

К.т.н., доц.. Р.О. Дичковский,
к.т.н. доц.. В.Ю. Медяник,
к.т.н., доц.. В.В. Руських (НГУ)

ГЕОТЕХНОЛОГІЧНЕ ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВИДОБУВАННЯ ТОНКИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ ТЕХНІКОЮ НОВОГО РІВНЯ

Приведены результаты выполненных исследований по разработке научных основ определения параметров геометрических интегрированных систем планирования интенсификации горных работ при разработке угольных пластов высокомеханизированными комплексами. Сделан их анализ определена их целесообразность и сформулированы направления дальнейших исследований.

GEOTECHNOLOGICAL IMITATING MODELING OF EXPLOITATION SYSTEM OF OF THIN COAL SEAMS BY A NEW LEVEL EQUIPMENTS

The researches of scientific definition of parameters of geometrical systems of mining works planning in coal seams extraction by high productive complexes are resulted. The proper analyses are made and directions of further researches are defined.

Вступ Гірнича промисловість України переживає процес реструктуризації. Одним із напрямків збільшення обсягів видобування вугілля в Україні є концентрація гірничих робіт із залученням гірничо-видобувної техніки нового технічного рівня. Залучення у виробництво механізованих комплексів нового технічного рівня приводить до істотної зміни напружено-деформованого стану порід в зоні впливу очисних вибоїв. Динамічний розвиток гірничих робіт, наявність геодинамічних полів напружень у анізотропному середовищі, варіація геологічної і структурної будови масиву на шляху просування очисного вибою приводить до необхідності внесення адекватних змін в технології видобутку вугілля і способи управління гірським тиском. Ефективність роботи системи машин і механізмів вимагає своєчасне прогнозоване корегування технологічних параметрів і технічного складу, адекватної зміни геомеханічної ситуації на видобувній дільниці.

Застосування комп'ютерних систем і розробка програмного забезпечення дає можливість вирішення складних проблем гірничого виробництва і оформлення документації всіх технічних служб гірничих підприємств. Для отримання кінцевої продукції, необхідна розробка раціональних паспортів на ведення очисних і підготовчих робіт, планів ліквідації аварій, розрахунок перевіряння шахти, складання схеми вентиляції і виконання іншої трудомісткої технічної документації.

Забезпечення необхідного рівня ефективності вугільних шахт, які розробляють тонкі пласти в складних гірничо-геологічних умовах, вимагає пошуку і оптимізації технічних рішень. Ці рішення перш за все повинні забезпечувати безпеку робіт і їх високу ефективність. Рішення цієї науково-технічної проблеми повинне бути засноване на системному аналізі економічних аспектів і фізичних закономірностей взаємодії елементів технологічних систем з маси-

вом гірських порід.

Метою роботи є створення фундаментальних основ функціонування геотехнологічного імітаційного моделювання системи інтенсифікації гірничих робіт при видобуванні тонких вугільних пластів.

Сутність питання Сучасна шахта як технологічний об'єкт являє собою більшу й складну виробничу систему. Вона являє собою сукупність багатьох взаємозалежних технологічних ланок і виробничо-адміністративних ділянок і відділів: очисні й підготовчі виробітки, ВШТ, ділянки підйому, вентиляції, енергопостачання, водовідливу, техкомплекса поверхні, підтримки й ремонту виробок адміністративна й виробничо-технологічна служби, і т.д.

Робота всіх ланок шахти взаємозалежна. Однак порушення режиму хоча б в одній ланці поширюється потім і на інші.

По моделюемій структурі шахта ставиться до типу складних систем, оскільки у її складі існує:

- наявність підсистем-посередників і щодо самостійних субсистем: очисний вибій - транспорт-підйом; провітрювання; підтримка й ремонт виробок і т.д.

- тісний взаємозв'язок підсистем і субсистем, наявність зв'язків (прямих і зворотних) між окремими ланками й елементами кожної підсистеми;

- впливу комплексу нового технічного рівню змінюючих в часі й просторі факторів (природних, гірничотехнічних і соціально-економічних);

- наявність явно вираженої ієрархії в структурі шахти.

При цьому на кожному рівні ієрархії шахти є підсистеми з явно вираженими властивостями. Ці підсистеми є самокеруючими системами зі своїми критеріями оптимальності - собівартості по вибоєм, надійність транспорту й т.д.

