

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

БАРАБАШ Михайло Володимирович



УДК 622.273.18:622.833.5

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПРИ СУМІСНОМУ
ВІДПРАЦЮВАННІ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ З УРАХУВАННЯМ
ЗОН ЗНЕМІЦНЕННЯ МІЖПЛАСТЯ**

05.15.02 – підземна розробка родовищ
корисних копалин

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпро – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі підземної розробки родовищ Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (м. Дніпро).

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри підземної розробки родовищ Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (м. Дніпро)

БОНДАРЕНКО
Володимир
Ілліч

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України (м. Дніпро)

КРУКОВСЬКИЙ
Олександр
Петрович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри підземної розробки родовищ корисних копалин Державного вищого навчального закладу «Криворізький національний університет» Міністерства освіти і науки України

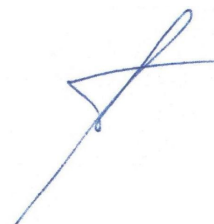
ПИСЬМЕННИЙ
Сергій
Васильович

Захист відбудеться «27» грудня 2017 р. об 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03 при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19, тел. (0562) 47-24-11.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19).

Автореферат розісланий «27» листопада 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03,
кандидат технічних наук



М.В. Петльованій

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. На сучасному етапі вуглевидобутку в Україні й, особливо у Західному Донбасі, одним з напрямів інтенсифікації гірничих робіт є сумісне відпрацювання двох і більше вугільних пластів у нисхідному порядку. Це підсилює концентрацію робіт і сприяє, в остаточному підсумку, зниженню собівартості видобутку вугілля. Однак для специфічних умов Західного Донбасу не досліджені питання стійкості порід міжпластя, потужність якого в основному діапазоні 20 – 50 м не дозволяє віднести сумісно відпрацьовані вугільні пласти до категорії зближених. У той же час, слабкі вуглевміщуючі породи, які піддані інтенсивному впливу аномалій гірського тиску, не завжди зберігають цілісність і виникає гірничотехнічна ситуація злиття зон знеміцнення порід підпошви верхнього і порід покрівлі нижнього пластів, які відпрацьовуються одночасно, що визначає небезпечність втрати стійкості порід за всією потужністю міжпластя з відповідними аварійними наслідками, в першу чергу, у виїмкових виробках, що повторно використовуються.

Тому встановлення закономірностей розвитку структурних перетворень у породах міжпластя двох, трьох вугільних пластів Західного Донбасу, що сумісно відпрацьовуються у нисхідному порядку з прогнозуванням його стану в залежності від геомеханічних факторів ведення гірничих робіт, є актуальним науково-технічним завданням інтенсифікації вуглевидобутку в умовах слабометаморфизованого масиву гірських порід.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відповідності зі «Стратегією розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2030 року (Вугільна промисловість), Програми «Українське вугілля», затвердженої постановою Кабінету міністрів України (№ 1205 від 19 вересня 2001 р.), і планів держбюджетних робіт Державного ВНЗ «Національний гірничий університет»: тема ГП-469 «Розробка засад синтезу інформаційних і геомеханічних систем керування процесами підземних гірничих робіт» (№ держреєстрації 0114U006105), тема ГП-474 «Розвиток наукових основ управління навантаженням кріпильних, охоронних систем повторно використовуваних виробок. Підвищення ефективності протипилового захисту» (№ держреєстрації 0115U002295), де автор був виконавцем.

Мета і завдання дослідження. *Мета дослідження полягає в інтенсифікації сумісного відпрацювання пластів Західного Донбасу в нисхідному порядку на основі встановлення закономірностей знеміцнення порід міжпластя і прогнозування небезпечних зон.*

Поставлена мета досягається послідовним вирішенням наступних завдань дослідження:

- провести аналіз та систематизувати гірничо-геологічні умови при сумісному й нисхідному відпрацюванні вугільних пластів у Західному Донбасі;
- розробити комплексну методику проведення обчислювальних експериментів, що дозволяє послідовно відобразити структурні перетворення порід міжпластя з визначенням зон порушення їх цілісності;
- провести розрахунки НДС та встановити зони знеміцнення порід підпошви при очисному вийманні верхнього й покрівлі нижнього вугільних пластів;

- обґрунтувати критерії оцінки стійкості порід міжпластя і встановити закономірності зв'язку розмірів зон знеміцнення з геомеханічними параметрами сумісного відпрацювання пластів;

- забезпечити інтенсифікацію очисних робіт при сумісному відпрацюванні пластів у нисхідному порядку на основі встановлених закономірностей знеміцнення порід міжпластя;

- розробити методику прогнозу стійкості міжпластя та провести шахтні дослідження проявів гірського тиску.

Ідея роботи полягає у спільному врахуванні особливостей розподілу розтягальних компонент напружень та еквівалента НДС у вигляді інтенсивності напружень при визначенні розмірів областей порушення суцільності кожного з літотипів і закономірностей їх зв'язку з геомеханічними параметрами ведення гірничих робіт для прогнозування ступеня стійкості порід міжпластя.

Об'єкт дослідження – взаємодії аномалій гірського тиску при сумісному відпрацюванні двох вугільних пластів у нисхідному порядку.

Предмет дослідження – закономірності розвитку зон знеміцнення порід міжпластя і їх зв'язок з геомеханічними параметрами ведення гірничих робіт.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань у роботі використані два основних методи: різноманітний обчислювальний експеримент з розрахунку НДС порід міжпластя, його аналіз на предмет установа закономірностей розвитку областей знеміцнення і зв'язку їх розмірів з геомеханічними факторами; шахтні інструментальні спостереження за проявами гірського тиску у виїмкових штреках і їх порівняльний аналіз із результатами математичного моделювання.

Достовірність отриманих результатів і висновків підтверджується використанням апробованих методів досліджень, положень механіки гірських порід, проведенням обчислювальних експериментів на науково-обґрунтованих моделях методом скінчених елементів (МСЕ); якісною відповідністю закономірностей зміни параметрів проявів гірського тиску (за довжиною виїмкового стовпа) з результатами прогнозу стійкості міжпластя.

Наукова новизна отриманих результатів:

- уперше розроблено комплексну методику побудови геомеханічних моделей для обчислювальних експериментів, що відрізняється від відомих поетапним урахуванням структурних перетворень порід міжпластя у процесі сумісного відпрацювання пластів у нисхідному порядку;

- уперше отримано закономірності зв'язку розмірів зон порушення суцільності порід міжпластя з геомеханічними параметрами ведення очисних робіт;

- уперше обґрунтовано критерії втрати стійкості міжпластя в цілому й визначено коло гірничо-геологічних умов виникнення небезпечних зон при виїманні нижнього пласта.

Наукові положення, що виносяться на захист:

1. Знеміцнення порід за потужністю міжпластя, крім глибини розробки й міцнісних характеристик літотипів, визначається потужністю пісковика й висотою (глибиною) його розміщення відносно пластів, що відпрацьовуються; породи міжпластя стійкі (навіть в умовах підвищеної обводненості) при потужності піс-

ковика понад 3 м з його розташуванням у покрівлі (підозві) пластів на відстані 6 – 9 м. Це забезпечує надійність ведення підготовчих і очисних робіт при сумісному відпрацюванні пластів без небезпечності втрати стійкості порід міжпластя.

2. Границі поділу областей стійкого й нестійкого стану міжпластя підлягають степеневому закону зв'язку потужності найбільш міцного літотипу й глибини розробки незалежно від міцнісних характеристик складових порід, структури й потужності міжпластя. Ця сталість дозволяє обмеженою кількістю геомеханічних параметрів підвищити надійність прогнозу небезпечних зон при відпрацюванні нижнього пласта.

Наукове значення роботи полягає у визначенні закономірностей зміни НДС порід міжпластя у процесі сумісного відпрацювання двох вугільних пластів у нисхідному порядку; обґрунтуванні принципів математичного моделювання і критеріїв оцінки стану міжпластя; отриманні залежностей впливу геомеханічних факторів на розміри зон знеміцнення порід у міжпласті.

Практичне значення отриманих результатів:

– отримано залежності для розрахунку висоти (глибини) поширення порушень цілісності літотипів міжпластя відносно пластів, що відпрацьовуються;

– розроблено методику непрямой оцінки стійкості міжпластя за параметрами шахтних вимірів проявів гірського тиску у виїмкових штреках;

– створено науково-обґрунтовану методику прогнозу стійкості міжпластя при сумісному відпрацюванні вугільних пластів Західного Донбасу в нисхідному порядку;

– розроблено рекомендації з вибору параметрів схем кріплення й охорони виробок з метою їх повторного використання.

