

УДК 551.243

**Курмелев И.И.**, канд. геол. наук, доцент  
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

**ТЕКТОНИЧЕСКАЯ НАРУШЕННОСТЬ СНЕЖНЯНСКОЙ  
ПЛОЩАДИ И ЕЕ РЕДКОМЕТАЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ**

**Курмельов І.І.**, канд. геол. наук, доцент  
(Державний ВНЗ «НГУ»)

**ТЕКТОНІЧНА ПОРУШЕНІСТЬ СНІЖНЯНСЬКОЇ ПЛОЩІ І ЇЇ  
РІДКОМЕТАЛЬНЕ ОРУДНЕННЯ**

**Kurmelev I.I.**, Ph. D. (Geol.), Associate Professor  
(State HEI «NMU»)

**TECTONIC DISTURBANCES SNEZHNYANSKIY AREA AND ITS RARE  
METAL MINERALIZATION**

**Аннотация.** Изучение аномальных накоплений редких элементов в зонах тектонических нарушений в зависимости от литологического типа вмещающих уголь пород. Главная задача исследований заключается в выявлении геохимических аномалий и в оценке их экологической значимости. В расчетах использовалось понятие «геохимический фон», как «среднее значение» для диапазона значений, которые считаются нормальными и как показатель концентрации, указывающей, во сколько раз содержание элемента в данной точке выше уровня фона. Выполнен анализ аномальных содержаний редких элементов в литологических типах вмещающих пород с привязкой к тектоническим нарушениям и угольным пластам, горные выработки по которым вскрыли нарушения с большими амплитудами смещения, развитым в Снежнянской площади. Впервые для тектонических нарушений Снежнянской площади выявлены аномальные содержания редких элементов в литологических типах вмещающих пород. Проведенные исследования позволят расширить представление о накоплении редких элементов в зоне тектонических нарушений, являющихся «геохимическими барьерами» при распределении аномальных содержаний элементов.

**Ключевые слова:** тектонические нарушения, редкие элементы, геохимический фон, аномальные содержания элементов

Длительные исследования при разведке и эксплуатации угольных месторождений Донбасса позволили с достаточной степенью детальности охарактеризовать региональные закономерности геологического развития в широком аспекте преобразований осадочных пород.

Одной из наиболее важных научно-прикладных задач в угольной геологии остается прогнозирование тектонической нарушенности, которая часто сопровождается снижением устойчивости пород почвы и кровли, другими явлениями, влияющими на применение высокопроизводительной угледобывающей техники.

Любое нарушение угольного пласта, равно как и вмещающих угольный пласт пород, с геохимической точки зрения, является «геохимическим барьером» в накоплении редких элементов и может приводить к формированию зон аномальных содержаний элементов.

Для зоны влияния разрывных нарушений характерно значительное усиление трещиноватости угля и вмещающих пород при приближении к сместителю [1]. Указанное увеличение происходит за счет увеличения числа систем трещин и возрастания интенсивности нарушенности в пределах каждой из систем трещин, а это, в свою очередь, приводит к изменениям структурных характеристик пород и угля на разных масштабных уровнях – от микро- до мегауровня.

Снежнянская площадь расположена в пределах восточной части Чистяково-Снежнянской синклинали и северных крыльев Амвросиевского купола и Марьинской антиклинали южной антиклинали Донбасса. Исследования проводились на площади, ограниченной с запада Меридиональным, а на востоке Миусскими сбросами, которые протягиваются с юга на север вкрест простирания пород.

Саур-Могильский надвиг имеет падение плоскости сместителя на северо-запад под углами 30-40 °. Амплитуда смещения от 50 до 400 м. Зона дробления пород достигает 150 м.

Севастьяновский надвиг проходит севернее Саур-Могильского. Стратиграфическая амплитуда от 40 до 60 м. Плоскость сместителя наклонена на северо-запад под углом 40-60 °.

В пределах площади надвиги трассируются в породах свит  $C_2^0$ ,  $C_2^1$ ,  $C_2^2$  в виде небольших разнообразных трещин, расположенных вдоль небольшого флексурного перегиба. Характеризуется надвиг широкой зоной смятых пород.

Надвиг Ольховский и Армянский образуют обособленную систему разрывных нарушений в зоне Саур-Могильского надвиге. Проявление их связано с с Армянской флексурой.