Таким чином, при створенні імітаційних моделей всієї шахти і її окремих елементів необхідно виходити з їхніх математичних принципів складних систем:

- сукупності взаємозалежних керованих елементів (підсистем), поєднаних технологічними, матеріальними, енергетичними й інформаційними зв'язками, елементів, що мають поряд із власними приватними цілями загальну мету роботи.

Також варто враховувати екологічні аспекти, пов'язані з гірським виробництвом. При застосуванні сучасних механізованих комплексів очисні роботи ведуться із присіканням порід ґрунту або покрівлі. На поверхню видається гірська маса, що містить до 40...60% породи. Ця маса до відправлення споживачеві вимагає, як правило, мокрому збагачення. При цьому виникають значні труднощі з розміщенням породи, що містить сірчисті з'єднання. У районі збагачувальних фабрик у зв'язку із цим істотно погіршується екологічна обстановка. [1, 2]

Підготовчі виробки по тонким пластам із застосуванням комбайнів проходяться суцільним вибоєм і порода видається разом з вугіллям на поверхню й розміщається в породних відвалах.

Для задоволення вимог споживача й успішної конкуренції, що диктується

ринковою економікою, необхідно застосовувати технологію, що забезпечує видобуток вугілля з мінімальним змістом породи, високою продуктивністю праці й невисокими грошовими витратами.

Загальна характеристика сучасної шахти виходячи з її якісних і кількісних параметрів (характеристик) наведена на рис. 1.



- 1 - тип і структура шахти; 2 - технологія видобутку; 3 - схема розкриття шахтного поля; 4 - схема підготовки шахти або її крил; 5 - система розробки; 6 - послідовність відпрацювання пластів; 7 - календарний план виїмки запасів; 8 - вид підземного транспорту; 9 - схема й спосіб провітрювання шахти; 10 - число блоків шахтного поля в одночасній роботі; 11 - число горизонтів, поверхів, панелей у шахтному полі і в одночасній роботі; 12 - число виїмкових полів у поверсі, на горизонті в одночасній роботі; 13 - число одночасно розроблювальних пластів; 14 - число одночасно розроблювальних працюючих вибоїв; 15 - число робочих днів у році, видобувних змін у добу, число годин роботи в зміну; 16 - розміри шахтних полів і блоків; 17 - розміри горизонтів, поверхів, панелей, виїмкових полів; 18 - довжина лави й виїмкового стовпа; 19 - швидкість посування очисних вибоїв; 20 - навантаження на очисний вибій, поверх, панель, блок; 21 - потужність шахти; 22 - площі перетинів виробок

Рис. 1 – Загальна характеристика шахти:

Загальний підхід до вибору параметрів і елементів шахт полягає в тім, що на початку попередньо планується значення й характеристики параметрів шахти, а потім ці значення й характеристики послідовно уточнюються на основі розрахунків і взаємного зв'язування.

Деякі параметри, схеми й рішення можуть бути однозначно визначені природними або гірничотехнічними умовами. Такі параметри, схеми й рішення встановлюються в першу чергу.

Якщо можливі різні значення параметрів і різні рішення, то виділяються варіанти, які оцінюються за прийнятими критеріями ефективності. Обрані зрівнюють на основі техніко-економічного аналізу параметри шахти та уточнюють шляхом взаємного вв'язування.

До появи електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) параметри шахти встановлювалися послідовно. У наш час при використанні ЕОМ є можливість одночасного вибору багатьох параметрів на основі спільної їхньої оптимізації. Для цього складається економіко-математична модель (ЕММ) шахти, що досліджується на ЕОМ. У результаті визначаються самі вигідні параметри шахти.

Установлюється сумісність окремих технологічних рішень, вводяться необхідні обмеження (довжина й посування лави, розміри панелі й виїмкового поля, розмір шахтного поля по падінню й т.д.), визначаються логічні, функціональні й економічні залежності.