Реалізація результатів роботи полягає у розробці «Методики прогнозу небезпечних зон при сумісному відпрацюванні пластів Західного Донбасу» (затверджена ТОВ «ДТЕК Енерго» 06 жовтня 2017 р.) і робочої документації сумісного відпрацювання пластів у нисхідному порядку, впровадженій на шахтах ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» (довідка про отримання очікуваного економічного ефекту від використання «Методики...» на шахтах ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» від 19.08.2017 р.; розрахунок фактичного економічного ефекту на шахті «Західно-Донбаська» від 15.08.2017 р.; довідка про отримання фактичного економічного ефекту від використання «Методики...» на шахті «Західно-Донбаська» 15.08.2017 р.).

Особистий внесок здобувача полягає у визначенні: мети й ідеї роботи, об'єкта й предмета досліджень, формулюванні наукових положень; розробці методики побудови геомеханічних моделей; отриманні закономірностей зміни поля напружень у процесі сумісного відпрацювання вугільних пластів і виконанні їх аналізу; встановленні залежностей розвитку структурних порушень порід міжпластя під впливом геомеханічних факторів; обґрунтуванні методики й проведенні шахтних досліджень проявів гірського тиску; розробці методики прогнозу стійкості міжпластя; формулюванні висновків і рекомендацій. Автор брав безпосередню участь в експериментальних дослідженнях. Текст дисертації написаний автором особисто.

Апробація результатів роботи. Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися й отримали схвалення на міжнародних науково-практичних конференціях: «Тенденції та перспективи видобутку, використання вугілля в Україні та світі» (Київ, 2017); «Форум гірників» (Дніпро, 2016); «Школа підземної розробки» (Дніпропетровськ – Ялта, 2013; Бердянськ, 2014 – 2017); ХХ «Школа експлуатації підземної» (Краків, Польща, 2016); на технічних радах ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» і наукових семінарах ДВНЗ «НГУ» (2013 – 2017).

Публікації. За результатами наукових досліджень опубліковано 16 наукових праць, у т.ч. 2 колективні монографії, 11 статей у спеціалізованих наукових виданнях України, 1 з них у виданнях іноземних держав, 3 статті в збірниках міжнародних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків та переліку використаних джерел зі 115 найменувань на 12 сторінках; 45 рисунків на 23 сторінках і 4 додатків на 18 сторінках; загальний обсяг роботи – 208 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Протягом значного періоду часу гірничі інженери та науковці періодично звертали свою увагу на геомеханічні процеси взаємовпливу гірничих робіт при сумісному відпрацюванні світи вугільних пластів, з позиції не тільки управління аномаліями гірського тиску, але і як на спосіб реалізувати суттєву концентрацію й інтенсифікацію очисних робіт на конкретній ділянці шахтного поля з отриманням відповідних позитивних техніко-економічних показників. У низці вуглевидобувних країн при досить різноманітних гірничо-геологічних умовах регулярно фіксувалися тенденції і закономірності взаємовпливу очисних робіт на сусідніх пластах, навіть якщо потужність міжпластя становила до 70 – 100 м і більше. Ці питання вивчали провідні спеціалісти навчальних, науково-дослідних, проектно-конструкторських і виробничих організацій гірничого профілю: НГУ, ІГТМ НАН України ім. М.С. Полякова, ДонНТУ, ДонВУГІ, ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», МДГУ, СПБДГІ, ІГД ім. О.О. Скочинського, Гірничий інститут Мінпаливенерго Монголії та ін.

Проте, при всьому різноманітті існуючих досліджень залишається маловивченим напрям взаємовпливу пластів, що сумісно відпрацьовуються (які не відносяться до категорії зближених) у нисхідному порядку в слабометаморфізованому вуглепородному масиві. У той же час для гірничо-геологічних умов Західного Донбасу характерна ситуація розміщення міжпластя потужністю H_m від 20 – 25 до 45 – 50 м, які складені з слабких шаруватих порід з впливом послаблюючих факторів тріщинуватості й обводненості. Ці специфічні умови сумісного відпрацювання двох, трьох вугільних пластів, як показав виробничий досвід ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», провокують їх взаємовплив, ступінь якого залежить від низки геомеханічних факторів, основними з яких є: глибина розробки H , структура й міцнісні характеристики $R_i^{K,П}$ літотипів міжпластя, потужність $m_i^{K,П}$ і відстань $h_i^{K,П}$ розміщення найбільш міцних породних шарів відносно пластів, що відпрацьовуються (індекси « K » і « $П$ » визначають покрівлю нижнього й

підосву верхнього пластів, i – порядковий номер шару, починаючи від вугільного пласта).

У результаті аналізу досліджень обґрунтовано найбільш широко застосовувану комбінацію методів вивчення завдання стійкості міжпластя: шахтні інструментальні спостереження і різноманітний обчислювальний експеримент на основі МСЕ. З використанням даної комбінації розроблено структурно-логічну схему реалізації мети й завдань досліджень, де ключовою позицією є розробка комплексної методики поетапного врахування структурних перетворень порід міжпластя у процесі сумісного відпрацювання пластів у нисхідному порядку. У роботі доведено, що її застосування дозволяє більш адекватно реальним умовам відобразити стан міжпластя, виявити зони порушення цілісності літотипів і оцінити ступінь їх небезпечності в плані порушення стійкості міжпластя в цілому. Методика відпрацьована на просторовій моделі (рис. 1) з урахуванням: сучасних рекомендацій з обґрунтування геометричних, фізичних і силових параметрів міжпластя; найпоширеніших структур міжпластя, узагальнених для умов Західного Донбасу в п'яти основних варіантах (рис. 2) з можливістю поділу кожного на декілька підваріантів; критеріїв появи й розвитку структурних перетворень

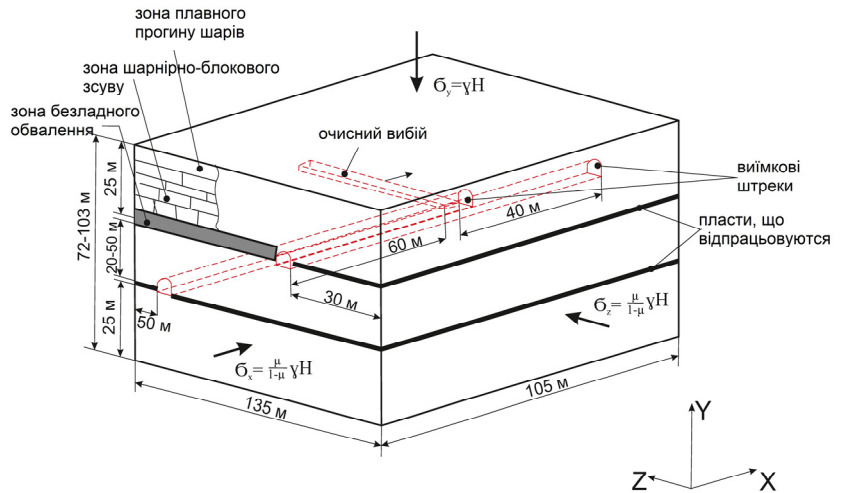


Рисунок 1 – Просторова модель сумісного відпрацювання пластів у нисхідному порядку

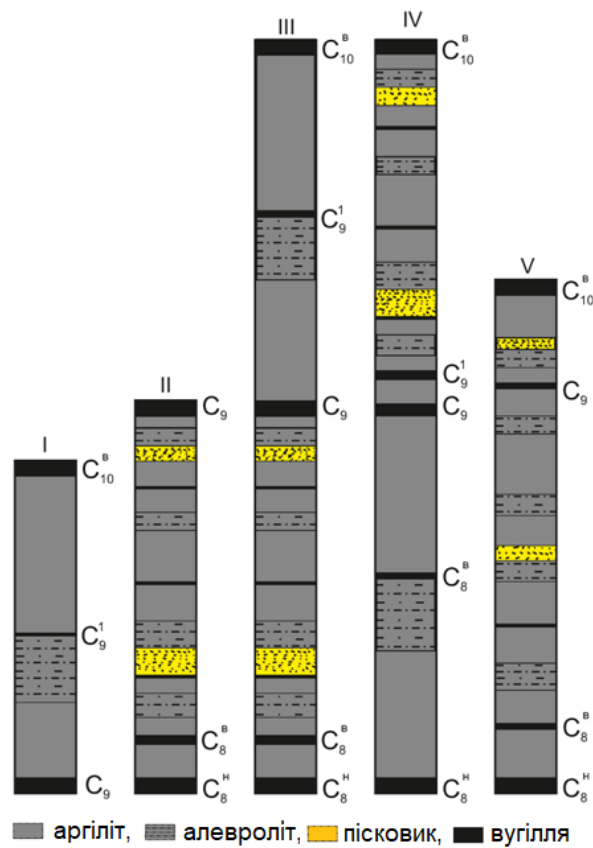


Рисунок 2 – Узагальнені варіанти (I – V) будови міжпластя в умовах Західного Донбасу

з можливістю поділу кожного на декілька підваріантів; критеріїв появи й розвитку структурних перетворень

$$\sigma_y = 0, \sigma_x = 0, \sigma_z = 0, \sigma \geq R_i^{K,II}, \quad (1)$$

де σ_y , σ_x , σ_z і σ – відповідно вертикальна, горизонтальна (у площині YX і YZ) компоненти та інтенсивність напружень.

