. 6. Соотношение коэффициентов K_1 и K_2 на шахтах комбинатов Донбасса:
а – "Донецкуголь"; б – "Кадиевуголь"; в – "Ворошиловградуголь"; г – "Артемуголь"; д – среднее для всех перечисленных комбинатов

Пример 1. По выемочному участку № 5 шахты 6/7 "Чурубай-Нуринской" определен показатель нарушенности K_2 :

$$K_{2пр} = \frac{10}{0,74} = 13,5 \text{ 1/км};$$

$$K_{2пд} = \frac{7}{0,41} = 17,0 \text{ 1/км};$$

$$K_{2ср} = 15,3 \text{ 1/км}.$$

Из уравнения связи показателей K_1 и K_2 для условий Карагандинского бассейна (рис. 5г) получаем

$$K_1 = 15K_2 = 15\ 15,3 = 230 \text{ м/га}.$$

Фактическое значение коэффициента K_1, определенное по проекции пласта на горизонтальную плоскость, равно 260 м/га. Относительная ошибка в данном случае составила 12%. Среднеквадратическое отклонение фактических значений коэффициента K_1 от расчетных для условий месторождений Донбасса, Кузбасса, Караганды, Грузии и Сахалина, колеблется в пределах от $\pm$10 до $\pm$25%. Это свидетельствует о достаточной точности расчетного способа и о возможности практического применения рекомендуемой методики.

Приложение 4
к п. 3.1

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ПРОФИЛЯМ

Для построения графиков изменения степени нарушенности участков угольного пласта вдоль профиля, намечаемого на плане по какому-то характерному направлению, - вкрест простирания оси складки, по простиранию крыла или в направлении другого анализируемого структурного элемента - выбирают соизмеримые по площади участки, в пределах которых оценивают интенсивность проявления мелкоамплитудной нарушенности с помощью показателя K_1 (см. раздел 2). На графике по оси абсцисс откладывают расстояния этих участков до анализируемого элемента структуры, по оси ординат - значения показателя K_1 для соответствующих участков.

Как видно из графиков (рис. 7), вблизи замковых частей складок выделяются зоны повышенной нарушенности.

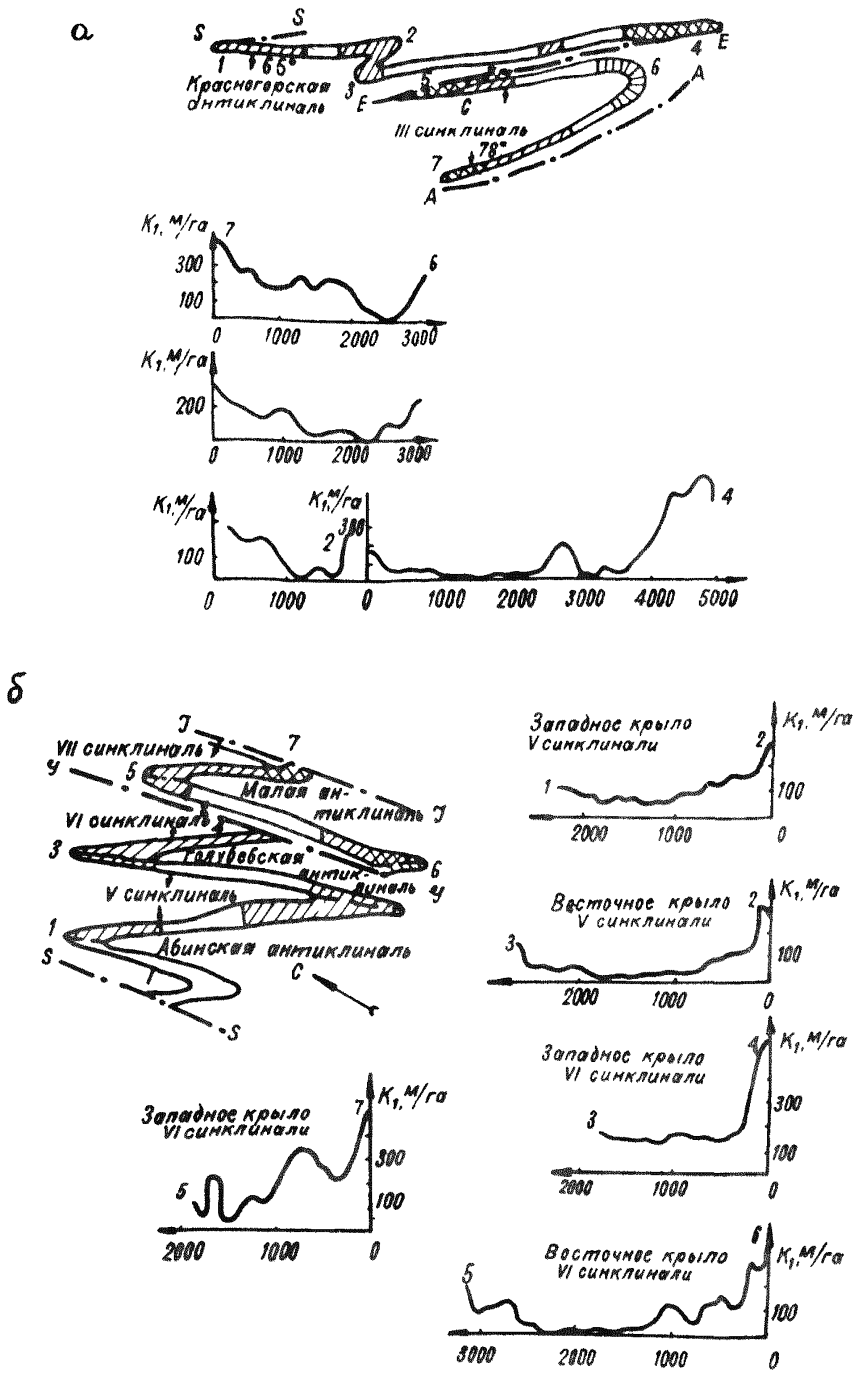

Рис. 7. Зависимость степени нарушенности угольных пластов Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса от их расстояния до осей складок по профилям, расположенным по простиранию крыльев складчатых структур:
а – центральная часть; б – восточная часть

В средней части восточного крыла У синклинали (Прокопьевский район Кузбасса, рис. 7б) на расстоянии 1-1,5 км от оси коэффициент нарушенности угольных пластов равен 10-30 м/га. С приближением к замковой части синклинали нарушенность повышается и на расстоянии 70-75 м от замка складки достигает 100-300 м/га. На расстоянии 300-400 м от оси Голубевской синклинали нарушенность повышается до 70-150 м/га.

Значения коэффициента тектонической нарушенности (K_1) резко возрастают вблизи оси этой структуры и на участке перегиба слоев достигают максимума - 350 м/га, в 6-10 раз превышая значения коэффициента, характерного для области спокойного залегания угольных пластов (рис. 8).

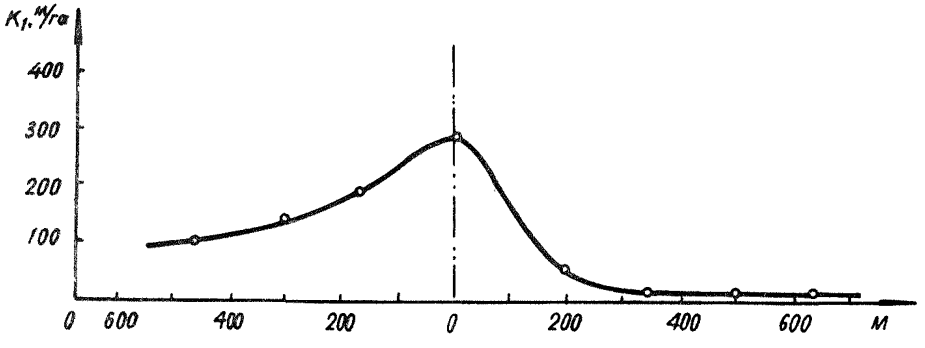

Рис. 8. Характер изменения интенсивности тектонической нарушенности вблизи оси Шаорской брахисинклинали Ткибульского месторождения Грузии

Аналогичная зависимость степени нарушенности от складчатости характерна для условий месторождений Сахалина. Угольный пласт 26, залегающий в западном и восточном крыльях Долинской синклинали (шахта "Долинская") в области спокойного залегания, имеет сравнительно слабую тектоническую нарушенность (K_1 = 5-10 м/га). В области замыкания складчатой структуры интенсивность нарушенности K_1 = 70 м/га, т. е. почти в 10 раз выше значений, характерных для области спокойного залегания пласта.

На шахте "Бошняково" угольные пласты II и Ш, залегающие на западном крыле Бошняковской синклинали, имеют K_1 = = 110 м/га, на восточном крыле - K_1 = 75-85 м/га, а в замковой части складки) - K_1 = 145-190 м/га, т. е. в 1,5-2 раза больше, чем на крыльях складки.

Интенсивность нарушенности угольных пластов шахтных полей Прокопьевско-Киселевского района и месторождений Сахалина растет с увеличением угла падения крыльев складок. На Прокопьевско-Киселевском месторождении с увеличением угла падения крыла складки на 20-25° нарушенность возрастает в 1,5-2 раза, на месторождениях Сахалина при увеличении угла падения крыла складки на 15-20° значение коэффициента нарушенности возрастает в 2-5 раз.

Приложение 5
к п. 3.2

ОБОСНОВАНИЕ И ПРИМЕРЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МЕЛКОАМПЛИТУДНЫХ ДИЗЪЮНКТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ СО СКЛАДЧАТЫМИ СТРУКТУРАМИ

Для проведения структурного анализа с помощью сетки Каврайского строят круговую диаграмму, на которую наносят все имеющиеся в исследуемом районе разрывные нарушения и основные элементы складчатых структур. Нанесенные дизъюнктивы группируют в системы, за центры которых на диаграмме принимают участки с наибольшей концентрацией полюсов дизъюнктивов, выявляемые визуально или путем проведения изолиний плотности полюсов.

На рис. 9 приведены диаграммы нарушенности полей шахт "Западная", им. Орджоникидзе, им. Ленина Ткибульского

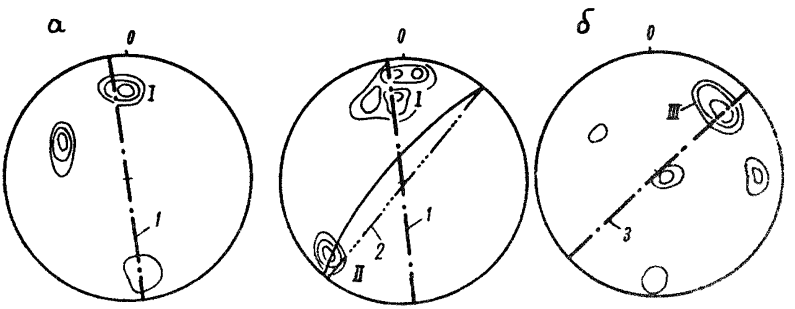

Рис. 9. Диаграммы полюсов мелкоамплитудных дизъюнктивов, развитых в пределах шахт им. Орджоникидзе (а), Западной (б), им. Ленина (в):
1 - ось Шаорской брахисинклинали; 2 - ось Западной синклинали; 3 - ось перегиба слоев в юго-западном замыкании Шаорской синклинали; I, II, III - системы дизъюнктивов

месторождения Грузии. Основная структура месторождения – Ткибули-Шаорская брахисинклиналь образовалась под действием напряжений, обусловивших возникновение и ряда разрывных нарушений (система I), имеющих наиболее широкое распространение в районе. О генетической связи этой группы нарушений с брахисинклиналью свидетельствует их повсеместно однообразная ориентировка относительно оси складки (рис. 9а-в).

При изменении ориентировки оси соответственно меняют свое положение и полюсы разрывов. На участках осложнения крыльев брахисинклинали дополнительной складчатостью (западная синклиналь в пределах поля шахты "Западная", рис. 9б) наряду с сохраняющимися разрывами системы I появляются дизъюнктивы системы II, полюсы которых на диаграмме располагаются на проекции оси складки второго порядка.

