

19. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Chernaj, V.A., Plyushin, M.A., Dlugashek, Laser ignition of explosive compositions based on di-(3-hydrazino-4-amino-1,2,3-triazole)-copper(II) perchlorate // Combustion, Explosion and Shock Waves Volume 39, Issue 3, May 2003, Pages 335-339
20. Sobolev V.V. OPSIN – A new system of blasthole and deep-hole charges blasting in explosives / V.V. Sobolev, A.V. Chernay, N.M. Studinsky // 5th – International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Sao Paulo, Brazil, 22-25 October 1996. – Sao Paulo, 1996. – P. 441-443.
21. Соболев В.В., Чернай А.В., Чернай В.А., Илюшин М.А. К вопросу о разработке системы лазерного взрывания зарядов ВВ // Высокоэнергетическая обработка материалов. Сб. науч. тр. / Редкол.: Соболев В.В. (Отв. ред.) и др. - Днепропетровск: Арт-Пресс, 1997. – С.63-67
22. Sobolev V., Chernay A. Physics and Chemistry of Materials Treatment // Scientific Reports of Mining, Metallurgy and Materials in Ukraine.– Freiburger Forschungshefte. – 2008. – P. 47–58.
23. Соболев В.В., Чернай А.В., Оболонский Р.В. Элементы оптической системы инициирования зарядов взрывчатых веществ // Перспективы освоения подземного пространства: матер. 5-й междунар научно-технич. конф. аспири и студ, 7-8 апреля 2011. – Д.: НГУ, 2011. – С.114-117.
24. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. –М. Наука, 197. – 885 с.
25. Дерменджан Д. Рассеяние электромагнитного излучения полидиспертными частицами. – М.: Мир, 1970. – 168 с.
26. Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Т. 1. – М.: Мир, 1981. – 280 с.
27. Справочник по специальным функциям / Под ред. М. Абрамовица, И. Стингана. – М.: Наука, 1979. – 832 с.
28. Науменко Е.К., Пришивалко А.П., Кацева Н.Р. Оптимизация вычислительного алгоритма задачи о рассеянии излучения полидисперсными средами // Весц. АН БССР, сер. физ.-мат. наук. –1975. – №1. – С. 71-79.
29. Таблицы физических величин / Под ред. И.К. Кикоина. – М.: Атомиздат, 1976. – 1006 с.
30. Золотарев В.М., Морозов В.Н., Смирнов Е.В. Оптические постоянные природных и технических сред. – Л.: Химия, 1984. -

## **ВИВЧЕННЯ СТАНУ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК НА ШАХТАХ ТОВ «ДТЕК ДОБРОПІЛЛЯВУГІЛЛЯ»**

*Р.М. Терещук, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»*

Розглянуто гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови проведення і підтримки гірничих виробок на шахтах ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля». Виконано аналіз виробничої діяльності ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля». Визначено основні фактори, що впливають на стійкість виробок. Намічено основні напрямки досліджень для вирішення технічних питань поліпшення роботи шахт, що пов'язані з проведенням, кріпленням і підтримкою гірничих виробок.

**Актуальність роботи.** Товариство з обмеженою відповідальністю «ДТЕК Добропіллявугілля» складається з двох шахтоуправлінь «Добропіллявугілля» і «Білозерське», в які входять п'ять шахт: «Добропіллявугілля», «Алмазна», «Білозерська», «Новодонецька» і «Піонер».

Поля шахт розташовані в північно-західній частині Красноармійського вугленосного району Донбасу і являють собою рівнину степового характеру площею близько 1900 км<sup>2</sup>.

Вугленосні відкладення Красноармійського регіону включають понад 50 вугільних пластів робочої потужності. Основна промислова вугленосність пов'язана з відкладеннями світ  $C_2^5$ ,  $C_2^6$ ,  $C_2^7$ , що містять більше 30 вугільних пластів, з яких понад 10 розташовані на значній площі і мають потужність 0,7...2,6 м. Потужність інших пластів не перевищує 0,65 м. Кут падіння

пластів коливається в межах 9...13 градусів.

