

5. Медведева О.А. Производственная мощность глубоких карьеров и пути ее повышения. / Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов. - г. Днепропетровск.-2007.-№72.- С. 138-144.

6. Солодовник Л.М., Медведева О.А. Пивень Целесообразность и экономическая эффективность ввода комплекса циклично-поточной технологии /Національний гірничий університет. Форум гірників-2008. Дніпропетровськ НГУ, 2008. - С. 177 – 182.

7. Медведева О.О. Управління виробничою потужністю глибоких залізрудних кар'єрів на основі формування їх робочої зони // Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Дніпропетровськ, 2010.

УДК. 622.273: 622.272.3

В.Ю. Медяник, к.т.н.,
А.В. Яворський, к.т.н.
(НГУ)

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗРОБКИ ПОЛОГИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ НА ВЕЛИКИХ ГЛИБИНАХ

Рассматриваются вопросы по отработке пологих угольных пластов на больших глубинах при столбовой, сплошной и комбинированной системах разработки. Выполнена оценка эффективности от применения комбинированной системы разработки в сравнении с столбовой с целью улучшения технико-экономических показателей, безопасности работы и экологии.

EFFICIENCY OF THE COMBINED MINING METHOD FOR THE FLAT COAL SEAMS AT BIG DEPTHS

The problems on working off declivous coal layers and systems of development on deep horizontes are look out. The estimation of efficiency is executed from application of the combined system of development, the ways of winning works improvement for slice seams mining on deep horizontes are given with goals of improvement of technical-economical factors, work safety and ecology.

Проблема і зв'язок з науковими і практичними завданнями. В умовах, які зложилися у вугільній промисловості України, в період економічної світової кризи, забезпечення потреб народного господарства України у вугіллі повинне здійснюватися, в основному, за рахунок стабілізації й нарощування обсягу видобутку на діючих шахтах. Виходячи з цього, варто змінити погляди на своєчасну підготовку й відпрацьовування виїмкових стовпів.

До будь-якої системи розробки вимагаються такі основні вимоги як безпека ведення робіт, економічність, охорона надр і навколишнього середовища. На практиці при виборі раціональної схеми враховуються переважно гірничо-геологічні й гірничотехнічні фактори, але абсолютно не враховуються витрати по підготовці очисних вибоїв до видобутку. Несвоєчасна підготовка очисної лінії вибоїв, поряд з іншими причинами, обумовили кризовий стан вугільної промисловості й привели до зниження обсягів видобутку вугілля.

Так, дотепер основною системою розробки вугільних пластів була система розробки довгими стовпами з виїмкою за підняттям (падінням) й за простяганням. Причому відпрацьовування довгими стовпами по повстанню значно перевершувала відпрацьовування лавами по простяганням.

Одним з головних переваг стовпової системи розробки є повний поділ у часі й просторі очисних і підготовчих робіт, що створює сприятливі умови

для застосування високопродуктивних очисних комплексів “нового покоління”, що забезпечують навантаження на лави. Підтвердженням цьому служить те, що практично всі лави-тисячники відпрацьовують вугільні пласти довгими стовпами. До переваг даної системи розробки варто також віднести: детальну розвідку пластів в межах виїмкового поля; можливість безнішевого виїмання вугілля в лаві; забезпечення постійної довжини лави у виїмковому стовпі, особливо при відпрацьовуванні пластів за підняттям; підвищення надійності роботи підземного транспорту. Це доведено в роботі [1, 2, 3, 4 та ін], що зі збільшенням глибини розробки стійко знижується участь на долях стовпкової системи розробки. При цьому питома вага комбінованої й суцільної систем розробок зростає. У подальшій перспективі освоєння глибин 1400-1600 м, тому варто очікувати подальшого збільшення питомої ваги суцільної й комбінованої систем розробок.

Об'єктивно розглядаючи переваги стовпкової системи, спробуємо оцінити її з позицій сьогодення. Ця система розробки, незважаючи на очевидні переваги, завдяки яким вона є основною на шахтах Донбасу, має й істотні недоліки. Відзначимо їх з обліком деяких економічних і екологічних факторів.

Практично на всіх шахтах відбувається розрив у часі між закінченням відпрацьовування виїмкових стовпів і підготовкою нових. Через відсутність у наявності високоєфективних і надійних прохідницьких комбайнів темпи проведення виїмкових штреків дуже низькі. На підготовку стовпа довжиною 1200-1500 м при середньому темпі проведення конвеєрного й вентиляційного 80 м потрібно до 1,5 років. Проведення розрізної печі й монтаж очисного встаткування в ще більшому ступені збільшує розрив у часі. Результатом цього є зменшення кількості діючих очисних вибоїв і, як наслідок, зниження обсягів видобутку й погіршення всіх техніко-економічних показників шахт.