Приложение 6
к п. 3.3

ПРИМЕРЫ СВЯЗИ МЕЛКОАМПЛИТУДНОЙ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ С КРУПНЫМИ РАЗРЫВНЫМИ СТРУКТУРАМИ

На пласте У1 шахты "Углегорская" (рис. 10) отмечается резкое увеличение числа мелких разрывов в зоне, прилегающей к Деповскому сбросу – крупному дизъюнктиву с амплитудой смещения крыльев около 180 м. Интенсивность нарушенности в зоне, прилегающей к сместителю, характеризуется коэффициентом $K_1 > 450$ м/га, но уже в интервале 100-200 м от разрыва нарушенность уменьшается до 200 м/га. Аналогично изменяется характер нарушенности в зоне влияния Сабеласурского сбрососдвига Ткибульского месторождения Грузии (рис. 11). Значение K_1 в области спокойного залегания угольных пластов (в 450-700 м от сместителя) составляет всего 10-20 м/га, а в зоне влияния дизъюнктива достигает 220 м/га.

С увеличением амплитуды смещения крыльев интенсивность нарушенности в зоне разрыва, как правило, усиливается. На шахте "Углегорская" (пласт УПВ) амплитуда N дизъюнктива меняется от 2 до 60 м. По мере увеличения амплитуды коэффициент нарушенности в пределах полосы шириной 100 м, прилегающей к сместителю, меняется следующим образом:

N, м	K_1, м/га
<10	120
10-30	242
>30	495

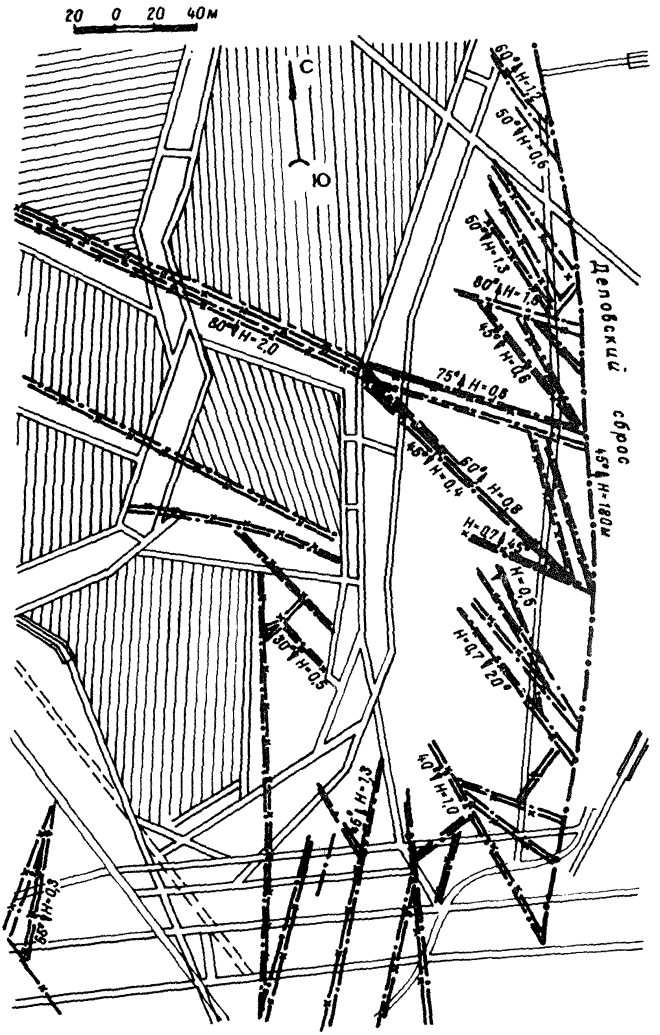

Рис. 10. Увеличение интенсивности нарушенности в зоне влияния Деповского сброса (шахта "Углегорская", комбинат "Сахалинуголь")

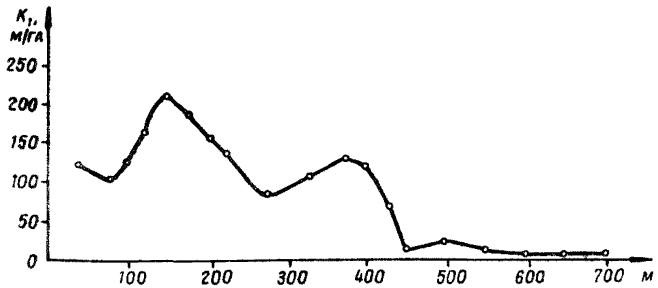

Рис. 11. Изменение интенсивности нарушенности в зоне влияния Сабеласурского сбросо-сдвига

Участки, расположенные между крупными и средними разрывами, попадающие в зону влияния обоих нарушений, характеризуются повышенной степенью нарушенности. Так, на шахте "Углегорская" (пласт 1В) вблизи сброса с амплитудой 30 м, в пределах полосы 50 м, прилегающей к сместителю, нарушенность составляет 300 м/га, а в аналогичной по ширине полосе, но в интервале 50-100 м от сместителя, коэффициент нарушенности увеличивается до 420 м/га. Подобная картина отмечается и вблизи сброса "Пограничный", где в интервале 0-10 м от сместителя нарушенность равна 20 м/га, а в 100-200 м - 250 м/га. Подобное увеличение интенсивности отмечается в зонах сочленения дизъюнктивов даже с незначительной амплитудой смещения крыльев. Так, на шахте "Углегорская" (пласт УП) в области сочленения двух разрывных нарушений с амплитудами 10 и 20 м коэффициент нарушенности достигает величины 560 м/га, что значительно превышает значение K_1, характерное для зоны влияния таких крупных, изолированных сбросов, как Деповский (амплитуда N = 150-180 м, K_1=420 м/га) и №. 16 (амплитуда 40 м, K_1 = 290 м/га).

Для выявления зависимости между шириной зон влияния L крупных разрывов и их амплитудами N строят сводные графики, обобщающие все данные о соотношении анализируемых параметров. Эта зависимость (рис. 12) близка к прямолинейной и может быть приблизительно выражена равенством

$$L = (1\text{-}2)N$$

Аналогично соотношение L и N можно определить для любых месторождений. Для получения более достоверного соотношения рекомендуется брать участки, соразмерные с выемочными.

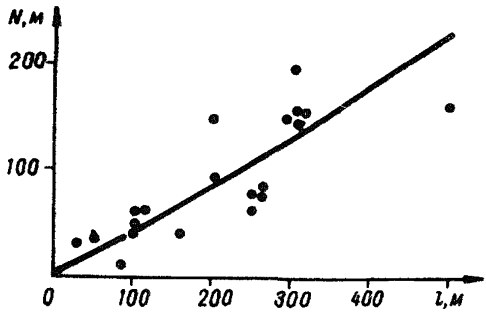

Рис. 12. Зависимость ширины зоны L влияния крупных дизъюнктивов от амплитуды смещения N крыльев на примере месторождений Сахалина

Возникновение крупных дизъюнктивных нарушений сопровождается образованием мелких разрывов и трещин (на участках, прилегающих к сместителю), которые частично параллельны сместителям крупных дизъюнктивов, и частично сопряжены с ними.

На рис. 13 представлена круговая диаграмма, показывающая взаиморасположение разрывных нарушений (крупных и мелких) и систем трещин на Ткварчельском месторождении. Полюсы систем тектонических трещин и мелкоамплитудных разрывов располагаются вблизи полюса наиболее крупного в районе Генерального сброса и на участке концентрации полюсов среднеамплитудных разрывов, сопряженных с Генеральным сбросом.

Изменение трещиноватости угля на участке пласта 5 г "Чертинская-Западная" у нарушения с нормальной амплитудой 1,5 м (рис. 14) начинается на расстоянии 15 м от сместителя и с приближением к разрыву растет, достигая максимальных значений в непосредственной близости от сместителя. Ширина зоны влияния составляет $\approx 10N$. Исследования в условиях различных угольных бассейнов подтверждают, что такая зависимость в среднем выдерживается повсюду, несмотря на резкие в ряде случаев отклонения.

Следует учесть, что приведенное соотношение характеризует связь амплитуды дизъюнктива и ширины зоны, выделяемой лишь по трещиноватости угля, и не выдерживается на больших площадях. Трещиноватость вмещающих пласт пород вблизи разрывов усиливается в меньшей степени и проявляется на значительно меньшем удалении от сместителя. Зависимость ширины зоны трещиноватости от амплитуды разрыва варьирует в них более широко, поэтому исследование подобного влияния разрывных нарушений целесообразнее проводить в угольном пласте.

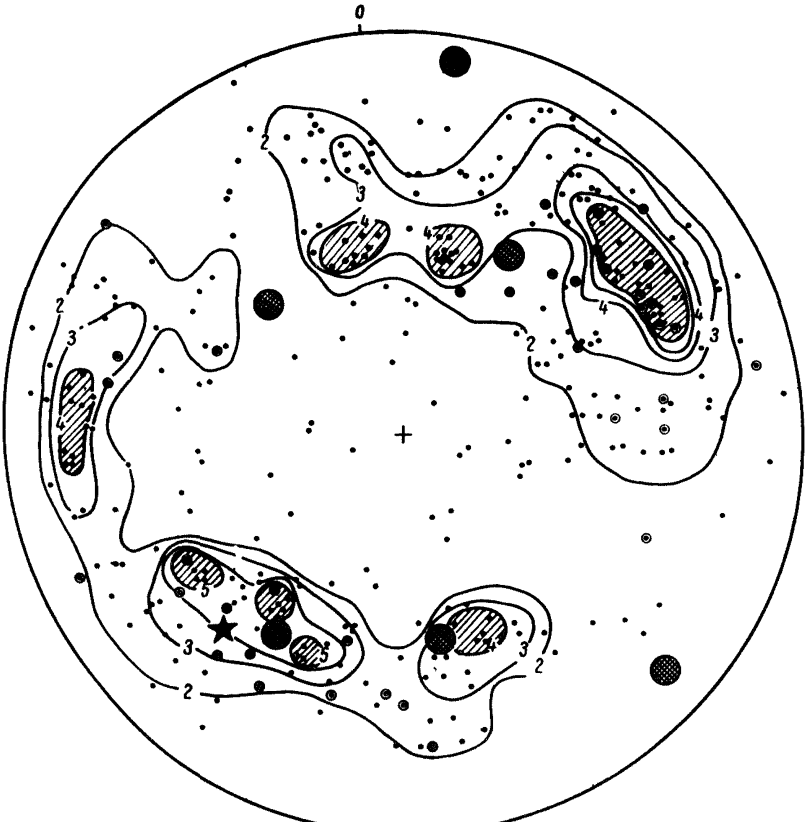

Рис. 13. Круговая диаграмма тектонической нарушенности поля шахты им. Орджоникидзе комбината "Грузуголь":
• – полюсы мелких дизъюнктивов; ◎ – полюсы среднеамплитудных разрывов; ★ – полюс Генерального сброса; ▨ – полюсы систем тектонических трещин; 4 – изолинии плотности полюсов

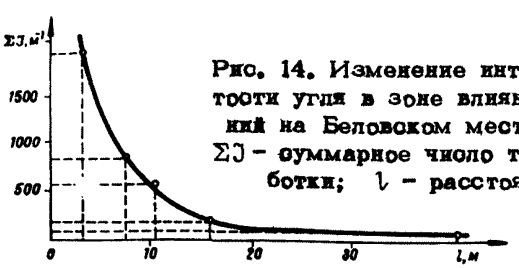

Рис. 14. Изменение интенсивности трещиноватости угля в зоне влияния разрывных нарушений на Беловском месторождении Кузбасса: ΣJ – суммарное число трещин на 1 п. м выработки; l – расстояние до нарушения

Приложение 7
к п. 3.4

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ КРЕПОСТЬЮ ПОРОД МЕЖДУПЛАСТИЙ И СТЕПЕНЬЮ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПО НЕКОТОРЫМ ШАХТНЫМ ПОЛЯМ ПРОКОПЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЗБАССА

В Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса наибольшей хрупкостью обладают песчаники с карбонатно-кремнистым, железисто-карбонатным цементом, крепость (f) которых (по шкале проф. М. М. Протодьяконова) колеблется в пределах от 6-7 до 15-17. Крепость алевролитов и аргиллитов в среднем составляет 3-5. Наблюдениями, проведенными на шахтах им. Ворошилова, "Тырганская", им. Калинина, установлено, что наибольшее количество разрывных нарушений приурочено к угольным пластам, залегающим в толще, где преобладают пласты песчаников. Для количественного выражения этой зависимости анализируют показатели нарушенности выемочных участков, находящихся в различных условиях (в разных крыльях, замке складки, висячих и лежачих крыльях дизъюнктива), и крепость пород междупластий. На основе анализа выведены уравнения связи исследуемых показателей (табл. 1).

