

УДК 551.243:552.574

Ю.М. Халимендик (д-р техн. наук, проф.),
М.В. Чемакина (ассист.)

ГВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск

ОБОСНОВАНИЕ ПРИРОДЫ ОБРАЗОВАНИЯ МЕЛКОАМПЛИТУДНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В ЗАПАДНОМ ДОНБАССЕ

Особенности распределения тектонических структур в слабых породах подтверждают наличие горизонтальных тектонических сил в процессе формирования разрывных тектонических структур и основаны на проявлениях их морфологических признаков. Линейные зависимости амплитуды от протяженности тектонического нарушения в зоне выклинивания были получены в результате математической обработки экспериментальных данных. Фактическое положение линии скрещения плоскости сместителя с пластом было рассмотрено при изучении распространения содизъюнктивной трещиноватости. Анализ данных подтверждает, что распространение нарушений имеет волнистый характер. Анализ наблюдений показал, что отклонение пересечения линии скрещения плоскости сместителя с пластом от усредненного положения этой линии подчиняется нормальному закону распределения случайной величины. Таким образом, исследования и полученные результаты позволяют планировать горные работы с оценкой их целесообразности при отработке пласта в нарушенных зонах.

Ключевые слова: тектоническое нарушение, образование дизъюнктива, амплитуда, распространение нарушения.

Одним из важных горно-геологических факторов, оказывающих влияние на эффективность ведения очистных работ, является дизъюнктивная нарушенность угольного месторождения. В условиях шахт ДТЭК «Павлоградуголь» около 10% подготовленных к выемке запасов угля поражены тектоническими разрывами. Отдельные выемочные столбы, например шахт «Днепровская», имени Героев Космоса, имеют нарушенные зоны на половине длины выемочных столбов.

Основная часть угольного месторождения Западного Донбасса представляет собой один из крупных блоков южного борта Днепровско-Донецкой впадины [1]. Эта глыба ограничена с трех

сторон крупными разломами: Михайловским, Карабиновским и Криворожско-Павловским (рис. 1). Южную границу глыбы представляет собой край Украинского докембрийского кристаллического щита.