Балансові запаси кам'яного вугілля в надрах на території району складають, приблизно, 4,5 млрд. т. Одна третина запасів представлена дефіцитним вугіллям, що придатне для коксування. Вугілля слабометаморфізоване марок Д і Г. У центральній частині регіону зосереджене газове вугілля.

Всі шахти забезпечені достатньою кількістю розвіданих запасів. Практично на кожній з них є резервні пласти або блоки, які можуть бути прирізані до шахтам.

Середня глибина розробки складає 715 метрів. Максимальна глибина очисних робіт сягає 983 м (шахта «Алмазна»).

Всі шахти небезпечні за вибухом пилу. Всі пласти, що відпрацьовуються, безпечні за раптовими викидами. 3 шахти є надкатегорні за газом і 2 – третьої категорії.

Розріз шахтних полів на вугільних підприємствах здійснено, як правило, двома центрально-здвоєними вертикальними стволами і капітальними квершлагами. Виняток становить шахта «Алмазна», де крім двох вертикальних стволів на основний горизонт 107 м з поверхні пройдено два похилих стволи (конвеєрний і вантажний).

Схеми підготовки шахтних полів – панельні. Порядок відпрацювання запасів в шахтних полях – від ствола до межі полів. Загальний напрямок виїмки ярусів в межах панелі – низхідний. Відпрацювання ярусів (виїмкових полів) виконується, в основному, зворотнім ходом.

Підготовка панелей відбувається трьома похилими виробками, які проводять по пласту та закріплюються металевим арочним піддатливим кріпленням.

Підготовка ярусів здійснюється ярусними штреками (конвеєрним і вентиляційним), проведеними по простяганню.

Система розробки на всіх шахтах прийнята довгими стовпами по простяганню з довжиною виїмкового стовпа від 700 до 2000 м. Довжина лав зазвичай складає 260...280 м.

Високі темпи інтенсифікації гірничих робіт призвели до суттєвого ускладнення умов розробки на шахтах. З поглибленням гірничих робіт також збільшується ступеневість транспорту. Кількість транспортних ступенів від основного горизонту до очисного вибою становить, в основному, два ступені.

Кількість і протяжність похилих виробок (уклонів і хідників) збільшується. Значна частина цих виробок потрапляє в зону впливу очисних робіт, що знижує їх стійкість, в той час як роль цих виробок в комплексі робіт з видобутку зростає.

На всіх шахтах застосовується 100 % конвеєризація транспортування гірської маси від очисних і підготовчих вибоїв до ствола шахт.

Спосіб провітрювання на шахтах – всмоктувальний. Схема провітрювання, як правило, комбінована.

Для забезпечення шахт повітрям практично на кожній шахті додатково на флангах (рідше в центрі шахтного поля) пройдені вентиляційні стволи або свердловини.

Геологічна будова Красноармійського вугільного регіону характеризується розвиненими осадочними породами середнього і верхнього карбону, що перекриті майже по всій площі більш молодими осадочними породами (кайнозойськими, тріасовий, юрськими), сумарна потужність яких поступово збільшується з півдня на північ, досягаючи на північній межі 520 м.

Літологічний склад порід, що вміщують вугільні пласти, представлений, в основному, аргілітами, алевролітами, пісковиками і, рідше, вапняками.

Основне простягання порід – північно-західне. У південній частині регіону спостерігається невеликий плавний дугоподібний вигин, в зв'язку з чим, простягання порід приймає тут меридіональний напрям.

Напрямок порід змінюється від східного на півдні до північно-східного в центральній і північній частинах регіону. Падіння порід полого і змінюється від 3 до 15 градусів.

Основними розривними порушеннями в регіоні є надвиги субмеридіального напрямку, такі як Селидівський, Красноармійський, Самарський і Центральний. Всі вони перетинають породи в діагональному напрямку по відношенню до їх простягання.

Водоносність відкладень карбону приурочена до тріщинуватих пісковиків і вапняків. За

умовами накопичення і циркуляції води відносяться до тріщинуватих, напірних. Фільтраційні властивості кам'яновугільних відкладень змінюються істотно навіть на невеликих відстанях залежно від їх тріщинуватості, як за глибиною, так і за площею їх залягання.