Таблица 1

Шахта	Структурный участок	Средневзвешенная по мощности слоев крепость пород междупластий	Уравнения регрессии
Им. Ворошилова	Южная часть Восточного крыла Ш синклинали	6,5	$K_1 = 24f - 55$
-"-	Северная часть Восточного крыла Ш синклинали	5,7	$K_1 = 23f - 13$
-"-	Восточное крыло П синклинали	7,5	$K_1 = 50f - 242$

Продолжение табл. 1

Шахта	Структурный участок	Средневзвешенная по мощности слоев крепость пород междупластий	Уравнения регрессии
Им. Калинина	Восточное крыло II синклинали (висячее крыло взброса А-А)	6,6	$K_1 = 32f - 136$
-"-	Там же (лежачее крыло взброса А-А)	7,6	$K_1 = 40f - 123$
Тырганская	Западное крыло III синклинали	9,0	$K_1 = 30f - 63$

Установлено, что интенсивность нарушенности угольных пластов зависит от состава пород междупластья. Для пород неоднородного литологического состава характерна интенсивная мелкоамплитудная нарушенность. Однородные породы обычно нарушены меньше.

Приложение 8
к п. 4.1

ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ ПО СТЕПЕНИ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ ДОНЕЦКОГО И КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНОВ

Построение графиков функций распределения выемочных участков по степени нарушенности (методом, указанным в п. 2.4) дает возможность оценить долю участков в пределах исследуемой площади, отрабатываемых с помощью механизации или без нее, и установить предельную для данных условий степень нарушенности выемочных полей, выше которой использование средств механизации становится нерациональным.

Кривые 1 распределения выемочных участков по степени их нарушенности (рис. 15) показывают распределение участков, отработанных механизированным способом, кривые 2 – буро-взрывным способом.

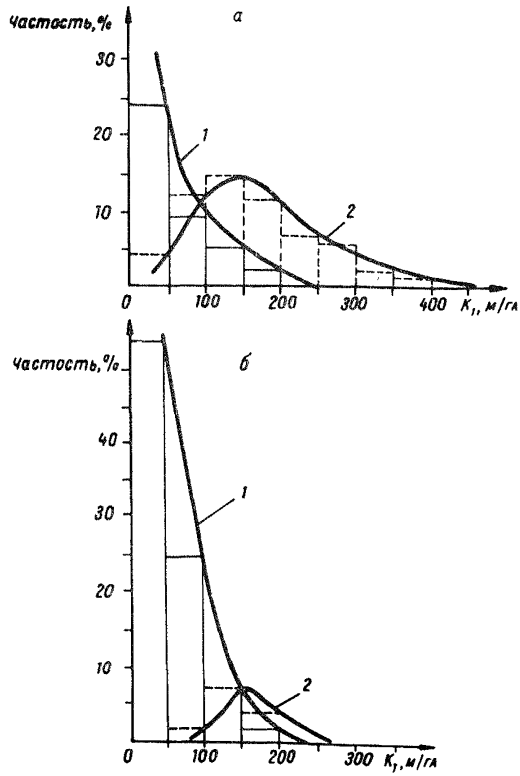

Рис. 15. Распределение выемочных участков по степени их тектонической нарушенности:
а – шахты комбинатов "Макеевуголь", "Артемуголь", "Кадиевуголь", "Ворошиловградуголь" Донбасса;
б – шахты комбината "Карагандауголь"

Анализ показывает, что на исследованных площадях средства механизации угледобычи используются в основном на слабонарушенных участках и вообще не применяются в условиях с высокой степенью нарушенности.

Приложение 9
к пп. 4.2; 4.3

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЧИСТНЫХ РАБОТ ОТ СТЕПЕНИ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ

Влияние степени нарушенности выемочных участков на технико-экономические показатели работы шахт некоторых бассейнов при различных способах выемки угля приведено в табл. 2.

Таблица 2

Выемочные участки шахт	Выемочные механизмы, способ выемки	K_1, м/га	Усредненные технико-экономические показатели работы участка	
			производительность, т/чел.	себестоимость, руб./т
Карагандинский бассейн	"Донбасс"	0	160	2,0
	–"–	45	137	2,3
	–"–	87	142	2,8
	–"–	137	95	3,9
	1К-52ш	0	153	2,2
	–"–	226	146	2,4
	2К-52ш	0	267	1,0
	–"–	31	212	1,3
	–"–	177	203	1,5
	КМ-87	0	142	2,1
	–"–	39	107	2,6
	–"–	109	–	3,4
	Буро-взрывной	0	130	3,0
	–"–	125	131	3,5
	–"–	192	128	2,9
Кузнецкий бассейн	1К-52ш	0	172	1,9
	–"–	80	86	3,2
	ОМКТ-10	0	255	1,5
	–"–	150	172	2,2

Продолжение табл. 2

Выемочные участки шахт	Выемочные механизмы, способ выемки	K_1, м/га	Усредненные технико-экономические показатели работы участка	
			производительность, т/чел.	себестоимость, руб./т
Комбинат "Сахалинуголь"	"Донбасс 11"	0	277	3,6
	-"-	230	158	6,2
	"Кировец"	50	169	-
	-"-	240	123	-
	Буро-взрывной	50	65	5,1
	-"-	125	37	5,9
	-"-	256	36	8,0
	-"-	275	28	10,0
Комбинат "Грузуголь"	Буро-взрывной	0	127	4,3
	-"-	235	91	4,7
	-"-	275	99	5,8
Донецкий бассейн:				
Комбинат "Артемуголь"	Ручная отбойка	175	52	5,7
		210	40	6,6
Комбинат "Кадиевуголь"	1К-101	0	114	4,3
	-"-	67	98	3,9
	-"-	135	90	3,8
	-"-	155	58	5,6
	"Кировец"	122	59	4,7
	-"-	290	38	6,5
	УСТ-2А струг	71	155	2,8
	-"-	240	73	3,7
	-"-	350	73	4,9

Из табл. 2 следует, что в случае немеханизированной добычи угля производительность труда и себестоимость добычи изменяются незначительно. В тех же условиях, но при использовании различных средств механизации увеличение нарушенности приводит к резкому ухудшению технико-экономических показателей. Например, в условиях шахт комбината "Кадиевуголь"

увеличению K_1 от 0 до 155 м/га соответствует падение производительности от 114 до 58 т/чел., т. е. почти на 50%, при росте себестоимости от 4,3 до 5,6 руб./т.

Изменение анализируемых показателей в зависимости от нарушенности характерно и для различных систем разработки. При разработке пластов длинными столбами с применением взрывной отбойки увеличение степени нарушенности на 100 м/га снижает производительность труда на 10–13%, в то время как при разработке короткими столбами производительность снижается всего на 5–6%.

В условиях пологого и наклонного залегания пластов (рис.16а, прямые 1, 4) увеличение дизъюнктивной нарушенности K_1 на 200 м/га приводит к снижению производительности труда П на 10–20 т/чел., что составляет 10–40% от производительности

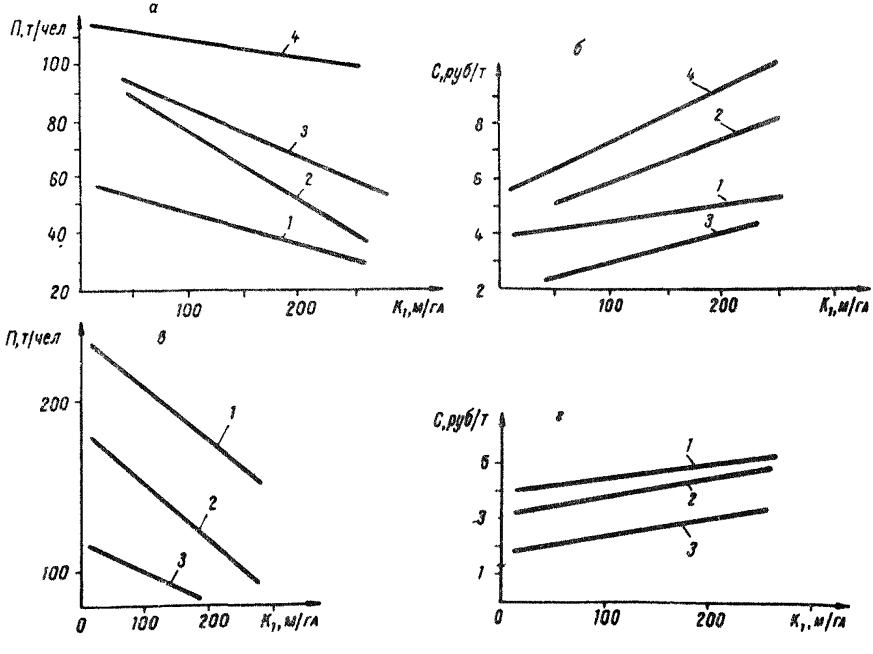

Рис. 16. Графики зависимости производительности труда П участкового рабочего (а, в) и себестоимости С добычи 1 т угля (б, г) от степени нарушенности K_1 в условиях пологого и наклонного (шахты Грузии – 1, Сахалина – 4) и крутого залегания угольного пласта (шахты Донбасса – 2, Кузбасса – 3)

на ненарушенных участках. На пластах с крутым залеганием отмечается более существенное снижение производительности труда одного рабочего, достигающее при той же степени нарушенности 50% от производительности на ненарушенных или слабонарушенных участках.

Усиление степени нарушенности участка до 200 м/га (рис.16б) повышает себестоимость добытого угля на 30-45%.

На участках с комбайновой добычей влияние степени нарушенности на производительность труда одного рабочего (рис. 16в) проявляется более отчетливо. При K_1 = 200 м/га на всех обследованных шахтах производительность труда понижается примерно одинаково и составляет в среднем 30%. Себестоимость добычи 1 т угля, повышается на 30-50%. С увеличением значения коэффициента нарушенности угольных пластов растет общая протяженность нарезных и подготовительных выработок. Так, на шахтах Кузнецкого и Карагандинского бассейнов при K_1 = 300 м/га протяженность подготовительных и нарезных выработок на 1000 т добычи увеличивается в 2,5-3 раза по сравнению с ненарушенными участками. Удельная протяженность подготовительных выработок, на шахтах комбината "Сахалинуголь", отрабатывающих угольные пласты со степенью нарушенности свыше 100 м/га, в 2-3 раза больше по сравнению с шахтами, нарушенность на которых не превышает 50-60 м/га (табл. 3). В Донбассе, на шахтах с нарушенностью 25-35 м/га (комбинат "Артемуголь"), удельная протяженность подготовительных выработок на 50-70% больше, чем с нарушенностью до 10 м/га.

Сравнительные данные технико-экономических показателей работы шахт и степени их тектонической нарушенности по различным угленосным районам приведены в табл. 3.