Надвиг Ольховский прослеживается почти параллельно надвигу Саур-Могильскому с азимутом на юго-запад – 240 °. Плоскость сместителя наклонена на северо-восток под углом 40-50 °. Амплитуда смещения от 10 до 30 м. Мощность зоны дробленных пород до 10 м.

Армянский надвиг установлен по разрезу пород свит  $C_2^1$  и  $C_2^2$ . Плоскость сместителя наклонена на юго-восток несогласно напластованию пород. Угол наклона 55-65 °.

Герасимовский надвиг установлен по сдвиганию известняков  $E_9^2$ ,  $F_1$  на северо-запад под углом 40-50 °. Стратиграфическая амплитуда надвиге составляет 60-70 м. Плоскость сместителя наклонена на северо-запад под углом

40-50 °. В северо-восточном направлении апофиза надвига сливается с ответвлением Саур-Могильского надвига.

Меридиональный сброс на поверхности устанавливается по разрыву пород свит  $C_2^0$  и  $C_2^1$ , слагающих западное замыкание Мариновской синклинали и по размыву известняков  $E_9^2$ ,  $F_1$ , оконтуривающих восточное замыкание Чистяковской синклинали. Нарушения прослеживаются с севера на юг и в меридиональном направлении. Амплитуда сброса у северной границы составляет 30-40 м, на южном крыле – до 120 м. Плоскость сместителя под углом 65-80 ° погружается на запад. Зона разлома предствалена сильно перемятыми породами, пронизанными густой сетью жил и прожилков кварца.

В пределах Снежнянской площади интрузивные образования в виде даек мончикитов наблюдаются в районе Амвросиевского купола и в средней части площади, приуроченной к сбросу Безымянный. Южнее Снежнянской площади обнаружено 600 аномалий, обусловленных интрузивными образованиями. По составу соответствуют камптонитам, мончикитам, порфирирам. Простираание даек северо-восточное, мощность до 3 м.

Разрез свиты представлен серыми и темно-серыми сланцами глинистыми и песчаными, местами переслоенными песчаником. Сланцы глинистые слоистые, гидрослюдистого состава. Алевритовый материал (7-15 %) представлен угловатыми зёрнами кварца, чешуйками слюды, обломками полевых шпатов кремнистых пород. Сланцы пропитаны карбонатом (до 25 %).

Свита  $C_2^0$  – угленосность свиты составляет 0.4 % от ее мощности. В свите 10 угольных пластов и прослоев, мощность которых изменяется от первых сантиметров до 5.3 м. Сланцы глинистые с алевритовой примесью, гидрослюдистого состава, местами карбонатизированные.

Свита  $C_2^1$  – коэффициент угленосности составляет 0.3 % от ее мощности. Установлено 7 угольных пластов невыдержанных по мощности и площади. Разрез свиты представлен серыми и темно-серыми сланцами глинистыми и песчаными, ритмично переслоенными разномзернистыми песчаниками.

Свита  $C_2^2$  – имеет наибольшую угленосность, которая составляет 0.5 % ее мощности. В отложениях свиты установлено 12 угольных пластов и прослоев, из которых достигают рабочей мощности или имеют распространение на всей площади пласты  $g_3^1$ ,  $g_3$ ,  $g_2^B$  и  $g_2^H$ .

В пределах Снежнянской площади интрузивные образования в виде даек мончикитов наблюдаются в районе Амвросиевского купола и в средней части площади, приуроченной к сбросу Безымянный. Южнее Снежнянской площади обнаружено 600 аномалий, обусловленных интрузивными образованиями. По составу соответствуют камптонитам, мончикитам, порфирирам. Простираание даек северо-восточное, мощность до 3 м.

Сравнение средних содержаний элементов с кларками (КК) показало, что все типы вмещающих пород нижнего и среднего карбона значительно обогащены никелем (16.5-28.5), кобальтом (40-130), ниобием (15.6-190), медью (4.8-32) и оловом (1.2-89). Меньшие коэффициенты концентрации отмечены у свинца (2.3-5.14), ванадия (1.5-5.8), вольфрама (1.2-3.3), хрома (2.1-6.45), германия (1.5-5.5), лития (1-8.4), марганца (1.2-5.1), цинка (2.7-8), скандия (1.2-8.8).

