

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
"НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ"

КОЗЛОВ ОЛЕКСІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 622.271:622.273

**ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕХОДУ
ТЕХНОГЕННИХ ЗОН ОЧИСНИМИ КОМПЛЕКСАМИ**

05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2012

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Кузьменко Олександр Михайлович,
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет» Міністерства
освіти і науки, молоді та спорту України, професор
кафедри підземної розробки родовищ,
м. Дніпропетровськ.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Ширін Леонід Никифорович,
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України,
завідувач кафедри транспортних систем і
технологій (м. Дніпропетровськ);

кандидат технічних наук

Черватюк Віктор Григорович,
директор виробничого структурного підрозділу
Шахта «Самарська» ВАТ «Павлоградвугілля»,
Донбаська паливно-енергетична компанія.

Захист відбудеться «__» червня 2012 р. о 12⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03 із захисту дисертацій у Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (просп. К. Маркса, 19, т. 47-24-11, м. Дніпропетровськ, 49027).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (просп. К. Маркса, 19, м. Дніпропетровськ, 49027).

Автореферат розісланий «__» травня 2012 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03
кандидат технічних наук, доцент

В. І. Тимошук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Ефективність застосування надійних високопродуктивних очисних механізованих комплексів для виїмання тонких пологих вугільних пластів залежить від гірничо-геологічних умов, планувальних рішень з розвитку гірничих робіт і параметрів стовпових систем розробки. Високі техніко-економічні показники роботи виїмкових ділянок досягаються при довжині виїмкових стовпів понад 2000 м і довжині лави 250-360 м. За таких параметрів виникає необхідність очисними вибоями переходити гірничі виробки. Це трапляється за суміщення старого планування поділу шахтних полів новими виїмковими стовпами для вирішення питань вентиляції та колективної безпеки працівників. Питанню переходу очисними роботами техногенних зон, що утворились навколо погашених або деформованих гірничих виробок приділяється недостатньо уваги, особливо управлінню геомеханічними процесами при зміні напруженого стану гірського масиву в штучно створеному техногенному середовищі. Відсутня наукова обґрунтованість перебігу геомеханічних процесів при формуванні техногенного середовища.

Розгляд наукової задачі з переходу очисними вибоями гірничих виробок, що створюють техногенне середовище на шляху посування гірничих робіт у виїмковому полі, є актуальним як для гірничої науки, так і має важливе практичне значення для вугільної промисловості.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана згідно з тематичним планом науково-дослідних робіт Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» за темою ГП-410 «Геомеханічне обґрунтування підземної технології інтенсифікації видобутку вугілля з урахуванням особливостей геологічного середовища» (№ держреєстрації 0108U000541); тема ГП-440 «Фізико-технічні основи енергозберігаючої технології підземної розробки тонких і вельми тонких вугільних пластів»(№ держреєстрації 0108U000556), де автор дисертації брав участь як виконавець.

Метою дисертаційної роботи є обґрунтування параметрів технології переходу очисними механізованими комплексами техногенних зон у виїмковому стовпі на основі закономірностей формування геомеханічних процесів у вміщуючих породах.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі.

1. Виконати аналіз умов переходу очисними механізованими комплексами порушених структурних форм гірничими виробками.

2. Вивчити закономірності впливу технологічних процесів при переході техногенних ослаблених зон на напружено-деформований стан вміщуючих порід.

3. Визначити вплив техногенних зон вміщуючих порід на управління станом масиву при веденні очисних робіт у виїмковому полі.

4. Розробити рекомендації з вибору раціональних параметрів технології переходу техногенних зон у вміщуючі породах механізованими очисними комплексами при розробці пологих тонких вугільних пластів.

Об'єкт досліджень – геомеханічні процеси у вміщуючих породах техногенних зон при їх переході очисними механізованими комплексами у виїмковому стовпі на пологих пластах.

Предмет досліджень – технологічні параметри переходу техногенних зон механізованими комплексами при очисному виїманні пологих вугільних пластів.

Методи досліджень. Для досягнення поставленої мети в роботі була використана комплексна методика, що включає аналітичні дослідження, методи математичного моделювання та шахтні інструментальні виміри опускання порід у гірничих виробках із застосуванням стандартних методик і апаратури.