Потім роблять ескізне пророблення основних розрахункових варіантів, що дозволяє уточнити прийняті значення визначаємих параметрів і елементів гірського виробництва, здійснюється геометризація технологічних схем, тобто виводяться математичні залежності для визначення геометричних співвідношень між природними факторами (кутом падіння пластів, глибиною розробки, відстанню між пластами та ін.), варьованими вихідними даними й параметрами схем розкриття, підготовки й систем розробки та інше. Важливим етапом є вибір математичного механізму й складання аналітичних виражень для визначення основних параметрів родовища й гірського підприємства. Відповідно до прийнятих варіантів розкриття, схемами розкриття й підготовки шахтних полів, а також функціонально заданими значеннями навантаження на очисної вибій (виїмкова ділянка, пласт) розробляються варіанти календарного графіка відпрацьовування моделюємого шахтного поля. Для кожного варіанта уточнюється обсяг гірничих робіт (довжини протяжних виробок, обсяги камер, довжини робочих пристовбурних дворів), виконуваних у різні періоди існування підприємств (будівництво до здачі шахти в експлуатацію, нарізні роботи в період експлуатації). Аналогічним є процес при проектуванні введення в експлуатацію нових горизонтів і складання імітаційних моделей діючих шахт. При цьому розробляється ЕММ тільки моделюємих процесів на шахті, тобто системи співвідношень (рівнянь, нерівностей, логічних залежностей та ін.), що описує взаємозв'язок між окремими технологічними процесами, об'єктами виробництва й характер функціонування підприємства, підлеглого єдиної мети – одержання найбільшого економічного ефекту капіталовкладень при мінімальних витратах праці та мінімальних капітальних вкладеннях або доцільній собівартості кінцевої продукції.

На основі прийнятого економічного критерію (цільової функції) здійснюється математичний опис (формалізація) окремих видів робіт (процесів, елементів) технологічного ланцюга і їх вартості, виражених як функції змінних величин і вв'язаних системою логічних залежностей з комплексом вихідних параметрів і технічних обмежень.

Остаточний вибір деякого сполучення якісних і кількісних характеристик гірського підприємства здійснюється після реалізації ЕММ проекту й порівняння варіантів зі значеннями цільової функції, що перебувають у зоні оптимуму, шляхом ведення додаткових критеріїв. Поряд з основним критерієм, врахованим у вираженні цільової функції, ці додаткові критерії дозволяють більш точно оцінити «якість» оптимального рішення, що дозволяє робити сам вибір оптимального рішення більше об'єктивним.

Таким чином, застосування ЕММ і ЕОМ дозволяє з нових позицій вирішувати різного класу завдання конкретного проектування шахт і імітаційного подання окремих технологічних процесів гірничого виробництва, значно збільшивши швидкість і точність рішень у проектних розробках. Це дає можливість комплексно враховувати взаємодію що впливають і обмежують факторів, сполучивши виконання розрахунків по найбільш точних залежностях з багаторазовим їхнім повторенням.

При цьому формується блок-схема розрахункових варіантів технологічної процесів шахти

Для задоволення вимог споживача й успішної конкуренції, що диктується ринковою економікою, необхідно застосовувати технологію, що забезпечує видобуток вугілля з мінімальним змістом породи, високою продуктивністю праці й невисокими грошовими витратами

Автори пропонують розробити нову систему запровадження комп'ютерних технологій в гірничому виробництві, коли шахта відтворюється як імітаційна модель всіх процесів, що відображає гірничо-геологічну і гірничотехнічну ситуацію підприємства. Роль інженера висувається на перший план лише при ухваленні рішень на конкретному етапі виконання окремого технологічного процесу. Системи, володіють зворотним зв'язком, і дають можливість змінювати системи управління і контролю, і ухвалювати нестандартні рішення.

Основна частина Удосконалення підземного способу видобування вугілля направлене на інтенсифікацію гірничих робіт при ефективному інвестуванні у високопродуктивні механізовані комплекси. Це обумовлено зменшенням кількості очисних вибоїв на шахтах і збільшенням їх продуктивності і надійності роботи.

Великого значення набуває робота допоміжних ланок технологічної системи і їх готовність до забезпечення ефективного функціонування усього циклу видобування вугілля. Збільшення довжини лави до 300 м і виїмкового стовпа до 2500 м значно підвищує ефективність роботи виймально-транспортної системи відповідно до її моторесурсу. При цьому, скорочується об'єм та час підготовки запасів, покращуються умови підтримки виробок і знижуються інші експлуатаційні витрати. Негативними наслідками такого підходу є висока ймовірність зміни технологічної ситуації під час функціонування окремого очисного вибою. До них відносяться зміна мережі геологічних порушень, площі і форми геоактивних зон, газовиділення і водопритоку у гірничі виробки, заміщення вугілля пустими породами та ін.

Створення національними виробниками гірничодобувної техніки нового

рівня дозволяє підвищити надійність роботи по видобутку вугілля. Це дає можливість збільшити довжину лави до ефективних параметрів економічної доцільності. На шляху просування очисного вибою геомеханічна ситуація може змінюватися. Гірничі роботи розвиваються динамічно в глиб гірського масиву, в тому ж напрямі накладаються техногенні поля напружень. Наявність різноманітних геодинамічних полів напружень в анізотропному геологічному середовищі впливає на напрям результуючого вектора напруги, який має різне значення залежно від його орієнтації в масиві. Розвиток гірничих робіт може співвідноситися по різному до найбільших значень вектора напруженості і це відображається на стійкості гірничих виробок.