Содержания галлия, иттербия, лантана для песчаников, сланцев глинистых и песчаных ниже кларков для этих пород. Содержание этих же элементов в известняках всех свит площади выше кларка.

Характеристика КК редких элементов в породах свит  $C_1^4$ ,  $C_2^0$ ,  $C_2^1$ ,  $C_2^2$ :

Свита  $C_1^4$  характеризуется следующими показателями:

1. Сланец глинистый - свинец (5.14), ванадий (1.55), галлий (-), вольфрам (-), никель (-), кобальт (53.33), ниобий (-), олово (-), литий (-), медь (-), иттербий (-), барий (-), иттрий (-), лантан (-), марганец (1.92), цинк (-), скандий (-), серебро (-).

2. Сланец песчаный - свинец (3.71), ванадий (5.45), галлий (0.92), вольфрам (2.50), никель (27.50), кобальт (66.67), ниобий (18.89-170.0), олово (6.89-62.0), литий (2.13), медь (32.00), иттербий (0.67), барий (3.33-30.00), иттрий (0.37), лантан (0.60), марганец (1.77), цинк (7.12), скандий (8.10), серебро (0.29-2.60).

3. Песчаник - свинец (4.14), ванадий (4.60), галлий (0.92), вольфрам (3.12), никель (22.0), кобальт (73.33), ниобий (21.11-190.0), олово (7.78-70.00), литий (2.20), медь (27.00), иттербий (0.62), барий (-), иттрий (0.33), лантан (0.47), марганец (1.20), цинк (6.75), скандий (5.40), серебро (0.31-2.80).

Свита  $C_2^0$ :

1. Известняк - свинец (2.33), ванадий (3.10), галлий (1.50), вольфрам (-), никель (18.50), кобальт (110.0), ниобий (-), олово (1.00-1.22), литий (2.40), медь (5.50), иттербий (4.60), барий (2.78-25.00), иттрий (0.33), лантан (1.78-16.00), марганец (2.80), цинк (3.50), скандий (5.00), серебро (0.26-2.30).

2. Сланец глинистый - свинец (3.71), ванадий (5.80), галлий (0.83), вольфрам (-), никель (27.50), кобальт (63.33), ниобий (17.78-160.0), олово (6.44-58.0), литий (2.07), медь (31.00), иттербий (0.62), барий (3.56-32.00), иттрий (0.30), лантан (0.43), марганец (1.55), цинк (7.31), скандий (7.00), серебро (0.27-2.40).

3. Сланец песчаный - свинец (3.71), ванадий (5.45), галлий (0.83), вольфрам (1.87), никель (28.50), кобальт (63.33), ниобий (18.89-170.0), олово (6.44-58.0), литий (2.00), медь (31.00), иттербий (0.60), барий (2.89-26.00), иттрий (0.30), лантан (0.43), марганец (1.72), цинк (7.56), скандий (2.3), серебро (0.27-2.40).

4. Песчаник - свинец (2.57), ванадий (4.10), галлий (0.67), вольфрам (-), никель (22.0), кобальт (50.00), ниобий (17.78-160.0), олово (4.78-43.00), литий (1.60), медь (26.00), иттербий (0.60), барий (3.00-27.00), иттрий (0.30), лантан (0.40), марганец (1.80), цинк (5.69), скандий (6.4), серебро (0.24-2.20).

Свита  $C_2^1$ :

1. Известняк - свинец (2.77), ванадий (3.00), галлий (1.75), вольфрам (-), никель (17.50), кобальт (130.0), ниобий (-), олово (2.89-26.00), литий (3.20), медь (4.75), иттербий (4.20), барий (26.0), иттрий (-), лантан (1.33-12.00), марганец (5.12), цинк (3.15), скандий (1.20), серебро (0.22-2.00).

2. Сланец глинистый - свинец (3.71), ванадий (2.50), галлий (0.83), вольфрам (-), никель (23.00), кобальт (56.67), ниобий (15.56-140.0), олово (5.76-51.00), литий (1.47), медь (30.00), иттербий (0.55), барий (3.00-27.00), иттрий (0.25), лантан (0.40), марганец (1.45), цинк (7.25), скандий (6.00), серебро (0.20-1.80).

