

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ В ЗОНЕ ДИЗ'ЮНКТИВНОГО НАРУШЕНИЯ

**В. В. Янко**

Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»

просп. К. Маркса, 19, Днепропетровск, 45005, Украина. E-mail: valentin\_yanko@i.ua

Приведены технологические особенности поддержания выработок в зоне дизъюнктивных нарушений на шахтах ОАО «ДТЭК ДОБРОПОЛЬЕУГОЛЬ». Цель работы заключается в разработке методики определения параметров металлического арочного крепления горизонтальных выработок в зоне геологических нарушений в горнотехнических условиях шахт ОАО «ДТЭК ДОБРОПОЛЬЕУГОЛЬ». Предложена методика расчета крепи в выработке при пересечении ею геологического нарушения, и на основании этого предложен подход к определению параметров крепи в зоне дизъюнктивного нарушения. Получены зависимости угла наклона сместителя и мощности геологического нарушения на его зону влияния.

**Ключевые слова:** дизъюнктивное нарушение, поддержание выработок, параметры крепи, мощность нарушения.

## ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КРІПЛЕННЯ В ЗОНІ ДИЗ'ЮНКТИВНОГО ПОРУШЕННЯ

**В.В. Янко**

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»

просп. К. Маркса, 19, Дніпропетровськ, 45005, Україна. E-mail: valentin\_yanko@i.ua

Наведено технологічні особливості підтримки виробок в зоні діз'юнктивних порушень на шахтах ВАТ «ДТЕК Добропіллявугілля». Мета роботи полягає в розробці методики визначення параметрів металевого арочного кріплення горизонтальних виробок у зоні геологічних порушень в гірничотехнічних умовах шахт ВАТ «ДТЕК Добропіллявугілля». Запропоновано методику розрахунку кріплення у виробці при перетині нею геологічного порушення і на підставі цього запропоновано підхід до визначення параметрів кріплення в зоні діз'юнктивного порушення. Отримано залежності кута нахилу сместителя і потужності геологічного порушення на його зону впливу.

**Ключові слова:** діз'юнктивне порушення, підтримання виробок, параметри кріплення, потужність порушення.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** Большое количество капитальных и подготовительных выработок в угольных шахтах Донбасса пересекают геологические нарушения, которые часто приводят к увеличению стоимости проходческих работ и в дальнейшем больших затрат для их поддержки и эксплуатации.

В условиях постоянного увеличения глубины ведения горных работ вопрос обеспечения устойчивости подземных выработок в зоне дизъюнктивных геологических нарушений, особенно не выявленных на стадии геологической разведки, приобретает особое значение.

К технологическим особенностям поддержания выработок в зоне нарушений на шахтах ГП «Добропольеуголь» относятся следующие.

1. Крепление в местах геологических нарушений, в местах неустойчивой кровли и в зонах опорного горного давления.
2. Применение опережающей штанговой крепи, перекрытие в местах вывалов деревянными верхняками, закладка пустот деревянными «кострами».
3. Анкерование кровли при наличии вывалов.
4. Выемка угля вприсечку.
5. Затяжка кровли вразбежку.
6. Нагнетание в трещиноватые породы полиуретановых скрепляющих составов.
7. Крепление кровли в лаве в местах отсутствия секций механической крепи.
8. Крепление неустойчивых пород кровли на сопряжении подготовительных выработок с лавой.
9. Выемка и крепление в местах геологических нарушений типа замещение пласта.
10. При ведении работ в опасной зоне проводится выполнение общешахтных требований по безопасности в случае внезапного прорыва воды.
11. При ведении проходческих работ в опасной зоне проводится усиление элементов крепи.
12. Мероприятия по обеспечению откачки возможного дополнительного притока воды во время ведения работ в опасной зоне у сброса.

Что касается исследований, посвященных устойчивости выработок, пересекающих геологические нарушения дизъюнктивного типа, это, как правило, работы, посвященные чисто геологической стороне вопроса или проблеме перехода нарушений лавами.