Таблица 3

Шахты	K_1 м/га	Общешахтная производительность труда одного рабочего, т	Общешахтная себестоимость 1 т добычи угля, руб.	Количество подготовительных выработок, приходящихся на 1000 т добычи, м
Комбинат "Сахалинуголь"				
Ударновская	160	34,5	23,3	6,2
Углегорская	145	34,1	25,8	10,3
Тельновская	125	32,9	24,2	9,8

Продолжение табл. 3

Шахты	K_1 м/га	Общешахтная производительность труда одного рабочего, т	Общешахтная себестоимость 1 т добычи угля, руб.	Количество подготовительных выработок, приходящихся на 1000 т добычи, м
Бошняковская	120	31,0	23,5	10,2
Ю.Сахалинская	10	-	24,1	3,4
Долинская	50	38,5	20,3	2,2
Макарьевская	140	26,0	31,7	10,3
Мгачи	200	19,7	33,2	12,0
Техменевская	75	23,2	29,7	-
Горнозаводская	30	28,8	24,2	4,8
Шебунинская	60	26,5	26,9	4,0
	Комбинат "Грузуголь"			
Ткибульская Им. Ленина	52	57,0	12,6	-
Ткибульская Западная	99	40,1	17,8	-
	Донецкий бассейн, комбинат "Артемуголь"			
Им. Изотова	8,8	42,0	14,8	26,4
Ш/у им. Гагарина	23,6	31,3	19,1	31,3
Им. Калинина	9,1	40,1	13,9	21,4
Им. Ворошилова	1,7	36,7	15,0	26,3
Ш/у Торецкое	33,7	29,0	16,7	34,2

Данные табл. 4 иллюстрируют преобладающее влияние амплитуды дизъюнктивов на уровень технико-экономических показателей добычи на шахте "Кочегарка" комбината "Артемуголь". Например, на участке пласта Тонкого при степени нарушенности более 200 м/га и средней по участку амплитуде нарушений менее 1 м производительность труда рабочего на 25% выше (при неизменной себестоимости угля), чем на ненарушенном участке ($K_1 = 0$). На этом же пласте, но на участке с преобладанием дизъюнктивов с амплитудой 1 м, нарушенность 334 м/га обусловливает уменьшение производительности труда примерно на 12% и увеличение себестоимости угля почти в два раза по сравнению с ненарушенными участками.

Таблица 4

Пласт	K_1, м/га	N, м	П, т/чел.	С, руб./т
Тонкий	0		49	5,3
	200	0,2	62	5,3
	0		39	7,0
	334	1,5	35	10,0
Соленый	0		40	8,7
	416	0,8	43	8,5
	203	0,5	43	6,4
	244	2,0	23	16,0
Кирпичевка	0		52	6,6
	278	0,5	81	6,0
Золотарка	113	0,7	46	5,0
	223	1,2	36	5,7

Приложение 10
к п. 4.5

ПРИМЕРЫ УРАВНЕНИЙ СВЯЗИ ВЕЛИЧИНЫ ПОТЕРЬ УГЛЯ ПО ПЛОЩАДИ И СТЕПЕНИ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПО ШАХТНЫМ ПОЛЯМ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И БАССЕЙНОВ

Потери угля по площади вблизи дизъюнктивных нарушений находятся в прямой зависимости от интенсивности нарушенности анализируемой площади. В табл. 5 приведены уравнения регрессии, математически характеризующие эту зависимость.

Расчеты показывают, что погрешность коррелированного значения (определенного с помощью рекомендуемых уравнений) составляет в среднем ±10%, достигая в максимуме ± 17%.

Связь показателей K_1 и $П_{пл}$ имеет разный характер и при различных способах отбойки угля (табл. 5). Так, для условий шахт комбината "Сахалинуголь" при отбойке угля с помощью узкозахватной техники ширина оставляемых у дизъюнктивов целиков в 1,5–2 раза больше, чем при буро-взрывной отбойке.

На шахтах Караганды, Кузбасса, Сахалина и Грузии связь показателей K_1 и $П_{пл}$ имеет сходное выражение (рис. 17).

Таблица 5

Комбинаты	Уравнение регрессии, %	Коэффициент корреляции,	Погрешность коррелированного значения, %	Способ отбойки
"Прокопьевскуголь"	$П_{пл} = (0,19K_1 - 8,6)$	0,88	±6	Буровзрывной
"Карагандауголь"	$П_{пл} = (0,09K_1 - 3,2)$	0,6	±4	Механизированный
"Сахалинуголь"	$П_{пл} = (0,13K_1)$	0,62	±10	То же
"Сахалинуголь"	$П_{пл} = (0,13K_1 - 7,5)$	0,75	±4	Буровзрывной
"Грузуголь"	$П_{пл} = (0,1K_1 - 3,0)$	0,6	±15	То же
"Кадиевуголь", "Ворошиловградуголь"	$П_{пл} = (0,26K_1 + 0,7)$	0,63	±17	Механизированный
"Донецкуголь", "Макеевуголь"	$П_{пл} = (0,61K_1 + 0,2)$	0,92	±12	То же

При K_1 = 50 м/га потери по площади во всех отмеченных бассейнах составляют всего 2-7%. При K_1 = 200 м/га величина потерь в целиках у разрывных нарушений возрастает до 20-30%. В среднем во всех рассматриваемых случаях увеличение степени нарушенности на 100 м/га вызывает рост потерь по площади на 10%. Для месторождений Донецкого бассейна характерны другие закономерности в соотношении показателей K_1 и $П_{пл}$.

Согласно уравнению регрессии и графическому выражению зависимости K_1 и $П_{пл}$ для условий шахт Центрального района, высоким значениям коэффициента нарушенности соответствуют низкие потери угля по площади. Так, для значений $K_1 < 70$ м/га величина потерь составляет менее 5%, а при K_1 = 250 м/га – всего 15%. Причина подобного явления исследована лишь частично. Установлено, что:

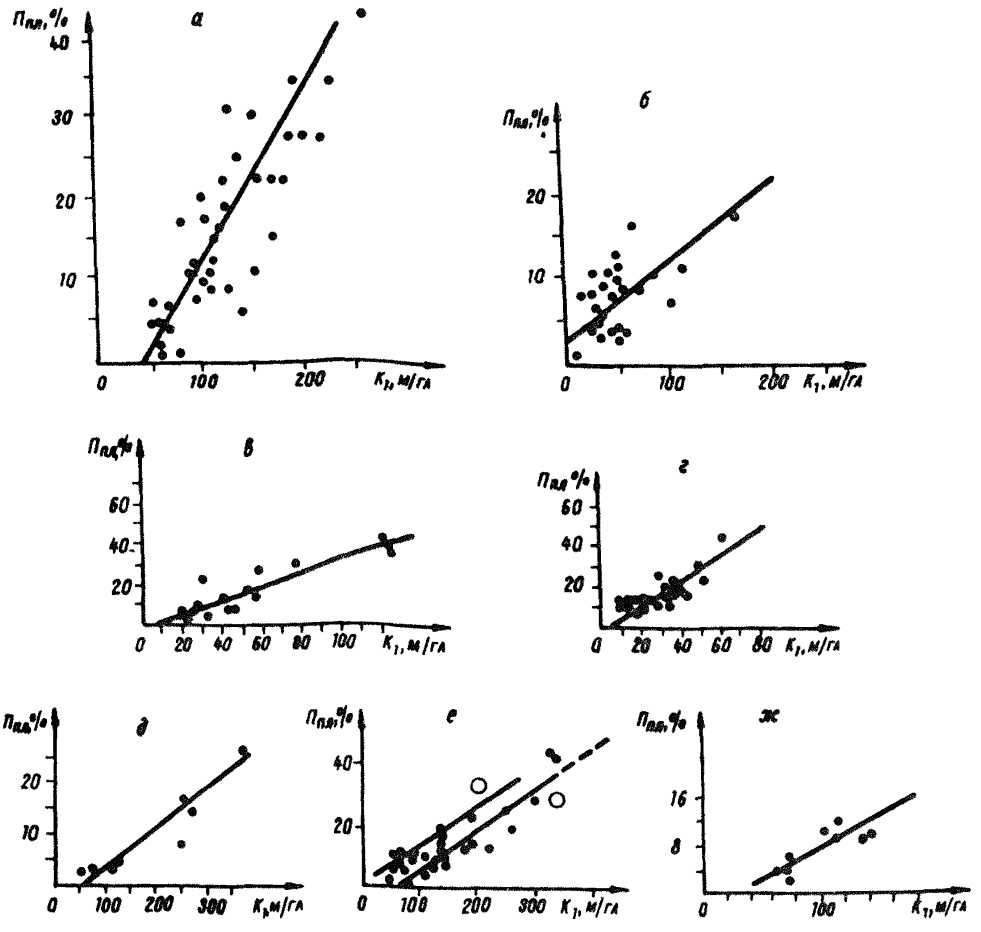

Рис. 17. Зависимость величины потерь угля от степени дизъюнктивной нарушенности пластов в различных районах:

а – Кузнецкий бассейн; б – Карагандинский бассейн; шахты комбинатов: в – "Кадиевуголь"; г – "Макеевуголь"; д – "Артемуголь"; е – "Сахалинуголь"; ж – "Грузуголь"

1) высокие значения показателя интенсивности нарушенности шахтных полей Центрального района в значительной мере обусловлены широким развитием мелкоамплитудных разрывов;

2) при немеханизированной отбойке угля мелкие дизъюнктивы со смещением менее 0,5–1 мощности пласта (а для условий шахт Центрального района, где отрабатываются тонкие пласты – менее 1 м) не оказывают отрицательного влияния на технико-экономические показатели добычи, так как интен-

сивная трещиноватость угля облегчает его отбойку, а незначительная амплитуда смещений позволяет пересекать их без оставления целиков.

Для возможности сопоставления значений K_1 и $П_{пл}$, полученных для условий Центрального района Донбасса с другими угленосными площадями целесообразно пользоваться коэффициентом

$$K = K_1 \cdot N$$

(где N – средняя нормальная амплитуда смещения крыльев разрывов), который более объективно отражает влияние степени нарушенности на полноту выемки угля. Этот коэффициент рекомендуется использовать при преобладающем развитии мелкоамплитудной нарушенности, наличии крутых маломощных пластов, отрабатываемых немеханизированными способами.

Характерной чертой ряда других районов Донбасса (Донецко-Макеевского, Кадиевского, Ворошиловградского) является значительная величина потерь даже при малых значениях коэффициента нарушенности выемочных полей.

Для Кадиевского и Ворошиловградского районов уже при K_1 = 50 м/га потери составляют 15%, а при K_1 = 110 м/га достигают 30%.

На шахтах Донецко-Макеевского района потери из-за дизъюнктивной нарушенности еще больше: при K_1 = 50 м/га они составляют 30%; а при K_1 = 100 м/га превышают 50%.

Приведенная методика определения K_1 и $П_{пл}$ может быть использована для предварительной оценки возможных потерь угля из-за дизъюнктивной нарушенности при определении коэффициента извлечения угля на вновь вскрываемых площадях (горизонтах, пластах, участках). Однако следует учитывать, что приведенные графики и уравнения регрессии получены для усредненных показателей и характеризуют большие угленосные площади.

Приложение 11
к п. 4.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НАРУШЕННОСТИ K_1 УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДЛЯ СПИСАНИЯ ЗАПАСОВ В ПРЕДЕЛАХ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИХ СТАТИСТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Анализ материалов горно-геологической документации шахт Донецкого бассейна (1400 выемочных участков) и комбината

"Сахалинуголь" (380 участков), позволил установить интенсивность их нарушенности и выявить предельные значения коэффициента нарушенности, при которых еще возможна отработка угольных пластов.

Кривые 1 на рис. 18 характеризуют статистическое распределение по степени нарушенности всех участков, отработанных за последние 2–3 года, кривые 2 – только распределение участков, списанных в результате сильной тектонической нарушенности (за то же время).