3. Сланец песчаный - свинец (3.43), ванадий (5.20), галлий (0.75), вольфрам (-), никель (25.00), кобальт (60.00), ниобий (17.78-160.0), олово (6.11-55.00), литий (1.60), медь (30.00), иттербий (0.60), барий (3.00-27.00), иттрий (0.32), лантан (0.43), марганец (1.77), цинк (7.06), скандий (6.90), серебро (0.23-2.10).

4. Песчаник - свинец (3.00), ванадий (4.30), галлий (0.75), вольфрам (-), никель (20.50), кобальт (50.00), ниобий (18.89-170.0), олово (5.22-47.00), литий (1.33), медь (25.00), иттербий (0.57), барий (2.78-25.00), иттрий (0.35), лантан (0.47), марганец (2.00), цинк (5.87), скандий (8.80), серебро (0.21-1.90).

Свита  $C_2^2$ :

1. Известняк - свинец (2.33), ванадий (2.40), галлий (1.50), вольфрам (1.25), никель (16.50), кобальт (110.0), ниобий (33.33), олово (3.89-35.00), литий (3.40), медь (5.25), иттербий (4.00), барий (28.0), иттрий (0.33), лантан (1.44-12.00), марганец (3.92), цинк (2.75), скандий (4.50), серебро (0.28-2.50).

2. Сланец глинистый - свинец (4.14), ванадий (4.00), галлий (0.83), вольфрам (1.25), никель (25.0), кобальт (60.00), ниобий (17.78-160.0), олово (6.33-57.00), литий (1.67), медь (31.00), иттербий (0.60), барий (3.00-27.0), иттрий (0.27), лантан (0.43), марганец (1.80), цинк (7.81), скандий (6.60), серебро (0.26-2.30).

3. Сланец песчаный - свинец (3.28), ванадий (5.35), галлий (0.83), вольфрам (1.87), никель (25.50), кобальт (63.33), ниобий (18.89-170.0), олово (9.44-85.60), литий (1.80), медь (31.00), иттербий (0.60), барий (3.11-28.0), иттрий (0.35), лантан (0.43), марганец (1.77), цинк (7.81), скандий (6.70), серебро (0.29-2.60).

4. Песчаник - свинец (2.86), ванадий (4.55), галлий (0.75), вольфрам (1.87), никель (20.50), кобальт (50.0), ниобий (20.0-180.0), олово (5.33-48.00), литий (1.20), медь (26.00), иттербий (0.55), барий (2.89-26.0), иттрий (0.35), лантан (0.50), марганец (1.90), цинк (5.81), скандий (7.20), серебро (0.24-2.20).

Установлены корреляционные связи между редкими элементами по литотипам пород (с коэффициентами корреляции более 0.5):

1. Сланцы глинистые – отмечена корреляция между редкими элементами:

- а) ванадий – вольфрам – литий;
- б) иттербий – лантан – иттрий;
- в) свинец – цинк;
- г) никель – кобальт.

2. Сланцы песчаные:

- а) ванадий – вольфрам – литий – марганец - ниобий;
- б) свинец – цинк;
- в) серебро – галлий – олово;
- г) никель – кобальт;
- д) кобальт – цинк.

3. Песчаники:

- а) марганец – ниобий;
- б) ванадий – вольфрам – литий;
- в) цинк – медь – серебро;
- г) никель – кобальт.

4. Известняки:

- а) ванадий - вольфрам - ниобий – литий;
- б) иттербий - иттрий - лантан – скандий;
- в) барий – марганец;
- г) свинец – олово – медь – цинк;
- д) галлий – серебро;
- е) никель – кобальт.

В пределах южной части Снежнянской площади расположен участок Саур-Могильский Амвросиевского рудного поля, выделенный по данным глубинного картирования как перспективный для поисков ртути. Установлены первичные и вторичные ореолы рассеяния ртути. Выявлены вторичные ореолы рассеяния ртути с содержанием  $2 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-5}$  % и расположены между Ольховским и Саур-Могильским надвигами и к западу от них.

Один из первичных ореолов прослежен на участке, расположенном на северо-западе между Ольховским и Саур-Могильским надвигами и характеризуется повсеместными высокими содержаниями ртути (от  $1 \cdot 10^{-5}$  до  $4 \cdot 10^{-3}$  %).