Наукові положення, які виносяться на захист:

1. При переході очисними роботами гірничої виробки показники напружено-деформованого стану вміщуючих порід у техногенній зоні мають прямо пропорційну залежність від відстані до вибою лави, параметрів опорного тиску і терміну їх впливу, а також від структурної будови масиву. Це дозволяє прогнозувати щільність установки кріплення та визначати характеристики його роботи у режимі деформації порушеного масиву техногенної зони, враховуючи структурні зміни у вміщуючих породах.

2. При переході лавою техногенної зони у виїмковому стовпі величина опускання порід покрівлі на контакті з вибоєм збільшується в поліноміальній залежності від зменшення ширини вугільного цілика, що знаходиться між зоною і вибоєм. Це призводить до збільшення нормального навантаження на цілик, опускання порід покрівлі попереду вибою і підняття подошви вугільного пласта. На сполученні очисного вибою із підготовчою виробкою за умов переходу техногенної зони в покрівлі пласта нормальні напруження зростають нелінійно збільшенню кута зустрічі вибою з продовжною віссю виробки. Це дозволяє приймати раціональні параметри розташування лави відносно підготовчих виробок і техногенної зони, прогнозувати стійкість порід на сполученнях і визначати щільність установки кріплення посилення.

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше розроблена класифікація і критерії оцінки положення еліпсоїду контуру техногенної зони, утвореної навколо гірничої виробки відносно до вугільного пласта, напрямку посування очисного вибою та малої вісі еліпсоїду до ширини робочого простору лави;

- вперше встановлено, що при збільшенні потужності порід покрівлі, що зависають, за збільшенням ширини хідника й робочого простору лави згинаючий момент із позитивного значення стає від'ємним. Це призводить до розвитку природних тріщин, розшаруванню порід і, як наслідок, утворення вивалів у робочий простір лави;

- вперше встановлена прямо пропорційна залежність збільшення нормальних напружень та їх інтенсивності в опорній зоні при наближенні очисного вибою до виробки, розташованої на шляху посування лави;

- вперше встановлено, що перетин техногенної зони очисними роботами характеризується збільшенням опускань порід покрівлі над робочим простором лави, а наявність вугільного цілика зі сторони падіння пласта, зменшує опускання;

- вперше встановлено, що при підході очисного вибою до техногенної зони її розміри збільшуються в прямо пропорційній залежності від ширини й висоти виробки навколо якої розташована зона. На сполученні виробки з відкотним штреком максимальні опускання покрівлі ходка збільшуються у 2 рази;

- вперше встановлено, що в безпосередній покрівлі виїмкового стовпа еквівалентні напруження мають максимальні значення поблизу площини вибою лави, а у основній покрівлі ці напруження не перевершують міцність порід на одноосьове стискання, тому необхідно забезпечити підтримку безпосередньої покрівлі й не допускати висипання кусків породи у робочий простір;

- уперше встановлено, що в зоні накладання опорних зон очисного вибою та техногенної зони швидкість посування уповільнюється зворотно пропорційно інтенсивності геомеханічних проявів.

Обґрунтованість і вірогідність положень, висновків і рекомендацій підтвержені: коректністю поставлених задач, необхідною відповідністю аналітичних результатів експериментальним даним (похибка 12-20%) і даним, отриманим іншими авторами в шахтних дослідженнях; відповідністю математичної моделі реальному напруженому стану вміщуючих порід навколо очисних і підготовчих виробок; встановленими закономірностями перебігу геомеханічних процесів; високою точністю емпіричних зв'язків між досліджуваними параметрами (коефіцієнт кореляції і кореляційне відношення між параметрами знаходяться в діапазоні 0,96-0,99).

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей впливу технологічних параметрів виймання вугілля на стан техногенних зон

при їх переході механізованими комплексами на пологих пластах, що дозволяє управляти технологічними процесами на різних етапах розвитку гірничих робіт.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці:

– рекомендацій відпрацювання виїмкового стовпа без зупинки очисних робіт і демонтажу очисного механізованого комплексу у техногенних зонах та зі збереженням видобутку вугілля;

– рекомендацій щодо з установки щільності кріплення з необхідними силовими характеристиками на сполученні в штучно утвореній техногенній зоні;

– рекомендації щодо параметрів технології переходу очисними комплексами техногенної зони у виїмковому стовпі 2-ї північній лаві шахти «Краснолиманська».