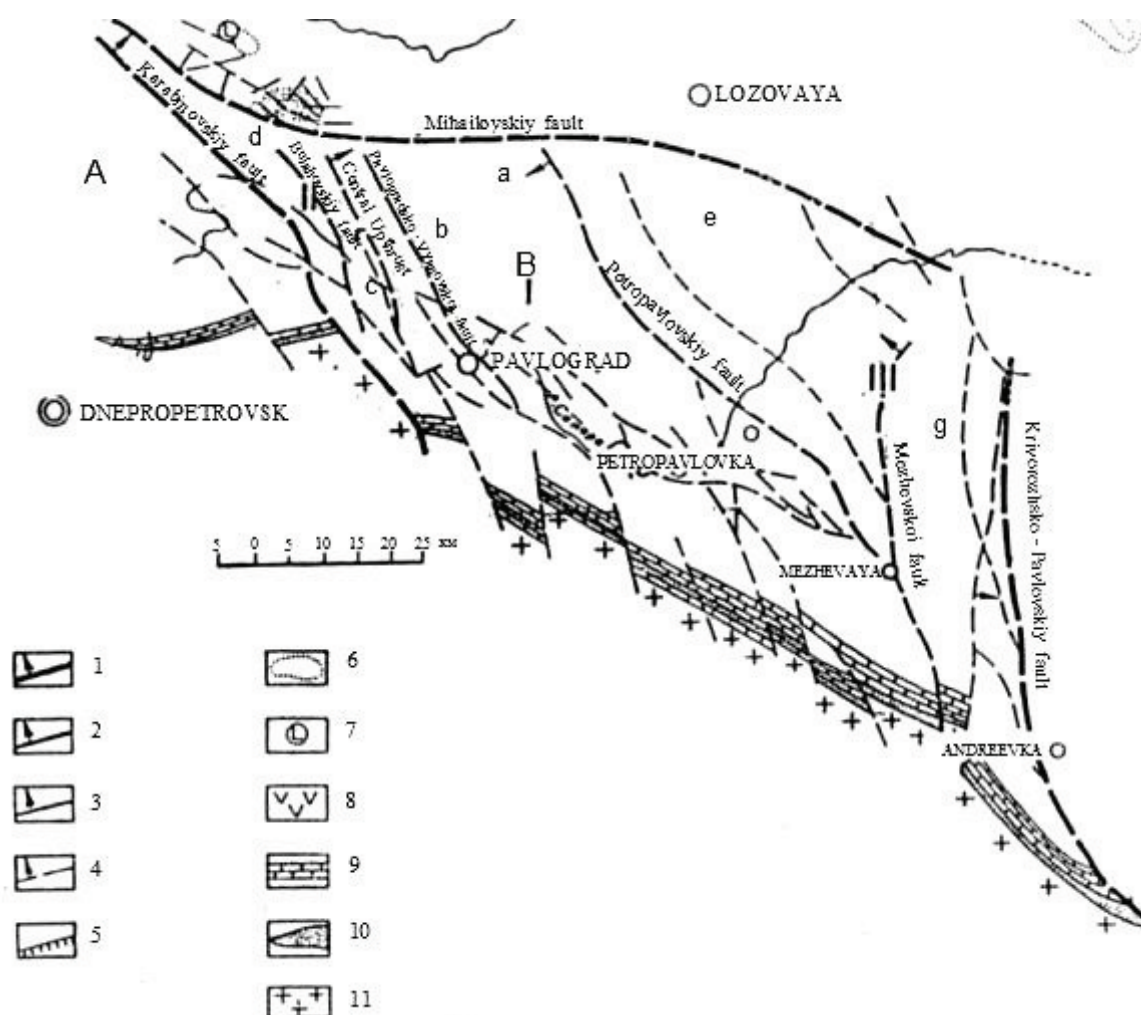


Рис. 1. Тектоническая схема Западного Донбасса:

блоки I порядка: А – Приднепровская глыба, Б – Самарская глыба; блоки II порядка: I – Центральный, II – Западный, III – Восточный; блоки III порядка: а) – Средний; б) – Самарский; в) – Павлоградский; г) – Булаховский; д) – Карабиновский; е) – Петропавловский; ж) – Межевский. Сбросы: 1 – первого порядка, 2 – второго порядка, 3 – третьего порядка, 4 – четвертого порядка, 5 – надвиги, 6 – купола, 7 – соляные истоки, 8 – эффузивные породы, 9 – известняки, 10 – девои, 11- докембрий.

Характерной особенностью структурного строения геолого-промышленного района является расположение наибольшей по мощности осадочной толщи на кристаллическом фундаменте.

При этом считается, что характер тектоники региона определяется движением блоков фундамента [1, 2].

Из-за неравномерного многоступенчатого погружения кристаллического фундамента Самарской глыбы образовалось горсто-грабеновое строение, состоящее из трех крупных блоков, разбивших глыбу на узкие блоки (рис. 2) [3].