У економічних умовах, які посталися, у шахт немає коштів на закупівлю високопродуктивних очисних механізованих комплексів. А саме при відпрацьовуванні виїмкових стовпів зворотним ходом такими “комплексами нового покоління” проявляються головні переваги стовпкової системи.

На глибині 600-1000 м при відпрацьовуванні пластів зростає гірський тиск, температура, газонасиченість, небезпека раптових викидів вугілля й газу, а також гірських ударів. Як відзначалося вище, у перспективі освоєння глибин більше 1500 м, на яких очікується в ще більшому ступені погіршення гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов при попередньому оконтурюванні запасів підготовчими виробками, які ще складніше буде підтримувати.

Вся порода від проведення виїмкових хідників (штреків) видається на поверхню, що призводить не тільки до витрат на її транспортування, але й до забруднення навколишнього середовища. Вугілля, що залишається в гірській масі, попадає на терикон, займається й завдає шкоди навколишньому середовищу і здоров'ю населення. Ніхто не враховує, що в майбутньому необхідні засоби на гасіння терикона, його озеленення або ліквідацію після закриття шахти.

У зв'язку зі збільшенням глибини розробки стали переходити зі стовпкової

на комбіновану систему розробки з проведенням конвеєрного хідника (штрека) слідом за очисним вибоєм. Основна причина такої тенденції - погіршення стану виробок і підвищена трудомісткість їх підтримання в масиві, особливо при стовповій системі, у зоні випереджального опорного тиску від очисних робіт.

Опис механізмів поводження порід навколо підготовчих виробок, які охороняються за очисним вибоєм за допомогою штучних огорожень, у літературі досить численні й присвячені, як правило, до конкретних гірничо-геологічних умов.

При суцільній і комбінованій системах розробки порода закладається в бутові смуги. За останні п'ять років вони знову почали широко застосовуватися на різних глибинах, особливо при відпрацюванні викиднебезпечних пластів. У сучасних умовах чітко виявилися переваги комбінованих і суцільних систем розробок, а саме:

- швидкий розвиток фронту очисних робіт;
- ефективне провітрювання очисних вибоїв відособленим струменем повітря;
- невелика кількість довгих туликових підготовчих вибоїв.
- виймальні хідники (штреки), проведені за лавою, не потрапляють у зону випереджального опорного тиску, при охороні породними смугами перебувають у досить стійкому стані й придатні для повторного використання, біля 20-30% зсувів порід по вертикалі реалізується на ділянці від очисного до прохідницького вибою, не впливаючи на кріплення у виробку;
- забезпечується стійке провітрювання дільниці, нормалізація теплового режиму й збереження більш сприятливих умов для пересування людей і доставки матеріалів до вибою;
- знижується обдимання порід підосви й поліпшуються показники добування й повторного використання металокріплення з виробок, що погашаються, і виробок підтримуваних за лавою;

Вважається, що при стовповій системі розробки створюються більш сприятливі умови для експлуатації очисних механізованих комплексів, чим при суцільній і, частково, комбінованій. Це характерно для роботи в нормальних гірничо-геологічних умовах при гарній стійкості виймальних хідників (штреків). Якщо ці умови несприятливі, то комплекси працюють погано, про що свідчать багато статистичних даних. У порівняльних розрахунках економічної ефективності при виборі механізованого комплексу не завжди враховуються витрати на попередню підготовку стовпів. Для суцільної системи розробки необхідно провести відкаточний і вентиляційний хідники (штреки) від бремсберга або похилу на відстань від охоронного цілика (до 60-80 м), потім виймальні хідники (штреки) з'єднати розрізною піччю, звідки й почнуться очисні роботи. При комбінованій системі одна виробка вже пройдена і повторно використовується при відпрацюванні суміжного наступного виймального стовпа, а при підготовці запасів до виймання необхідно провести один конвеєрний хідник (штрек) і розрізну піч, змонтувати очисне встаткування. З поча-

твом видобувних робіт очисний й підготовчі вибої рухаються за підняттям (падінням) або за простяганням пластів в напрямку від бремсберга (похилу) до границь панелі. При варіанті суцільної системи розробки з випереджальною виробкою і відставанням штреку відзначимо, що відкаточний бортовий хідник (штрек) буде зазнавати вплив від очисного поперед лави, а за ним — вплив завислих порід покривлі з боку вугільного масиву.

При переході гірничих робіт на великі глибини стовпова система розробки, що повсюдно застосовувалася раніше, почала втрачати свої переваги внаслідок значного розриву в часі між завершенням відпрацьовування виїмкових стовпів і підготовкою нових, а також через низьку стійкість підготовчих виробок, що стримує посування лав. Значні матеріальні й трудові витрати на перекріплення штреків поперед лав викликають збільшення вартості вугілля й погіршення інших техніко-економічних показників видобувних ділянок. Збільшення глибини розробки негативно позначилося на стані підготовчих виробок при стовповій системі розробки, внаслідок чого витрати на ремонт і трудомісткість робіт різко зросли.