Реалізація роботи:

– результати і висновки дисертаційної роботи увійшли до рекомендацій параметрів технології переходу високопродуктивними очисними комплексами флангового конвеєрного хідника у виїмковому полі 2-ї північної лави шахти «Краснолиманська»;

– розроблені додаткові заходи щодо переходу очисними роботами техногенних зон без припинення видобутку запасів вугілля у виїмальному стовпі ООО «Краснолиманське» (економічний ефект склав 10,125 млн. грн.)

Особистий внесок здобувача в наукових результатах, що виносяться на захист, полягає у: формулюванні мети роботи, постановці завдань досліджень й обґрунтуванні наукових положень, висновків і рекомендацій за результатами роботи; розробці методик експериментальних досліджень; створенні математичного опису й узагальненні ключових аналітичних залежностей; розробці (у співавторстві) параметрів технології переходу техногенних зон; впровадженні результатів досліджень у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи й результати досліджень доповідалися на: Міжнародних конференціях «Форум гірників – 2008-2011», «Школа підземної розробки – 2008-2011» Дніпропетровськ, НГУ; регіональній науково-практичній конференції «Геотехнології й охорона праці в гірничій промисловості» – Красноармійськ, 2009 р., науково-технічних семінарах Національного гірничого університету.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 9 друкованих праць, серед яких 5 статей у фахових виданнях, 4 доповіді на наукових конференціях і симпозіумах.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, списку використаних джерел і додатків. Робота викладена на 152 сторінках машинописного тексту, включає 22 рисунки, 4 таблиці, список

використаних джерел з 132 найменувань і 3 додатки. Загальний обсяг роботи складає 178 с.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано напрям досліджень дисертації, актуальність, розглянуто зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету, ідею та завдання досліджень, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, викладено основні наукові положення, новизну та значення отриманих результатів, наведено інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію результатів та структуру роботи.

Перший розділ дисертації містить детальний аналіз ефективності застосування сучасних очисних механізованих комплексів в гірничо-геологічних умовах діючих шахт і наукової оцінки стану гірського масиву при переході очисними роботами гірничих виробок на пологих тонких пластах та обґрунтування задач досліджень.

Високі техніко-економічні показники роботи виїмкових дільниць досягаються при довжині виїмкових стовпів до 3000 м і довжині лави 250-360 м. Збільшення цих параметрів значно покращує ефективність інвестицій в вугільну промисловість. Скорочуються об'єми підготовчих робіт і підтримання виробок по площі запасів, термін їх підготовки та інші експлуатаційні показники. Але за цих умов на діючих шахтах очисним вибоєм необхідно перетинати гірничі виробки, що проведені у виїмковому полі за різних умов - як старі, так і виробки, що мають місце для дотримання правил колективної безпеки. Стан цих виробок може бути різним і не відповідати проектним параметрам. Навколо них сформувалась своєрідна техногенна зона зі зміненими параметрами гірничого масиву.

Очисний вибій перетинає три зони різної щільності та напружено-деформованого стану гірничого масиву. В першій зоні робочий простір лави відділений від виробки вугільним ціликом, що має різну ширину та ступінь податливості. В другій зоні секції механізованого кріплення знаходяться в техногенній зоні, утвореній гірничою виробкою, розвантаженою від гірничого тиску технічними засобами. В третій – робочий простір і секції кріплення переміщуються у крайню частину вугільного пласта й оточуючих його порід, а за ним залишається техногенна зона.

В джерелах науково-технічної інформації надається пріоритет технічним питанням керування очисними механізованими комплексами в площині вугільного пласту, як при переході геологічних порушень, так і гірничих виробок. Геомеханічним процесам формування техногенних зон та зміни їх

напружено-деформованого стану в гірничому масиві при переході очисними роботами і суміщенні динамічної тимчасової зони приділяється недостатньо уваги. Робота високопродуктивних очисних комплексів в умовах техногенних зон і управління станом масиву вивчена недостатньо і потребує виконання додаткових наукових досліджень для вивчення характеру поведінки масиву та узагальнення отриманих результатів і розробки рекомендацій для конкретних гірничо-геологічних умов. Характер формування навантаження на кріплення виробки та очисного вибою у місці суміщення техногенної зони та тимчасового опорного тиску при веденні очисних робіт не достатньо вивчено.

Це визначило дослідження як розв'язання актуальної наукової задачі та формулювання детальних завдань роботи.

Другий розділ дисертації присвячено опису механізму формування техногенних зон у вугільному пласті навколо гірничої виробки при переході її очисними роботами та детальному представленню методики вивчення напружено-деформованого стану гірничого масиву.