За цих обставин, робота механізованого очисного комплексу залежить від своєчасної прогнозованої корекції технологічних параметрів відповідно зміні геомеханічної ситуації.

Автори пропонують цілковито відтворити комп'ютерну імітаційну модель дільниці, що дає можливість ефективно провадити моніторинг гірничих робіт та завчасно вносити необхідні технологічні зміни у процес видобування вугілля. Частково така робота виконана для шахти «Степова» ВАТ «Павлоград-вугілля» із застосуванням механізованого комплексу КД – 90. Скріншоти цього програмного забезпечення приведені на рис. 2.

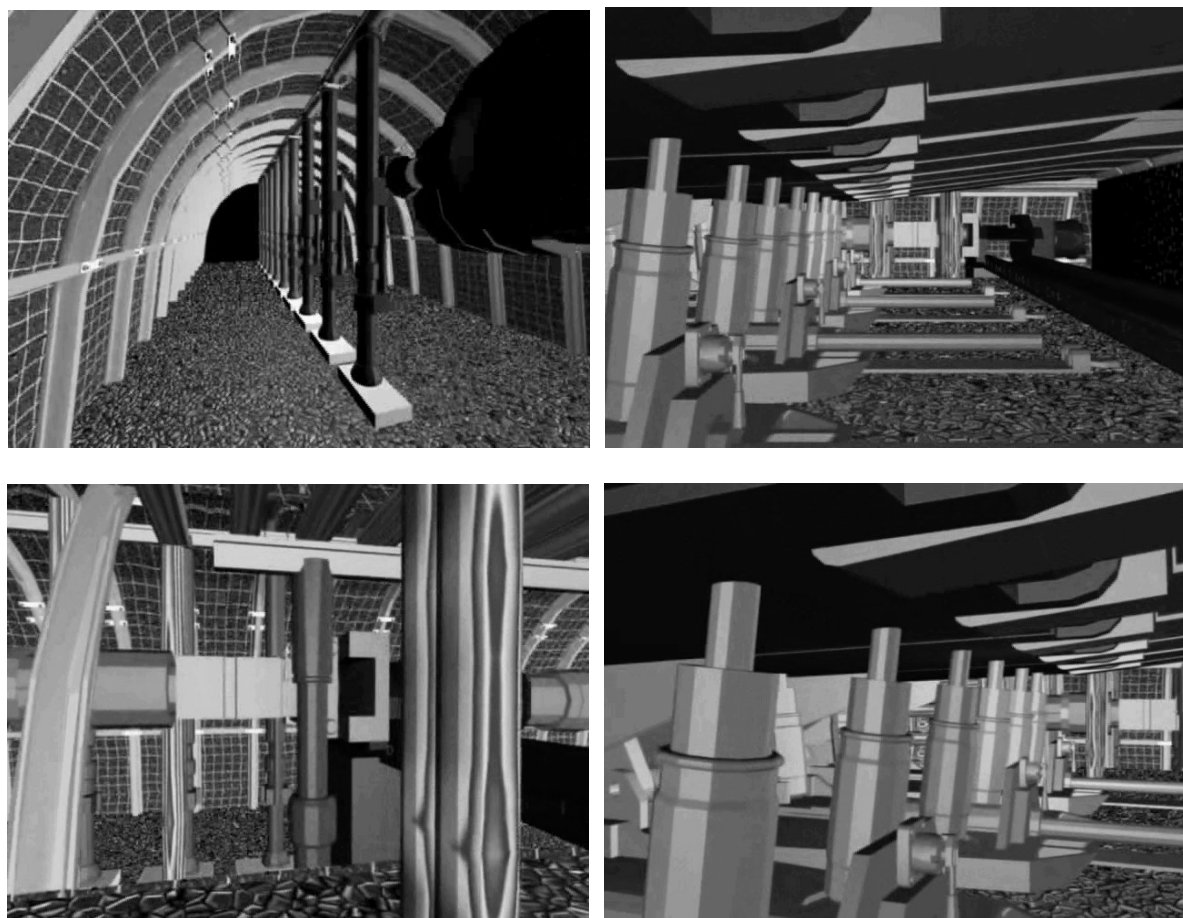


Рис. 2 – Скріншоти імітаційного представлення технологічної ситуації на видобувній дільниці

Прогноз стану гірського масиву здійснюється шляхом аналізу геолого-маркшейдерської документації і моніторингу за проявом гірського тиску в гірничих виробках. Вона є початковими даними для визначення технологічних параметрів очисного вибою, але не враховує стан гірничих машин і устаткування.