В работе [1] исследуется напряженно-деформированное состояние продольного сечения протяженной выработки, пересеченной плоскостью ослабления при варьировании угла падения следа этой плоскости (трещины). Обследование шахт ГП «Добропольеуголь», «Красноармейскуголь», «Шахтерскантрацит» показало, что пластовые подготовительные выработки, пройденные в одних и тех же условиях, но в противоположных направлениях, обладают существенно различной устойчивостью. Многофакторный анализ этого явления позволил установить, что основная причина кроется в наличии трещиноватости, которую забой проводимой выработки пересекает под различными углами.

Авторы, ограничиваясь решением последовательности упругих задач, отмечают:

- направление падения трещин действительно оказывает влияние на состояние пород кровли, для чего имеются предпосылки, вытекающие из геометрических соотношений между элементами ослабления;
- изменение жесткости пласта влияет на величину напряжений, но не меняет закономерности в образовании зон неупругих деформаций.

В работе [2] анализ состояния подготовительных выработок на некоторых шахтах Донбасса (Красноармейского и Донецко-Макеевского районов), показывает, что при прочих равных условиях более деформированные выработки – в

зоне наибольших разрывных нарушений (микросбросов, небольших подвижек, ориентированных под углом к слоистости). Предполагается, что направление падения трещин неоднозначно влияет на состояние выработок в зависимости от направления их проведения. Получены следующие результаты:

– при расположении выработки висячем боку нарушения в процессе ее образования максимум эквивалентных напряжений находится не вблизи забоя, а в глубине массива, в лежащем боку нарушения. Напряжения в непосредственной близости забоя не превосходят предельных значений, значит, зона неупругих деформаций, таким образом, отодвинута от забоя так, что оказывается по другую сторону нарушения. Движение забоя осуществляется в ненарушенном массиве;

– движение забоя выработки со стороны лежащего бока нарушения происходит в условиях более интенсивного горного давления, находясь в зоне “нарушенных” пород, что значительно снижает устойчивость выработки.

В работе [3] также говорится о том, что необходимо проводить мероприятия по охране и поддержанию подготовительных выработок в местах геологических нарушений, отличающиеся от традиционных:

– недопустимо оставление целиков как способа охраны подготовительных выработок. По данным шахт, оставление целиков усугубляет условия интенсивного проявления горного давления, резко увеличивается трудоемкость, осложняет работу комплексно-механизированных лав, кроме того, недопустим высокий уровень потерь угля в недрах;

– эффективное мероприятие по охране подготовительных выработок как тампонаж закрепного пространства также не является эффективным;

– не удалось также добиться пригрузки горного массива вокруг выработки путем увеличения несущей способности крепи.

Автор делает вывод, что необходима разработка новых способов охраны и поддержания подготовительных выработок в условиях влияния переходных зон полей напряжений. Одним из способов является так называемая пластификация породного массива вокруг горной выработки, в зонах действия полей напряжений нагнетается вязкий текучий раствор по всему периметру выработки вглубь массива. Заполняя трещины и связывая блоки, этот раствор не дает концентрироваться напряжениям на концах трещин.

По результатам исследования автор составил расширенную модель устойчивости подготовительной выработки, дающую возможность определить потенциально возможные проблемы еще на стадии проектирования горно-добывающего предприятия.

Как следует из вышесказанного, на процессы поддержания горных выработок на каждой конкретной шахте оказывают влияние свои особенности геологического строения, оказывающие влияние на процесс эксплуатации шахты. Эти особенности вызваны различием характеристик разрабатываемых пластов, сроком эксплуатации шахты, близостью геологических нарушений, глубиной отработки и т.п.

Таким образом, на сегодняшний день повышение устойчивости капитальных и подготовительных выработок на основе установленных закономерностей разрушения породного массива при пересечении ими зоны влияния геологических нарушений разрывного типа, является актуальной научно-технической задачей.