Розташування гірничої виробки у виїмковому полі на шляху посування очисного вибою призводить до утворення техногенних зон та впливає на напружено-деформований стан масиву (Рис. 1).

Виділено можливі варіанти розташування техногенних зон на шляху посування очисних вибоїв і дана оцінка їх впливу на стан гірничих виробок в зоні ведення гірничих робіт.

Величина зависання порід у виробленому просторі залежить від структурної будови гірничого масиву та характеризується шагом обвалення ($L_{обр}$) безпосередньої та основної покрівлі. Розташування виробки у виїмковому полі може співпадати з цим параметром при управлінні гірничим тиском з обваленням порід. Тому величина їх зависання не повинна перевищувати половини шагу обвалення за лавою наближуючись до відношення

$$(l_o + l_p + B) < 0,5L_{обр} < l_o + l_p + B, \quad (1)$$

де l_o – шаг обвалення порід безпосередньої покрівлі, м; l_p – ширина робочого простору лави, м; B – ширина гірничої виробки, м.

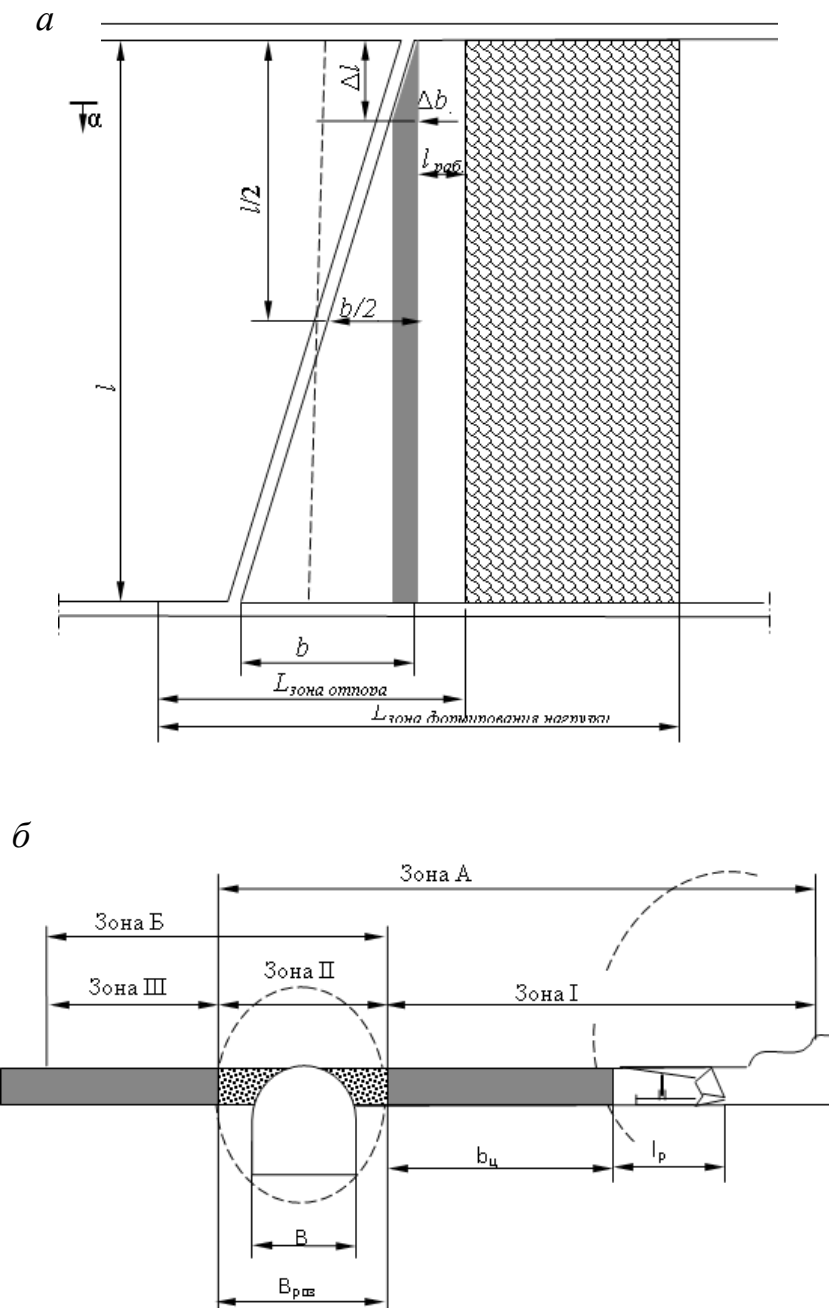


Рис. 1. Схема розташування техногенних зон в площині пласта на
попереді очисного вибою (а) та формування зон різної
напруженості (б): Δb – мінімальна ширина цілика; Δl – відстань від
підготовчої виробки