Переваги суцільних систем розробок є малий первинний обсяг проведених виробок при підготовці нового очисного вибою, у зв'язку із чим ці системи знаходили широке застосування в початковий період розвитку вугільної промисловості й у післявоєнний відбудовний період. До недоліків варто віднести більші витрати повітря через вироблений простір, відсутність можливостей для дорозвідки пластів у виїмальному полі, його осушення й дегазації, що затрудняє застосування й знижує ефективність використання сучасних високопродуктивних комплексів. У зв'язку із цим суцільні системи розробки застосовувалися при розробці тонких газоносних пластів на глибоких горизонтах з нестійкими породами, що вміщують, у тому числі схильних до обдимання, а у варіанті з проведенням штреків слідом за очисним вибоєм (на одиночних незахищених пластах, небезпечних по раптовим викидам вугілля й газу й гірничих ударів).

При суцільній системі розробки найчастіше застосовувався самий нераціональний, з погляду охорони виробок, варіант із випереджальною відкаточною виробкою. Останнім часом широко розповсюджений варіант суцільної системи розробки із проведенням відкаточної й вентиляційної виробок слідом за вибоєм лави. У цьому випадку збільшується обсяг породи, що підривається у двох хідниках (штреках) і закладання її у вироблений простір, що стримує темпи проведення бортових хідників (штреків), тому що при цій системі розробки прохідницькі роботи ведуть одночасно на тій же території, що й очисні роботи.

Таким чином, суцільна система розробки при роботі очисних й підготовчих виробок обумовлює виникнення протиріч між їх переміщеннями.

При стовповій системі розробки виникає протиріччя між очисною виробкою, що рухається, і нерухомою в цей час підготовчою, що без надробки або підробки втрачає свою стійкість у часі. В міру інтенсифікації очисного виїмання обсяг ремонтних робіт настільки зростає, що виїмальні штреки не вла-

ється підтримувати в задовільному стані, а це стримує інтенсифікацію очисного виймання. На певному етапі потенційні можливості застосовуваного варіанта системи розробки поступово виснажуються, а недоліки його проявляються все більшою мірою й спричиняють зростаючий негативний вплив на процес виробництва.

На кожному етапі розвитку вимоги до варіантів систем змінюються. Тому на різних етапах розвитку та інші властивості варіантів систем – можливість швидкої підготовки очисної лінії вибоїв, простота схем підготовки виймальних ділянок, можливість територіального відділення очисних робіт від підготовчих у межах ділянки, можливість підсвіжіння вихідного струменя повітря стає головним і вимагає швидкого розвитку.

При комбінованій системі розробки пологих пластів як по підняттю (падінню), так і по простяганню вентиляційний бортовий хідник (штрек) проведений на всю довжину виймального стовпа й погашається після проходження лави (прояв елемента стовпової системи розробки), а конвеєрний проводиться в міру просування очисного вибою, підтримується для повторного використання як вентиляційного (рис. суцільної системи розробки).

Аналіз зміни питомої ваги систем розробок у вугільній промисловості України свідчить про те, що на глибині до 600 м відсоток використання стовпової системи розробки становить 68%, комбінованої – 19%, суцільної – 13%. Зі збільшенням глибини питома вага стовпової системи зменшується [2,3] (див. рис. 1.).

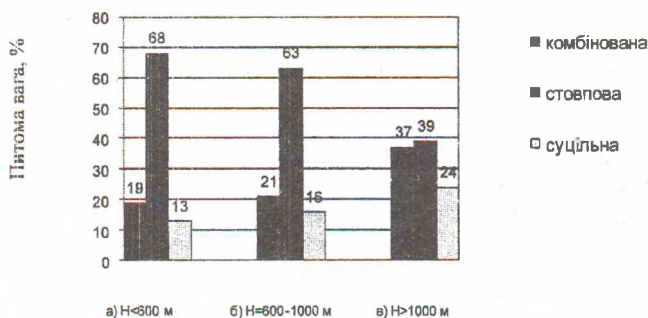


Рис. 1. - Питома вага систем розробки у вугільній промисловості України

У перспективі виймання пластів потужністю менше 0,8 м буде проводитися в 50% очисних вибоїв з малостійкою покрівлею на пластах $m = 0,8$ м, бли-

зко 70% лав будуть працювати в умовах нестійких покрівель. Це ускладнює оконтурювання запасів підготовчими виробками й ускладнює їх підтримання, у зв'язку з чим перспектива переходу на комбіновану й суцільну системи розробки значно розширюється.

Відпрацювання лавами по підняттю й падінню дозволило при складній гіпсометрії мати постійну довжину очисного вибою, прямолінійні виїмкові виробки, скоротити кількість транспортних ланцюгів (ступенів), обсяг капітальних робіт і строк підготовки вибоїв, забезпечити більш високий рівень концентрації гірничих робіт, полегшити перехід на безціликове виймання вугілля через наявність готових основних виробок (штреків) для проведення з них виймальних хідників з присіканням до виробленого простору.