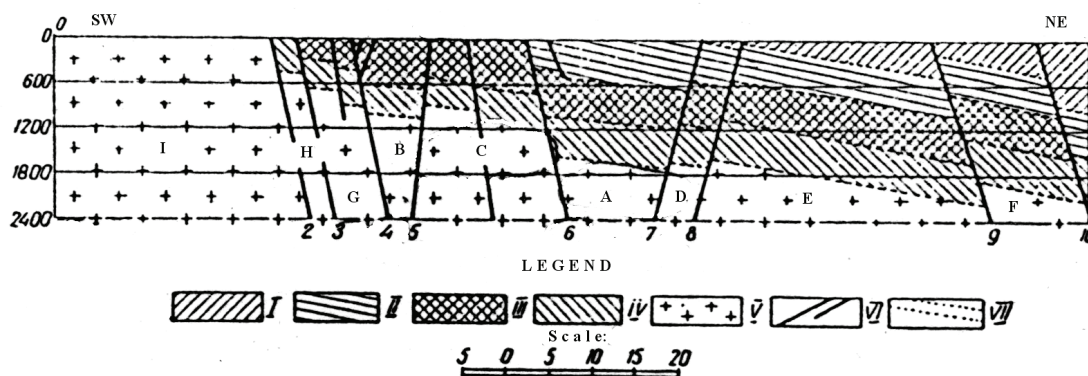


Рис. 2. Схематический геолого-структурный разрез Западного Донбасса I – отложения среднего карбона; II – намюрские отложения; III – самарская свита (угленосная); IV – беугольская свита, нижневизейские и турнайские отложения; V – породы докембрийского кристаллического фундамента; VI – разрывные нарушения; VII – геологические границы. Структурные элементы Западнодонецкого грабена: А – Центральный грабен, Б – Павлоградский грабен; В – Самарский горст; Г – Петропавлоаский блок; Д – Быковский блок; Е – Славянский блок; З – Булаховский блок; И – Карабиновский блок; Л – Новомосковская плита. Главнейшие разломы: 2 – Карабиновский сброс; 3 – Булаховский сброс; 4 – Центральный сброс; 5 – Павлоградско-Вязовской сброс; 6 – Богдановский сброс; 7 – Шевченковский сброс; 8 – Петропавловский сброс; 9 – Межевский надвиг; 10 – Криворожско – Павловский сброс.

Шахты ДТЭК «Павлоградуголь» расположены в центральном блоке шириной 30-40 км и вытянуты в северо-западном направлении на 90 км. Этот блок представляет ступенчатую структуру из трех блоков: Среднего, Павлоградского грабенов и Самарского горста. Плоскости сместителей этих сбросов падают в противоположные стороны под углом $55^{\circ} - 70^{\circ}$ [1]. Считается, что эти сбросы формировались в период седиментации (Булаховский, Центральный, Богдановский), а в период инверсии вертикальных движений образовались: Павлоградско-Вязовской и Петропавловский сбросы [4].

Тектоническую нарушенность принято разделять на пять групп:

I – Наиболее крупные сбросы района с вертикальной амплитудой до 2000 м.

II – Внутриглыбовые сбросы с вертикальным смещением 80 - 250 м.

III – Внутриглыбовые сбросы с вертикальной амплитудой до 70 - 200 м.

IV – оперяющие сбросы, отличаются амплитудой смещения до 20-30 м и имеют небольшую глубину залегания.

V – Микросбросы с амплитудой до 2-3 м и затрагивают один или несколько пластов.

Главной особенностью тектоники геолого-промышленного района Западного Донбасса является преобладание разрывных нарушений в виде сбросов. Мелкоамплитудные нарушения IV и V групп обычно находятся в пределах небольшой толщи и имеют незначительную протяженность [5]. При этом замечено, что мелкоамплитудные складчатые и разрывные нарушения являются результатом единого процесса, но установить его по геологическим данным не удалось.

Для установления природы образования дизъюнктивов в Западном Донбассе IV и V групп были рассмотрены их проявления в шахтных условиях. В основу исследований этих проявлений положены принципы учета основных признаков морфологии разрывов, которые должны быть связанные с их природой образования и естественно не зависят от производственной деятельности человека.

Направления и величина перемещения крыльев дизъюнктивов может определяться в данных условиях по зеркалам скольжения, то есть на сместителе [6]. Учитывая, что в соответствии с теорией Мора разрушение происходит под действием касательных напряжений, следа скольжения могут быть одними из геометрических параметров образования осей главных нормальных напряжений [7]. В условиях слабых боковых пород, алевролитов и аргиллитов, Западного Донбасса эти следы перемещения в виде штрихов и борозд геологической службой шахт не фиксируются

из-за невозможности их установления визуально. Это усложняет решение поставленной задачи.