Шаг обвалення порід може бути рівним $L_{обр.} = l_o + l_p + B$, що вкрай небажано з урахування формування навантаження на кріплення. Може відбутися обвалення порід покрівлі на вибої лави і посідання кріплення на жорстку базу.

Розроблена і запропонована схема формування і управління гірничим тиском на виробку, що знаходиться в масиві гірських порід поблизу

техногенної зони при наближенні очисного вибою за умов скорочення ширини вугільного цілика.

Установлено, що деформація гірничої виробки посилюється ще на відстані від лави. Причиною цього явища є суміщення тимчасової динамічної зони лави на стаціонарну опорну зону виробки. Первинний контакт опорних зон відбувається їх вітками, коли напруження розподілено від максимуму в масив від гірничих виробок, а потім підсумовуються і набувають максимальних значень.

Для вивчення впливу техногенних зон на управління станом гірського масиву прийнято комплексну методику, що включає аналітичні дослідження, методи математичного моделювання та шахтні інструментальні виміри опускання порід у гірничих виробках.

У **третьому розділі** наведено результати аналітичних досліджень та математичного моделювання впливу технологічних процесів на напружено-деформований стан вміщуючих порід в техногенній зоні при перетинанні її очисними виробками. За результатами аналізу сформовані критерії оцінки положення еліпсоїду контуру техногенної зони відносно вугільного пласта, напрямку посування очисного вибою і відношенню малої вісі до ширини робочого простору лави, що дозволило розробити класифікацію геомеханічного процесу перетину техногенних зон.

Вплив знаходження техногенної зони на зміну характеру напружено-деформованого стану порід при посуванні очисного вибою до зони оцінювався математичним моделюванням на основі моделі, що враховує особливості зміщення гірничого масиву при вийманні вугілля у вигляді згину порід з розшаруванням і утворенням порожнин, а також зсуву шарів порід відносно один одного.

За технологічну схему розташування гірничих виробок у виїмковому полі прийнято положення 2-ї північної лави на вугільному пласті m^2_4 шахти «Краснолиманська». Вхідними даними для розрахунку напружено-деформованого стану прийнято нормальний геологічний розріз і фізико-механічні властивості вугільних пластів і літологічних різностей.

Результати досліджень напружено-деформованого стану порід техногенної зони, показують, що при наближенні очисного вибою до гірничої виробки збільшуються її параметри і опускання порід. На сполученні ходка з відкотним штреком максимальні опускання покрівлі в ходку збільшуються в 2 рази. Підняття підосви сягає 410 мм, глибина порушення порід над серединою ходка сягає 3,0 м (розвивається вертикальна система тріщин). Поза межами сполучення підняття підосви становить 390 мм (Рис. 2). Максимальні еквівалентні напруження в основній покрівлі не перевищують міцності порід на

одноосне стиснення. У безпосередній покрівлі ці напруження мають максимальне значення поблизу вибою лави, що підвищує вірогідність утворення або розвитку вертикальних тріщин.