Як при роботі лавами по простяганню, так і по підняттю (падінню) ефективно використання механізованих виймальних комплексів вимагає застосування стовпкової системи розробки в силу її раніше зазначених переваг.

На пластах з нестійкими породами, де повторне використання виробки неможливе, необхідно заново проводити виймальний штрек за лавою для розподілу метану по джерелах його надходження, а також при газовиділенні з виробленого простору менш 40% від газовиділення на ділянці й складності утримання виймальних штреків у масиві доводиться, якщо це можливо за умови самозаймання вугілля, переходити на суцільну систему розробки із проведенням бортового хідника (штрека) слідом за лавою.

При розгляді переваг і недоліків суцільних і стовпових систем розробок можна зупинитися на “золотій середині” – комбінації стовпкової й суцільної систем розробок призводять до комбінованих систем розробки. Тим більше, що зі збільшенням глибини розробки така тенденція зростає.

Постановка завдання. Завданням даної роботи є розробка розрахункового методу для визначення економічної оцінки й визначення ефективності при стовпковій і комбінованій системах розробки.

При виконанні розрахунків приймалися до уваги вартісні показники на виконання, в основному, операцій технологічних процесів: проведення, охорони та ремонту виробок, видачі породної маси від проведення виробок на поверхню. Крім того, урахувалися витрати на матеріали кріплення виробок і амортизаційні відрахування експлуатаційного устаткування для провітрювання виробок, проведених при підготовці стовпа.

Виклад матеріалу й результати. Обсяг виконуваних робіт, а також витрати по зарплаті й матеріалам, наведені в табл. 1, визначалися на підставі фактичних даних служби ВППЗ і розрахунків за нормативною документацією для ведення підготовчих робіт на шахті “Прогрес” ДП «Торезантрацит».

По шахті “Прогрес” на глибинах понад 1200 м в умовах стовпкової системи розробки на пласті h_8 ускладнилася підтримка бортових хідників не тільки в зоні дії очисних робіт, але й при проведенні їх у масиві. Прикладом може бути 2-й бортовий хідник ІПІ №3, розташований на глибині 1307 м. Зсуви порід по вертикалі після його проведення за період підтримання 250-300 діб дося-

гали 600-700 мм [1], що з'явилося причиною необхідності проведення робіт з підривання порід підосви і на окремих ділянках перекріплення виробки ще до пуску в роботу нової лави (рис. 2 і 3).

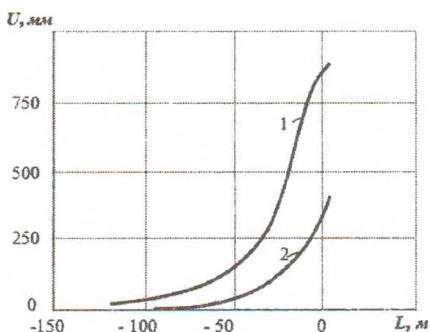


Рис. 2. - Графік зсувів порід залежно від відстані до вибою лави й бортового хідника, який підтримується попереду очисного вибою на шахті "Прогрес": 1 – зближення порід покрівлі й підосви; 2 – зближення боків виробки

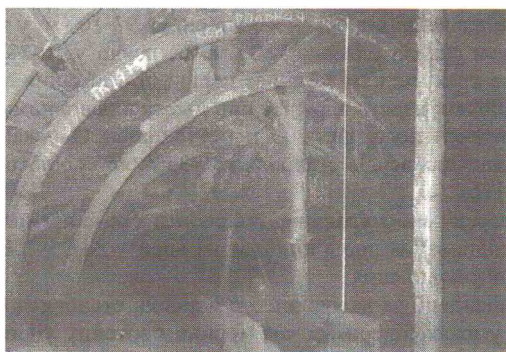


Рис. 3. - Стан 2-го бортового хідника ІІІ №3

Велися також роботи з відбудови перерізу виробки в зоні випереджального опорного тиску через інтенсивність прояву зсувів порід, що характерно і підтверджується дослідженнями [5] у Чистяково-Сніжнянському промисловому районі.

У зоні впливу очисних робіт активізація зсувів контуру починає проявлятися попереду лави на відстані 50-70 м. Максимальні значення деформацій порід у межах 20-30 мм на метр просування лави відзначені попереду очисного вибою в 6-10 м.

На лінії вибою лави зближення порід покрівлі й підшви в штреку досягло 1380 мм (рис. 4).

