

SUBSTANTIATION FOR SUPPORT PARAMETERS THE PREPARATORY WORKINGS WITHIN A ZONE OF DISJUNCTIVE DISTURBANCES

V.V. Yanko¹, R.M. Tereshchuk^{1}, H.P. Ivanova¹ & O.Ye. Hryhoriev¹*

¹Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

**Corresponding author: Tereshchuk.r.m@nmu.one*

Abstract. Development of a method for determining the parameters of metal arch support of horizontal workings in the zone of geological disturbances for mining-geological and mining conditions of mines of Dobropillya region.

The analysis of the existing ways of increase of stability of preparatory workings in a zone of geological disturbances and methods of mathematical modeling for the decision of the set task is executed. Technological features of maintenance of workings in the zone of violations at the mines of Dobropillya region are given. The scheme of influence of zones of disjunctive geological disturbance on working is offered. The method of calculation of fastening in the workings at the intersection of geological disturbance is offered and on this basis the approach to definition of parameters of fastening in a zone of disjunctive disturbance is offered. The dependences of the zone of influence of the geological disturbance on the angle of inclination of the displacer and the zone of influence of the geological disturbance on its power are obtained. The dependence of the cost of maintaining 1 meter of production in the area of geological disturbance on the number of repairs is obtained. The analysis of the received dependences is executed. The rational step of installation of fastening at crossing by working of geological disturbance is defined.

Key words: preparatory workings, disjunctive disturbances, mine working supports, support parameters, disturbance thickness, displacer.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КРІПЛЕННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК В ЗОНІ ДИЗ'ЮНКТИВНОГО ПОРУШЕННЯ

В.В. Янко¹, Р.М. Терещук^{1}, Г.П. Іванова¹ & О.Є. Григор'єв¹*

¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

**Відповідальний автор: Tereshchuk.r.m@nmu.one*

Анотація. Розробка методики визначення параметрів металевого аркового кріплення горизонтальних виробок в зоні геологічних порушень для гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов шахт Добропільського регіону.

Виконано аналіз існуючих способів підвищення стійкості підготовчих виробок в зоні геологічних порушень та методів математичного моделювання для вирішення поставленої задачі. Наведено технологічні особливості підтримання виробок в зоні порушень на шахтах Добропільського регіону. Запропоновано схему впливу зон диз'юнктивного геологічного порушення на виробку. Запропоновано методику розрахунку кріплення у виробці при перетині нею геологічного порушення і на підставі цього запропоновано підхід до визначення параметрів кріплення в зоні диз'юнктивного порушення. Отримано залежності зони впливу геологічного порушення від кута нахилу зміщувача та зони впливу геологічного порушення від його потужності. Отримано залежність витрат на підтримання 1 п. м виробки в зоні геологічного порушення від кількості ремонтів. Виконано аналіз отриманих залежностей. Визначено раціональний крок встановлення кріплення при перетині виробкою геологічного порушення.

Ключеві слова: підготовча виробка, диз'юнктивне порушення, підтримання виробок, параметри кріплення, потужність порушення, зміщувач.

Вступ. Велика кількість капітальних і підготовчих виробок у вугільних шахтах перетинають геологічні порушення, які часто призводять до збільшення вартості прохідницьких робіт та в подальшому великих витрат для їх підтримання та експлуатації.

Охорона гірничих виробок – це комплекс гірничотехнічних заходів, що спрямовані на забезпечення збереження виробки відповідно до технічних умов безпечної її експлуатації протягом всього терміну служби. Заходи з охорони виробок можуть виконуватися: завчасно; в період спорудження виробки або в період експлуатації.

В умовах постійного збільшення глибини ведення гірничих робіт питання забезпечення стійкості підземних виробок в зоні диз'юнктивних геологічних порушень, особливо які невиявлені на стадії геологічної розвідки, набуває особливого значення.

Як правило, на вугільних підприємствах, в основному, для боротьби з негативним впливом геологічних порушень на стійкість виробок використовують зменшення кроку встановлення кріплення при ремонті виробок, до тих пір поки буде досягнута необхідна стійкість. При чому кількість ремонтів коливається від 2 до 4.

Що стосується досліджень, присвячених стійкості виробок, які перетинають геологічні порушення диз'юнктивного типу, це, як правило, або роботи, що присвячені геологічній стороні питання, або проблеми переходу порушень лавами (Агєєв, Кужель, Сдвижкова, Тулуб та Шашенко, 1999; Агєєв та Сдвижкова, 1999).