Вугілля пластів, що розробляються віднесені до VI категорії за класифікацією професора М.М. Протод'яконова з коефіцієнтом міцності  $f = 1,5$ , мають ясно виражену систему тріщин з азимутом  $87...100^0$  і кутом падіння  $87...89^0$ .

Породи грудкуватої текстури з поверхнями ковзання або «кучеряві» з відбитками обвуглілої рослинності мають міцність в 2...3 рази нижче, ніж монолітні. На стійкість порід покрівлі також впливає їх шаруватість і величина зчеплення між шарами.

Наявність води істотно впливає на міцність порід. Тріщинуваті вапняки і пісковики відрізняються високою водообільністю, а безпосередній контакт води з гірськими породами досить негативно позначається на міцності останніх.

Метою роботи є вивчення та оцінка стану гірничих виробок на шахтах ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля».

**Матеріал і результати досліджень.** Дані про гірничо-геологічну будову Красноармійського вугільного регіону, показують, що спорудження і підтримка гірничих виробок шахт ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля» здійснюється в дуже складних умовах. За умовою комплексного показника  $\theta = R_c k_c / \gamma H$ ,  $R_c$  – міцність порід;  $k_c$  – ступінь порушеності масиву;  $\gamma H$  – геостатичний тиск в масиві, умови підтримки гірничих виробок на шахтах ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля» визначені як важку умови з показником  $0,35...0,43$ .

Гірські породи, що мають низьку міцність, слабку стійкість, втрачають свою міцність при насиченні їх водою, схильні до здимання, а також наявність ряду геологічних порушень, повною мірою відбиваються на стані протяжних гірничих виробках шахт.

Загальна протяжність щорічно підтримуваних виробок на шахтах ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля» становить близько 300 км. Протяжність діючих виробок з року в рік скорочується. Викликано це тим, що зменшується число діючих очисних вибоїв і, відповідно, знижуються обсяги видобутку корисних копалин і проведення розкривних і підготовчих виробок (рис. 1 і 2). Тільки в 2017 році намітилася тенденція до стабілізації видобутку корисних копалин і обсягів спорудження виробок.