Узагальнення структур міжпластя у п'яти основних варіантах виконано за наступними основними ознаками: переважна потужність складових шарів (крупно- і середньшарувата або середньо- і тонкошарувата); розташування за H_m вугільних пластів неробочої потужності й прошарків; наявність пісковики та його розташування за H_m ; міцнісні характеристики шарів з урахуванням послаблюючих факторів обводненості й тріщинуватості; сполучення потужності міжпластя і кількість вугільних пластів, що відпрацьовуються в ньому. Всі варіанти будови міжпластя припускають можливість порушення його стійкості при дії одного або сполученні декількох несприятливих факторів.

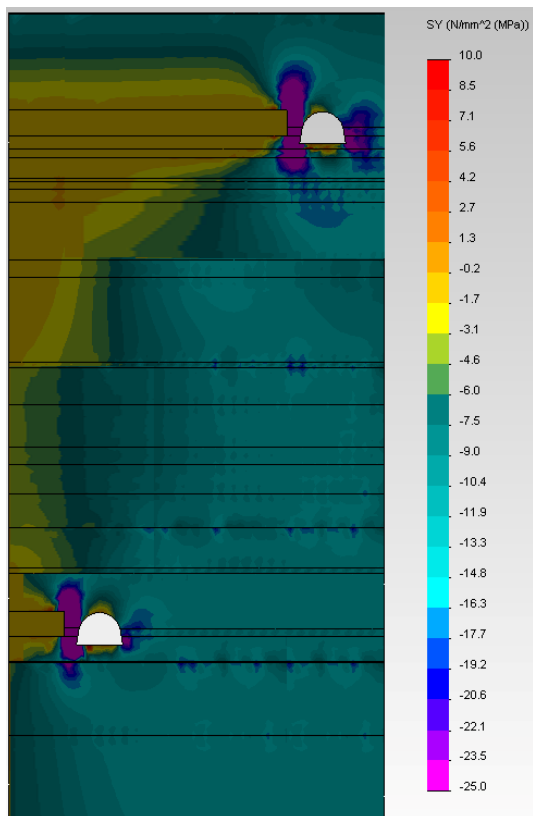


Рисунок 3 – Епюра вертикальних напружень σ_y у поперечному перерізі виїмкового стовпа при сумісному відпрацюванні пластів: C_{10}^6 і C_8^H

серії розрахунків НДС порід міжпластя відображають реальний діапазон зміни гірничо-геологічних умов сумісного відпрацювання двох, трьох вугільних пластів Західного Донбасу в нисхідному порядку.

Один із фрагментів розрахунку вертикальних напружень σ_y при поетапному моделюванні структурних перетворень вуглепородного масиву наведено на рис. 3. Тут чітко проявляється уперше встановлений ефект «провокування» розвитку аномалій гірського тиску при вийманні нижнього пласта, коли відбувається їх з'єднання навіть при підвищеній потужності міжпластя.

Явище активізації росту розмірів аномалій гірського тиску і їх наслідків (глибина розшарування порід підосви в зонах розвантаження збільшується від 15 – 20% до 4,0 – 4,5 раза, висота знеміцнення порід покрівлі в зонах фронтального й бі-

У геомеханічну модель закладено найбільш характерні для Західного Донбасу діапазони зміни вихідних параметрів, що дозволяють установити основні тенденції й закономірності їх впливу на стан порід міжпластя. Так, фізична модель пружно-пластичного деформування гірської породи дозволила в рамках одного обчислювального експерименту відстежити весь діапазон зміни глибини розробки $H = 200 - 600$ м. Міцнісні характеристики літотипів систематизовано й сформовано в три групи найбільш характерних гірничо-геологічних умов: слабкий масив обводнених порід (варіант А); обводнений (варіант Б) і не обводнений (варіант В) масив літотипів підвищеної міцності (стосовно до умов Західного Донбасу). Потужність міжпластя $H_m = 20 - 50$ м практично повністю охоплює вуглепородні масиви у Західному Донбасі, що складені з двох, трьох вугільних пластів та сумісно відпрацьовуються у нисхідному порядку. Варіація потужності літотипів і їх заміщення один одним, що спостерігаються у межах одного виїмкового стовпа виконуються для кожного з варіантів структур (див. рис. 2). Таким чином,

чною опорною тиску у склепінні розвантаження над штреком зростає у 2,0 – 5,4 раза) встановлено вперше за рахунок застосування комплексної методики поетапного моделювання структурних перетворень у породах міжпластя.

Розподіл «небезпечних» концентрацій компонент напружень суттєво залежить (крім інших факторів) від потужності міжпластя і його структури, а також координат розміщення найбільш міцних літотипів (рис. 4). При зниженій потужності міжпластя ($H_m = 20 - 25$ м) висока ймовірність втрати його стійкості в цілому, а на підвищення стійкості сприятливо позначається залягання у центральній частині більш міцних літотипів і зміна структури у бік переважно крупношаруватої. При підвищеній потужності міжпластя ймовірність втрати його стійкості знижується: при $H_m = 45 - 50$ м виникають лише два види порушень – «осередкові» на більш віддалених ділянках і «суцільні», але обмежені за розмірами і примикають до пластів, що відпрацьовуються; зі збільшенням потужності літотипів міжпластя, розміри обох видів порушень скорочуються.

Встановлені тенденції і закономірності зміни НДС порід міжпластя під впливом основних впливних геомеханічних факторів сформували базу даних для розрахунку розмірів зон знеміцнення відповідно до критеріїв (1), у яких величина розрахункового опору породи стисненню $R_i^{K,П}$ визначається за нормативною методикою СОУ 10.1.00185790.011:2007. Технологія виявлення контурів областей знеміцнення передбачає їх побудову для кожного із чотирьох критеріїв (1) з наступним об'єднанням у загальні зони, де виявлено порушення цілісності від дії одночасно двох і більше компонент напружень.