Наличие нескольких различно ориентированных систем дизъюнктивов создает неопределенность их определения. Пересечение одного разрывного нарушения другими должно свидетельствовать о более молодом возрасте одного из них. На геологических картах Западного Донбасса разнонаправленные дизъюнктивы изображаются в виде примыкания (утыкания) более мелкого разрыва к более крупному. Более мелкие носят название «Апофиза». Сам термин «апофиза» предполагает жилоподобное ответвление от магматического тела [8]. При переходе дизъюнктивов механизированными комплексами в Западном Донбассе было установлено, что в месте утыкания одного нарушения в другое, амплитуда более мелкого равна нулю (рис. 3) [9]. Нарушенные зоны представляют собой совокупность отдельных сместителей расположенных субпараллельно друг другу или вытянутые цепью.

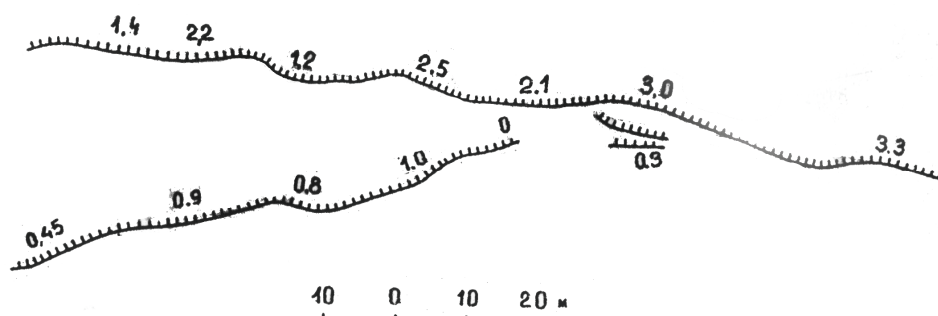


Рис. 3. «Утыкание» разрывного нарушения в лаве, шахта «Днепровская»

Были случаи, когда оконтуривание выемочного поля не дало информации о наличии дизъюнктивов (рис. 4). Эти факты подтверждают элементы поэтапного образования дизъюнктивов М.В.Гзовского в замкнутых объемах [10].

По анализу роз-диаграммам сдвиговых зон дизъюнктивов шахты «Павлоградская» установлено, что сколы ориентированы под углом $15-20^\circ$ к зоне главного смещения и авторы отнесли их к сколам Риделя [12]. Надо отметить, что и угол встречи утыкающегося мелкого нарушения с более крупным также примерно равен 25° (рис. 3).

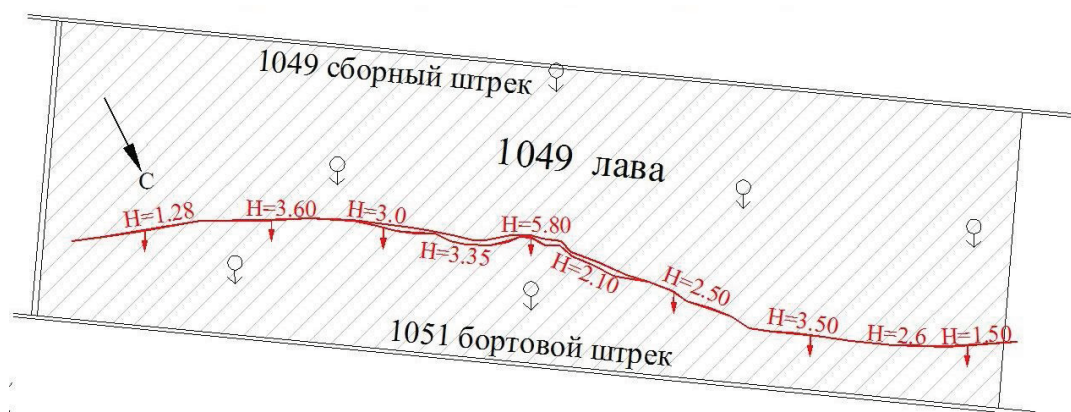


Рис. 4. Выкопировка из плана горных работ, шахта «Днепровская»

При переходе механизированными комплексами встречаются и ступенчатое расположение дизъюнктивов (рис. 5) [9], что в общем соответствует ступенчатой форме расположения дизъюнктивов при горизонтальных сдвигах при простом сколе [13].