Автори, обмежуючись рішенням декількох послідовних пружних задач, відзначають:

– напрямок падіння тріщин дійсно впливає на стан порід покрівлі, для чого є передумови, що впливають з геометричних співвідношень між елементами ослаблення;

– рух вибою виробки з боку лежачого боку порушення відбувається в умовах більш інтенсивного гірського тиску, перебуваючи в зоні «порушених» порід, що значно знижує стійкість виробки.

В роботі (Котов, 1999) також йдеться про те, що необхідно виконувати заходи з охорони та підтримання підготовчих виробок в місцях геологічних порушень, які відрізняються від традиційних:

– неприпустимо залишення ціликів, як спосіб охорони підготовчих виробок. За даними шахт, залишення ціликів активізує інтенсивність проявів гірського тиску, різко збільшує трудомісткість робіт, ускладнює роботу комплексно-механізованих лав, крім того, є неприпустимим високий рівень втрат вугілля в надрах;

– заходи щодо охорони підготовчих виробок за допомогою тампонажу закріпного простору також не є ефективними.

Автор робить висновок, що необхідна розробка нових способів охорони та підтримання підготовчих виробок в умовах впливу перехідних зон полів напружень. Одним із способів є, так звана, пластифікація породного масиву навколо гірничої виробки. В зонах дії полів напружень нагнітається в'язкий текучий розчин по всьому периметру виробки вглиб масиву. Заповнюючи тріщини і пов'язуючи блоки, цей розчин не дає концентруватися напруженням на кінцях тріщин.

За результатами дослідження автор склав розширену модель стійкості підготовчої виробки, що дає можливість визначити потенційно можливі проблеми ще на стадії проєктування гірничо-видобувного підприємства.

На основі досліджень закономірностей напружено-деформованого стану геомеханічної системи виробка – породний масив – кріплення запропоновано способи підвищення стійкості гірничих виробок, що закріплені різним металевим кріпленням, які знаходяться в складних гірничо-геологічних та гірничотехнічних умовах розробки (Гапєєв, Хозяйкіна, Терещук, і Коваленко, 2016).

На основі чисельного моделювання напружено-деформованого стану породного масиву навколо сполучення підготовчої та очисної виробки обґрунтовані раціональні параметри комплексу заходів щодо забезпечення стійкості підготовчих виробок глибоких вугільних шахт в складних гірничо-геологічних та гірничотехнічних умовах розробки (Терещук, и Наумович, 2015; Наумович, и Терещук, 2009).

В роботі (Солодянкін, Дудка, Терещук, і Григор'єв, 2017) обґрунтуванні параметри кріплення та охоронних конструкцій виїмкових виробок при суцільній системі розробки в умовах глибоких антрацитових шахт в складних гірничо-геологічних та гірничотехнічних умовах розробки.

Рамно-анкерне кріплення може з достатньою ефективністю застосовуватися для підтримки виїмкових виробок, що експлуатуються в складних гірничо-геологічних умовах Західного Донбасу (Бондаренко, Ковалевская, Симанович, Снигур, и Свистун, 2013).

Як впливає з вище сказаного, на процеси підтримання гірничих виробок на кожній конкретній шахті впливають свої особливості геологічної будови, що також позначається на процес експлуатації шахти. Ці особливості викликані відмінністю характеристик пластів, що розробляються, терміном експлуатації шахти, близькістю геологічних порушень, глибиною відпрацювання і т. п.

Таким чином, на сьогодні підвищення стійкості капітальних і підготовчих виробок на основі встановлених закономірностей руйнування породного масиву при перетині ними зони впливу геологічних порушень розривного типу, є актуальною науково-технічною задачею.

Мета статті. Розробка методики визначення параметрів металевого аркового кріплення горизонтальних виробок в зоні геологічних порушень для гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов шахт Добропільського регіону.