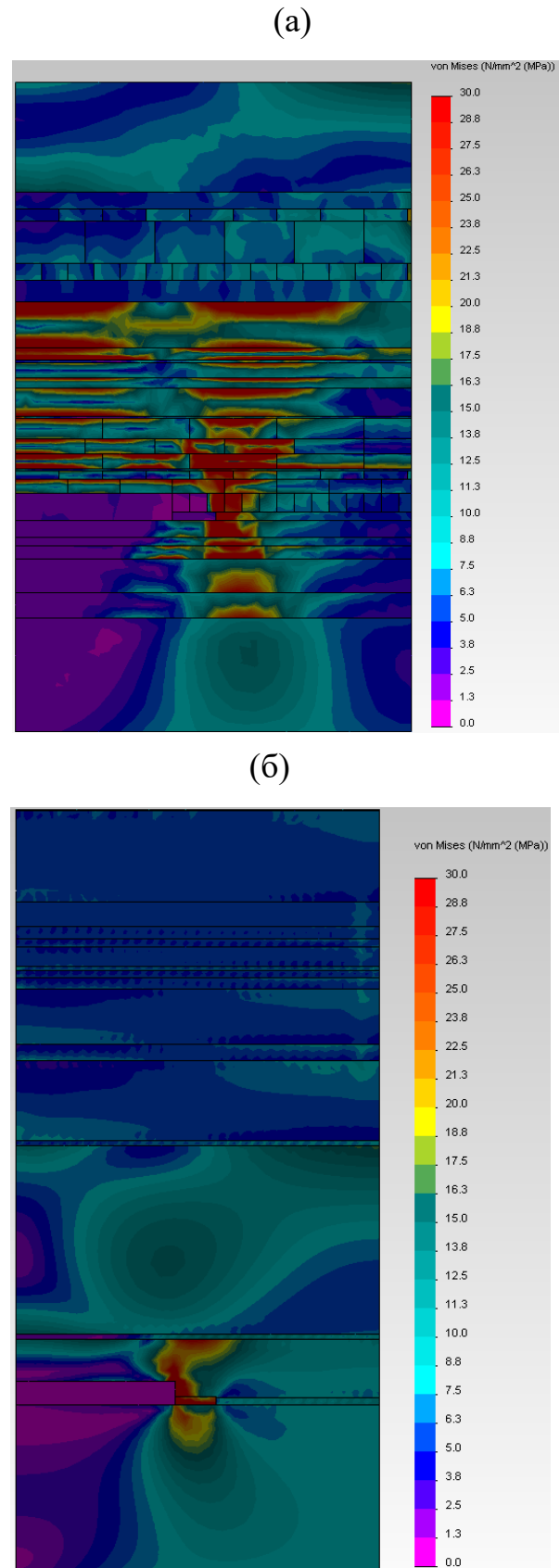


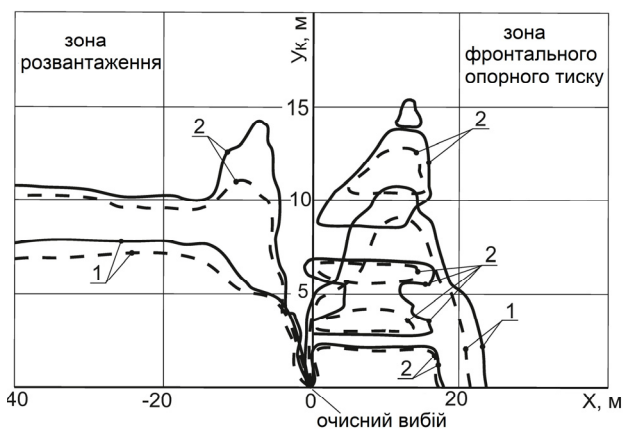
Рисунок 4 – Розподіл інтенсивності напружень σ у поздовжньому перерізі виїмкового стовпа: а – $H_m = 24$ м при тонко- і середньшаруватій структурі (пласти C_{10}^6 і C_9); б – $H_m = 47$ м при середньо- і крупношаруватій структурі (пласти C_{10}^6 і C_8^H)

Деякі фрагменти зон порушення цілісності порід підосви верхнього пласта C_{10}^6 показані на прикладі росту глибини u_{II} поширення областей порушення цілісності зі збільшенням глибини розробки H (рис. 5). Слід зазначити неоднозначність зв'язку параметрів u_{II} і H через вплив інших геомеханічних факторів, але стабільно глибина знеміцнення у зоні фронтального опорного тиску більша, ніж у зоні розвантаження.



--- $H = 300$ м; — $H = 400$ м;
- - - $H = 500$ м

Рисунок 5 – Фрагменти впливу глибини розробки H на розміри зон порушення цілісності підосви пласта C_{10}^6



1 – структура I; 2 – структура II;
--- $H = 300$ м; — $H = 500$ м

Рисунок 6 – Фрагменти впливу глибини розробки H і типу структури міжпласта на розміри зон порушення цілісності порід покрівлі нижнього пласта

льої висоти поширення порушень у 2,2 – 2,3 раза. При цьому ще більш інтенсивно (до 3,5 раза) знижуються об'єми знемічених порід. У зоні розвантаження скорочення висоти розшарування порід основної покрівлі сягає 3 разів при заляганні пісковика потужністю 5,0 м.

Підсумовуючи результати проведених досліджень необхідно відзначити підтвердження (у частині порід покрівлі нижнього пласта) раніше сформульованої тези (відносно підосви верхнього пласта) про багатогранність і неоднознач-

ність зв'язку глибини знеміцнення u_{II} порід підосви пласта C_{10}^6 з міцнісними характеристиками $R_i^{K,II}$ простежується для всіх структур міжпласта, але тенденція зниження u_{II} при рості $R_i^{K,II}$ накладається на вплив потужності m_3^{II} й глибини h_3^{II} залягання у підосві пісковика, що вносить у цю закономірність суттєву неоднозначність, що не дозволяє апроксимувати її будь-якою функцією.

Аналогічні тенденції висоти u_K зон знеміцнення порід покрівлі з геомеханічними параметрами H (рис. 6) і $R_i^{K,II}$ спостерігаються у покрівлі пластів C_9 і C_8^H ; ці закономірності також порушуються неоднозначним впливом параметрів m_i^K і h_i^K залягання пісковика. Тут особливу увагу варто звернути на тенденції впливу параметрів залягання пісковика. Так, пісковик в основній покрівлі при середніх характеристиках (для умов Західного Донбасу) літотипів міжпласта вже при своїй середній потужності здатний локалізувати верхню частину зони знеміцнення і відокремити її від основної, що позитивно позначається на стійкості міжпласта. При заляганні потужного пісковика (3,0 – 5,0 м) відбувається не тільки розбивка зони знеміцнення на окремі «осередки», але й зниження загальної висоти поширення порушень у 2,2 – 2,3 раза. При цьому ще більш інтенсивно (до 3,5 раза) знижуються об'єми знемічених порід. У зоні розвантаження скорочення висоти розшарування порід основної покрівлі сягає 3 разів при заляганні пісковика потужністю 5,0 м.

ність впливу геомеханічних параметрів на розміри зон знеміцнення й оцінку ступеня стійкості порід міжпластя. Такий висновок є прогнозованим, оскільки обумовлено самою природою багатофакторності геомеханічних процесів зрушення вуглевміщуючого масиву. Однак завдяки широкій багатоваріантності розрахунків НДС порід міжпластя створена база для розробки конкретних і узагальнюючих одночасно прогнозних оцінок стійкості міжпластя в цілому при сумісному відпрацюванні двох, трьох вугільних пластів у нисхідному порядку.

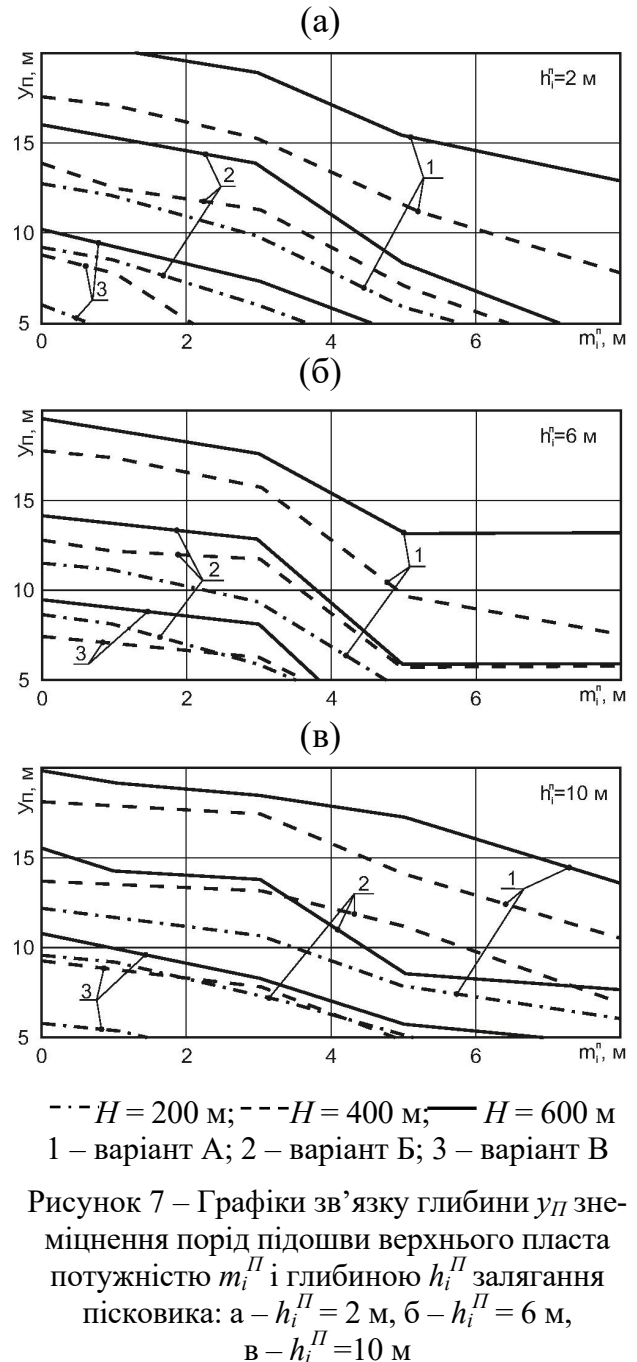
Що стосується найнебезпечніших зон імовірної втрати стійкості порід міжпластя, то встановлено, що при приблизній рівноцінності розмірів зон знеміцнення на різних ділянках міжпластя його стійкість необхідно оцінювати як мінімум у трьох зонах: фронтального опорного тиску поперед лави на відстані $x \leq 7 - 9$ м; у зоні розвантаження після відходу лави на відстані від штреку $z \leq 15 - 20$ м у бік виробленого простору й у зоні бічного опорного тиску.