Технічні характеристики механізованих очисних комплексів орієнтовані на середні показники поведінки гірського масиву і недостатньо враховують часті зміни гірничо-геологічних умов. Технічна система механізованого очисного вибою працює самостійно і лише частково оцінює її стан при виконанні профілактичних або ремонтних робіт. З часом механізми зношуються і потребують планової або аварійної заміни, що приводить до зупинки роботи вибою і втрати продуктивності.

Своєчасна заміна складової технічної або технологічної системи залежить від передбачення матеріально-технічною службою наявності того або елемента. Її дії мають дискретний характер, який мало співпадає з плановими показниками розвитку гірничих робіт. Відносини між окремими службами шахти іноді мають не узгоджені дії, які складають проблему при плануванні інтенсивного розвитку гірничих робіт. Відсутність алгоритму взаємодії окремих підсистем (геолого-маркшейдерської, моніторингу геомеханіки, транспортних і гірничих машин, матеріально-технічного забезпечення), який визначає форму і геометричні параметри технологічної системи і дозволяє оперативно втручатися і корегувати роботу при інтенсивній розробці вугільного пласта. [3, 4]

Основні напрямки формування імітаційних моделей гірничого виробництва. Високопродуктивні шахти являють собою комплексно-механізоване й автоматизоване підприємство більшої виробничої потужності з високим рівнем концентрації й інтенсифікації виробничої з безупинно (потоковим) веденням гірських робіт.

Аналіз роботи вуглевидобувних підприємств показує, що локальне, навіть саме істотне поліпшення одного з технологічних процесів не приводить до значного підвищення продуктивності праці робітника по шахті й ефективності виробництва.

Для ілюстрації цього положення приведемо вираження для визначення продуктивності праці робітника по видобутку P_u

$$P_u = \frac{1000}{T_{oc} + T_{np} + T_{nm} + T_{ps} + T_{nn} + T_n},$$

де T_{oc} , T_{np} , T_{nm} , T_{ps} , T_{nn} , T_n – трудомісткість відповідно на очисних і підготовчих роботах, на підземному транспорті, змісті й ремонті виробок і відкотних шляхів, інших підземних роботах і на поверхні шахти.

Аналізуючи це вираження, легко можна дійти висновку, що навіть значне зниження трудомісткості робіт (в 10-20 разів) на одному з технологічних процесів не призведе до різкого підвищення продуктивності праці робіт з видобутку. Так, якщо $T_{oc} = 0$, то продуктивність праці робітника по видобутку ви-

росте тільки в 1,43 рази.

Тому для створення високо механізованих шахт необхідний системний підхід до розробки технології робіт на шахті в цілому, тобто необхідно всі елементи гірничого господарства й технологічного ланцюга шахти розглядати в їх гармонійному й оптимальному взаємозв'язку. Кожний окремий елемент системи або окремий процес як по технічному рівні, так і по параметрах повинен відповідати вимогам системи в цілому.

Головним напрямком імітаційного подання гірських процесів засновано безпосередньо на вдосконаленні технології видобутку при комплексно-комплексно-механізованому видобутку тонких і досить тонких вугільних пластів.

Для ранжирування факторів у процесі інтенсифікації гірського виробництва були внесені певні допущення, які стосуються технологій гірського виробництва й фізичної зміни масиву гірських порід. Структурні зміни вугленосних відкладень визначають утворення полів напруг, які розподіляються по певній закономірності залежно від місця розташування об'єкта дослідження. Характер формування полів напруг досить добре вивчений і викладений у роботах [5, 6, 7]. У своїх дослідженнях ми використовуємо відомі постулати, на підставі яких була розроблена модель.

З огляду на складність структурної будови масиву гірських порід, досить важко розробити універсальну модель і її теорію, що описує, яка б давала можливість аксіомно одержувати результати напруженого стану масиву гірських порід. Це відбувається через істотну варіацію факторів, що беруть участь у формуванні полів напруг. Їхнє взаємне об'єднання настільки складно, що практично врахувати пріоритетність причин структурної зміни гірського масиву в часі не представляється можливим. Однак, до окремих характерних районів родовища, або для конкретних гірничо-геологічних умов можна розробити кілька практичних підходів досліджень, які давали б результати з певним ступенем наближеності. Практичне застосування методів прогнозу за допомогою наближень будівельної механіки дає можливість одержати тільки відносні результати напружено-деформованого стану масиву гірських порід.