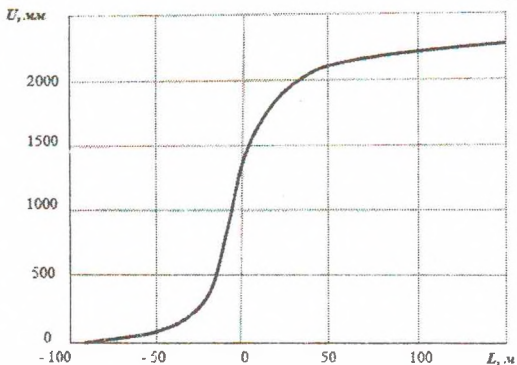


Рис. 4. - Графік зближень порід покрівлі й підшви U залежно від відстані до вибою лави L у 2-му бортовому хіднику ПП №3 шахти "Прогрес"

За вибоєм лави, як видно із графіка, процес зсувів контуру виробки поступово згасає. На віддаленні від очисного вибою на 90-100 м, у зоні виробленого простору, зсуви склали близько 780 мм. За лавою у 80-100 м зменшення висоти виробки з урахуванням зсувів за період підтримання штреку в масиві досягло 2700-2800 мм; втрата перерізу при цьому в основному відбувалася за рахунок більш інтенсивного здимання порід підшви. Опускання покрівлі від загальних вертикальних зсувів становило 30-35%, або по абсолютній величині – 800-900 мм [1].

У 20-25 м попереду вибою лави ведуть роботи з розширення перерізу виробки за рахунок підривання порід підшви на висоту до 0,9-1,1 м, а в окремих місцях – повне перекріплення.

На ділянках ліквідації за лавою висота виробки становила 0,8-1,0 м. У викладених вище умовах підтримка конвеєрних бортових хідників за лавою з метою повторного використання не уявляється можливою. Для підготовки суміжного виймального стовпа (дільниці) необхідно проводити нові або відновлювати майже задавлені хідники.

Як показали спостереження (ще на експериментальній дільниці), у 8-му підвешеному бортовому хіднику на шахті "Прогрес", при проведенні виробки за вибоєм лави, зсуви порід стабілізувалися на відстані 80-100 м, а гранична величина їх 250 мм із боку покрівлі й підшви не перевищувала 450 мм і з боків виробки – 200 мм (див. рис. 5 і 6).

В умовах шахти "Прогрес" досить широко використовується послідовне відпрацювання ділянок лав за комбінованою системою розробки з проведенням тільки однієї конвеєрної виробки слідом за очисним вибоєм.

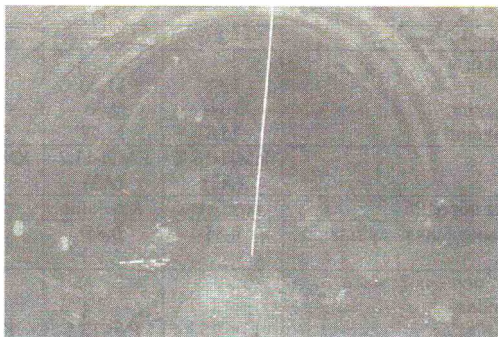


Рис. 5. - Стан 8-го південного бортового хідника ПП №1

Як вентиляційні виробки, що підтримуються тільки попереду вибою лави, використовуються повторно бортові хідники, відпрацьованої раніше ділянки.

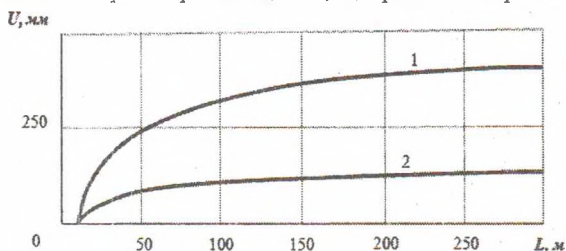


Рис. 6. - Графік зсувів порід залежно від відстані до вибою лави в 8-му південно-му бортовому хіднику шахти "Прогрес": 1 – зближення порід покрівлі й підосви; 2 – зближення боків виробки

З викладеного виходить висновок, що підтримання виробок при комбінованій системі розробки більш ефективне, ніж при стовповій. Тому економічна оцінка цих систем здійснювалася за витратами на підготовчі роботи, виключаючи витрати на ведення очисних і маючи на увазі їх ідентичність (однакову довжину очисного вибою й застосовувану виймальну техніку). Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності комбінованої системи розробки наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Зведена таблиця вихідних даних для розрахунку економічної ефективності

Гірничотехнічні й вартісні показники	2-га лава ГПП № 3		7-ма південна лава ГПП № 1	
	підготовчі виробки, що примикають до лав			
	конвеєрна	вентиляційна	конвеєрна	вентиляційна
	1	2	3	4