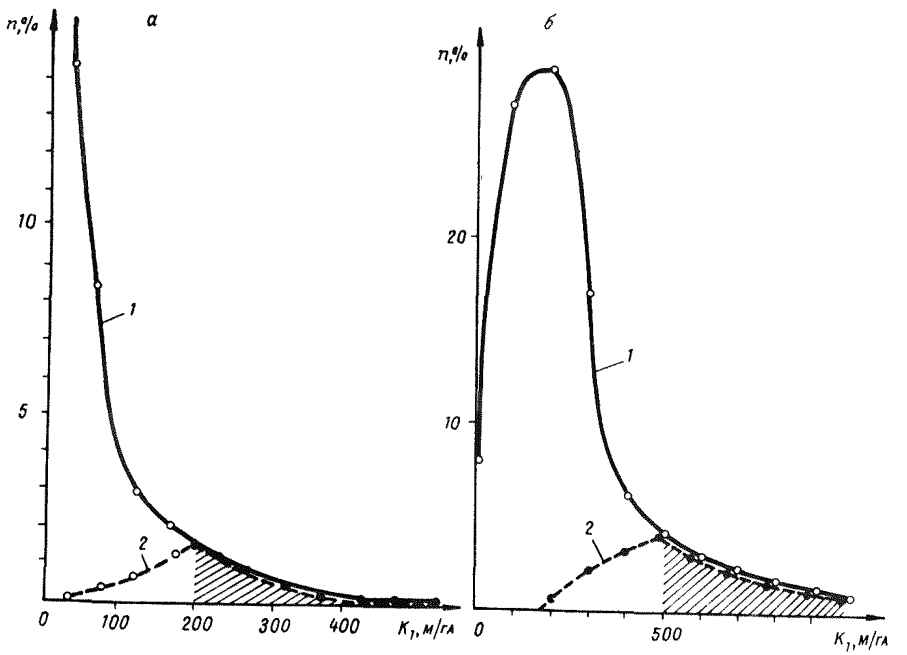

Рис. 18. Графики статистического распределения выемочных участков по степени нарушенности на шахтах комбинатов: а – "Ворошиловградуголь", "Донецкуголь", "Кадиевуголь"; б – "Сахалинуголь"

Участки, характеризующиеся нарушенностью более 200 м/га для шахт Донбасса и более 500 м/га для шахт Сахалина, не отрабатываются, а при нарушенности свыше 150 м/га для Донецких шахт и 300 м/га для шахт Сахалина отрабатывается лишь на половину. Анализ геологических условий на таких участках показал, что возможность их отработки зависит от мощности пласта, амплитуды дизъюнктивов и угловых соотношений во взаиморасположении пласта и сместителя.

На шахтах Сахалина списаны участки с отношением нормальной амплитуды смещения к мощности угольного пласта $N/m > 0{,}5$ и величиной двугранного угла между плоскостями пласта и сместителя $W < 60^{\circ}$. На шахтах Донбасса: соответственно с $N/m \geq 1$ и $W \leq 60^{\circ}$.

Статистическая функция распределения выемочных участков по степени нарушенности и выведенная зависимость возможности отработки сильно нарушенных участков от ряда геологических условий могут быть использованы при предварительной оценке пригодности выемочных участков к разработке.

Приложение 12
к п. 4.9

МЕТОДИКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ СПИСАНИЯ БАЛАНСОВЫХ ЗАПАСОВ УГЛЯ НА СИЛЬНО НАРУШЕННЫХ УЧАСТКАХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

К дополнительным текущим затратам, вызываемым изменением технологии добычи угля при выемке запасов на сильно нарушенных участках, относятся:

- прямые затраты (заработная плата с начислениями, материалы, электроэнергия, амортизация оборудования), на проведение и поддержание дополнительных подготовительных выработок, демонтаж и монтаж оборудования лав при отработке нарушенных участков механизированными комплексами, транспортировку дополнительного объема породы из подготовительных забоев, мероприятия по обеспечению безопасного ведения горных работ и пр.

Общие затраты на проведение и поддержание дополнительного объема подготовительных выработок в сложных горногеологических условиях определяют по формуле

$$У_{п.в} = L\ (C_{п.в} + C_{под}), \qquad (1)$$

где L – протяженность выработок; $C_{пв}$ – прямые затраты на проведение 1 м выработки; $C_{под}$ – то же на поддержание выработок.

Увеличение затрат на демонтаж и монтаж оборудования определяют по формуле

$$У_{д.м} = C_{д.м}\ (K_{ув} - 1), \qquad (2)$$

где $C_{д.м}$ – суммарные затраты на демонтаж и монтаж оборудования лав в нормальных условиях; $K_{ув}$ – ориентировочный

коэффициент увеличения затрат при отработке нарушенных участков принимаемый равным 1,6–1,8.

Затраты на транспортировку дополнительного объема породы определяют по формуле

$$У_{тр} = В \cdot l \cdot С_{тр} \cdot L, \qquad (3)$$

где $В$ – выход породы с 1 м дополнительных подготовительных выработок в тоннах; l – среднее расстояние транспортировки породы; $С_{тр}$ – затраты на 1 т/км (ориентировочно 0,25–0,3 руб.).

Затраты на дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности ведения горных работ ($У_б$) определяют по специальной смете. Ориентировочно они составляют 0,2–0,3 руб. на 1 т угля.

Неучтенные затраты ($У_п$) рассчитывают в случае необходимости аналогично.

Общая сумма дополнительных текущих затрат:

$$У_{д.об} = У_{пв} + У_{дм} + У_{тр} + У_б + У_п. \qquad (4)$$

Косвенный экономический ущерб:

– при снижении нагрузки по добыче угля на участке

$$У_{нд} = Р^б С^б \left(\frac{Д^б}{Д^1} - 1\right) Д^1 Т^1, \qquad (5)$$

где $С^б$ – участковая себестоимость 1 т угля при обычной технологии выемки угля (базовый вариант); $Р^б$ – удельный вес условно-постоянных расходов в участковой себестоимости 1 т в долях единицы; $Д^б$, $Д^1$ – годовая добыча угля соответственно в базовом и сравниваемом [x] вариантах, т; $Т^1$ – срок отработки нарушенного участка при годовой добыче $Д^1$;

– при снижении скорости проведения подготовительных выработок

$$У_{ск} = Р^б_{пв} \cdot С^б_{пв} \left(\frac{V^б}{V^1} - 1\right) L, \qquad (6)$$

где $С^б_{пв}$ – затраты на проведение 1 м подготовительных выработок в базовом варианте; $Р^б_{пв}$ – удельный вес условно-постоянных расходов в затратах на проведение 1 м выработок в долях единицы; $V^б$, V^1 – среднегодовая скорость проведения подготовительных выработок, соответственно в базовом и сравниваемом вариантах.

---

x) Под сравниваемым подразумевается вариант отработки нарушенных участков со сниженной нагрузкой по добыче угля или с уменьшенной скоростью проведения подготовительных выработок.

Общая сумма косвенного экономического ущерба

$$У_{п.об} = У_{н.д} + У_{с.к} \qquad (7)$$

Суммарная экономическая ценность намечаемых к списанию запасов угля.

$$У_{ц.об} = У_{ц} \cdot З_{б}, \qquad (8)$$

где $З_{б}$ – намечаемые к списанию балансовые запасы угля: $У_{ц}$ – экономическая ценность 1 т угля, определяемая по формуле

$$У_{ц} = К_{у} + Р_{ш} \cdot К_{из}, \qquad (9)$$

где $К_{у}$ – удельные капитальные затраты, приходящиеся на 1 т балансовых запасов шахты; при отсутствии непосредственных данных определяются как отношение первоначальной стоимости производственных фондов (основных плюс норматив оборотных) к балансовым запасам угля, установленным шахте на момент ввода ее в эксплуатацию, или остаточной стоимости производственных фондов к оставшимся балансовым запасам (без дополнительных запасов, добавляемых шахте в период эксплуатации); $К_{из}$ – коэффициент извлечения угля; $Р_{ш}$ – дифференциальная горная рента, приходящаяся на 1 т промышленных запасов шахты, определяемая по формуле

$$Р_{ш} = ЗЗ_{ш} - С_{ш}, \qquad (10)$$

где $ЗЗ_{ш}$ – замыкающие затраты на 1 т угля, с учетом его зольности на данной шахте, определяемые из выражения

$$ЗЗ_{ш} = ЗЗ_{б} + 0.03(А_{б} - А_{ш}) \cdot Ц, \qquad (11)$$

где $ЗЗ_{б}$ – замыкающие затраты на 1 т угля, установленные для угольного бассейна; $А_{б}$ – зольность угля, принятая при установлении уровня замыкающих затрат; $А_{ш}$ – зольность угля на шахте; $Ц$ – оптовая цена 1 т угля на шахте; $С_{ш}$ – полная себестоимость 1 т угля на шахте.

Пример

Участок одной из шахт комбината "Кузбассуголь", балансовые запасы которого намечаются к списанию, находится в зоне крупного тектонического нарушения, амплитуда которого достигает 50 м. Кроме того, разведочными выработками выявлены три сопутствующих нарушения, представленные взбросами с амплитудой от 1 до 10 м. Нарушенный участок находится в сложных горногеологических условиях.

Исходные данные

L = 2400 м; $C_{п.в}$ = 65 руб. м; $C_{под}$ = 11 руб/м; B = 7 т; l = 2,5 км; $C_{тр}$ = 0,25 руб.; $З_{б}$ = 50 тыс. т. $C^{б}$ = 4 руб./т; $Р^{б}$ = 0,25; $Т^{1}$ = 200 раб. дн. $К_{у}$ = 1 руб./т. $К_{из}$ = 0,8; $С_{ш}$ = 8 руб. Ц = 9 руб.

Среднесуточная добыча угля по участку (очистному забою) при выемке комбайном "Донбасс" в нормальных условиях составляет 400 т, а при отработке нарушенного участка – 250 т.

Зольность угля в целом по шахте (план 1974 г.):

– без отработки нарушенного участка – 18,0%.

– при отработке нарушенного участка – 18,9%.

Замыкающие затраты на добычу 1 т угля, установленные для Кузбасса, составляют 14,1 руб. при зольности угля 16%.

По формуле (1) определяем дополнительные текущие затраты на проведение и поддержание подготовительных выработок

$$У_{п.в} = 2400\ (65+11) = 182{,}4 \text{ тыс. руб.}$$

По формуле (3) определяем дополнительные текущие затраты на транспортировку породы от забоя до террикона

$$У_{тр.} = 7\ 2{,}5 \cdot 0{,}25 \cdot 2400 = 10{,}5 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на дополнительные мероприятия по обеспечению безопасного ведения горных работ составляют ориентировочно 0,3 руб. на 1 т извлекаемых запасов. Общая сумма затрат на эти мероприятия

$$У_{б} = 0{,}3 \cdot 50 \cdot 0{,}8 = 12 \text{ тыс. руб.},$$

где 50 тыс. т – балансовые запасы намечаемые к списанию;

Прочие неучтенные дополнительные затраты $У_{п} = 0{,}2 \cdot 50 \cdot 0{,}8 =$ = 8 тыс. руб, где 0,2 руб – ориентировочные затраты на 1 т извлекаемых запасов.

Общая сумма дополнительных текущих затрат:

$$У_{д.об.} = 182{,}4 + 10{,}5 + 12 + 8 = 213 \text{ тыс. руб.}$$

По формуле (5) определяем косвенный экономический ущерб от снижения нагрузки по добыче угля на участке:

$$У_{н.д.} = 0{,}25 \cdot 4{,}0 \left(\frac{400}{250} - 1 \right) 250 \cdot 200 = 30 \text{ тыс. руб.}$$

По формулам (8), (9), (10), (11) определяем суммарную экономическую ценность намечаемых к списанию балансовых запасов угля:

$З_{ш}$ = 14,1 + 0,03 (16 – 18,9) 9 = 13,3 руб./т;

$Р_{ш}$ = 13,3 – 8,0 = 5,3 руб./т;

$У_{д}$ = 1,0 + 5,3 0,8 = 5,2 руб./т.;

$У_{д.об.}$ = 5,2·50 = 260 тыс. руб.