У результаті виконання НДР [8] був збудований алгоритм визначення виїмково-транспортної ділянки на основі «моделі послідовної системи» (див. заключний звіт) підсистем відповідно: кріплення, комбайна, скребкового конвеєра, кріплення сполучення, перевантажувача, послідовного ланцюга стрічкових конвеєрів і т.д.

Загальна оцінка перспективності й прогресивності технологічних рішень, прийнятих у технологічній моделі високопродуктивних шахт, визначимо з наступних критеріїв [9]:

- загальна оцінка здійснюється за допомогою критерію продуктивності праці робітника по видобутку шахти P_m , т/вих (т/мес), або трудомісткості робіт на 1000т середньодобового видобутку шахти T_m , вих/1000т.

Крім того, для загальної оцінки нової технології служать:

- рівень технології шахти $U_{ш}$, дорівнює числу виходів робітників по видо-

бутку, що доводяться на 1000м^2 , що відпрацьовується в шахті площі пластів протягом доби, вих/1000м²;

- виробнича потужність $A_{\text{ш}}$, т/доб (млн.т/рік), що визначає рівень концентрації виробництва;

- навантаження на лаву $A_{\text{л}}$, т/доб;

- концентрація гірничих робіт $k_{\text{г-р}}$, обумовлена загальним числом очисних вибоїв, що доводяться на 1000т середньодобового видобутку по шахті;

- інтенсифікація гірських робіт $I_{\text{гр}}$, рівна величині площі відпрацювання пластів у шахті в середньому за годину, що доводиться на один діючий очисної вибій, м²/ч.

Технологія будь-якого виробництва і його модернізація оцінюються зниженням трудомісткості робіт при одночасному росту кількості продукції, що випускається. Отже, продуктивність праці або трудомісткість найбільше повно відбиває рівень технології виробництва в цілому і є інтегральним показником. Рівень технології дозволяє оцінювати частку участі кожного технологічного процесу в загальному рівні технології робіт на шахті, ще це показник, що відбиває витрати праці по видобутку, які доводяться на 1000м^2 (що відпрацьовується в добу) площі пластів, або та ж трудомісткість робіт з видобутку, віднесений на 1000т сут. видобутку.

Виразення для визначення рівня технології шахти $P_{\text{тш}}$ має вигляд:

$$P_{\text{тш}} = \frac{1000N_{\text{ш}}}{S_{\text{ш}}} = \frac{1000N_{\text{ш}}m\gamma}{A_{\text{ш}}^c}, \text{ вих/1000т,}$$

де $N_{\text{ш}}$ – число виходів робочих шахти по видобутку в добу; $S_{\text{ш}}$ – відпрацьована площа пластів у шахті за добу, м²; m – середня потужність пласту, що виймається, м; γ – середня щільність вугілля, т/м³; $A_{\text{ш}}^c$ – середня виробнича потужність шахти, т.

Рівень концентрації робіт - важливий фактор, що визначає продуктивність праці й економічну ефективність виробництва. У вугільній промисловості поняття концентрації робіт складається з двох основних елементів: концентрації виробництва й концентрації гірничих робіт.

Від величини виробничої потужності шахти залежить загальна кількість підприємств, а отже, і концентрації виробництва в підприємствах гірничодобувного комплексу, басейнах і галузі в цілому. Зі збільшенням виробничої потужності шахти зменшується трудомісткість загально шахтних робіт на поверхні, підйомі, головному водовідливі, магістральному транспорті по капітальним виробкам основного горизонту, обслуговуванні загально шахтних машин і установок та ін. Як правило, у певних умовах на великих шахтах, у порівнянні з невеликими, при однаковому рівні концентрації гірничих робіт продуктивність праці вище, а собівартість вугілля й наведені витрати нижче. Отже, і економічна ефективність цих шахт вище.

Якщо рівень концентрації виробництва виражається величиною виробничої потужності шахти, то за основний показник рівня концентрації гірських

робіт приймається загальне число очисних вибоїв, що доводяться на 1000 т середньодобового видобутку шахти.

Показник рівня концентрації гірничих робіт:

$$K_{c.p.} = \frac{1000N_{оч}}{A_{ш}}, \text{ лав/1000 т.доб.видоб,}$$

де $N_{оч}$ – загальне число очисних вибоїв у шахті; $A_{ш}$ – середньодобовий видобуток шахти, т/доб.