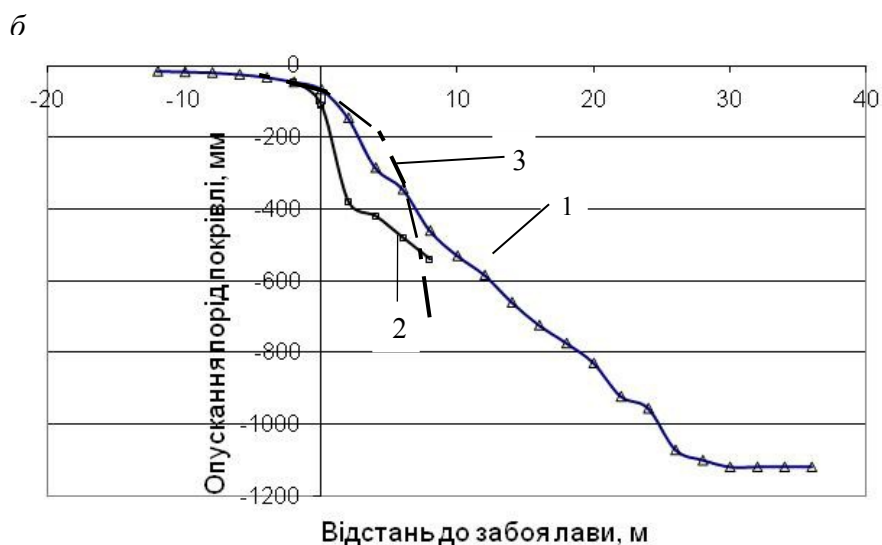
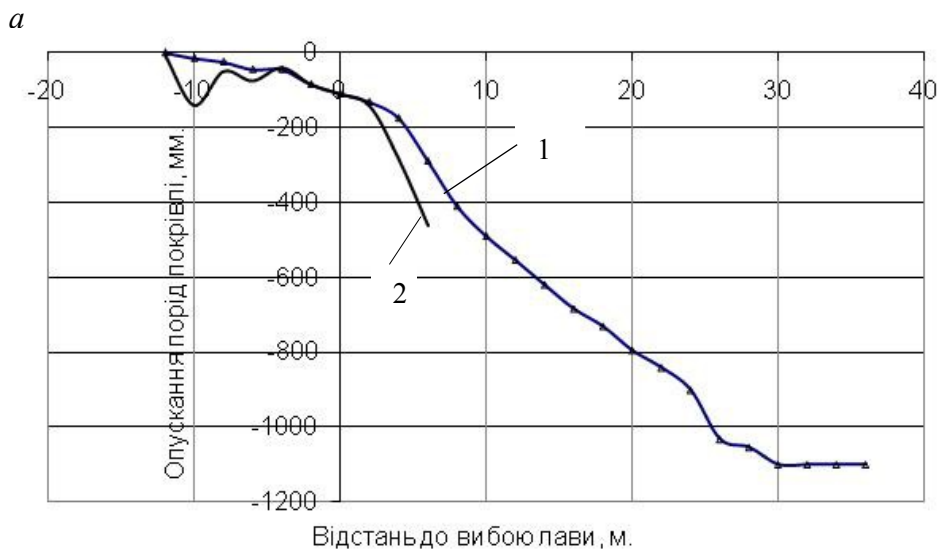


Рис. 2. Графіки опускання порід покрівлі в техногенній зоні на відстані 6 м (*a*) і 2,5 м (*б*) від очисного вибою: 1, 2 і 3 – відповідно основної, безпосередньої покрівлі та за результатами шахтних інструментальних спостережень

З результатів досліджень витікає, що при перетині очисними роботами техногенних зон, які не підсікають порід основної покрівлі, функцією

кріплення посилення є забезпечення протидії вазі безпосередньої покрівлі й недопущення висипання кусків порід до робочого простору лави.

Збільшення розміру зависання порід покрівлі за рахунок ширини гірничої виробки згинаючий момент над робочим простором лави змінює вектор свого напрямку з позитивного на від'ємний. Зміна цього напрямку дії сприяє розвитку природних тріщин, розшаруванню порід і, як наслідок, утворенню вивалів у робочий простір лави.

При переході очисними роботами гірничої виробки напружено-деформований стан вміщуючих порід залежить від відстані до вибою лави, параметрів опорного тиску і терміну їх суміщення, а також від структурної будови масиву. Це дозволяє прогнозувати щільність установки кріплення та його характеристики роботи у режимі деформації порушеного масиву техногенної зони, враховуючи структурні зміни у вміщуючих породах.

Перехід техногенної зони очисними роботами характеризується збільшенням величини опускання порід покрівлі, зміною вектору дії згинаючого моменту, а наявність вугільного цілика за падінням вугільного пласта зменшує опускання.

Величина опускання порід покрівлі на контакті з вибоєм збільшується за поліноміальною залежністю від ширини вугільного цілика, що знаходиться між ними (Рис.3). Це призводить до збільшення навантаження на цілик, опускання порід покрівлі попереду вибою і підняття підосви вугільного пласта.