Наступний етап досліджень полягав в обґрунтуванні критеріїв і алгоритмів комплексної оцінки стійкості міжпластя, що забезпечують урахування поширення зон знеміцнення як за довжиною, так і за шириною виїмкового стовпа, їх взаємне положення у підшві верхнього і покрівлі нижнього пластів, а також вплив структурних перетворень на цілісні зони міжпластя, що залишилися. Розроблено алгоритм оцінки впливу локальних зон знеміцнення (що виникли у зв'язку з неоднорідністю механічних властивостей літотипів міжпластя) на загальну ситуацію утворення зон порушених порід у міжпласті.

Головний критерій порівнює сумарну потужність $y_{II} + y_K$ зон знеміцнення у підшві y_{II} верхнього й покрівлі y_K нижнього пластів потужністю H_m міжпластя, що втрачає свою стійкість при

$$y_{II} + y_K \geq H_m. \quad (2)$$

Через геометричну й фізичну неоднорідність будови міжпластя зони знеміцнення найчастіше мають «переривчасту» форму з утворенням низки локальних підзон. Для вирішення цієї ситуації з оцінки стійкості непорушених проміжків породи



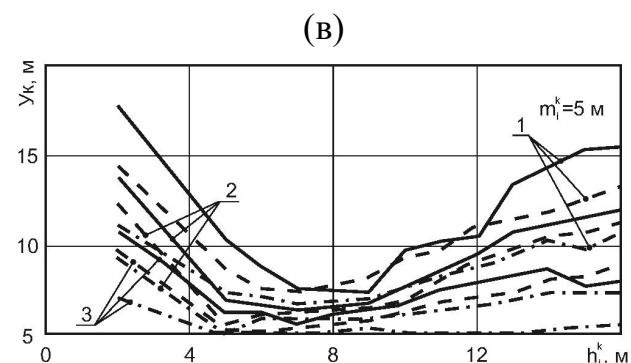
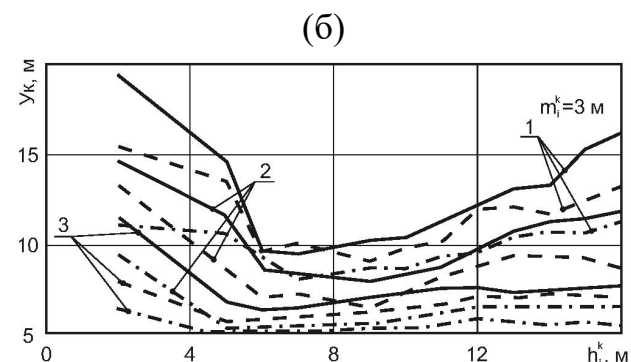
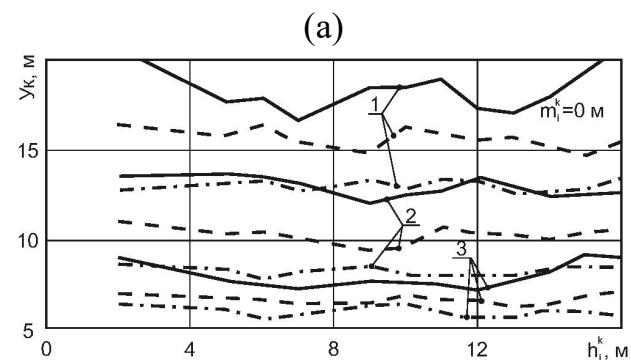
між сусідніми локальними зонами знеміцнення розроблені допоміжні критерії, що враховують відстані між площинами ослаблення й вплив реологічного фактора.

Для безпосереднього використання критерію стійкості (2) і через надзвичайну неоднозначність та ненадійність

функціонального зв'язку координат u_{II} і u_K з основними впливними факторами, побудовані сім'ї графіків для розрахунку u_{II} параметрів u_K і (рис. 7 і 8). Ці графічні залежності в комплексі з критерієм (2) дозволяють виявити проблемні ділянки за довжиною виїмкового стовпа.

Для оперативної оцінки стійкості міжпластя виконаний чисельний аналіз отриманих графіків разом із критерієм (2), у результаті чого визначені зони розмежування стійкого та нестійкого станів міжпластя в цілому (рис. 9). Ці зони розмежування дозволяють вже на попередньому етапі роботи висновки про три варіанти гірничотехнічної ситуації: 1) міжпластя стійке; 2) нестійке; 3) проблемна стійкість.

За результатами досліджень розроблено методику прогнозу небезпечних зон у міжпласті за довжиною виїмкового стовпа, що відрізняється оперативністю обчислень і доступністю використання; методика дає можливість вчасно виявити проблемні ділянки й розробити заходи щодо безпечного й високопродуктивного відпрацювання нижнього пласта зі збереженням збірних штреків для повторного використання шляхом своєчасного посилення їх кріпильної системи.



--- $H = 200$ м; --- $H = 400$ м; — $H = 600$ м
1 – варіант А ; 2 – варіант Б; 3 – варіант В

Рисунок 8 – Графіки зв'язку висоти u_K знеміцнення порід покрівлі нижнього пласта висотою h_i^K і глибиною m_i^K залягання пісковика: а – $m_i^K = 0$ м, б – $m_i^K = 3$ м, в – $m_i^K = 5$ м

Для підтвердження вірогідності й адекватності пропонованої методики прогнозу стійкості міжпластя створена оригінальна методика проведення комплексних шахтних інструментальних спостережень. Отримано два види експериментальних залежностей, що характеризують прояви гірського тиску при відпрацюванні, наприклад, пласта C_9 : безпосередньо в очисному вибої за відносним показником Δ зміни розсувності гідростояків механізованого кріплення; у 914 збірному штреку за максимальною $(u_v)_{max}$ і середньою $(u_v)_{сер}$ швидкістю зближення порід покрівлі й підосви в районі сполучення з

914 лавою.

Аналіз залежностей (рис. 10) довів відповідність закономірностей зміни показників інтенсивності проявів гірського тиску й тенденцій зміни структури міжпласта (з відповідною ймовірністю появи небезпечних зон) за довжиною виїмкового стовпа 914 лави пласта C_9 . Таким чином, результати шахтних досліджень дозволили рекомендувати методику прогнозу стійкості міжпласта для використання у технічній документації сумісного відпрацювання пластів у нисхідному порядку.

Наприклад, на базі проведеного аналізу гірничо-геологічних умов підтримання 861 збірного штреку та результатів обчислювального експерименту з розрахунку НДС досліджуваної геомеханічної системи розроблено рекомендації з вибору параметрів схеми кріплення й охорони виробки з метою її повторного використання. Запропоноване технічне рішення наведено на рис. 11.

Очікуваний економічний ефект від впровадження рекомендацій на ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» становить 110 млн грн, а отриманий на шахті «Західно-Донбаська» (за 6 міс.) – 7,25 млн грн.