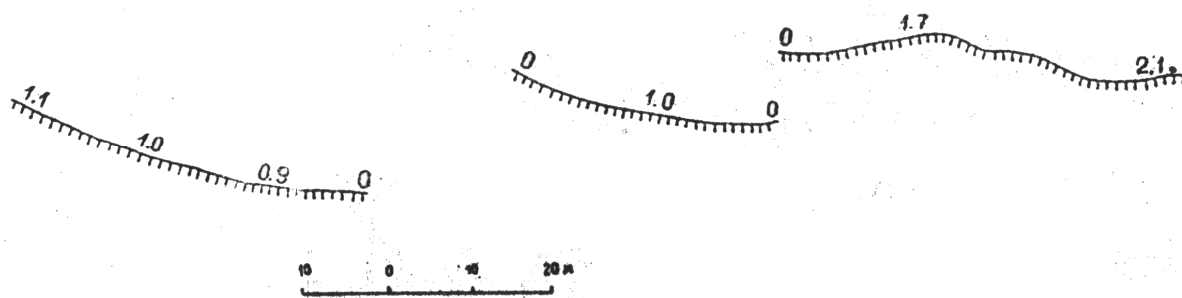


Рис. 5. Ступенчатое расположение дизъюнктивов

В условиях пологого залегания пластов Западного Донбасса удобно использовать графическое изображение распространения линий скрещения плоскости сместителя с пластом в виде диаграмм-роз. Всего было рассмотрено 8 пластов по девяти шахтам. Общее количество рассмотренных линий скрещения зон 304, максимальная амплитуда составила 20 м. Распространение линий скрещения плоскостей сместителей с пластом характеризуется наличием двух господствующих направлений (рис. 6) с углом между ними около 60° . Одно из направлений совпадает с направлением распространения тектонических нарушений второй группы. Все это подтверждает общность причин их образования.

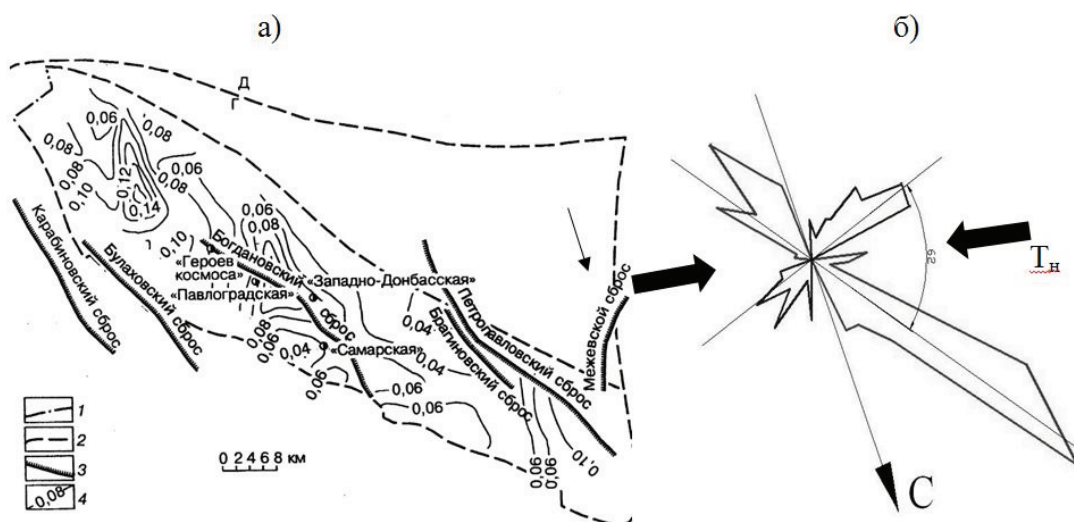


Рис. 6. Схема распространения разрывных тектонических нарушений в Западном Донбассе

Если представить, что тектоническое напряжение T_n горизонтальным и общее напряжение в этом направлении больше чем γH , то при достижении предельного касательного напряжения сдвиг должен произойти под углом α к направлению максимального напряжения (рис. 7).