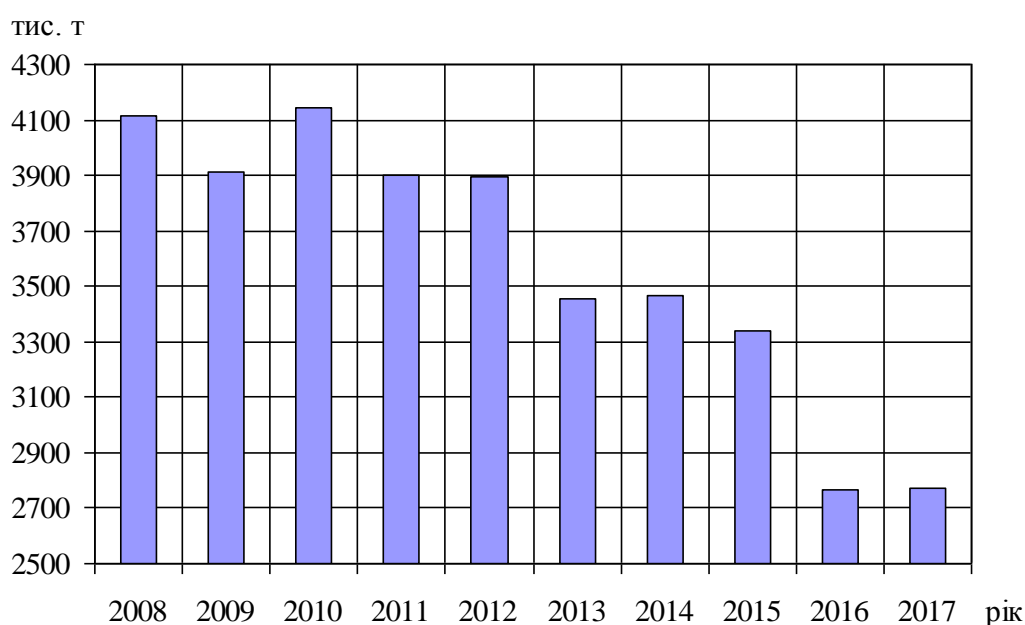


Рис. 1. Обсяги видобутку корисних копалин

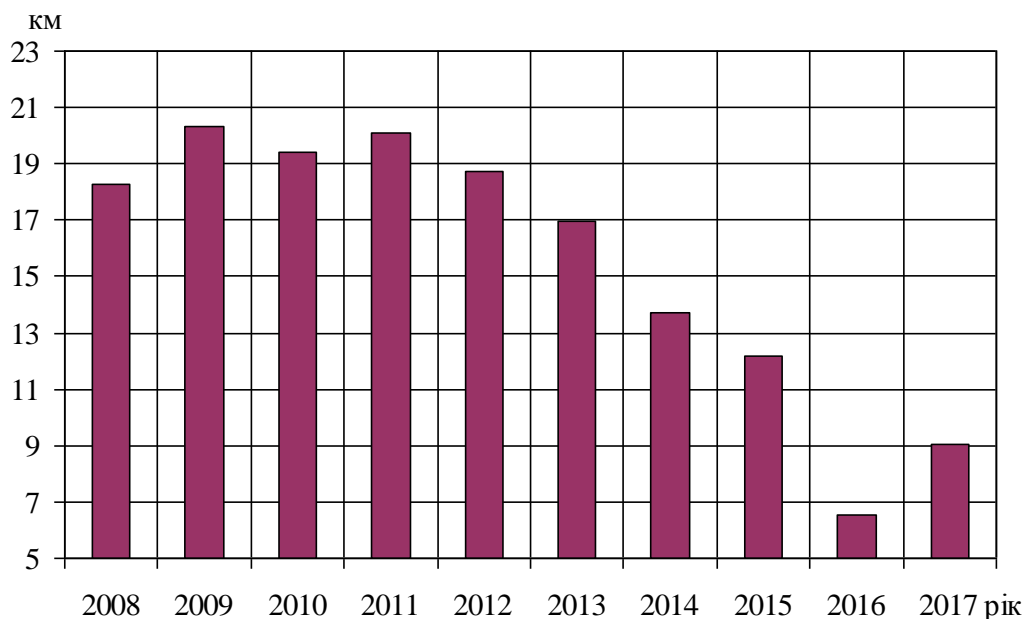


Рис. 2. Протяжність проведених виробок

Для забезпечення працездатності шахт в дуже незначній частині виробок, що підтримуються, виконуються ремонти (рис. 3). Основна частина ремонтних робіт відбувається у виробках, що знаходяться в зоні впливу очисних робіт. Але стан магістральних виробок на шахтах «ДТЕК Добропіллявугілля» можна оцінити як критичний. Так, наприклад, на шахті «Алмазна» в незадовільному стані 33 % виробок, а на шахті «Новодонецька» в незадовільному стані 32,5 % похилих виробок. Середній показник стійкості обстежених виробок становить: похилих – 0,68, підготовчих в зоні впливу лави – 0,59 і підготовчих поза зоною впливу лави – 0,89 [1-3].