Цель работы – разработка методики расчета крепи в выработке при пересечении ею геологического нарушения

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. По результатам проведенного ранее численного моделирования [4] и оценки влияния дизъюнктивного нарушения на устойчивость выработки [5] была предложена следующая схема нагружения крепи в зоне влияния геологического нарушения рис. 1.

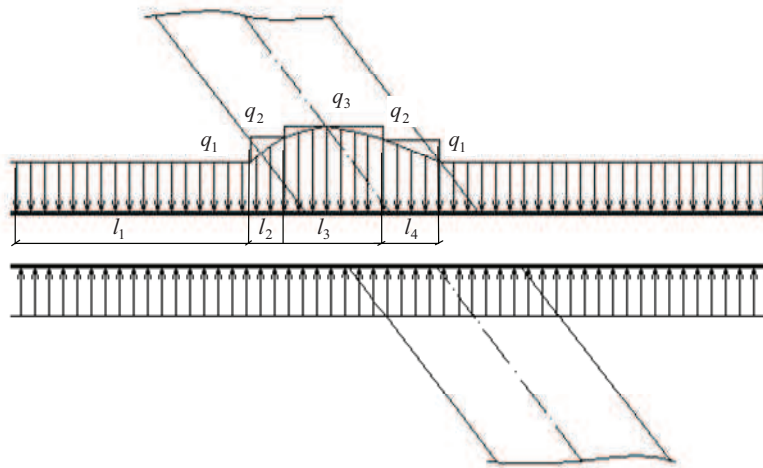


Рисунок 1 – Схема нагружения крепи в зоне влияния геологического нарушения

Для условий ПСП «Шахта «Алмазная» ШУ «Добропольское» ОАО ДТЭК 6-го южного конвейерного штрека горизонта 550 м, относительный радиус зоны неупругих деформаций вокруг выработки вне влияния геологического нарушения, равен  $r_L = 2$ . Относительный радиус зоны неупругих деформаций вокруг выработки, в первой зоне влияния геологического нарушения (см. рис. 4.2), равен  $r_L = 2,5$ . Относительный радиус зоны неупругих деформаций вокруг выработки, во второй зоне влияния геологического нарушения равен  $r_L = 3$ . Тогда по известной формуле [6, 7] находим, что нагрузка на крепь вне и непосредственно в зоне влияния дизъюнктива равна:

$$q_i = \frac{2}{3} \gamma R_0 (r_L - 1), \quad (1)$$

где  $\gamma$  – объемный вес пород;

$R_0$  – полупролет выработки;

$r_L$  – относительная величина зоны неупругих деформаций, определяемая по формуле

$$r_L = \exp\left(\sqrt{\frac{\gamma H}{2R_c k_c}} - 0,5\right) \cdot K_i. \quad (2)$$

где  $k_c$  – величина структурного ослабления вмещающего выработку породного массива;

$K_i$  – коэффициент, учитывающий увеличение зоны неупругих деформаций в районе геологического нарушения [5].

$q_1 = 4,33$ , т/м;  $q_2 = 6,5$ , т/м;  $q_3 = 8,67$ , т/м.

Тогда для каждого из рассматриваемых участков по выражению [6] находим величины максимального изгибающего момента:

для  $l_1 - M_{\max} = 20,7 \text{ Т}\cdot\text{м}$ ;

для  $l_2 - M_{\max} = 31 \text{ Т}\cdot\text{м}$ ;

для  $l_3 - M_{\max} = 41,4 \text{ Т}\cdot\text{м}$ .

Воспользовавшись нижеприведенным выражением для определения типа, номера профиля и количества рам на 1 м выработки, принимаем профиль № 27, т.к. он выпускается серийно и является для условий шахт ГП «Добропольеуголь» наиболее употребляемым:

$$\frac{M_{\max}}{W \cdot n \cdot k} = R_t, \quad (3)$$

где  $n$  – количество рам на 1 м;

$k$  – коэффициент условия работы крепи;

$R_t$  – граница текучести стали;

$W$  – момент сопротивления сечения прокатного профиля;

$M_{\max}$  – максимальный изгибающий момент.