Методика. До технологічних особливостей підтримання виробок в зоні геологічних порушень на шахтах Добропільського регіону відносяться:

1. Кріплення в місцях геологічних порушень, в місцях з нестійкою покрівлею і в зонах опорного гірського тиску;
2. Застосування випереджаючого штангового кріплення, перекриття в місцях вивалів дерев'яними верхняками, закладка пустот дерев'яними «кострами»;
3. Анкерування покрівлі при наявності вивалів;
4. Виїмка вугілля вприсічку;
5. Затягування покрівлі урозбіг;
6. Нагнітання в тріщинуваті породи поліуретанових скріплюючих сумішей;
7. Кріплення покрівлі в лаві в місцях відсутності секцій механізованого кріплення;
8. Кріплення нестійких порід покрівлі на сполученні підготовчих виробок з лавою;
9. Виїмка та кріплення в місцях геологічних порушень типу заміщення пласта;
10. При веденні робіт в небезпечній зоні виконують загальношахтні вимоги з безпеки в разі раптового прориву води;
11. При веденні прохідницьких робіт у небезпечній зоні виконують посилення елементів кріплення;
12. Заходи щодо забезпечення відкачування можливого додаткового припливу води під час ведення робіт в небезпечній зоні біля скиду.

За результатами проведеного раніше чисельного моделювання (Пустовойтенко, и Янко, 2008) і оцінки впливу диз'юнктивного порушення на стійкість виробки була запропонована наступна схема навантаження кріплення в зоні впливу геологічного порушення (Шашенко, Янко, и Романенко, 2007).

На підставі схеми навантаження, запропоновано схему впливу зон диз'юнктивного геологічного порушення на виробку, що наведена на рис. 1. Методика розрахунку цих зон наведена нижче.

$$\begin{aligned}L &= l_1 + l_2 + l_3 + l_4, \\l_1 = l_4 &= (R_L - R_0) \operatorname{ctg} \alpha, \\l_2 &= 2R_0 \operatorname{ctg} \alpha, \\l_3 &= m \operatorname{cosec} \alpha,\end{aligned}$$

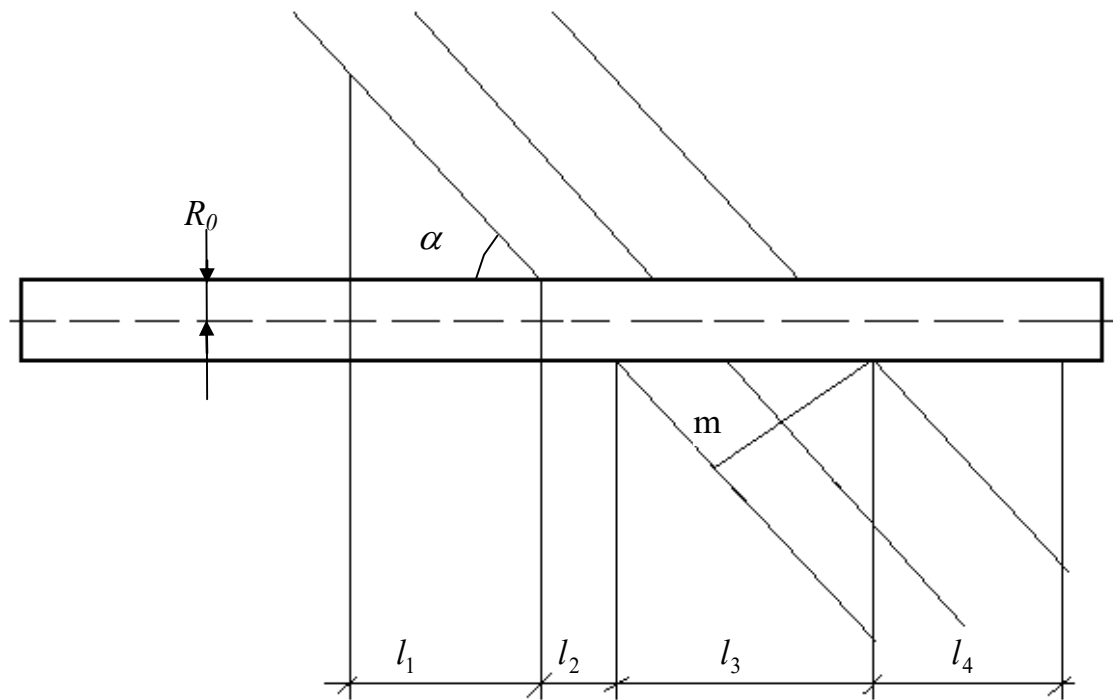


Рис. 1. Схема впливу диз'юнктивного геологічного порушення

$$L = 2(R_L - R_0)ctg\alpha + 2R_0ctg\alpha + m cosec\alpha ,$$

де α – кут нахилу зміщувача диз'юнктиву;

R_0 – напівпроліт виробки;

R_L – зона непружних деформацій;

m – потужність порушення.