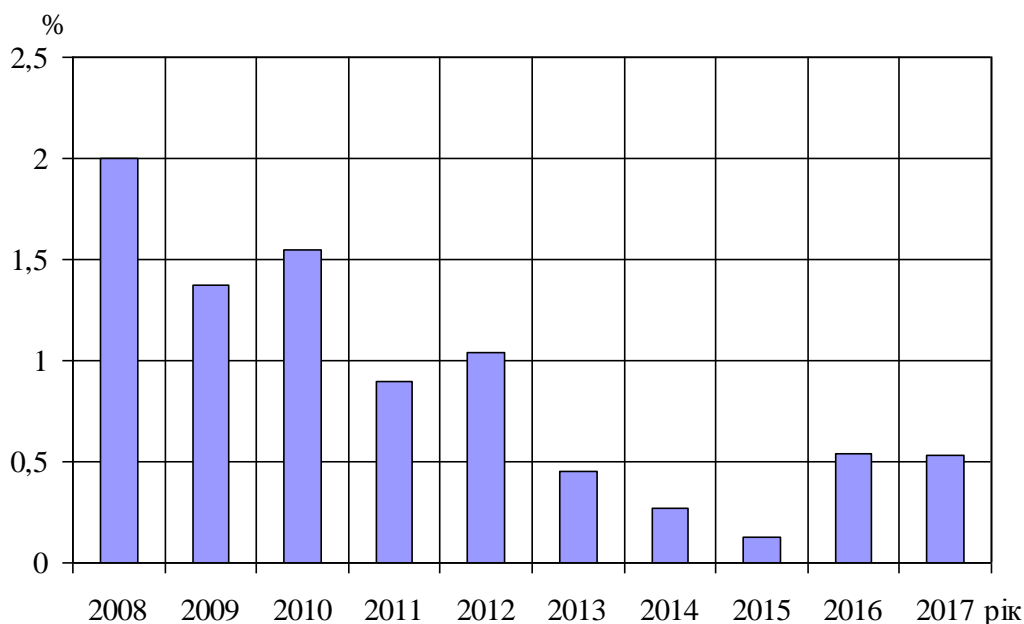


Рис. 3. Відсоток відремонтованих виробок від загальної протяжності

Причин незадовільного стану магістральних виробок: велика глибина ведення робіт; складне тектонічна будова гірського масиву; пластове розташування виробок, що зумовлює наявність нестійких порід на їх контурі; розташування виробок в зонах підвищеного гірського тиску від ціликів, що залишені на суміжних вугільних пластах; великий фактичний термін служби виробок;

багаторазові ремонти (перекріплення) виробок; низька якість кріплення, відсутність зачистки підшви виробок в прохідці. Вищеперелічений комплекс причин зумовлює незатухаючий характер зміщень контуру магістральних похилих виробок, що в результаті й призводить до втрати їх стійкості. Засобами кріплення цю проблему вирішити практично неможливо (рис. 4).

Проведені в останні роки похилі виробки в основному закріплюються комбінованим рамно-анкерним кріпленням на основі КШПУ з СВП27. Щільність встановлення основного кріплення 2 р/м. Щільність встановлення анкерів в виробках змінюється від 7 до 10 шт./п. м. Раніше проведені похилі виробки закріплені за рідкісним винятком звичайним рамним кріпленням КШПУ або навіть АП.

Для збереження необхідної стійкості головних розкривних і підготовчих виробок їх проектування слід виконувати з умови безремонтної підтримки з проведенням тільки планово-профілактичних заходів.

Світовий досвід показав, що при видобутку вугілля пластове розташування магістральних виробок ефективно тільки до глибин 600 м. У випадках перевищення цього значення глибини, необхідно переходити на польову підготовку запасів і розташовувати виробки в міцних монолітних шарах. Закладення виробок в міцних породах дозволяє істотно знизити деформації на їх контурі при звичайних технологіях кріплення.



Рис. 4. Види руйнування кріплення на шахті «Білозерська»

Другим, найбільш ефективним в плані збереження стійкості виробок варіантом, є їх розташування в регіональних зонах розвантаження, створених в межах площі виробленого простору після відпрацювання лав.

Дільничні виробки проводяться завчасно, до початку ведення очисних робіт в напрямку від похилих виробок до меж шахтних полів (панелей). Кріплення КШПУ або КМП з профілю СВП 27. Відстань між рамами змінюється від 0,5 до 1,0 м. Затягування виконується залізобетонною або дерев'яною затяжкою, а також металевою сіткою.

Конвеєрні штреки при підготовці лав проводяться і підтримуються в незайманому гірському масиві. Вентиляційні штреки розташовуються вприсічку до виробленого простору відпрацьованих лав на відстані 1-4 м від крайової частини вугільного пласта.

В останні роки в дільничних виробках активно використовується комбіноване рамно-анкерне кріплення. Це дозволило розпочати програму впровадження технології повторного використання виробок.