Сравниваем суммарную экономическую ценность намечаемых к списанию балансовых запасов ($У_{д.об.}$) с суммарными дополнительными текущими затратами на отработку нарушенного участка ($У_{д.об.}$) и косвенным экономическим ущербом от снижения нагрузки по добыче угля на участке ($У_{н.д.}$). В данном примере

$У_{д.об.}$ (260 тыс. руб.) > $У_{д.об.}$ (213 тыс. руб.) +

+ $У_{н.д.}$ (30 тыс. руб.).

Следовательно, списание запасов угля на нарушенном участке экономически нецелесообразно.

Приложение 13
к пп. 5.3, 5.5,
5.6, 5.8

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕПОСТИ УГЛЯ И ПОРОД ВБЛИЗИ ДИЗЪЮНКТИВОВ

Метод определения крепости угля и пород толчением, в отличие от других, позволяет получать результаты в широком диапазоне и изучать крепость угля и пород в непосредственной близости от сместителя и даже в самой зоне дробления (у тектонического шва).

Опробование ведут в пределах одного литологического слоя в соответствии с выбранной сетью. Из каждого образца приготавливают по 5 навесок, которые затем измельчаются в специальной ступе путем сбрасывания на них с определенной высоты гири заданного веса. Объем V выхода фракции с крупностью зерна менее 0,5 мм используют для определения коэффициента крепости по Протодьяконову по эмпирической формуле:

$$f = \frac{20n}{V},$$

где n – число сбрасываний гири.

Для удобства определения выхода заданной фракции дробления используют специальный мерный цилиндр с площадью основания 1 $см^2$, и в формулу включают не объем V ($см^3$),

а высоту столба l полученной фракции в мерном цилиндре (в миллиметрах).

Экспресс-метод определения крепости пород f, исходя из их прочности при одноосном сжатии, основан на раздавливании образцов неправильной формы на ручном гидравлическом прессе:

$$f = \frac{5{,}3\ \sigma'_{сж}}{100}.$$

Временное сопротивление раздавливанию образца неправильной формы, кгс/см^2:

$$\sigma'_{сж} = P\left(\frac{\gamma_к}{q}\right)^{2/3},$$

где P – усилие раздавливания, кгс; q – масса испытываемого образца, г; $\gamma_к$ – объемный вес горной породы (угля), гс/см^3.

Микротвердость определяют с помощью прибора ПМТ-3. Твердость (число твердости) в кгс/мм^2 подсчитывают по формуле:

$$H = \frac{1{,}854P}{C^2},$$

где P – нагрузка в гс; C – диагональ отпечатка в микронах, определяемая по формуле $C = A\,E$; A – разность отсчетов окулярного микрометра; E – цена деления барабана винтового окуляр-микрометра.

В соответствии с физико-механическими свойствами пород вблизи нарушений строят графики, характеризующие изменение прочности угля вблизи разрывных нарушений.

На каждом графике определяют ширину зоны пониженной крепости пород, за границу которой принимают точку, характеризующую среднюю по величине крепость между фоновым и минимальным значением на исследуемом профиле. За фоновое принимают значение крепости, определенное на значительном удалении от разрыва.

Эта зависимость может быть описана уравнением регрессии, рассчитываемым методом наименьших квадратов, в виде (рис. 19): $l = 1{,}9\ N^{0{,}56}$

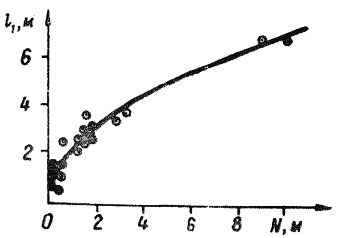

Рис. 19. Зависимость ширины зон пониженной крепости угля (l) от амплитуды смещения крыльев дизъюнктива (N) в Карагандинском бассейне

Для практического использования более удобна логарифмическая форма этого выражения:

$$\lg l = 0{,}56 \lg N + \lg 1{,}9.$$

Ту же зависимость приближенно можно записать в виде

$$l = 2\sqrt{N}.$$

При значительном диапазоне амплитуд разрывов в пределах анализируемой площади (например, от десятых долей до десятков метров) целесообразно строить графики зависимости показателей N и l в логарифмическом масштабе (рис. 20).

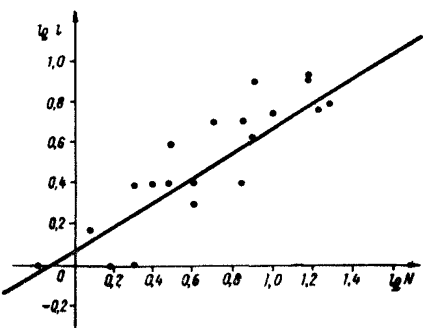

Рис. 20. Зависимость ширины зон (l) с изменчивыми значениями крепости угля от величины амплитуды смещения крыльев дизъюнктива (N) в Карагандинском бассейне

Уравнение связи коррелируемых показателей для исследованных шахт Кузнецкого угольного бассейна может быть представлено в логарифмическом виде:

$$\lg l = 0{,}6 \lg N + \lg 1{,}2.$$

Упрощенное уравнение имеет вид:

$$l = 1{,}5\sqrt{N}$$

При построении графиков, отражающих зависимость характера и величины крепости угля (или вмещающих пласт пород) от амплитуды дизъюнктивов на оси абсцисс откладывается расстояние до смесителя, на оси ординат - значение крепости в соответствующей точке. Для возможности сопоставления разных по амплитуде дизъюнктивов расстояние замерной точки до нарушения выражают отношением l / N (l - истинное расстояние этой точки до смесителя, N - амплитуда смещения крыльев дизъюнктива).

Наиболее достоверными получаются результаты при использовании данных групповых замеров, взятых как средние значения из большого числа определений.

Для 80 изученных разрывов с амплитудой от 0,5 до 20 м на пласте 1В шахты "Углегорская" (месторождение о. Сахалин) на расстоянии от смесителя, равном половине амплитуды смещения (рис. 21.1), крепость угля составила в среднем 0,27 (при фоновом значении на участке 0,32), а на удалении в две амплитуды (т. е. при $l / N = 2$)-в среднем 0,3.

Незначительный разброс точек на графике при большом числе определений позволяет считать полученные данные достаточно достоверными и для всех участков пласта 1В, находящихся в сходных структурных условиях.

Графики на рис. 21 показывают, что даже в углях, значительно различающихся по физико-механическим свойствам, изменение крепости вблизи нарушений имеет качественно сходный характер.

Исследование изменения крепости пород, вмещающих угольные пласты, ведут по аналогичной методике.

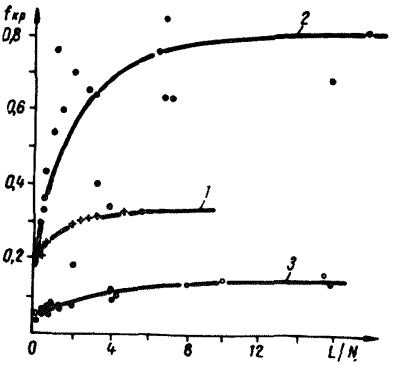

Рис. 21. Графики зависимости крепости угля f от расстояния до дизъюнктива (l/N) на Углегорском месторождении о. Сахалин (1), на Артемовском месторождении Приморья (2) и на месторождениях Донбасса (3)

Приложение 14
к п. 5.9

ПРИМЕР ГЕОМЕТРИЗАЦИИ ПРОЧНОСТЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УЧАСТКА ПЛАСТА 1В УГЛЕГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ САХАЛИНА

Участок разбит серией дизъюнктивных нарушений с амплитудой смещения крыльев от 0,5 до 15,0 м. Наиболее нарушена восточная его часть. Крепость угля слабонарушенной западной части пласта принималась за фоновую. С ней сравнивались прочностные характеристики угля из зон, прилегающих к разрывным нарушениям.

По результатам испытаний на одноосное сжатие при полном разрушении образцов составлена карта изолиний крепости угля (рис. 22). На карте отчетливо выделялись зоны пониженной крепости угля, вытянутые вдоль дизъюнктивных нарушений. На профиле А-Б, пересекающем основные дизъюнктивы участка, показано изменение крепости угля по мере приближения к тек-

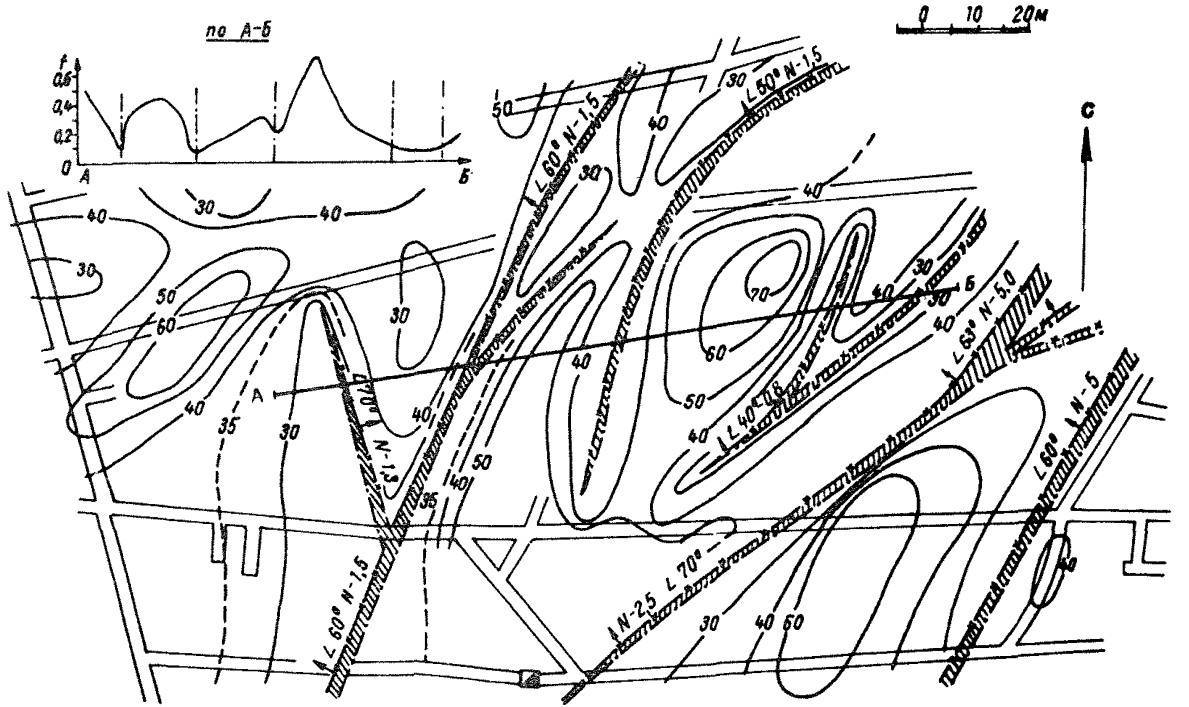

Рис. 22. Карта изолиний крепости угля Углегорского месторождения о. Сахалина.