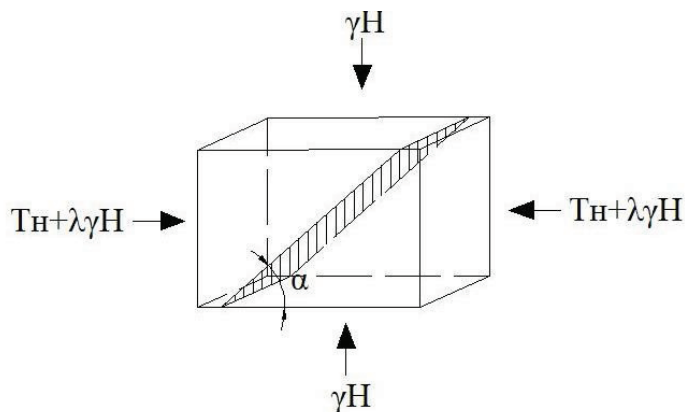


Рис. 7. Формирование плоскости сдвига, λ – коэффициент бокового распора.

Из теории прочности Мора [14] известно, что угол α зависит от угла внутреннего трения ρ материала и равен:

$$\alpha = 45^\circ - \rho/2.$$

Принимая угол внутреннего трения для пород Западного Донбасса равным $\rho=30^\circ$ [15] получим $\alpha=30^\circ$.

Взяв за основу модель Андерсона образования горизонтального сдвига при чистом сколе [13] можно объяснить многие морфологические проявления дизъюнктивов (рис. 8). Под действием сжимающих тектонических сил T_H скол образуется под углом 30° от направления действия тектонической нагрузки. По линии I-I точки 1 и 1' должны будут занять новое положение 2 и 2', то есть массив должен сократиться в этом направлении с формированием разрыва. При сдвиге пород вдоль линии I-I параллельно напряжению T_H , массив должен расширяться, а перпендикулярно сжиматься. Так как деформации массива происходит в замкнутом объеме, отдельные точки должны перемещаться в горизонтальном и вертикальном направлениях, то есть с формированием случайных волнообразных изгибов пласта и поднятием их в вертикальной плоскости, что соответствует инструментальным съемкам произведенным в лавах при переходе сбросов.

Учитывая анизотропность массива и другие геологические факторы неоднородности такие же смещения могут происходить и по линии II-II суммарный угол между линиями I-I, II-II и T_H составит примерно 60° , что и соответствует розе-диаграмме (рис. 8).

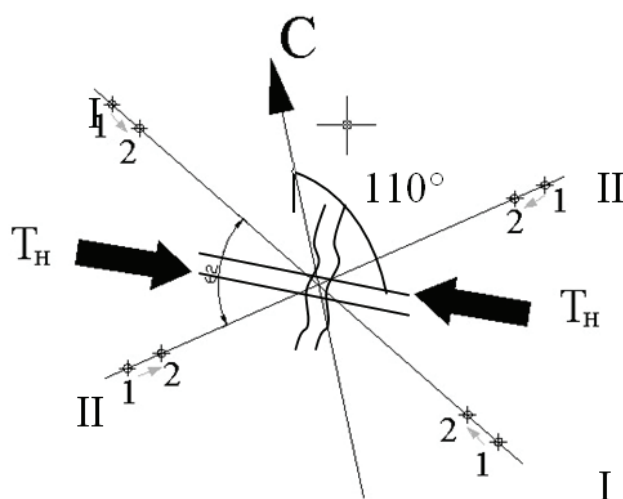


Рис. 8. Схема формирования линий скрещения плоскостей сместителя с пластом.