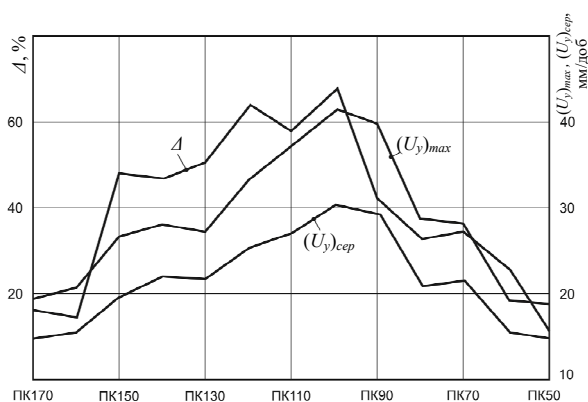


Рисунок 10 – Залежності зміни показників Δ , $(u_v)_{max}$, $(u_v)_{сер}$ за довжиною виїмкового стовпа при відпрацюванні пласта C_9

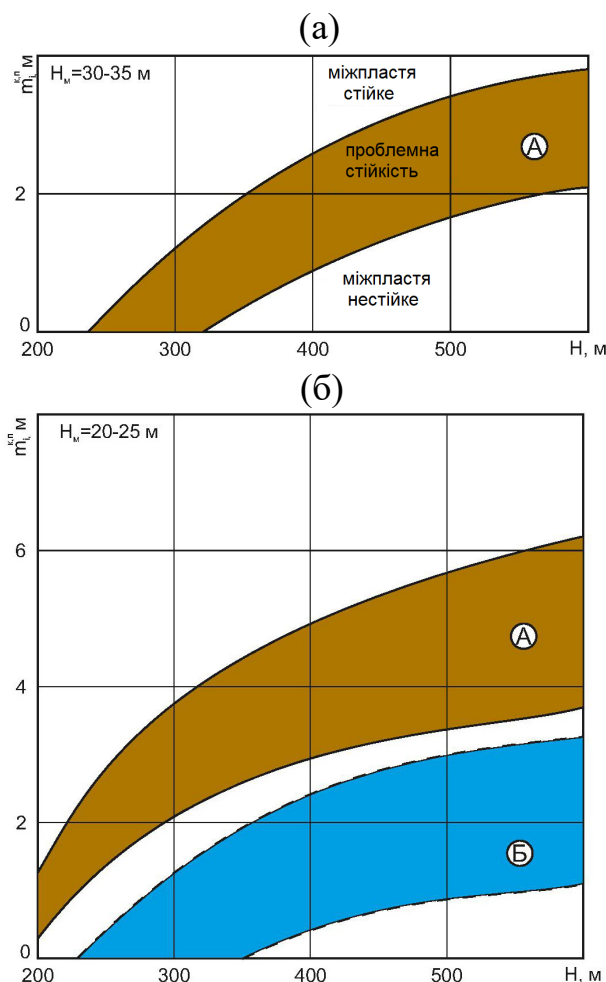


Рисунок 9 – Прогнозні зони стану порід міжпласта при його потужності: а – $H_m = 30 - 35$ м; б – $H_m = 20 - 25$ м; А – обводнені породи по нижній межі міцності; Б – породи середнього опору стисненню (відносно умов Західного Донбасу)

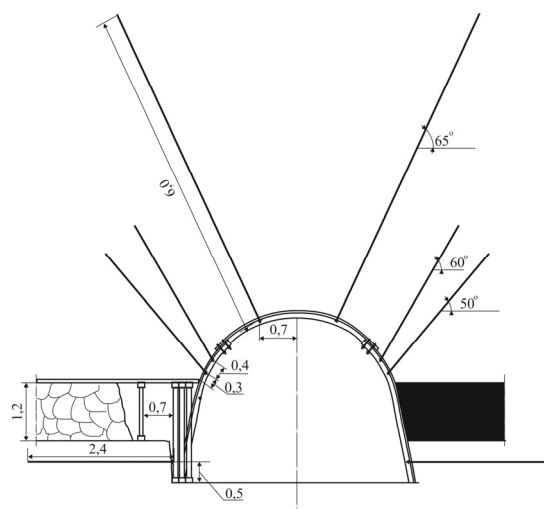


Рисунок 11 – Модель рекомендованої схеми підтримання 861 збірного штреку

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій на основі встановлених закономірностей розвитку структурних перетворень у породах міжпластя розроблено методику оперативного прогнозу їх стійкості й виявлення небезпечних зон за довжиною виїмкового стовпа в умовах сумісного відпрацювання вугільних шарів Західного Донбасу в нисхідному порядку, що дозволяє завчасно розробити технологічні й технічні заходи для безаварійної роботи високонавантажених лав.

Основні наукові та практичні результати полягають у наступному:

1. Уперше систематизовано структури порід міжпластя при сумісному й нисхідному відпрацюванні вугільних пластів Західного Донбасу, що дозволяють виділити п'ять найбільш характерних геологічних структур, які є основою розрахунків (МСЕ) аномальних зон прояву гірського тиску й наступної оцінки стійкості міжпластя та прийняття відповідних технічних рішень з проведення, кріплення і підтримання гірничих виробок та ведення очисних робіт.

2. Установлено, що при сумісному відпрацюванні вугільних пластів (що не відносяться до категорії зближених) проявляються аномальні зони гірського тиску при очисному вийманні в широкому діапазоні потужностей міжпластя у 20 – 70 м, а в окремих випадках – до 190 м.

3. Розроблено комплексну методику проведення різноманітних обчислювальних експериментів, що складається з трьох стадій послідовного виявлення й урахування структурних перетворень порід міжпластя у процесі сумісного відпрацювання пластів у нисхідному порядку. Це забезпечує високий ступінь адекватності моделювання геомеханічних процесів та отримання достовірних результатів розрахунку НДС порід міжпластя за рахунок відображення у моделі найбільш значимих порушень структури кожного літотипу вуглепородного масиву за весь період ведення гірничих робіт: підготовка виїмкових стовпів на верхньому пласті, його відпрацювання з одночасним проведенням виїмкових штреків по нижньому пласту й наступному веденні по ньому очисних робіт.

4. У результаті розрахунків НДС порід міжпластя встановлено, що концентрації вертикальних напружень проникають у подошву верхнього пласта до середини потужності міжпластя і більше, та становлять небезпечність для слабких обводнених аргілітів і алевролітів на глибині 200 – 300 м, а на глибинах 400 м відбувається порушення їх цілісності в природно вологому стані. При цьому концентрації вертикальних напружень поширюються до нижнього пласта й створюють підвищене на 20 – 50% гірський тиск на кріпильну конструкцію вже розташованих там виїмкових штреків. Урахування цього явища дозволяє завчасно розробити заходи з посилення кріпильних конструкцій виїмкових штреків на небезпечних ділянках.

5. Установлено, що в зоні фронтального опорного тиску в районі кінцевих ділянок за 7 – 9 м до виїмкового штреку й за лавою на відстані до 27 – 31 м від виробки відбувається накладення аномалій гірського тиску від очисних робіт і самого виїмкового штреку, що дає підставу виділити кінцеву ділянку шириною до 20 м (від штреку убік виробленого простору) як один з найнебезпечніших, з погляду втрати стійкості міжпластя. При цьому зона розвантаження і розшару-

вань порід підосви поширюється на глибину в 1,5 – 4,5 раза більше чим в іншій частині виробленого простору. Врахування цього явища дозволяє передбачити в паспорті відпрацювання виїмкового стовпа заходу щодо зміцнення прилеглого масиву для забезпечення стійкості сполучення лави зі штреком при проходженні небезпечних зон.

6. Обґрунтовано критерії й алгоритм комплексної оцінки стійкості порід міжпластя, що забезпечують урахування поширення областей знеміцнення як за довжиною, так і за шириною виїмкового стовпа, їх взаємне положення у підосві верхнього й покрівлі нижнього пластів, а також вплив структурних перетворень на цілісні зони міжпластя, які залишилися, що дозволило розробити алгоритм оцінки впливу локальних зон знеміцнення на загальну ситуацію утворення зон порушених порід.

Комплексність оцінки забезпечується врахуванням розшарувань від дії розтягальних напружень $\sigma_{y,x,z} \geq 0$ за всіма трьома напрямками (Y, X, Z) залягання у просторі кожного літотипу міжпластя: зони руйнування стисненням $\sigma \geq R_i^{K,II}$ також мають просторове уявлення і враховують вплив послаблюючих породи факторів тріщинуватості, обводненості й реології. Це дозволяє визначити закономірності розвитку зон порушення цілісності і їх місце розташування у просторі міжпластя з урахуванням його змінної будови й міцнісних властивостей, інтенсивності тріщинуватості й вологонасичення, схильності до деформацій повзучості складових літотипів. Отримані закономірності забезпечують підвищення надійності виявлення небезпечних зон при відпрацюванні нижнього пласта.