° 0,15 – точки опробования и характеристика показателя;

—0,20— – изолинии крепости угля;

—·—·— – разрывные нарушения

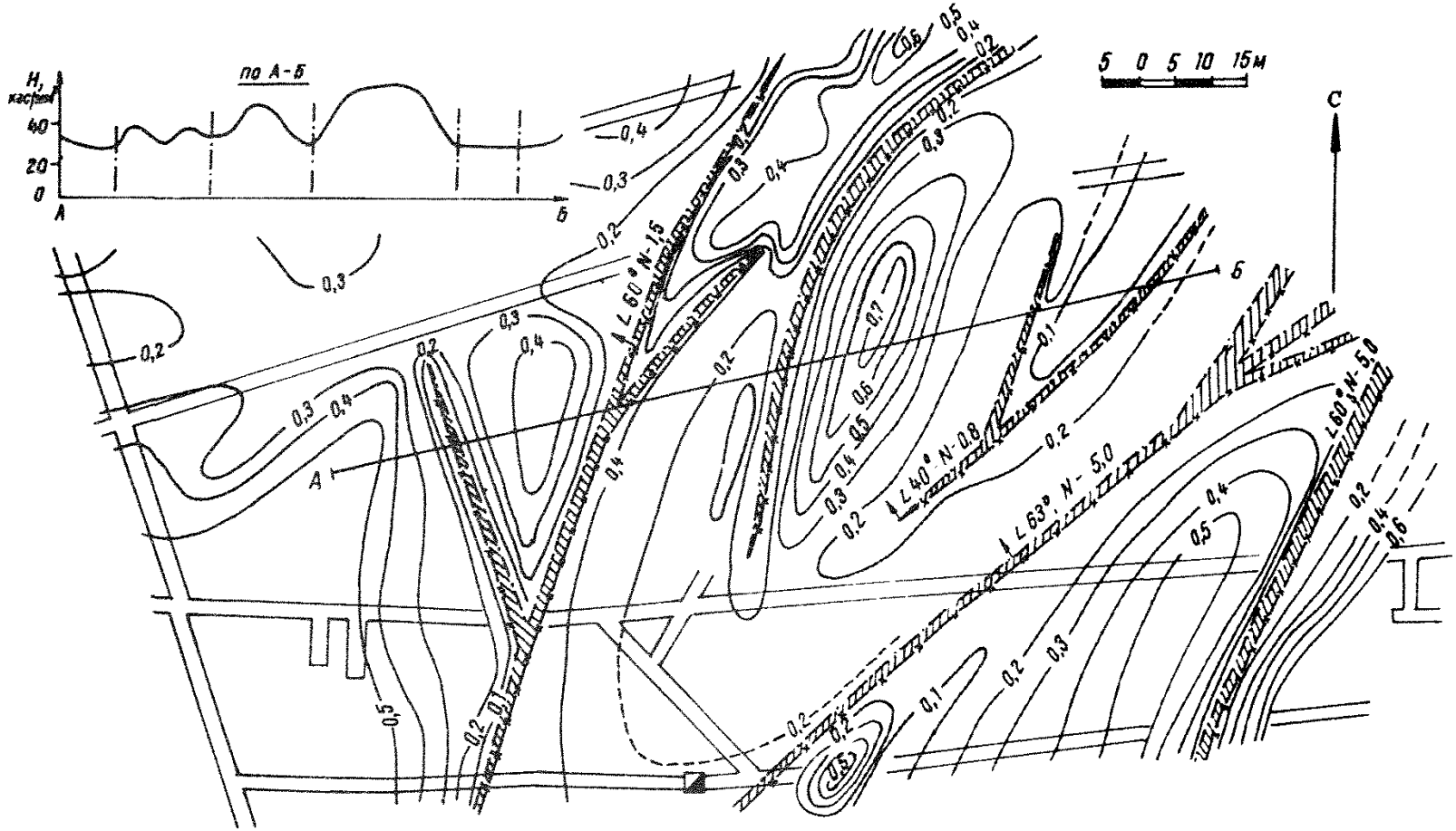

Рис. 23. Карта изолиний микротвердости угля Углегорского месторождения Сахалина:

• 44 – точки опробования и характеристика показателя;

— 50 — – изолинии микротвердости угля;

—·—·— – разрывные нарушения.

тоническим разрывам. Вблизи нарушений она уменьшается до 0,05 кгс/см^2.

Изолинии микротвердости угля также вытянуты вдоль дизъюнктивов, причем минимальные ее значения отмечены в непосредственной близости от смесителей (рис. 23). По мере удаления от разрыва микротвердость угля заметно растет и быстро достигает значений, характерных для области ненарушенного угля (см. профиль АБ). Стабильное уменьшение микротвердости угля начинается на расстоянии, равном одной-двум амплитудам смещения крыльев дизъюнктива.

Исследования характера изменения крепости и микротвердости угля на этом месторождении подтвердили наличие следующих закономерностей, характерных и для других угольных бассейнов:

- по мере приближения к смесителю происходит уменьшение крепости угля;
- зоны ослабления вытянуты вдоль разрывных нарушений;
- ширина зоны влияния разрыва зависит от амплитуды дизъюнктива. Снижение крепости угля у мелкоамплитудных нарушений отмечается на расстоянии, равном одной-двум амплитудам смещения крыльев.

Эти закономерности могут использоваться для прогнозирования положения и величины зон ослабления пород и угля на подготавливаемых к отработке участках.

Приложение 15
к п. 5.10

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ КОНВЕРГЕНЦИИ ВБЛИЗИ ДИЗЪЮНКТИВА НА ПРИМЕРЕ ШАХТ КАРАГАНДИНСКОГО И ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНОВ

Для определения скорости конвергенции вблизи разрывного нарушения вдоль забоя лавы в почве и кровле угольного пласта устанавливают репера и измеряют базу (расстояние между реперами). По мере подвигания забоя лавы закладывают новые профили реперов, замеры по которым ведут с интервалом в одни сутки.

Скорость сближения кровли и почвы угольного пласта в мм/час определяют по формуле:

$$V = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{L_1 - L_2}{24 + (t_2 - t_1)},$$

где ΔL – разность отсчетов, полученных при измерениях базы, мм; Δt – интервал измерений, час.; L_1, L_2 – базы, замеренные при установке реперов и повторном измерении, мм; t_1, t_2 – время установки реперов и повторного замера, час.

При определении скорости конвергенции в выемочном пространстве учитывают местоположение установленных реперов относительно забоя лавы и обрушенного пространства путем отнесения фактических величин скорости (V) к соответствующим расстояниям до забоя и получают "приведенную" скорость V_1 сближения боковых пород.

Наблюдения по приведенной методике в Донбассе и Карагандинском бассейне показали, что ширина зоны у разрывных нарушений, в пределах которой отмечается повышенное сдвижение пород кровли и почвы пласта, находится в зависимости от амплитуды смещения крыльев дизъюнктива (рис. 24). Рез-

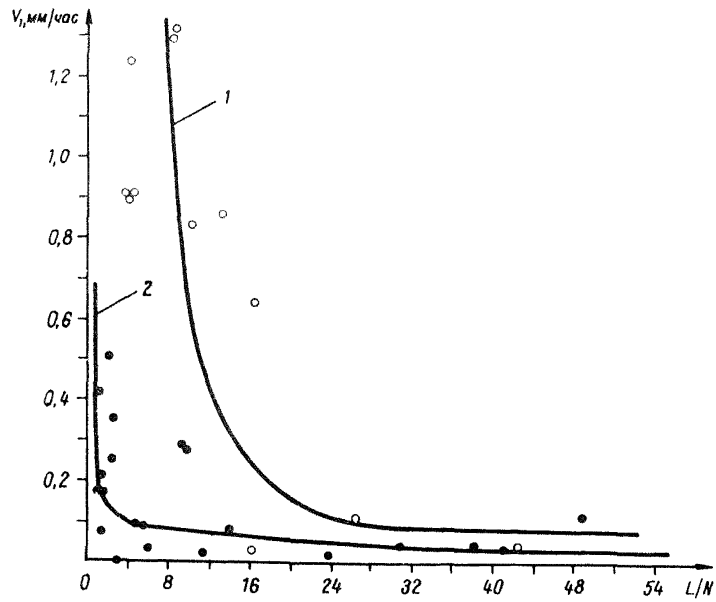

Рис. 24. График зависимости скорости сдвижения кровли пласта от относительного расстояния до дизъюнктива в Донбассе (1) Карагандинском бассейне (2)

кое возрастание скорости сдвижения боковых пород в условиях шахт Чурубай-Нуринского района Карагандинского бассейна отмечается в интервале, кратном одной-двум амплитудам смещения крыльев дизъюнктива.

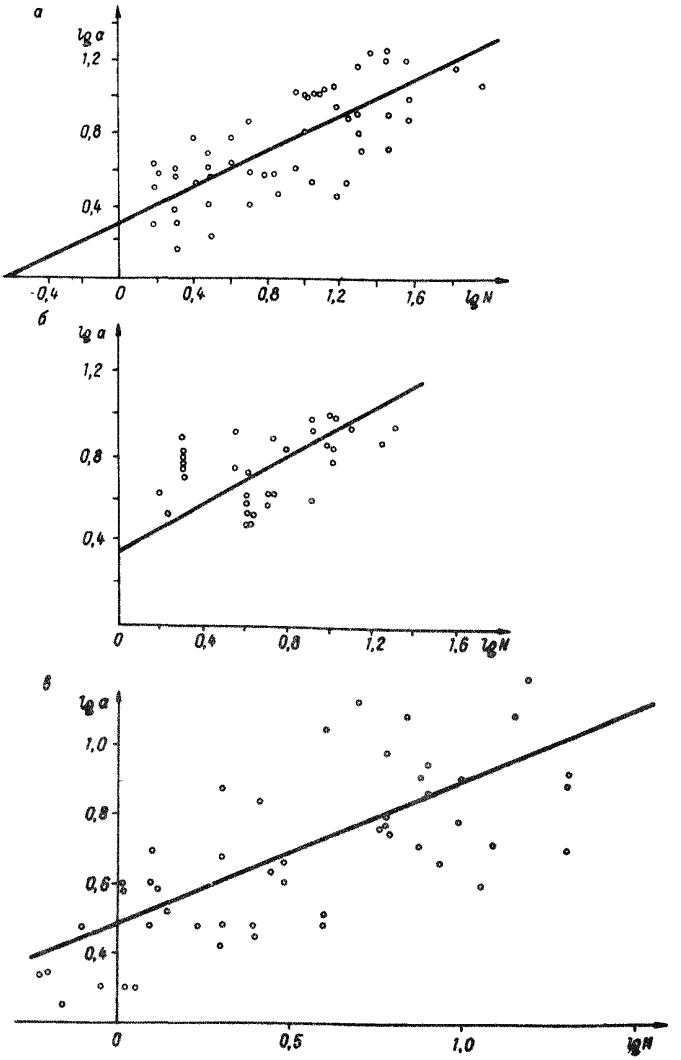

Рис. 25. Графики логарифмической функции зависимости ширины целиков, оставляемых у дизъюнктивов, от величины амплитуды смещения крыльев дизъюнктивов:

а – Прокопьевско-Киселевское месторождение Кузбасса; б – месторождения Карагандинского бассейна; в – месторождения о. Сахалин

Для Карагандинских шахт уравнение связи ширины зоны l повышенной конвергенции с амплитудой N смещения крыльев имеет вид

$$l = 2{,}7\sqrt{N}$$

Данные измерений скорости сближения пород кровли и почвы угольных пластов на шахтах комбината "Донецкуголь" указывают лишь на качественно сходный характер зависимости скорости конвергенции от амплитуды дизъюнктивов и расстояния станций наблюдений от смесителей разрывов по сравнению с Карагандинским угольным бассейном. Для условий шахт Донбасса увеличение скорости сдвижения становится заметным на расстоянии, равном 10–15 амплитудам смещения крыльев разрывного нарушения.

Для обоих рассмотренных случаев ширина зоны заметного увеличения скорости сближения кровли и почвы угольного пласта сопоставима с величиной зоны пониженной крепости угля и вмещающих горных пород.

Приложение 16
к п. 5.13

ЗАВИСИМОСТЬ ШИРИНЫ ЦЕЛИКА, ОСТАВЛЯЕМОГО ПРИ ВЫЕМКЕ УГЛЯ У ДИЗЪЮНКТИВА, ОТ АМПЛИТУДЫ СМЕЩЕНИЯ КРЫЛЬЕВ

Анализ и обобщение имеющихся данных показал, что во всех исследованных бассейнах между амплитудой дизъюнктива и шириной оставляемого около него целика существует единая качественная зависимость, математическое выражение которой предоставлено в табл. 6.