Результати та обговорення. На основі вищенаведених розрахунків були отримані наступні залежності (рис. 2 та 3).

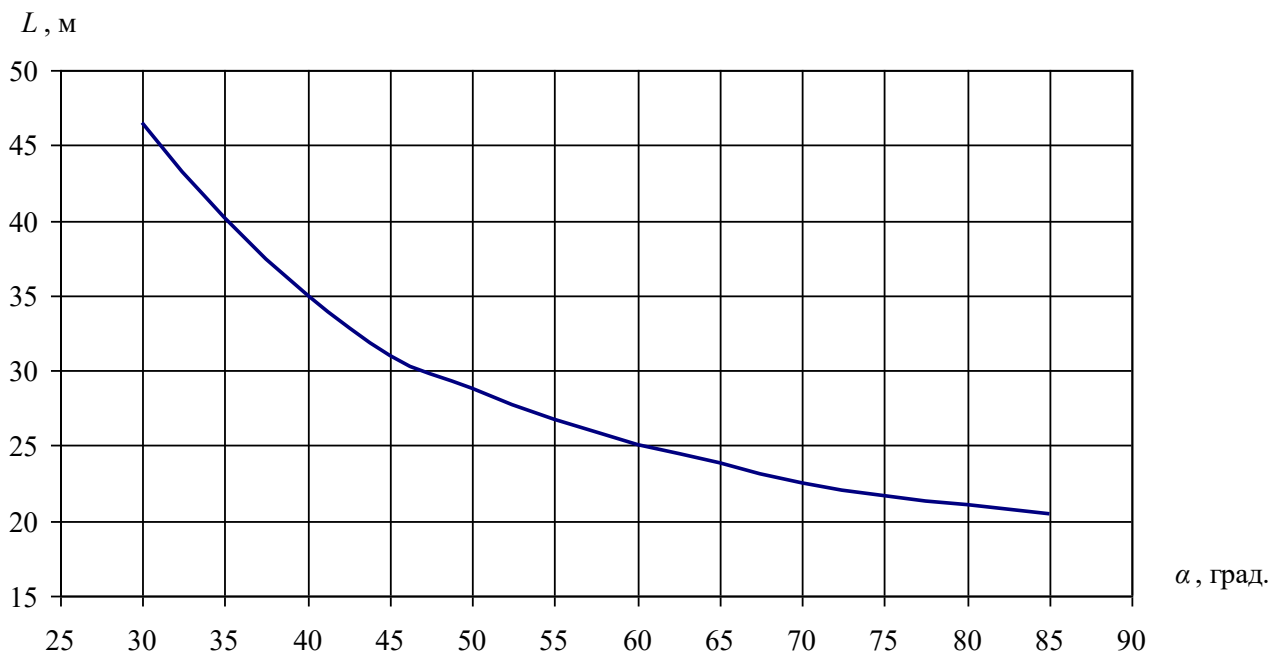


Рис. 2. Залежність зони впливу геологічного порушення від кута нахилу зміщувача

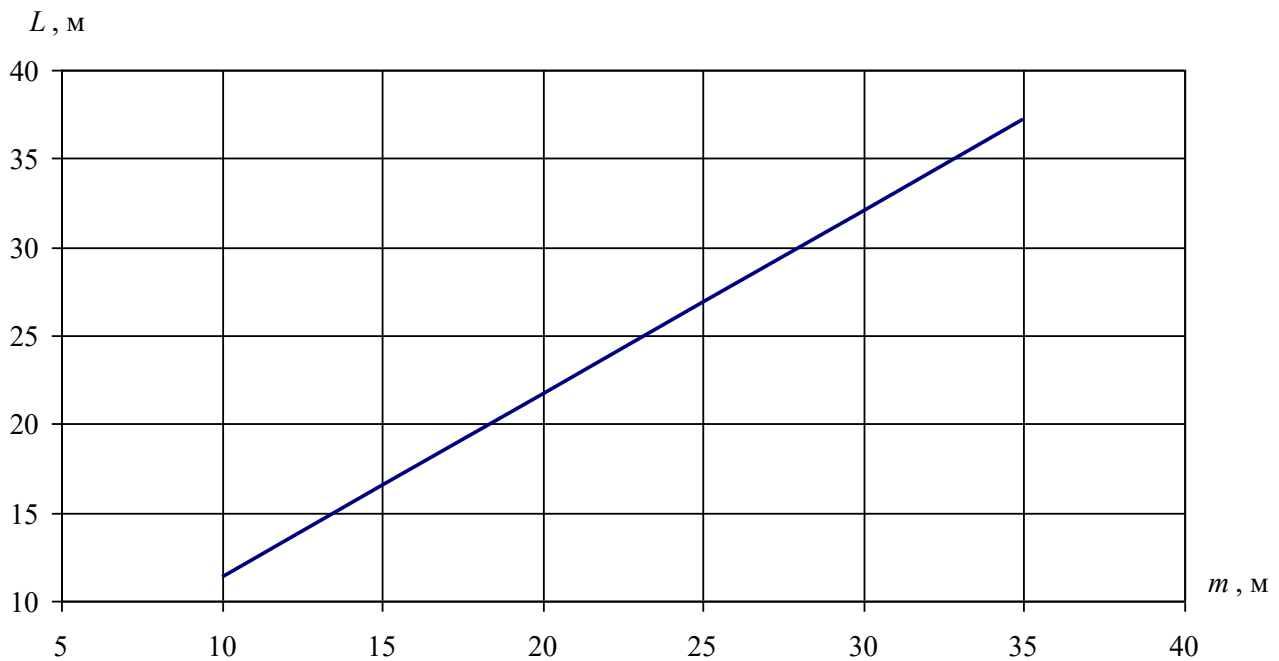


Рис. 3. Залежність зони впливу геологічного порушення від його потужності

Зона впливу геологічного порушення зменшується при збільшенні кута нахилу зміщувача (рис. 2) і описується поліноміальною залежністю $L = 0,0102\alpha^2 - 1,6002\alpha + 83,85$.

Зона впливу геологічного порушення збільшується при збільшенні його потужності (рис. 3) і описується лінійною залежністю $L = 1,0353m + 1,0084$.

На основі виконаних вище досліджень були отримані параметри металевого аркового кріплення горизонтальної виробки при перетині диз'юнктивного геологічного порушення.

Запропонована методика була використана при спорудженні південного конвеєрного штреку пласта l_3 горизонту 550 м на шахті «Алмазна». Очікуваний економічний ефект за рахунок зниження експлуатаційних витрат складе 393,4 грн. на метр виробки, що ремонтується, в зоні геологічного порушення.

Під зниженням експлуатаційних витрат мається на увазі мінімізація ремонтів виробки, що перетинає геологічне порушення (на ділянках підходу-відходу та при перетині порушення), з урахуванням кроку встановлення кріплення.

Економічний ефект складається зі: зменшення трудовитрати на монтаж-демонтаж кріплення, зменшення трудовитрати на сам ремонт та повторного використання (приблизно 50 %) профілю СВП.

Для умов шахти «Алмазна» перекріплення південного конвеєрного штреку, в зоні геологічного порушення, становило 3 рази. На рис. 4 представлена залежність витрат на підтримання 1 п. м виробки в зоні геологічного порушення від кількості ремонтів .

Витрати на підтримання 1 п. м виробки в зоні геологічного порушення збільшуються в рази (зі 140 грн. при одному ремонті до 814 грн. при трьох ремонтах) (рис. 4) і описуються поліноміальною залежністю $C = 87n^2 - 11n + 64$.

Висновки.

Навантаження на кріплення виробки при перетині нею геологічного порушення є величиною перемінною, воно максимальне в центрі порушення і зменшується, наближаючись до звичайного, біля його країв.

Запропоновано методику розрахунку параметрів кріплення у виробці при перетині нею геологічного порушення.