7. Систематизовано основні впливні геомеханічні параметри й визначені закономірності їх зв'язку з глибиною знеміцнення підосви верхнього пласта й висотою порушень структури в покрівлі нижнього.

Закономірності отримані у вигляді сім'ї графіків зв'язку розмірів зон порушення цілісності порід міжпластя з основними впливними факторами: глибиною розробки H , потужністю міжпластя H_m й опором стисненню $R_i^{K,II}$ його літотипів, потужністю $m_i^{K,II}$ і вертикальною координатою $h_i^{K,II}$ розміщення пісковика в межах міжпластя.

Ці закономірності у комплексі з критеріями оцінки стійкості порід міжпластя дозволяють виявити небезпечні зони за довжиною виїмкового стовпа шляхом порівняння сумарної потужності порушень з потужністю міжпластя.

8. Розроблено методику прогнозу небезпечних зон у міжпласті за довжиною виїмкового стовпа, що відрізняється оперативністю обчислень і доступністю використання, та дає можливість вчасно виявити проблемні ділянки й розробити заходу щодо безпечного й високопродуктивного відпрацювання нижнього пласта.

9. Проведено комплекс інструментальних шахтних спостережень, який довів відповідність закономірностей зміни показників інтенсивності проявів гірського тиску й тенденцій зміни структури міжпластя. Таким чином, шахтні дослідження підтверджують адекватність методики прогнозу стійкості міжпластя для використання у технічній документації сумісного відпрацювання пластів у нисхідному порядку.

Фактичний економічний ефект від реалізації результатів досліджень становить 7,25 млн грн (за 6 міс.) по шахті «Західно-Донбаська», а очікуваний по ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» – 110 млн грн.

Основні положення і результати дисертації опубліковані в наступних роботах:

Монографії:

1. Барабаш М.В. Взаимодействие грузонесущих элементов крепежной системы выемочных выработок: монография / [Барабаш М.В., Бондаренко В.И., Ковалевская И.А. и др.]. – Д.: ЛізуновПрес, 2015. – 214 с.

2. Барабаш М.В. Комбинированные анкерные системы для повторного использования горных выработок: монография / [Барабаш М.В., Бондаренко В.И., Ковалевская И.А. и др.]. – Д.: ЛізуновПрес, 2017. – 189 с.

У фахових виданнях:

3. Барабаш М.В. Исследования нагружения крепи очистного комплекса в сложных горно-геологических условиях / М.В. Барабаш, В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская [и др.] // Уголь Украины, 2015. – №6. – С. 31–35.

4. Барабаш М.В. Трансформация ГХК «Павлоградуголь» в угледобывающую компанию мирового уровня – ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» / М.В. Барабаш, Ю.Я. Чередниченко // Розробка родовищ: щорічн. наук.-техн. зб. – Д.: Літограф, 2015. – С. 15–23.

5. Барабаш М.В. Экспертная оценка выбора крепежной и охранной систем повторно используемых выработок при отработке пласта C_8^H / М.В. Барабаш, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович // Уголь Украины, 2015. – №12. – С. 17–20.

6. Барабаш М.В. Исследования горного давления в приконтурном массиве выемочной выработки для условий Западного Донбасса / М.В. Барабаш, И.А. Ковалевская, В.А. Соцков // Уголь Украины, 2016. – №2. – С. 13–17.

7. Varabash M. Research into stress-strain state of reinforced marginal massif of extraction mine working by combined anchoring system / M. Varabash, I. Kovalevska, O. Gusiev // Mining of Mineral Deposit, 2016. – Vol. 10. – No 1. – P. 31–36.

8. Барабаш М.В. Взаимодействие крепи горных выработок с приконтурными породами в условиях образования областей их предельного равновесия / М.В. Барабаш // Уголь Украины, 2016. – №4-5. С. – 3–6.

9. Барабаш М.В. Анализ состояния надроботанного и подработанного междупластья смежных пластов c_8^H и c_9 при их совместной отработке в нисходящем порядке / М.В. Барабаш // Mining of Mineral Deposits, 2016. – Vol. 10. – No 2. – P. 34–39.

10. Барабаш М.В. Анализ режимов работы центральных стоек крепи усиления в выемочных выработках / М.В. Барабаш, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович // Уголь Украины, 2016. – №8. – С. 8–13.

11. Varabash M. Research into rock pressure manifestations in interstratal rocks during descending and simultaneous mining of c_9 and c_{10}^{top} coal seams / M. Varabash,

I. Kovalevska, H. Symanovych, V. Snihur // Mining of Mineral Deposits, 2017. – Vol. 11. – No 1. – P. 50–56.

12. Барабаш М.В. Влияние горизонтальных напряжений на структурные преобразования пород междупластья совместно обрабатываемых угольных пластов c_{10}^6 и c_9 / М.В. Барабаш, В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская [та ін.] // Уголь Украины, 2017. – № 4. – С. 35–39.

У закордонних виданнях:

13. Barabash M. Anchor's strengthening of rock walls of extraction mine workings / M. Barabash, I. Kovalevska, A. Malykhin, A. Gusiev // New Developments in Mining Engineering: Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining. – The Netherlands: CRC Press/Balkema, 2015. – P. 5–8.

В інших наукових виданнях:

14. Barabash M. Research of strengthening by combined anchoring systems in the roof of reusable extraction workings / M. Barabash, I. Kovalevska, G. Symanovych, O. Gusiev // Materiały Szkoły Eksploatacyj Podziemnej-2016. – [Electronic resource] 1 electronic optical drive (271 KB; CD-ROM). Krakow: Katedra Gornictwa Podziemnego.

15. Барабаш М.В. Система обеспечения устойчивости повторно используемых участковых выработок при обработке тонких пологих угольных пластов / М.В. Барабаш, А.В. Вивчаренко, А.И. Коваль, В.И. Пилюгин // Школа підземної розробки: міжнар. наук.-практ. конф., тези доп. – Бердянськ, 2016. – С. 9–10.

16. Барабаш М.В. Многоуровневое комбинированное крепление вскрывающих выработок при пересечении региональных геологических нарушений / М.В. Барабаш, В.Г. Снигур, В.И. Пилюгин // Школа підземної розробки: міжнар. наук.-практ. конф., тези доп. – Бердянськ, 2016. – С. 19–20.

Особистий внесок здобувача в роботах, написаних у співавторстві: [1] – участь у написанні розділів 3 і 4; [1] – участь у написанні розділів 1, 8 і 9; [3, 5 – 7] – обґрунтування розрахункових схем бази даних, висновки; [4] – аналіз досвіду роботи й узагальнення результатів; [8 – 12] – обґрунтування геомеханіки взаємодії елементів кріпильної й охоронної систем; [13, 14] – аналіз НДС елементів кріпильної системи; [15] – формування бази даних і виконання розрахунків; [16] – обґрунтування багаторівневого комбінованого кріплення.

АНОТАЦІЯ

Барабаш М.В. Інтенсифікація гірничих робіт при сумісному відпрацюванні вугільних пластів з урахуванням зон знеміцнення міжпластя. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин. – Державний ВНЗ «Національний гірничий університет» МОН України, Дніпро, 2017.

Захищаються нові закономірності розвитку аномалій гірського тиску і областей порушення цілісності порід міжпластя при сумісному відпрацюванні пластів у нисхідному порядку для умов слабометаморфізованих порід вугленосної товщі, а також вперше виявлено тенденції впливу основних геомеханічних

факторів на ступінь стійкості міжпластя і ймовірність появи небезпечних зон в період відпрацювання виїмкового стовпа по нижньому пласту.

Ці результати отримані на основі створення комплексної методики проведення різноманітних обчислювальних експериментів, новизна якої полягає у послідовному відображенні структурних перетворень порід міжпластя в процесі відпрацювання пластів. Аналіз масиву даних розрахунків НДС дозволив вперше встановити явище активізації зростання розмірів зон аномалій гірського тиску і їх зв'язок з основними геомеханічними факторами в процесі виймання нижнього пласта. Доведено, що при інших рівних умовах вплив тільки типу структури, потужності і координат залягання різноміцних літотипів за висотою міжпластя може призвести до втрати його стійкості. Крім зазначених вище до найбільш впливових геомеханічних параметрів віднесені також глибина розробки і міцності літотипів, що складають міжпластя.