1	2	3	4	5
Переріз виробки S , м ² у світлі після осідання при проведенні	13,8 10,0 15,4	11,20 9,00 13,52	11,20 9,00 13,52	11,20 9,00 13,52
Тип кріплення	КМП-13,8 (А3)	КМП-11,2 (А3)	КМП-11,2 (А3)	КМП-11,2 (А3)
Спосіб збирання породи	комбайн	комбайн	ЗУ	—
Щільність установаження кріплення, рам/м	0,85	0,85	0,85	0,85
Об'єм виходу породної маси при проведенні виробки V , м ³ /м т/м	$V_1 = 15,4$ 33,1	$V_2 = 13,5$ 28,35	$V_3 = 9,1$ 22,75	— —
Витрати по видачі породної маси на поверхню (по джерелах ДонВУГІ в ході економічного порівняння по стат- тях витрат (заробітна платня, електро- енергія, амортизація, матеріали, дос- тавка автотранспортом, розрівнюван- ня бульдозерами й розміщення поро- ди), видача 1 т породи на поверхню обходиться), ρ , грн/т	125,22	125,22	—	—
Анкерне кріплення, грн/т	1569	1569	—	—
Сітчасте затягування металеве, м ²	87	87	87	87
Вартість лісоматеріалів K_L , грн/м ²	251,5	251,5	251,5	251,5
Частота перекріплення виробки (за даними шахт), r_p	0,3	0,25	—	0,132
Частота підризки порід підпошви, r_n	2,0	1,0	—	0,69
Відсоток втрат метало-кріплення при ремонті виробок R_p , %	35	—	—	35
Відсоток втрат дерев'яного затягу- вання при ремонті виробок, Z_p , %	100	—	—	100
Амортизаційні відрахування по експ- луатації вентилятора для провітрю- вання виробок ВМЦ-8, вартістю 21750 грн, при ресурсі 4 роки, K_2 , грн/рік	5437,5	5437,5	—	—
Витрати на проведення виробки по зарплаті, грн/м	$Z_{11}=172,48$	$Z_{12}=170,0$	$Z_{11}^1=168,2$	—
Вартість одноразової підризки порід підпошви на $h = 0,9$ м по зарплаті, C_m , грн/м	54,13	51,28	—	45,47
Вартість перекріплення виробки по зарплаті із заміною кріплення й ви- пуском породи C_p , грн/м	172,75	—	—	168,16
Вартість електроенергії по шахті, грн/кВт-год	0,2436	0,2436	—	—

Порівняння витрат на проведення й підтримку виробок при стовповій і комбінованій системах розробки визначалося по формулі (1)

$$C_{\text{еф}} = C_{\text{ст}} - C_{\text{комб}} \quad (1)$$

де $C_{\text{ст}}$ й $C_{\text{комб}}$ – витрати на гірничопрохідницькі роботи відповідно при стовповій (по 2-й лаві ПП № 3) і комбінованій (по 7-й південній лаві) системах на 1 м посування очисного вибою, грн/м.

Тоді

$$C_{\text{ст}} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 \quad (2)$$

$$C_{\text{комб}} = C'_1 + C'_2 \quad (3)$$

де C_1 і C'_1 – витрати на зарплату при проведенні виробок, грн/м;

C_2 і C'_2 – підтримання виробок у зарплаті і матеріалах, грн/м;

C_3 – витрати на видачу породної маси на поверхню з підготовчого вибою й ділянок перекріплення та підривання підосви, грн/м;

C_4 – витрати на закладку породи в бутову смугу, грн/м;

C_5 – витрати на забезпечення провітрювання проведених виробок у масиві при підготовці ділянки, грн/м.

Витрати на гірничопідготовчі роботи в умовах стовпової системи розробки визначаються за наступними формулами:

$$C_1 = C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14}, \quad (4)$$

де $C_{11} = 172$ грн/м; $C_{12} = 170,09$ грн/м; C_{13} – вартість матеріалів на кріплення 1 м проведеної виробки (конвеєрного штреку) (див. табл. 1).

$$C_{13} = K_k + K_s =$$

$$= 0,326 \times 1935 + 0,326 \times 1569 + 0,45 \times 87 + 0,45 \times 251,5 = 1294,63 \text{ грн/м}$$

Тут K_k і K_s – відповідно вартість металокріплення й дерев'яної затяжки (див. табл. 1); C_{14} – вартість матеріалів на кріплення 1 м вентиляційної виробки (штреку),

$$C_{14} = K_{k1} + K_{s1} =$$

$$= 0,252 \times 1925 + 0,252 \times 1569 + 0,35 \times 87 + 0,35 \times 251,5 = 998,96 \text{ грн/м.}$$

$$\text{Разом: } C_1 = 172,48 + 170,09 + 1294,63 + 998,96 = 2636,16 \text{ грн/м}$$

$$C_2 = C_{21} + C_{22} + C_{23}, \quad (5)$$

де C_{21} й C_{22} – витрати у зарплаті на підтримання відповідно конвеєрного й вентиляційного бортових хідників, що складаються з витрат на перекріплення (K_s) і підривання порід підосви (K_d);

$$C_{21} = K_5 + K_6 = C_n \times r_p + C_m \times r_n = 172,75 \times 0,3 + 54,13 \times 2 = 160,09 \text{ грн/м}$$