Для того, чтобы при пересечении геологического нарушения номер профиля оставался таким же, как и до подхода, увеличиваем количество рам на 1 м. Тогда: при  $r_L = 2 - n = 1,25$  рам/м; при  $r_L = 2,5 - n = 1,87$  рам/м; при  $r_L = 3 - n = 2,5$  рам/м.

Схема зон влияния на выработку дизъюнктивного геологического нарушения  $L$  приведена на рис. 2. Формула расчета этих зон приведена ниже.

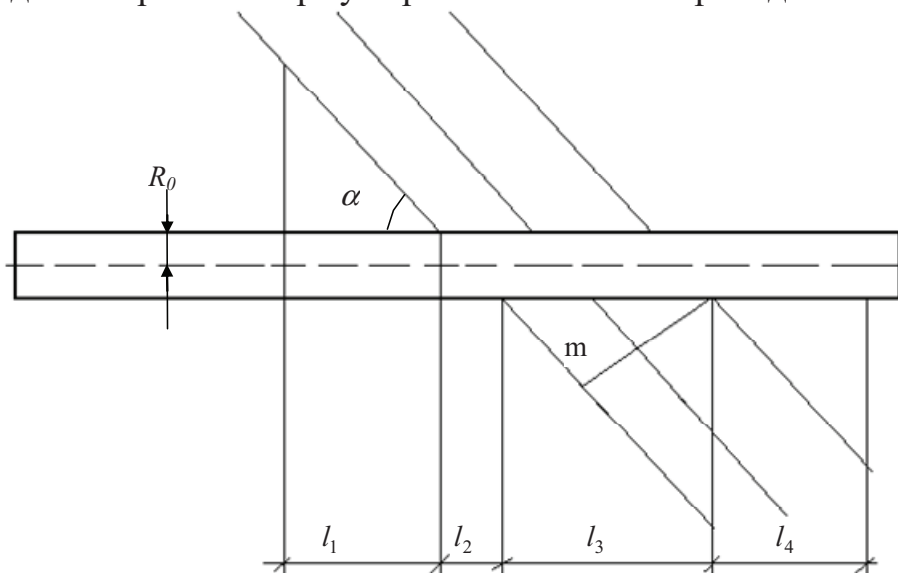


Рисунок 2 – Схема влияния дизъюнктивного геологического нарушения

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$$

$$l_1 = l_4 = (R_L - R_0) \operatorname{ctg} \alpha$$

$$l_2 = 2R_0 \operatorname{ctg} \alpha$$

$$l_3 = m \operatorname{cosec} \alpha$$

$$L = 2(R_L - R_0) \operatorname{ctg} \alpha + 2R_0 \operatorname{ctg} \alpha + m \operatorname{cosec} \alpha$$

где  $\alpha$  – угол наклона сместителя дизъюнктива;  
 $m$  – мощность нарушения.

На основе вышеприведенных расчетов были получены следующие зависимости (рис. 3–5).

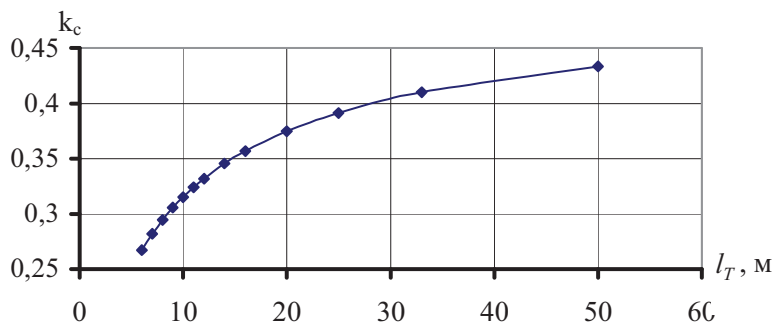


Рисунок 3 – Влияние расстояния между трещинами на коэффициент структурного ослабления