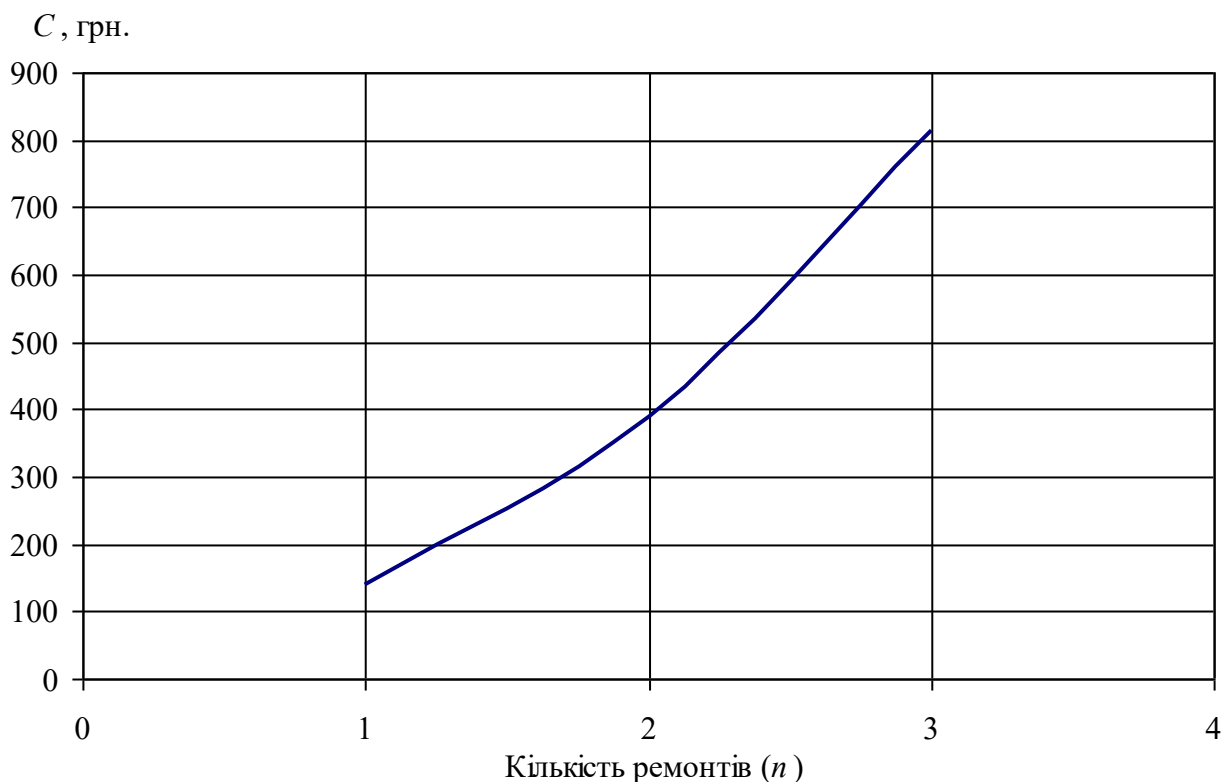


Рис. 4. Залежність витрат на підтримання 1 п. м виробки в зоні геологічного порушення від кількості ремонтів

Для умов південного конвеєрного штреку пласта l_3 горизонту 550 м шахти «Алмазна» рекомендовані наступні параметри кріплення: до підходу до порушення використовується кріплення з розміром профілю СВП-27 і з кроком встановлення 0,8 м; при підході до порушення та відході від нього (зоні впливу) використовується теж саме кріплення з кроком встановлення 0,5 м; при перетині порушення використовується теж саме кріплення з кроком встановлення 0,4 м.

При використанні методики розрахунку параметрів кріплення виробки в зоні геологічного порушення економічний ефект за рахунок зниження експлуатаційних витрат складе 393,4 грн. на метр виробки, що ремонтується.

Подальші дослідження будуть направлені на визначення параметрів кріплення залежно від напрямку перетину виробкою геологічного порушення.

References

- Агеев, В.Г., и Сдвижкова, Е.А. (1999). К вопросу о влиянии геологического нарушения на состояние приконтурных пород подготовительной выработки. *Науковий вісник НГА України*, 6, 28-32.
- Ageev, V.G., & Sdvizhkova, E.A. (1999). K voprosu o vliyanii geologicheskogo narusheniya na sostoyanie prikонтурnykh porod podgotovitelnoy vyirabotki. *Naukovyi visnyk NHA Ukrainy*, 6, 28-32.
- Агеев, В.Г., Кужель, С.В., Сдвижкова, Е.А., Тулуб, С.Б., и Шашенко, А.Н. (1999). Исследование влияния угла падения трещин на устойчивость обнажений. *Науковий вісник НГА України*, 5, 6-8.
- Ageev, V.G., Kuzhel, S.V., Sdvizhkova, E.A., Tulub, S.B., & Shashenko, A.N. (1999). Issledovanie vliyaniya ugla padeniya treschin na ustoychivost obnazheniy. *Naukovyi visnyk NHA Ukrainy*, 5, 6-8.