Обґрунтовано критерії та алгоритм визначення меж зон порушення цілісності порід міжпластя; виявлено неоднозначність зв'язку їх розмірів з основними геомеханічними факторами. На досить стабільні тенденції впливу глибини розробки, потужності міжпластя і міцності його літотипів накладається «стохастичний» вплив потужності і координат розміщення найбільш міцної породи – пісковика. Дана неоднозначність не дозволила безпосередньо встановити кореляційні співвідношення взаємозв'язку параметрів, замість яких побудовані сімейства графічних залежностей, що забезпечують оперативне визначення висоти (глибини) поширення порушень в покрівлі нижнього і підшві верхнього пластів.

Виявлено найбільш небезпечні зони (за довжиною та шириною виїмального стовпа) з точки зору втрати стійкості міжпластя, а розроблені критерії та алгоритм комплексної оцінки стійкості лягли в основу нової методики прогнозу небезпечних зон, яка дає можливість оперативно виявити проблемні ділянки і завчасно розробити заходи щодо безпечного та високопродуктивного сумісного відпрацювання пластів у нисхідному порядку. Адекватність та достовірність прогнозу оцінки стійкості міжпластя підтверджено шахтними індустриальними спостереженнями, виконаними за оригінальною методикою в очисному вибої 914 лави і 914 збірного штреку пласта C_9 шахти «Західно-Донбаська» ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля».

Ключові слова: вугільні пласти, сумісне відпрацювання, слабометаморфізовані породи, міжпластя, стійкість, обчислювальний експеримент, небезпечні зони, прогноз.

АННОТАЦІЯ

Барабаш М.В. Интенсификация горных работ при совместной отработке угольных пластов с учетом зон разупрочнения междупластья. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.02 – подземная разработка месторождений полезных ископаемых. – Государственное ВУЗ «Национальный горный университет» МОН Украины, Днепр, 2017.

Защищаются новые закономерности развития аномалий горного давления и областей нарушения целостности пород междупластья при совместной отработке

пластов в нисходящем порядке для условий слабометаморфизированных пород угленосной толщи, а также впервые выявленные тенденции влияния основных геомеханических факторов на степень устойчивости междупластья и вероятность появления опасных зон в период отработки выемочного столба по нижележащему пласту.

Для решения задачи впервые систематизированы структуры пород междупластья при совместной и нисходящей отработке угольных пластов Западного Донбасса, позволяющие выделить пять наиболее характерных структур, которые ложатся в основу расчетов методом конечных элементов аномальных зон проявления горного давления и последующей оценки устойчивости междупластья.

Эти результаты получены на основе создания комплексной методики проведения многовариантных вычислительных экспериментов, новизна которой состоит в последовательном отражении структурных преобразований пород междупластья в процессе отработки пластов. Анализ массива данных расчетов НДС позволил впервые установить явление активизации роста размеров зон аномалий горного давления и их связь с основными геомеханическими факторами в процессе выемки нижележащего пласта. Доказано, что при прочих равных условиях влияние только типа структуры, мощности и координат залегания разнопрочных литотипов по высоте междупластья может привести к потере его устойчивости. Помимо отмеченных выше к наиболее влияющим геомеханическим параметрам отнесены также глубина разработки и прочностные характеристики литотипов, слагающих междупластье.

Обоснованы критерии и алгоритм определения границ областей нарушения целостности пород междупластья; выявлена неоднозначность связи их размеров с основными геомеханическими факторами. На достаточно стабильные тенденции влияния глубины разработки, мощности междупластья и прочностных характеристик его литотипов накладывается «стохастическое» воздействие мощности и координат размещения наиболее прочной породы – песчаника. Данная неоднозначность не позволила напрямую установить корреляционные соотношения взаимосвязи параметров, взамен которых построены семейства графических зависимостей, обеспечивающих оперативное определение высоты (глубины) распространения нарушений в кровле нижележащего и почве вышележащего пластов.

Выявлены наиболее опасные зоны (по длине и ширине выемочного столба) с точки зрения потери устойчивости междупластья, а разработанные критерии и алгоритм комплексной оценки устойчивости легли в основу новой методики прогноза опасных зон, которая дает возможность оперативно выявить проблемные участки и заблаговременно разработать мероприятия по безопасной и высокопроизводительной совместной отработке пластов в нисходящем порядке. Адекватность и достоверность прогнозной оценки устойчивости междупластья подтверждена шахтными индустриальными наблюдениями, выполненными по оригинальной методике в очистном забое 914 лавы и 914 сборном штреке пласта C_9 шахты «Западно-Донбасская» ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь».

Шахтные исследования подтверждают положения методики прогноза устойчивости междупластий для использования в технической документации

совместной отработки пластов в нисходящем порядке.

Фактический экономический эффект от реализации результатов исследований на шахте «Западно-Донбасская» составляет 7,25 млн грн (за 6 мес.), а ожидаемый по ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь» – 110 млн грн.

Ключевые слова: угольные пласты, совместная отработка, слабометаморфизированные породы, междупластье, устойчивость, вычислительный эксперимент, опасные зоны, прогноз.

ABSTRACT

Barabash M.V. Intensification of mining operations while simultaneous development of coal seams, taking into account the inter-layer softening areas. – Manuscript.

Thesis of the scientific degree of the Candidate of the Technical Science on specialty 05.15.02 – Underground mining of mineral deposits. – State Higher Educational Institution “National Mining University” Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro, 2017.

New regularities of the development anomalies of rock pressure and the areas of rock disintegration while combined and downward coal seams mining for the conditions of slightly metamorphized coal-bearing strata, as well as new-onset tendencies of the influence of the basic geomechanical factors on the degree of the interlayer stability and the probability of dangerous zones occurrence during panel extraction through underlying seam, are defended.

These results were obtained on the basis of the creation of a complex methodology for carrying out multivariate computational experiments, the novelty of which is the consistent reflection of structural transformations of the interlayer in the process of working out the seams. An analysis of the data array of SSS calculations made it possible to establish for the first time the phenomenon of activation of the growth in the sizes of the zones of the anomalies of the rock pressure and their connection with the main geomechanical factors in the process of underlying seam mining. It is proved that, under other equal conditions, the influence of only the type of structure, thickness and occurrence coordinates of different-strength lithotypes on the height of the interlayer can lead to a loss of its stability. In addition to those mentioned above, the depth of development and the strength characteristics of the lithotypes composing the interlayer are also attributed to the most influential geomechanical parameters.

The criteria and algorithm for determining the boundaries of the areas of interlayer rock disintegration are substantiated; the ambiguity of the relationship between their size and the main geomechanical factors has been revealed. The “stochastic” influence of the thickness and coordinates of the location of the hardestest rock – sandstone, is superimposed on fairly stable trends in the influence of the depth of development, the interlayer thickness and the strength characteristics of its lithotypes. This ambiguity didn't allow us to directly establish correlation relationships between the parameters, in return for which families of graphical dependencies were constructed that provide an operative determination of the height (depth) of the disturbances in the roof of the underlying and floor of the overlying strata.

The most dangerous zones (along the length and width of the extraction panel) have been identified from the point of view of the loss of stability of interlayer. The developed criteria and the algorithm for integrated stability assessment formed the basis for a new method for predicting dangerous zones, which makes it possible to quickly identify problem areas and preliminary to develop measures for safe and high-performance of combined seams development in downward order. The adequacy and reliability of the predictive assessment of the interlayer stability are confirmed by mining industrial observations which were carried out in accordance with the original methodology in the 914 longwall face and the 914 conveyor drift “Zakhidno-Donbaska” mine PJSC “DTEK Pavlohradvuhillia”.

Keywords: coal seams, combined mining, slightly metamorphized rocks, interlayer, stability, computational experiment, dangerous zones, forecast.

БАРАБАШ Михайло Володимирович

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПРИ СУМІСНОМУ
ВІДПРАЦЮВАННІ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ З УРАХУВАННЯМ
ЗОН ЗНЕМІЦНЕННЯ МІЖПЛАСТЯ**

(Автореферат)

Підписано до друку 27.10.17. Формат 60x90/16.
Папір офсет. Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 0,9.
Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 120 прим. Зам. №1027

Видавництво і друкарня ТОВ «ЛізуновПрес»
49000, м. Дніпро, ін. Сергія Нігояна, 55
тел.: +38 056 7850274, 7890510
e-mail: lizunoffpress@gmail.com
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
серія ДК №3597 від 06.10.2009 р.