$$C_{22} = C_{m} \times r_n = 51,28 \times 1,0 = 51,28 \text{ грн/м}$$

C_{23} – витрати за матеріалами відповідно на кріплення (K_7) і затягування затяжками кріплення (K_8);

$$C_{23} = 0,3 \times 1935 \times 0,35 + 0,35 \times 251,5 \times 1,0 = 291,2 \text{ грн/м}$$

$$\text{Таким чином, } C_2 = 160,09 + 51,28 + 291,2 = 502,57 \text{ грн/м}$$

$C_3 = (v_1 + v_2) \rho = (33,1 + 28,35) \times 125,22 = 4622,27 \text{ грн/м}$ – витрати на видачу породної маси із прохідницького вибою на поверхню відповідно з конвеєрного й вентиляційного штреків;

C_4 – витрати на закладання породи в бутову смугу, ураховуються тільки при комбінованій системі розробки [2, 6] 93,18 грн/м,

$$C_5 = C_{51} + C_{52} + C_{53}, \quad (6)$$

де C_5 – витрати, пов'язані з провітрюванням виробок при їх проведенні; C_{51} – амортизаційні відрахування експлуатації вентилятора місцевого провітрювання ВМЦ-8. При річному посуванні проведеного хідника близько 1000 м, то $C_{51} = 2K_2 : 1000 = 2 \times 5437,5 : 1000 = 10,88 \text{ грн/м}$; C_{52} – амортизаційні відрахування експлуатації вентиляційних прогумованих труб на 1 м підтримуваних виробок, $C_{52} = 56,47 \times 2 = 112,94 \text{ грн/м}$ конвеєрної і вентиляційної); C_{53} – вартість витраченої електроенергії при роботі вентилятора ВМЦ із двигуном потужністю 25 кВт протягом доби й посуванні вибою 3 м/добу; $C_{53} = 25 \times 24 \times 2 \times 0,2436 : 3 = 97,44 \text{ грн/м}$

$$\text{Отже, } C_5 = 10,88 + 112,94 + 97,44 = 221,26 \text{ грн/м}$$

Таким чином, загальні витрати на гірничопідготовчі роботи, що доводяться на 1 м посування лави при стовповій системі розробки, дорівнюють. Таким чином, загальні витрати на гірничопідготовчі роботи, що доводяться на 1 м посування лави при стовповій системі розробки, дорівнюють

$$C_{cm} = 2636,16 + 502,57 + 4622,27 + 221,26 = 7982,26 \text{ грн/м}$$

У варіанті комбінованої системи розробки враховуються витрати, пов'язані з проведенням конвеєрної виробки і підтриманням конвеєрної й вентиляційної. Для розрахунку використані комплексні норми виробки і розцінки по цінам 2002 року, наведені [6].

З формули (3) $C'_1 = C'_{11} + C'_{12}$, де $C'_{11} = 168,2 \text{ грн/м}$ – вартість проведення конвеєрної виробки по зарплаті; C'_{12} – витрати на матеріали кріплення конвеєрної виробки:

$$C'_{12} = \rho \cdot K + q \cdot K_1 = 0,252 \times 1925 + 0,35 \times 251,5 = 573,13 \text{ грн/м}$$

$$\text{Отже, } C_1 = 168,2 + 573,13 = 741,33 \text{ грн/м}$$

$$C_2 = C'_{21} + C'_{22} + C'_{23} \quad (7)$$

де C'_{21} – витрати у зарплаті на перекріплення і підбивання порід підшви

(45,47 грн/м) та ліквідація (погашення) вентиляційної виробки (8,67 грн/м) (дані шахти "Прогрес") по 8-му південному бортовому хіднику, $C_{21}' = 54,14$ грн/м;

C_{22}' -- витрати на матеріали кріплення при ремонті виробки:

$$C_{22}' = 0,252 \times 1925 \times 0,132 + 0,35 \times 1,0 \times 251,5 \times 0,132 = 75,65 \text{ грн/м}$$

(0,132 -- частота перекріплення виробки; 0,69 -- частота підривань порід під дошви);

C_{23}' -- витрати на видачу породи при ремонті виробки

$$C_{23}' = 22,75 \times 0,132 \times 125,22 + 22,75 \times 0,69 \times 125,22 = 2341,68 \text{ грн/м}$$

При цьому $C_2' = 54,14 + 75,65 + 2341,68 = 2471,47$ грн/м

Загальні витрати на 1 м посування очисного вибою при комбінованій системі розробки дорівнюють:

$$C_{\text{комб}} = 741,33 + 54,14 + 75,65 + 2471,47 + 93,18 = 3435,77 \text{ грн}$$