Основні причини незадовільного стану дільничних виробок: велика глибина ведення робіт; складна тектонічна будова гірського масиву, локальна обводненість виробок; відносно велика потужність вугільних пластів; низька якість кріплення виробок в прохідці; засипання породою підшви виробок на всіх етапах її експлуатації; в підготовчому вибої відсутня зачистка підшви після проведення; засипання підшви попереду очисного вибою лавним скребковим перевантажувачем; засипання підшви на сполученні з очисним вибоєм; наявність зон ПГТ (підвищеного гірського тиску) від ціликів і крайових частин, що залишені на суміжних вугільних

пластах; робота без флангових виробок не дозволяє мати повноцінне прямоочне провітрювання, обмежує довжину тупика, що підтримується позаду першої лави і призводить до необхідності спорудження перемичок, при цьому виробка не обстежується і не може своєчасно ремонтуватися.

Найбільш неефективним способом розташування дільничних виробок на шахтах Добропільського району є їх проведення вприсічку до виробленого простору. Альтернативою присічним дільничним виробкам є перехід на повторне використання штреків з підтримкою та охороною по системі ДТЕК. Перший досвід застосування цієї технології на шахтах Добропілля показав непогані результати.

Найефективнішою технологічною схемою реалізації повторного використання дільничних виробок є комбінована система розробки з виїмкою запасів зворотним ходом і прямоочним провітрюванням. Вона передбачає наявність флангової вентиляційної виробки або випереджувальну підготовку наступного стовпа.

При будь-якому варіанті розташування і проведення дільничних виробок вони повинні закріплюватись комбінованим рамно-анкерним кріпленням.

У дільничних виробках, що використовуються повторно, при підході лави додатково можуть встановлюватися анкери для зміцнення бровки та берми і виконуватися зачистка підосви виробок.

Для підвищення несучої спроможності основного кріплення дільничних виробок рекомендується використовувати новий профіль з низьколегованої сталі 20Г2АФ.

Проведення виробок в зонах ПГТ супроводжується підвищеними деформаціями їх контуру і кріплення. У зв'язку з цим необхідно передбачати додаткові заходи щодо посилення кріплення.

Для підвищення несучої спроможності основного кріплення в зонах ПГТ рекомендується використовувати СВП-профіль з низьколегованої сталі 20Г2АФ.

**Висновки.** Аналіз діяльності ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля» за останні роки показує, що після багаторічного зниження видобутку корисних копалин, намітилася тенденція до стабілізації обсягів видобутку вугілля та спорудження виробок і підвищення продуктивності праці. Спорудження і підтримка підземних гірничих виробок на шахтах здійснюється в дуже складних гірничо-геологічних і гірничотехнічних умовах. Успішне вирішення питання забезпечення стійкості капітальних і підготовчих гірничих виробок може бути досягнуто при застосуванні нових технологій проходження виробок і використанні більш ефективних і металозберігаючих видів кріплення.

Подальші дослідження будуть спрямовані на удосконалення способів проведення і кріплення виробок, із застосуванням різних ресурсозберігаючих видів кріплення, в умовах шахт ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля».

#### Список літератури

1. Халимендик Ю.М. Шахтные исследования состояния наклонных выработок / Ю.М. Халимендик, В.Ф. Панибратченко, Р.Н. Терещук, Е.А. Колесниченко, А.Е. Григорьев // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. – 2011. – Вип. 94. – С. 229–238.

2. Терещук Р.Н. Обследование состояния горных выработок на шахтах шахтоуправления «Добропольское» ООО «ДТЭК Добропольеуголь» / Р.Н. Терещук, А.Е. Григорьев // Проблеми гірського тиску. – 2012. – №1 (20) – №2 (21). – С. 68–85.

3. Терещук Р.Н. Экспериментальные исследования и оценка состояния горных выработок на шахтах шахтоуправления «Белозерское» ООО «ДТЭК Добропольеуголь» / Р.Н. Терещук, А.Е. Григорьев // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва” – 2012. – Вип. 2 (10). – С. 60–67.

4. Терещук Р.Н. Крепление капитальных наклонных выработок анкерной крепью : монография / Р.Н. Терещук. – Д.: НГУ, 2013. – 150 с.

5. Терещук Р.Н. Анализ состояния горных выработок на шахтах ООО «ДТЭК Добропольеуголь» / Р.Н. Терещук // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2014. – №1(34)-2(35) – С. 16–21.