(\approx - сжатие массива; \equiv - расширение массива)

Сместитель, как правило, имеет волнистую поверхность, поэтому при пересечении его с пластом образуется синусоидальная форма линии скрещения плоскости сместителя с пластом (рис. 3). Случайная функция линии скрещивания имеет стационарный характер [11]. Эта линия была графически разбита на прямолинейные участки по 3 м. Плотность распределения углов между прямолинейными отрезками и линией флюктуации носит равномерный характер в диапазоне от 1° до $25,5^\circ$. Из этого можно рассматривать, что стадии развития дизъюнктива есть простейший поток образования более мелких разрывов, которые разрастаясь объединяются в более крупные нарушения. Разрушение перемычек между первоначальными разрывами приводит к синусоидальной форме линии скрещения плоскости сместителя с пластом. Среднее квадратическое отклонение равномерно распределенных точек на линии скрещения от линии флюктуации, определенное по 14 переходам дизъюнктивов механизированными комплексами, составляет 2,46 м. Таким образом, ширина зоны колебания линии скрещения сместителя с пластом с вероятностью 0,68 можно считать 5,7 м.

Изменчивость амплитуды в месте разрыва сплошности горного массива наблюдается и по вертикали и по горизонтали. Имеются случаи, когда дизъюнктивы «затухают» с увеличением глубины. Примером может служить подсечение сброса при проведении вспомогательного ствола шахты «Першотравнева» [9].

Идеализировано сместитель можно представить как множество замкнутых эллипсоидальных систем сдвигов с амплитудами от минимальных в центре до нулевых на периферии [7]. Эти системы могут иметь выход на поверхность карбона. Амплитуда дизъюнктивов меняется вдоль линии скрещения. Зависимость между стратиграфической амплитудой смещения крыльев дизъюнктива и расстоянием к точке с нулевой амплитудой описывается выражением [9]:

$$A=0,02 \cdot E,$$

где A – стратиграфическая амплитуда в точке наблюдения, м;

E – расстояние от точки наблюдения до выклинивания сместителя, то есть затухание нарушения, м.

Через 30 лет эти исследования повторились, но с большим числом данных [15]:

$$A=0,016 \cdot E.$$

Выводы. Образование разрывных нарушений в Западном Донбассе происходило в замкнутых объемах горного массива при действии горизонтальных тектонических напряжений. При этом длинные оси большинства нарушений ориентированы согласно модели формирования разрывов Андерсона. Изучение особенностей формирования и распространения разрывных тектонических нарушений в слабых породах, таких как волнистость линии скрещения плоскости сместителя с пластом и затухание амплитуды, позволяет рационально планировать горные работы в нарушенных зонах с учетом этих особенностей.

Список литературы

1. Алымов, Д.Ф. Закономерности угленакопления на территории Западного Донбасса/ Д.Ф. Алымов, В.А. Данилевская, Ф.М. Дысса и др.// Под редакцией Широкова А.З. – М.: Гос. научн.-техн. изд-во по горному делу, 1963. - 452 с.
2. Шульга, В.Ф. Нижнекарбоновая угленосная формация Донецкого бассейна/ В.Ф. Шульга. - М.: Наука, 1981 - 140 с.
3. Абаянцев, А.С. Тектоника Новомосковск-Межевского района Западного Донбасса/ А.С. Абаянцев // Известия Днепропетровского горного института им. Артема. т. XXXV. – М.: Углетехиздат, 1958. – С. 35-54.
4. Нагорный, Ю.Н. О времени и механизме образования сбросовых дислокаций Южного и Западного Донбасса/ Ю.Н. Нагорный, В.Н. Нагорный // Бюллетень Московского общества испытателей природы. т. LXXVIII. – М.: Издательство Московского университета, 1973. – С. 60-69.
5. Забигаило, В.Е. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений Донбасса/ В.Е. Забигаило, В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, Н.В. Сахневич. – К.: «Наукова думка», 1994. – 150 с.
6. Ушаков, И.Н. Горная геометрия. Учебник для вузов, 4-е изд., перераб. и доп./ И.Н. Ушаков. – М., Недра, 1979. – 440с.
7. Гарбер, И.С. Разрывные нарушения угольных пластов/ И.С. Гарбер, В.Е. Григорьев, Ю.Н. Дупак и др. – Л.: «Недра», 1979. – 190 с.
8. Геологический словарь. т.1 под ред. Паффенгольц К.Н. – М.: Недра, 1973. – С. – 45.