В этой же части площади выявлены многочисленные ореолы рассеяния свинца, ванадия, галлия, никеля, кобальта, молибдена, лития, меди, мышьяка, цинка, серебра низкой и средней интенсивности.

Для изучения закономерностей распределения ртутных аномалий подсчитывалась линейная продуктивность по пробам, в которых установлены значи-

мые ( $3 \cdot 10^{-6}$  % и более) содержания ртути. В возрастном отношении максимальная продуктивность ртути приурочена к свите  $C_2^0$  – 73 % от установленной суммарной продуктивности по площади. Максимальные продуктивности в свите  $C_2^0$  имеют сланцы песчаные – 53 % установленной суммарной продуктивности по площади.

Наибольшие значения продуктивности отмечены в южной части исследуемой площади – на участке с интенсивным развитием дизъюнктивной тектоники.

Рассмотрение результатов расчетов содержаний ртути дает основание сделать вывод, что самыми высокими содержаниями ртути характеризуются песчаники – 11.2 % и сланцы песчаные – 11.3 %. В возрастном отношении песчаники и сланцы песчаные свиты  $C_2^3$ , песчаники свиты  $C_2^3$  характеризуются наибольшими значениями, соответственно 12.5, 17.7, 11.3 %).

Полученные результаты позволяют сформулировать следующие основные выводы:

1. Установлены основные параметры распределения химических элементов в породах нижнего и среднего карбона свит  $C_1^4$ ,  $C_2^0$ ,  $C_2^1$ ,  $C_2^2$ ,  $C_2^3$ .

2. Выявлены аномалии целого ряда элементов: свинца, ванадия, никеля, хрома, германия, кобальта, висмута, олова, лития, меди, иттербия, бария, иттрия, цинка, скандия, серебра, ртути.

3. Содержания ртути в аномалиях превышают местный геохимический фон в 10-100 раз. Такие аномальные содержания характерны для участков, расположенных в южной части площади с интенсивным развитием дизъюнктивной тектоники.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разрывные нарушения угольных пластов (по материалам шахтной геологии) / И.С. Гарбер, В.Е. Григорьев, Ю.Н. Дупак [и др.]. – Л.: Недра, 1979.– 190 с.

---

#### REFERENCES

1. Garber, I.S., Grigoryev, V.Ye., Dupak, Yu.N. and others (1979), *Razryvnye narusheniya ugolnykh plastov (po materialam shakhtnoy geologii)* [Break disturbances of coal layers (on materials of mine geology)], Nedra, Leningrad, USSR.

---

#### Об авторе

**Курмелев Игорь Иванович**, кандидат геологических наук, доцент кафедры минералогии и петрографии, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет» Министерства образования и науки Украины (Государственное ВУЗ «НГУ» МОН Украины), Днепропетровск, Украина, [07308@rambler.ru](mailto:07308@rambler.ru)

#### About the author

**Kurmelev Igor Ivanovich**, Candidate of Geological Sciences (Ph.D), Associate Professor in Department of mineralogy and petrography, State Higher Education Institute «National Mining University» of the Ministry of Education and Science of Ukraine (State HEI «NMU», MES of Ukraine), Dnepropetrovsk, Ukraine, [07308@rambler.ru](mailto:07308@rambler.ru)

---

**Анотація.** Вивчення аномальних накопичень рідкісних елементів в зонах тектонічних порушень залежно від літологічного типу вміщуючих вугілля порід. Головна задача досліджень полягає у виявленні геохімічних аномалій і в оцінці їх екологічної значущості. В розрахунках використовувалося поняття «геохімічний фон», як «середнє значення» для діапазону значень, які вважаються нормальними і як показник концентрації, яка вказує, в скільки разів вміст елементу в даній точці вище за рівень фону. Виконаний аналіз аномального змісту рідкісних елементів в літологічних типах вміщуючих порід з прив'язкою до тектонічних порушень і вугільних пластів, гірничі виробки по яких розкрили порушення з великими амплітудами зсуву, розвиненим у Сніжнянській площі. Вперше для тектонічних порушень Сніжнянської площі виявлений аномальний вміст рідкісних елементів в літологічних типах вміщуючих порід. Проведені дослідження дозволять розширити уявлення про накопичення рідкісних елементів в зоні тектонічних порушень, що є «геохімічними бар'єрами» при розподілі аномального змісту елементів.