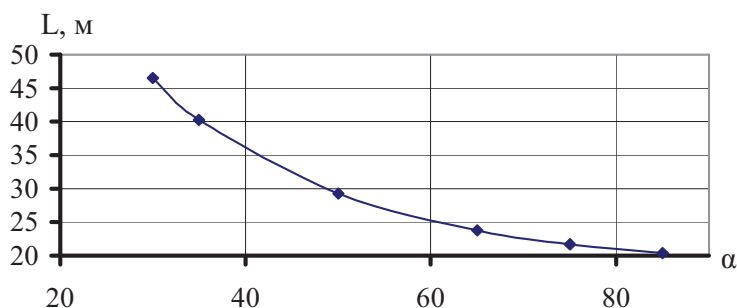


Рисунок 4 – Зависимость угла наклона сместителя геологического нарушения на его зону влияния

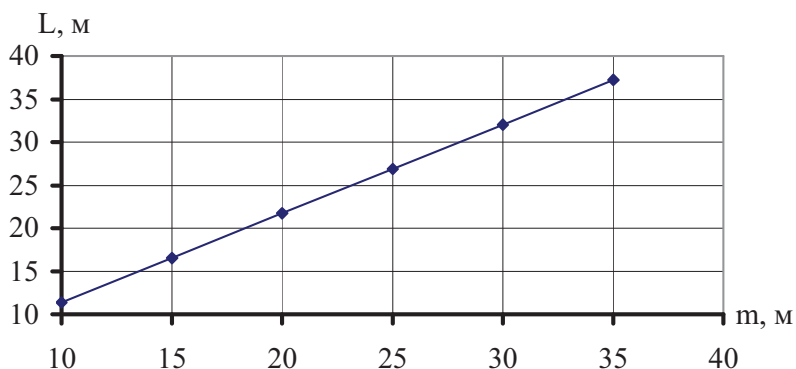


Рисунок 5 – Влияние мощности геологического нарушения на его зону влияния

На основе выполненных выше исследований были получены параметры металлической арочной крепи горизонтальной выработки при пересечении дизъюнктивного геологического нарушения.

**ВЫВОДЫ.** Нагрузка на крепь выработки при пересечении ею геологического нарушения является величиной переменной, она максимальна в центре нарушения и понижается, приближаясь к обычной, у его краев.

Предложена методика расчета крепи в выработке при пересечении ею геологического нарушения.

Для условий 6 южного конвейерного штрека горизонта 550 м ПСП «Шахта «Алмазная» ШУ «Добропольское» ОАО ДТЭК рекомендованы следующие параметры крепи: до подхода к нарушению используется крепь с размером профиля СВП–27 и с шагом крепи 0,8 м; при подходе к нарушению (зоне влияния) используется та же крепь с шагом крепи 0,5 м; при пересечении нарушения используется та же крепь с шагом крепи 0,4 м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование влияния угла падения трещин на устойчивость обнажений / В.Г. Агеев, С.В. Кужель, Е.А. Сдвижкова и др. // Науковий вісник НГА України. – 1999. – № 5. – С. 6–8.
2. Агеев В.Г., Сдвижкова Е.А. К вопросу о влиянии геологического нарушения на состояние приконтурных пород подготовительной выработки / Науковий вісник. – Днепропетровск: НГА Украины, 1999. – № 6. – С. 28–36.
3. Котов Ю.В. Модель оценки устойчивости подготовительной выработки в переходных зонах полей напряжений // Науковий вісник НГА Украины, 1999. – № 5. – С. 38–43.
4. Пустовойтенко В.П., Янко В.В. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния породного массива в окрестности протяженной выработки, пересекающей дизъюнктивное нарушение // Науковий вісник НГУ. – 2008. – №5. – С. 10–13.
5. Оценка влияния на устойчивость направления проведения выработки по отношению к дизъюнктивному нарушению / А.Н. Шашенко, В.В. Янко, С.Л. Романенко // Матеріали міжнар. науково-техн. конф. “Форум гірників –2007”. – Д.: РВКНГУ. – Т. 2. – 2007. – С. 145–149.]
6. Кириченко В.Я., Сугаренко Г.Г., Сальников Ю.В. Основные факторы ресурсосбережения при креплении и поддержании горных выработок // Геомеханіка. – Дніпропетровськ, 2004. – Вип. 51. – С. 67–73.
7. Шашенко А.Н., Пустовойтенко В.П. Механика горных пород: Підручник для ВУЗів. К.: Новий друк, 2004. – 400 с.

#### DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF SUPPORT IN THE ZONE OF DISJUNCTION

##### V. Yanko

State Higher Educational Institution "National Mining University"

prosp. K. Marks, 19, Dnipropetrovsk, 45005, Ukraine. E-mail: valentin\_yanko@i.ua

The technological particularities of the maintenance of workings in the area of disjunctions in the mines of JSC "DTEK Dobropolyeugol" are given.

The aim of the work is to develop a methodology for determining the parameters of the metal arch support of horizontal workings in the area of geological faults in the mining conditions of JSC "DTEK Dobropolyeugol." It is proposed a method for calculation of support in the working for conditions when it crosses the geological fault. On this basis it is proposed the approach to the characterization of the support in the zone of disjunctions. Dependencies of inclination angle of the displacement and the thickness of geological fault on its zone of influence are received.

**Key words:** disjunction, maintenance of workings, parameters of support, thickness of fault.

REFERENCES

1. Ageev V.G., Kuzhel S.V., Zdzvzhkou E.A., Tulub S.B., Shashenko A.N. (1999) "Investigation of the effect of the angle of incidence of cracks on the stability of exposures", *Transactions of Dnipropetrovsk National Mining University*, vol. 5, pp. 6–8.
2. Ageev V.G., Zdzvzhkou E.A. (1999) "On the effect of geological fault condition on the marginal rocks development working", *Transactions of Dnipropetrovsk National Mining University*, vol. 6, pp. 28–32.
3. Kotov Y.V. (1999) "Sustainability assessment model development working in the transition zones of stress fields", *Transactions of Dnipropetrovsk National Mining University*, vol. 5, pp. 38–43.
4. Pustovojtenko V.P., Janko V.V. (2008) "Numerical modeling of the stress-strain state of the rock mass in the vicinity of extensive mine working, crossing the disjunctive dislocations", *Transactions of Dnipropetrovsk National Mining University*, vol. 5, pp. 10–13.
5. Shashenko A.N., Yanko V.V., Romanenko S.L., (2007) "Assessment of the impact on the stability of the production areas in relation to the disjunctive dislocations", *Forum Girnikiv 2007. Materiali mizhnar. naukovo-tehn. Conf*, Dnipropetrovsk, NMU, vol. 2, 2007, pp. 145–149.
6. Kirichenko V.J., Sugarenko G.G., Salnikov Y., (2004) "The main factors Resource when mounting and maintaining mining", *Geomehanika, Dnipropetrovs'k*, vol 51, pp. 67–73.
7. Shashenko A.N., Pustovojtenko V.P., (2004) *Mexanika gornix porod* [Rock mechanics], Kiev, Ukraine.

Стаття надійшла 04.12.2014.

УДК 624:622

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЛИКВИДАЦИИ КРЕНОВ ВЫСОТНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ, В ТОМ ЧИСЛЕ ШАХТНЫХ КОПРОВ**

**О.В. Фалина**

ГВУЗ «Национальный горный университет»

просп. Карла Маркса, 19, г. Днепропетровск, 49000, Украина.

E-mail: Olix-Falina@mail.ru

Выполнен обзор научных работ, посвященных проблеме ликвидации кренов высотных сооружений, в том числе башенных копров. Рассмотрены современные методы возвращения накренившихся зданий в проектное положение. Установлено, что каждый метод устранения крена разрабатывается для конкретных условий эксплуатации высотного сооружения. Проанализированы достоинства и недостатки существующих методов. Известные способы ликвидации кренов высотных зданий и сооружений условно разделены на три группы.

**Ключевые слова:** шахта, копер, авария, надшахтное сооружение, обрушение, крен.