При безремонтному підтриманні виробки

$$C_{\text{комб}} = 741,33 + 54,14 + 75,65 = 871,12 \text{ грн}$$

Ефективність від використання комбінованої системи розробки в умовах пластів h_8 по роботах, пов'язаним із проведенням і підтримкою виробок, складе

$$C_{\text{эф}} = C_{\text{ст}} - C_{\text{комб}} = 7982,26 - 871,12 = 7111,14 \text{ грн на 1 м посування лави.}$$

Висновки

Таким чином, з досвіду ведення гірничих робіт, досліджень проявів зсувів порід, а також виконання техніко-економічного аналізу витрат на ділянках є висновок, що підтримання дільничних виробок при комбінованій системі розробки на пласті h_8 на глибоких горизонтах більш ефективне, ніж при стовповій з погляду залишення породи в шахті, зниження обсягів підготовчих і ремонтних робіт у виробках виймальної дільниці, за рахунок того, що виробка не випробовує вплив випереджального опорного тиску, значна частка зсувів порід реалізується на ділянці від вибою лави до прохідницького вибою, що не впливає на встановлене штрекове кріплення, застосування комбінованої системи розробки забезпечує зменшення на 40% загальної величини конвергенції бічних порід у підготовчих виробках на відміну від стовпової, при збереженні високих навантажень на очисний вибій, з поліпшенням техніко-економічних показників, безпеки праці й екології. А також економічна ефективність від застосування комбінованої системи розробки зростає у зв'язку з відсутністю довгих тупикових виробок. Відпадає необхідність у використанні вентиляторів місцевого провітрювання й вентиляційних ставів, апаратури керування вартістю 60 000 грн і більше.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Медяник В.Ю., Медяник Ю.А. Поддержание подготовительных выработок при комбинированной системе разработки на глубоких горизонтах // Мат. конф. Форум горняков -2002 / Науковий вісник НГТУ. - 2002. - №6. -С. 50-52.

2. Медяник В.Ю. Обоснование параметров способа охраны подготовительных выработок при комбинированной системе разработки пологих пластов на больших глубинах / Дис. канд. техн. наук. — Днепропетровск: НГУ, 2005. — 193 с.
3. Морозов И.Т. Охрана выемочных штреков в выработанном пространстве при сплэшной системе разработки (в условиях Красноармейского района Донбасса): Автореф. дис. канд. техн. наук. — Днепропетровск: НГА Украины, 1998. — 16 с.
4. Медяник В.Ю. «Підвищення стійкості підготовчих виробок при розробці пологих вугільних пластів на великих глибинах». / Монографія // Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2009. — 142 с.
5. Туликов Б.Т., Шевченко В.В. Экономическая оценка поддержания выработок при столбовой, сплэшной и комбинированной системах разработки // Технология добычи и совершенствования горного хозяйства шахт Украины. / Тр. ДонУГИ. — 1991. — С. 65-74. —
6. Единные нормы выработки (времени) на горно-подготовительные работы для шахт Донецкого и Львовско-Волынского угольных бассейнов / Донецкий научно-исследовательский проектный и внедренческий центр организации труда в угольной промышленности // Донецк, 1992. — 287 с. Доповнення та зміни до галузевої угоди від 23 березня 2001 року (зареєстровані в Міністрації та соціальної політики України 20 квітня 2001 року за № 43, Київ 2001 р.).

УДК 622.64-531.6

А.С. Минеев асп.
(НГУ)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОРЫХЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ

Розглянуті рекомендації з управління вібророзпушувальною установкою на спеціалізованому вугільно-рудному комплексі порту Южний. В рекомендаціях запропоновані системи автоматизації і управління роботою вібророзпушувальною установкою ВРУ при розпушенні змерзлого вантажу, що поступає у залізничних напіввагонах. Ці рішення були захищені патентом.

RECOMMENDATIONS FOR AUTOMATION OF THE MANAGEMENT VIBROSCARIFIERING UNIT

Management recommendations for the vibroscarifiering unit on the special coal-ore complex of port Yuzhnyi are considered. In this recommendations, the systems of automation and management of the vibroscarifiering process for frozen cargoes which comes in railway wagons are . These decisions were protected by a patent.

В настоящее время транспортировка сыпучих грузов связана с большими объемами перегрузочных работ. В зимнее время работу перегрузочного комплекса существенно осложняет смерзаемость сыпучих грузов и их слипание. Для восстановления сыпучести смерзшихся грузов используются специальные виброрыхлительные установки (ВРУ). Научное обоснование основных элементов ВРУ было ранее выполнено в работе [1]. Владелец техдокументации ВРУ является СП «МЛИАД». С помощью ВРУ в морском порту «Южный» за сутки в зимнее время разгружается до 300 вагонов со смерзшимся углем. Однако система автоматизации управления ВРУ разработана не была. До последнего времени ВРУ управлялась ручным включением каждого двигателя, что снижало её производительность и требовало дополнительных затрат, связанных с привлечением операторов по управлению ВРУ. Поэтому основной целью данной работы является разработка рекомендаций по системе ав-