**Ключові слова:** тектонічні порушення, рідкісні елементи, геохімічний фон, аномальний зміст елементів

**Abstract.** Anomalous accumulation of rare elements was studied in zones of tectonic disturbances depending on lithologic type of coal-contained rocks. Main task of the research was to identify geochemical anomalies and assess their ecological importance. In the calculations, the author uses a term "geochemical background" as "average" for a range of values that are considered normal and as a concentration index which indicates how many times content of the element at a given point is greater than the background. The anomalous contents of the rare elements are analyzed in enclosing rocks of lithologic types with reference to tectonic disturbances and coal beds mining of which revealed disturbances with great amplitudes of displacement which is very developed in the Snezhnyansk area. It is for the first time when anomalous contents of rare elements were detected in enclosing rocks of lithologic types of the Snezhnyansk area. The research will enhance understanding of rare element accumulation in zone of tectonic disturbances which are "geochemical barriers" for distribution of anomalous contents of rare elements.

**Keywords:** Tectonic disturbances, rare elements, geochemical background, anomalous contents of rare elements.

*Статья поступила в редакцию 10.01. 2013*

*Рекомендовано к публикации д-ром геол.-мин. наук В.А. Барановым*



УДК 622.451.001.24

**В.О. Трофимов**, канд. техн. наук, доцент,  
**О.Л. Кавсра**, канд. техн. наук, доцент  
(ДонНТУ)

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕВЕРСИВНОГО РЕЖИМУ ВЕНТИЛЯЦІЇ ШАХТИ**

**В.А. Трофимов**, канд. техн. наук, доцент,  
**А.Л. Кавера**, канд. техн. наук, доцент  
(ДонНТУ)

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕВЕРСИВНОГО РЕЖИМА ВЕНТИЛЯЦИИ ШАХТЫ**

**V.A. Trofimov**, Ph.D. (Tech.), Associate Professor,  
**A.L. Kavera**, Ph.D. (Tech.), Associate Professor  
(DonNTU)

## **COMPUTER SIMULATION REVERSE MODE MINE VENTILATION**

**Анотація.** Стаття присвячена новій методиці комп'ютерного моделювання реверсивного режиму вентиляції на вугільних шахтах України. Розглянуто умови та складності використання реверсивного режиму вентиляції при виникненні пожежі. Запропоновано декілька сценаріїв комп'ютерного моделювання цього аварійного вентиляційного режиму за допомогою фахового програмного забезпечення. Сценарії передбачають використання різних ступенів складності моделювання та різне інформаційне забезпечення. Важливою є також фахова оцінка результатів моделювання і визначення наступного кроку у сценарії. При складанні сценаріїв моделювання для умов певної шахти слід співвідносити дії у реальному часі і їх аналогії в комп'ютерній програмі. Моделювання пожежі в реверсивному режимі вентиляції дозволяє оцінювати стійкість потоків повітря у похилих виробках і передбачати дії, які забезпечують безпеку шахтарів на шахтах України.

**Ключові слова:** вугільна шахта, реверсивний режим вентиляції, комп'ютерне моделювання, сценарій моделювання, моделювання пожежі, гірничі виробки

### **Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами**

У планах ліквідації аварій на вугільних шахтах України, при виникненні пожеж в стволах зі свіжим повітрям та в гірничих виробках, розташованих поряд з тими стволами, передбачають реверсування вентиляції шахти. Ця дія запобігає розповсюдженню пожежних газів по мережі гірничих виробок і рятує шахтарів від отруєння. Реверсування вентиляції шахти передбачають в планах ліквідації аварії на усіх шахтах і двічі на рік перевіряють його ефективність. Правила безпеки містять певні кількісні і якісні показники, які визначають вимоги до цього аварійного вентиляційного режиму. Так, після зміни напрямку руху повітря в шахтних стволах, така ж зміна повинна відбутися в усіх гірничих виробках шахти. Окрім того, витрати повітря в гірничих виробках при реверсуванні вентиляції шахти повинні складати не менше ніж 60% від нормальних витрат.