Рівень концентрації гірських робіт залежить від: загального числа очисних і підготовчих вибоїв, числа панелей, що відпрацьовуються одночасно, блоків, пластів і горизонтів у шахтному полі, довжині гірничих виробок та інших технологічних процесів.

Отже, з підвищенням рівня концентрації гірських робіт зменшуються питомі капітальні витрати, скорочуються витрати праці й засобів на підтримку гірничих виробок і, до деякої міри, на транспорт, що приводить в остаточному підсумку до зниження витрат праці й витрат по цих видах робіт.

Підвищення рівня концентрації гірничих робіт можливо тільки на базі росту навантаження на очисної вибій. Тому, навантаження на вибій є основним чинником, що забезпечує підвищення навантаження на панель, блок, пласт, горизонт і поліпшення ТЕП шахти.

Якщо поняття концентрації передбачає зосередження гірничих робіт у просторі, то інтенсифікація робіт припускає прискорення технологічного процесу видобутку вугілля в часі.

Як показник інтенсивності гірничих робіт $I_{c.p.}$ приймається величина відпрацьованої площини пластів у шахті в середньому за годину (доба), що доводиться на один діючий очисної вибій:

$$I_{c.p.} = \frac{A_m^c}{24N_{д.о.з.} m \gamma}, \text{ м}^2/\text{год (м}^2/\text{добу)},$$

де $I_{c.p.}$ – інтенсифікація гірських робіт; $N_{д.о.з.}$ – число діючих очисних вибоїв; m – середня потужність пласту, що виймається; γ – об'ємна маса вугілля.

При порівнянні варіантів технологічних схем шахт або технології ведення очисних робіт однакових гірничо-геологічних умов інтенсифікацію можна оцінити швидкістю посування очисних вибоїв, середньодобовим видобутком вугілля в очисному вибої.

Показники інтенсифікації й концентрації гірського виробництва є основними при імітаційному відтворенні технологічних процесів гірського виробництва.

З ростом прийнятого показника інтенсифікації, за інших рівних умов, збільшується навантаження на очисної вибій, транспортні виробітки й магістралі, з'являється необхідність у збільшенні швидкості проведення гірничих ви-

робок, тобто інтенсифікуються всі підземні процеси, з'являється можливість скорочення очисних вибоїв і підвищення концентрації гірських робіт або ж збільшення потужності шахти й інтенсифікації процесів на поверхні.[10]

Питомі довжини виробок на 1000 м² відпрацьовуємої площі пласта в шахтному полі зі збільшенням потужності пласту для кожного типу умов його залягання перебувають на одному рівні й об'єктивно оцінюють рівень технічних рішень по способах розкриття й підготовки шахтних полів. Крім того, прийнятий показник дозволяє аналізувати зміни в технічних рішеннях по кожному способі розкриття й підготовки. Так, деяке збільшення питомої довжини виробок на 1000 м² для пластів потужністю 1,2 м у варіантах технологічних моделей шахти пояснюється необхідністю проведення додаткових капітальних виробок по підготовці для забезпечення добового навантаження на очисні вибої 2000 т за умовами провітрювання.

Подальшим результатом роботи будуть алгоритм і програмне забезпечення по створенню імітаційних моделей гірничого виробництва з урахуванням обмежуючих факторів для ефективного виконання гірничих робіт при підземному видобутку вугілля, і:

- поліпшення якості продукції (послуг), що випускається;
- збільшення обсягів виробництва;
- поліпшення умов праці;
- поліпшення стану навколишнього середовища;
- економія енергоресурсів;
- економія матеріалів (сировини);
- зменшення зносу оснащення;
- збільшення продуктивності праці;
- використання результатів НДР для поглиблення курсів лекцій.