Таблица 6

Комбинат	Формула зависимости ширины целика (α) от амплитуды (N) дизъюнктива
"Прокопьевскуголь"	$\alpha = 2\sqrt{N}$
"Карагандауголь"	$\alpha = 2{,}3\sqrt{N}$
"Сахалинуголь"	$\alpha = 3\sqrt{N}$
"Ворошиловградуголь"	$\alpha = 2\sqrt{N}$
"Кадиевуголь"	$\alpha = 2{,}5\sqrt{N}$
"Донецкуголь"	$\alpha = 1{,}7\sqrt{N}$
"Артемуголь"	$\alpha = 6\sqrt{N}$

Вместе с тем каждый из проанализированных районов имеет свои особенности.

Для Прокопьевско-Киселевского месторождения Кузбасса приведенное уравнение связи является приближенным. Более точно взаимосвязь амплитуды и ширины целика выражает график, построенный в двойном логарифмическом масштабе (рис. 25а) и логарифмическое уравнение вида

$$\lg a = 0{,}45 \lg N + \lg 2{,}04.$$

Исследование величины целиков у различных по форме дизъюнктивов показало, что при согласном падении пласта и сместителя ширина целика

$$a = 1{,}7 \sqrt{N}.$$

Для несогласных разрывов формула связи имеет вид

$$a = 2{,}5 \sqrt{N}.$$

Зависимость ширины целика от амплитуды на шахтах Карагандинского бассейна близка по значению к зависимости, характерной для Кузбасса, и имеет вид

$$\lg a = 0{,}5 \lg N + \lg 2{,}3.$$

Графическое выражение описанной взаимосвязи приведено на рис. 25б, а для шахт западного побережья о. Сахалин на рис. 25в. Уравнение зависимости, рассчитанное по сумме точек методом наименьших квадратов, имеет вид

$$a = 3{,}15 N^{0{,}4}$$

или

$$\lg a = 0{,}5 + 0{,}4 \lg N.$$

Применение приближенной формулы (табл. 6) дает не очень большие расхождения по сравнению с данной (рис. 26).

Исследования на шахтах Донецкого бассейна показали, что зависимость ширины целика от амплитуды дизъюнктива проявляется здесь менее четко, чем в Кузбассе, Карагандинском бассейне или на о. Сахалин. Графики рассчитаны по формулам, приведенным в табл. 6. Для шахт комбината "Ворошиловградуголь" зависимость ширины целика от амплитуды существует лишь для дизъюнктивов с амплитудой смещения крыльев, превышающей 5 м (рис. 27а). При значениях амплитуды менее 5 м ширина целика колеблется от 0 до 30 м и не зависит от амплитуды разрыва.

На шахтах комбината "Кадиевуголь", несмотря на значительный разброс частных значений, все же существует определенная зависимость, между a и N характерная для района в целом (рис. 27б). Кривая на графике проведена по

точкам, вычисленным как средние значения для интервала, и отражает статистически усредненную зависимость. В интервале амплитуд от 0 до 5–6 м величина целика не зависит от амплитуды и колеблется от 1–2 до 30 м.

На шахтах комбината "Донецкуголь" зависимость для пластов, опасных и неопасных по внезапным выбросам угля и газа, выражается различными по виду уравнениями. Для пластов, неопасных по выбросам, эта зависимость близка к характерной для других участков (см. табл. 6). На пластах, опасных по внезапным выбросам, у нарушений, как правило, оставляются значительно большие целики, и соотношение их ширины с амплитудой разрыва связано уравнением

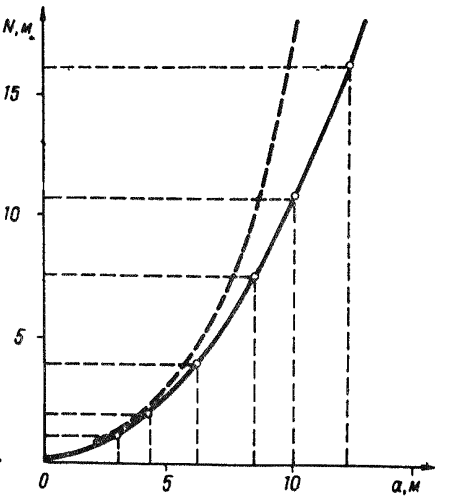

Рис. 26. Графики зависимости ширины целика (α) от амплитуды (N) дизъюнктива на шахтах комбината "Сахалинуголь"

$$\alpha = 4\sqrt{N}.$$

На шахтах Центрального района Донбасса, несмотря на значительный разброс значений отдельных показателей, также существует зависимость ширины целиков от амплитуды дизъюнктива, отличающаяся от рассмотренной на примере других районов, прежде всего, своими числовыми показателями. Так, для целиков, оставляемых у дизъюнктивов со стороны висячего крыла, связь их величины с амплитудой разрыва выражается уравнением

$$\alpha = 6\sqrt{N}.$$

Для целиков, оставляемых в лежачих крыльях разрывов, эта связь характеризуется уравнением

$$\alpha = 12\sqrt{N}.$$

Графическое выражение этой зависимости приведено на рис. 27,г.

На объективность полученных количественных характеристик указывают приведенные ранее данные о зависимости ширины зон влияния, выделяемых по различным факторам, от амплитуды смещения крыльев дизъюнктива: ширина зон пониженной

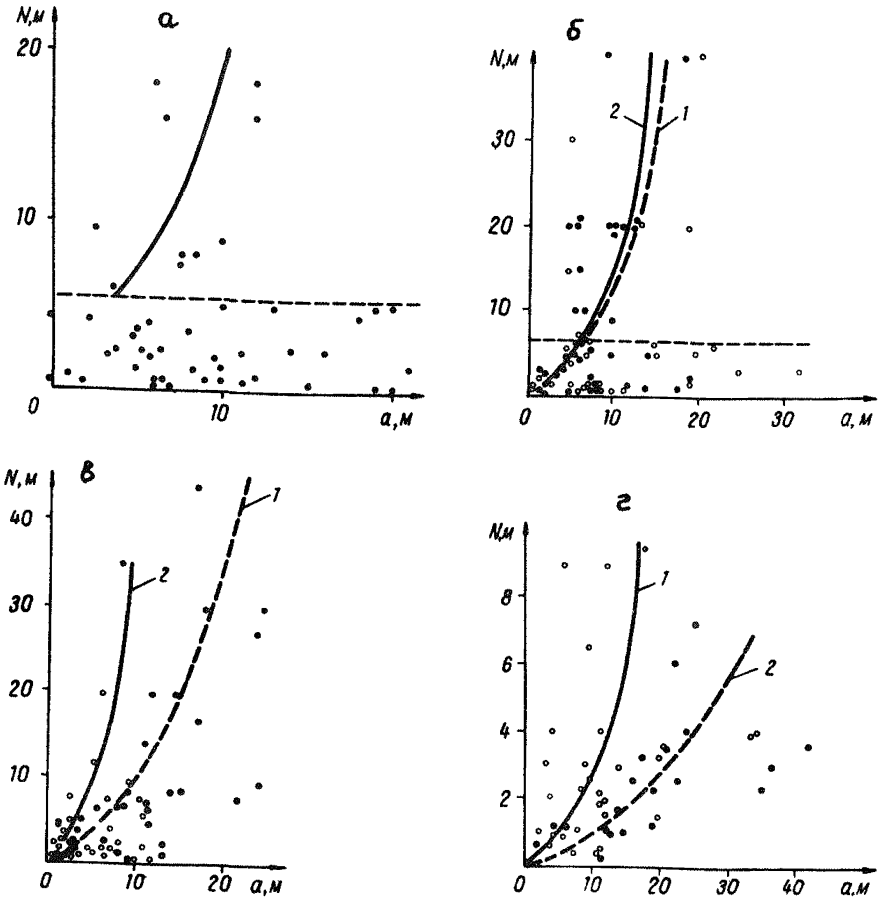

Рис. 27. Зависимость ширины целика (a_r) от амплитуды (N) для пластов опасных (1) и неопасных (2) по внезапным выбросам угля и газа, в висячих (3) и лежачих (4) крыльях дизъюнктива на шахтах:

а – комбината "Ворошиловградуголь"; б – комбината "Кадиевуголь"; в – комбината "Донецкуголь"; г) Центрального района Донбасса

крепости и пониженной микротвердости угля, интенсивного сдвижения кровли и почвы пласта соизмерима с величиной целика угля, оставляемого у разрывного нарушения. Сопоставление ширины целиков и различных зон влияния дизъюнктива приведено в табл. 7

Таблица 7

Месторождение	Ширина зон, выделяемых: по крепости угля	по интенсивному сдвижению кровли и почвы	по микротвердости	Ширина целиков по результатам отработки
Кузбасса	$1{,}2\ N^{0,6}$	-	$1{,}5\ N^{0,5}$	$2\ N^{0,46}$
Караганды	$1{,}9\ N^{0,56}$	$2{,}7\sqrt{N}$	-	$2{,}3\ N^{0,5}$
Донбасса	$2\ N$	до $15\sqrt{N}$	-	$(1{,}7\text{-}6)N^{0,5}$
о. Сахалина	N	-	$2N$	$3{,}15\ N^{0,4}$

Приложение 17
к п. 5.14

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ШИРИНЫ ЦЕЛИКА В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ В НАПРАВЛЕНИИ ПО НОРМАЛИ К ЛИНИИ СКРЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ АЗИМУТАЛЬНОЙ СЕТКИ КАВРАЙСКОГО

Для определения углов α и β на кальку, наложенную на сетку, (в данном случае используется сетка Каврайского) наносят проекции плоскостей пласта П и сместителя F, а также полюс сместителя P_F (рис. 28).

Угол α на сетке измеряют по горизонтальному диаметру и отсчитывают от точки C, получаемой от пересечения нормали OC к линии скрещения и проекции плоскости пласта П, до внешнего круга сетки.

Угол β измеряют между той же точкой C и полюсом сместителя P_F, но отсчитывают по меридиану сетки, проходящему через эти точки. Для совмещения точек C и P_F с одним меридианом сетки кальку или сетку поворачивают друг относительно друга.

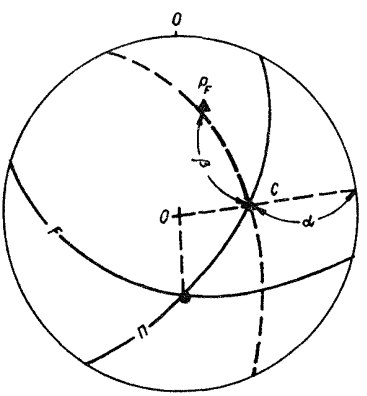

Рис. 28. Определение углов α и β с помощью стереографической сетки

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

1. Общие положения 3

2. Методы оценки степени нарушенности угольных пластов на стадии вскрытия и эксплуатации месторождения 3

3. Методы оценки закономерностей в размещении мелкоамплитудной нарушенности угольных пластов в зависимости от положения участка в общей тектонической структуре района 6

4. Оценка влияния дизъюнктивной нарушенности на полноту выемки угля на сильно нарушенных месторождениях 8

5. Оценка влияния параметров дизъюнктивов на величину целика, оставляемого в потери у разрывных нарушений 13

6. Классификация выемочных полей угольных шахт по степени дизъюнктивной нарушенности, полноте выемки угля и технико-экономическим показателям добычи. 17

Приложения 21

С о с т а в и т е л и

В. Е. Григорьев, Г. А. Любич, М. В. Никулин,
А. С. Шустерман, Л. М. Шерман

Редактор
Э. Л. Галустьян

Технический редактор
В. Д. Вакуленко

Подписано к печати 28/XI-1975 г. М-31952
Формат бумаги 60x90/16. Объем 4 п. л. Тираж 600.
Цена 53 коп.

gost.e-ecolog.ru

Печатный цех ВНИМИ. Заказ 83.