- Бондаренко, В.И., Ковалевская, И.А., Симанович, Г.А., Снигур, В.Г., и Свистун, Р.Н. (2013). *Аналитико-экспериментальные исследования устойчивости выемочных выработок и расчет параметров крепижной системы : монография. Д.: ЛізуновПрес.*
- Bondarenko, V.I., Kovalevskaya, I.A., Simanovich, G.A., Snigur, V.G., & Svistun, R.N. (2013). *Analitiko-eksperimentalnyie issledovaniya ustoychivosti vyemochnyih vyirabotok i raschet parametrov krepizhnoy sistemyi : monografiya. D.: LizunovPres.*
- Гапєєв, С.М., Хозяїкіна, Н.В., Терещук, Р.М., і Коваленко, В.В. (2016). *Ресурсозберїгаючі технології управління стійкістю протяжних виробок вугільних шахт : монографія. Дніпропетровськ: НГУ.*
- Нарієєв, S.M., Khoziaikina, N.V., Tereshchuk, R.M., & Kovalenko, V.V. (2016). *Resursozberihaiuchi tekhnolohii upravlinnia stiikistiu protiazhnykh vyrobok vuhilnykh shakht : monohrafiia. Dnipropetrovsk: NHU.*
- Котов, Ю.В. (1999). Модель оценки устойчивости подготовительной выработки в переходных зонах полей напряжений. *Науковий вісник НГА України, 5, 38-43.*
- Kotov, Yu.V. (1999). Model otsenki ustoychivosti podgotovitelnoy vyirabotki v perehodnyih zonah poley napryazheniy. *Naukovyi visnyk NHA Ukrainy, 5, 38-43.*
- Наумович, А.В., и Терещук, Р.Н. (2009). Исследование устойчивости подготовительных выработок глубоких горизонтов в зоне влияния лавы. *Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр., 82, 18-23.*
- Naumovich, A.V., & Tereschuk, R.N. (2009). Issledovanie ustoychivosti podgotovitelnyih vyirabotok glubokih gorizontov v zone vliyaniya lavy. *Geotekhnicheskaya mehanika: Mezhved. sb. nauch. tr., 82, 18-23.*
- Пустовойтенко, В.П., и Янко, В.В. (2008). Численное моделирование напряженно-деформированного состояния породного массива в окрестности протяженной выработки, пересекающей дизъюнктивное нарушение. *Науковий вісник НГУ, 5, 10-13.*
- Pustovoytenko, V.P., & Yanko, V.V. (2008). Chislennoe modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya porodnogo massiva v okrestnosti protyazhennoy vyirabotki, peresekeyuschey diz'yunktivnoe narushenie. *Naukovyi visnyk NHU, 5, 10-13.*
- Солодянкін, О.В., Дудка, І.В., Терещук, Р.М., і Григор'єв, О.Є. (2017). *Охорона підготовчих виробок, що використовують повторно, в умовах антрацитових шахт: монографія. Дніпро: НГУ.*
- Solodiantkin, O.V., Dudka, I.V., Tereshchuk, R.M., & Hryhoriev, O.Ie. (2017). *Okhorona pidhotovchykh vyrobok, shcho vykorystovuiut povtorno, v umovakh antratsytovykh shakht: monohrafiia. Dnipro: NHU.*
- Терещук, Р.Н., и Наумович, А.В. (2015). *Обеспечение устойчивости подготовительных выработок глубоких угольных шахт : монография. Д.: НГУ.*
- Tereschuk, R.N., & Naumovich, A.V. (2015). *Obespechenie ustoychivosti podgotovitelnyih vyirabotok glubokih ugolnyih shaht : monografiya. D.: NHU.*
- Шашенко, А.Н., Янко, В.В., и Романенко, С.Л. (2007). *Оценка влияния на устойчивость направления проведения выработки по отношению к дизъюнктивному нарушению (Т. 2). Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Форум гірників – 2007", Д.: РВКНГУ.*
- Shashenko, A.N., Yanko, V.V., & Romanenko, S.L. (2007). *Otsenka vliyaniya na ustoychivost napravleniya provedeniya vyirabotki po odnosheniyu k diz'yunktivnomu narusheniyu (T. 2). MaterIali mIzhnarodnoYi naukovo-tehnIchnoYi konferentsIYi "Forum gIrnIkv – 2007", D.: RVKNGU.*