9. Колоколов, О.В. Рекомендации по управлению механизированными комплексами в вертикальной плоскости при переходе разрывных нарушений в условиях Западного Донбасса/ О.В. Колоколов, Ю.М. Халимендик. – Донецк, 1995. – 48 с.
10. Гзовский, М.В. Основы тектонофизики/ М.В. Гзовский – М.: «Наука», 1975. – 530 с.
11. Зорин, А.Н. Механика разрушения горного массива и использование его энергии при добыче полезных ископаемых/ А.Н. Зорин, Ю.М. Халимендик, В.Г. Колесников. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. – 413 с.
12. Дьяченко, Н.А. Влияние сдвиговой тектоники на формирование рельефа земной поверхности шахты «Павлоградская» при подработке/ Н.А. Дьяченко, В.А. Привалов // Уголь Украины. – 2006. – № 11. – С.36-39.
13. Reuther Glaus–Dieter. Grundlagen der Tektonik. Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2012. – 274 p.
14. Mohr Fritz. Gebirgs mechanic. Herman Hubener Verlag K.G. Goslar, 1963. – 312 p.
15. Чемакина, М.В. Изменчивость амплитуды тектонического нарушения/ М.В.Чемакина// Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників 2012». – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2012. – Том 2. – 259 с.

Стаття надійшла до редакції 13.11.2013.

Рекомендовано до друку д-ром геол.наук В.І. Альохіним

Ю.М. Халимендик, М.В. Чемакіна

ДВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ
**ОБГРУНТУВАННЯ ПРИРОДИ УТВОРЕННЯ МАЛОАМПЛІТУДНИХ ТЕКТО-
НІЧНИХ ПОРУШЕНЬ У ЗАХІДНОМУ ДОНБАСІ**

Особливості розподілу тектонічних структур в слабких породах підтверджують наявність горизонтальних тектонічних сил в процесі формування розривних тектонічних структур і базуються на проявах їх морфологічних ознак. Лінійні залежності амплітуди від протяжності тектонічного порушення в зоні виклинювання були отримані в результаті математичної обробки експериментальних даних. Фактичне положення лінії схрещення площини зміщувача з пластом було розглянуто при вивченні розповсюдження содиз'юнктивної тріщинуватості. Аналіз даних підтверджує, що поширення порушень має хвилястий характер. Аналіз спостережень показав, що відхилення перетину лінії схрещення площини зміщувача з пластом від усередненого положення цієї лінії підпорядковується нормальному закону розподілу випадкової величини. Таким чином, дослідження та

отримані результати дозволяють планувати гірничі роботи з оцінкою їх доцільності при відпрацюванні пласта в порушених зонах.

Ключові слова: тектонічне порушення, формування диз'юнктивів, амплітуда, розповсюдження тектонічного порушення.

Yu. Khalymendyk, M. Chemakina

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk

NATURE OF FORMATION OF LOW AMPLITUDE TECTONIC FAULTS IN THE WESTERN DONBAS COAL REGION

Features of tectonic structures distribution in soft rocks confirm the presence of horizontal tectonic forces in the formation of faults and are based on the manifestation of their morphological features. Linear dependences of the amplitude on the length of a tectonic dislocation in the wedging area were obtained as a result of mathematical processing of experimental data. Actual position of crossing lines of fault plane and the seam were considered while studying the distribution of co-fault fracturing. Data analysis confirms that distribution of faulting has undulating character. Analysis of observations showed that deviation of the crossing line of fault plane with the seam from the middle line is subject to the normal law of random variable distribution. Thus, the studies and the obtained results allow planning mining operations and assessing their utility while developing fault areas.

Key words: tectonic faults, fault formation, amplitude.