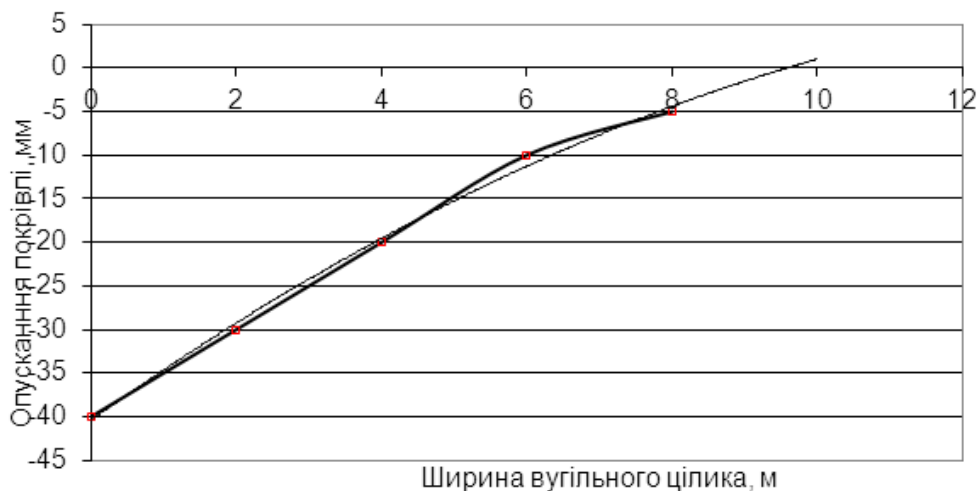


Рис. 3. Залежність опускання покрівлі на границі конвеєрного ходка від ширини вугільного цілика

На сполученні очисного вибою із підготовчою виробкою в покрівлі пласта нормальні напруження зростають за поліноміальною залежністю вигляду $\sigma = 0,002\Theta^2 - 0,012\Theta + 17,312$, ($R^2 = 0,99$) при збільшенні кута зустрічі

(⊖) вибою лави з віссю виробки (Рис.4). Це дозволяє визначати раціональні параметри розташування лави відносно підготовчих виробок і техногенної зони, прогнозувати стійкість порід на сполученнях і щільність кріплення посилення.

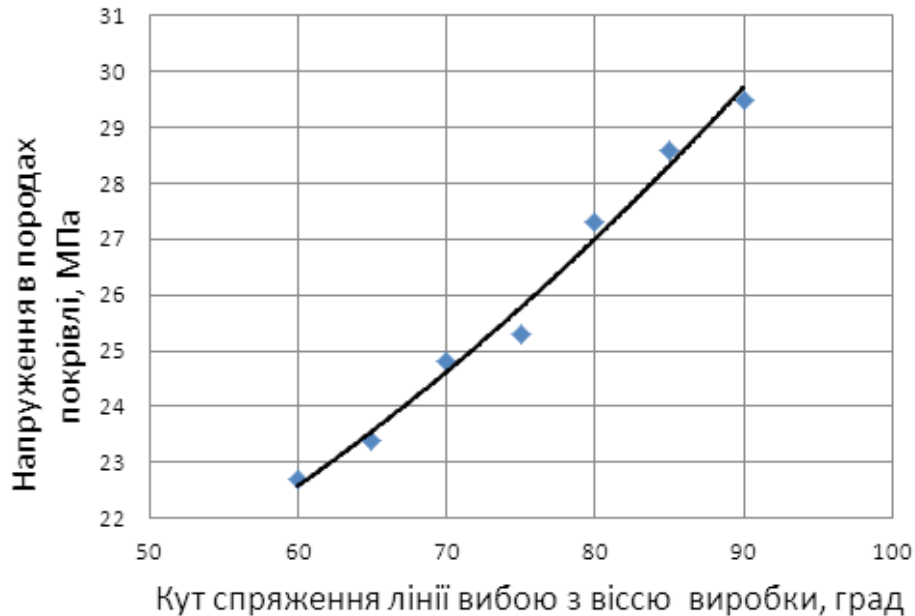


Рис. 4. Залежність нормальних напружень в породах покрівлі від кута сполучення лінії вибою з віссю виробки

У розділі 4 за результатами аналітичних досліджень і математичного моделювання обґрунтовано параметри технології переходу очисними механізованими комплексами техногенних зон, що утворились навколо гірничої виробки у виїмковому стовпі тонкого пласта.

В зоні інтенсивного віджиму вугілля пересування секцій механізованого кріплення визначається терміном формування вибою після виїмання вугілля комбайном, що забезпечує можливість зміни кінематичної схеми роботи механізованого комплексу та збереження стійкості системи породних блоків безпосередньої покрівлі.