Виходячи з досвіду наукових досліджень можна прогнозувати ефект від впровадження результатів на рівні 15-20% від собівартості добутої корисної копалини й збільшення безпеки виконання виробничих процесів на 25-30%, що є досить ефективним рішенням, з огляду на відсутність значних капітальних внесків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Спосіб роздільного виймання тонких та вельми тонких пластів вугілля і породи /В.І. Бондаренко, Р.О. Дичковський, І.А. Ковалевська, В.Ю.Медяник, В.В. Руських, В.С. Фальштинський, С.Л. Денисов, О.Р. Майкін/ Патент на винахід № (UA) от 01.04.2007.№ д.р. 200705790 Опубл. 2008. Бюл.№.7
2. Колоколов О.В., Медяник В.Ю. Эффективная технология очистных работ при разработке пологих пластов на больших глубинах Сб. научн. тр. НГА Украины. –1999. –№ 5. “Проблемы аэрологии горнодобывающих предприятий”. – С. 34-40.
3. Дычковский Р.Е., В.В. Русских, Н.П. Овчинников, Д.М. Собещанский А.В. Компьютерные технологии для повышения эффективности работы угольных шахт. Науковий вісник НГУ. – 2006. – № 7. – С. 7-10.
4. Roman O. Dychkovskiy. Mathematical Modeling of Geometrical Parameters Influence of Intense Fields on Intense-Deformed Condition of Massif. Proceedings of the International Symposium on Geotechnological Issues of Underground Space Use for Environmentally Protected World. – Dnipropetrovsk /Ukraine /26-29 June 2001. – P 167-170.
5. Мякенький В.И. Сдвигение и дегазация пород и угольных пластов при очистных работах. -К.: Наукова думка, 1975.- С.5-56
6. Петухов И.М.и др. Защитные пласты.-Л.: Недра, 1972.-430 с.
7. Сдвигение горных пород при подземной разработке угольных и сланцевых месторождений. - М.: Не-

дра, 1970.-218 с.

8. Звіт (заключний) колективного гранту виконання ініціативного проекту на тему: «Обґрунтування геотехнологічного імітаційного моделювання системи видобування тонких вугільних пластів технікою нового рівня» за програмою науково-освітнього центру (НОЦ): «Стійкість геотехнічних систем: процеси, явища, ризики» за підтримки Міністерства освіти і науки України, Фонду цивільних досліджень і розвитку США та Національного гірничого університету. Дніпропетровськ, НГУ. 2008, -116 с.

9. Отчет о НИИ-234 «Определение конфигурации интегрированных систем интенсификации горных работ при разработке угольного пласта». Днепропетровск. РИК НГУ, 2004. -64 с.

10. Исследование влияния интенсификации добычи угля на технологические параметры /Р.Е. Дичковський, В.П. Расстрига, А.Р. Мамайкин, В.В. Русских, В.Ю.Медяник//друк, Науковий вісник НГУ– 2007. – № 9 –С.19-23.

УДК 622.831.323.001.57

М.н.с. Р.А. Дякун
(ИГТМ НАН Украины)

О ПРИЧИНАХ РАДИАЛЬНО-ПОСЛОЙНОГО РАЗРУШЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОГО УГОЛЬНОГО ОБРАЗЦА ПРИ РАЗГРУЗКЕ

У роботі приведені дані лабораторних досліджень по фізичному моделюванню динамічного характеру руйнування (ДЯ) вугільних зразків при розвантаженні в гранично напруженому стані. Встановлено, що ініціатором ДЯ є процеси дисипацій, які виявляються у вигляді петлі гістерезису. Визначено співвідношення між енергіями дисипації при навантаженні і розвантаженні для різних рівнів навантаження зразків вугілля.

THE ABOUT REASONS OF RADIALLY-LAYER OF DESTRUCTION MAXIMUM TENSE COAL BREED AT UNLOADING

The information of laboratory researches is in-process resulted on the physical design of dynamic character of destruction of coal standards at unloading in the maximum tense state. It is set that an initiator are dissipation processes of which show up as a loop of hysteresis. Certainly betweenness by energies of dissipation at loading and unloading for the different levels of loading of coal breed.

Для предотвращения и своевременного прогнозирования динамического разрушения (ДЯ) угольных пластов при ведении очистных и проходческих работ в шахтах необходимо уточнение физического механизма инициирования ДЯ.

В ИГТМ НАН Украины ведутся работы по физическому моделированию ДЯ в угольных пластинах при резком изменении их напряженно – деформированного состояния (НДС), что показано в работах [1-5]. Изменение НДС образцов реализуется методом резкого изменения главного вектора напряжений σ_1 (рис. 1) при одноосном сжатии угольных пластин.

При моделировании ДЯ получаем данные режима изменения σ_1 . Рассмотрим (Рис.2) изменение НДС образца во времени: σ_i , σ_{i+1} , σ_{i+2} с соответствующими значениями времени t_i , t_{i+1} , t_{i+2} . Т.е в текущий момент времени t_{i+2} НДС образца определяется напряжением сжатия σ_{i+2} , а напряжения σ_i ,