Поблизу, та у техногенній зоні, управління станом гірничого масиву необхідно здійснювати за допомогою системи додаткових встановлювальних елементів кріплення як попереду, так і позаду секцій механізованого кріплення.

Кут зустрічі вибою з простяганням техногенної зони, а також час знаходження лави в зоні та ширина її впливу визначаються з виразів

$$j = 180^{\circ} - (b + e); \text{град}; \quad (2)$$

$$t = l_{зон} / v_{доб.}, \text{ доб.} \quad (3)$$

$$l_{зон} = l_{л} / \operatorname{tg} \beta + l_{змін.} \sin \beta, \text{ м;} \quad (4)$$

де $l_{л}$ – довжина очисного вибою, м; $v_{доб.}$ – добове посування вибою, м/доб.;
 $l_{змін.}$ – ширина техногенної зони, м; β – кут вектора посування лави відносно гірничої виробки, град.; ε – кут нахилу лінії лави до напрямку його посування, град.

При відпрацюванні вугільного пласта лавами за простяганням знаходження мінімальної площі робочого простору в техногенній зоні досягається випередженням лінії очисного вибою по відкотному штреку. Це можливо при створенні раціонального куту зустрічі лави з виробкою, що перетинається. Величина випередження по відкотному штреку залежить від кута розташування виробки до цього штреку та довжини лави.

Швидкість посування очисного вибою приймається обернено пропорційно зміні показників геомеханічних перетворень техногенної зони при суміщенні тимчасової опорної зони лави та гірничої виробки.

Визначено порядок виконання гірничих робіт з підготовки техногенної зони до її переходу очисним механізованим комплексом, враховуючи час виконання робіт, швидкість посування очисного вибою, а також характер формування обвалення порід за глибиною масиву. Час на перекріплення виробки складається з термінів встановлення кріплення посилення як безпосередньо у виробці, так і на сполученні з виїмковими виробками

$$t_{неп.} = t_{неп.}^l + 2t_{неп.}^o + t_{рез.} \quad (5)$$

де $t_{неп.}^l$ – час на перекріплення виробки по всій довжині виробки, діб.;

$t_{неп.}^o$ – час на перекріплення сполучень виробок, діб.;

$t_{рез.}$ – час резерву, що враховує непередбачені обставини геомеханічного характеру з урахуванням виходу роботи кріплення підсилення на робочий режим, діб.

Час початку робіт визначається із виразу

$$t = \frac{L^1}{V^1} + \frac{L^2}{V^2}, \quad (6)$$

де L^1 и L^2 – відповідно відстань, яку лава проходить до суміщення опорних зон очисного вибою і виробки та при їх суміщенні, м;
 V^1 и V^2 – відповідно швидкості посування лави у різних зонах напружено-деформованого стану гірничого масиву, м/доб.

Таким чином, час на перекріплення виробки та її сполучення з виїмковими виробками має бути меншим ($t_{пер.} < t$) за час наближення очисного вибою до техногенної зони за відповідних швидкостей посування очисних робіт.

Запропоновані в дисертаційній роботі рекомендації з переходу техногенної зони очисними роботами та установці щільності кріплення з необхідними характеристиками на сполучені підтвердили результати математичного моделювання поведінки гірничого масиву в штучно створеній техногенній зоні.

Очисні роботи виконані без демонтажу очисного механізованого комплексу при збереженні видобутку по шахті.

Розроблені раціональні параметри технології переходу очисними роботами техногенної зони очисним механізованим комплексом були впроваджені на пласті m^2_4 2-ї північної лави шахти «Краснолиманська». Економічний ефект від впровадження склав 10,125 млн. грн.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою в області підземної розробки родовищ корисних копалин, в якій вирішена нова наукова задача з встановлення закономірностей зміни геомеханічних параметрів в техногенній зоні, що дозволило обґрунтувати раціональні параметри технології переходу очисними механізованими комплексами гірничих виробок у виїмкових стовпах. Це є важливим науково-практичним результатом для ефективного застосування високопродуктивних механізованих комплексів у гірничо-геологічних умовах розробки пологих вугільних пластів на шахтах Донбасу.

Основні наукові й практичні результати полягають в наступному:

1. Установлено, що за існуючих гірничо-геологічних умов очисним вибоєм у довгих виїмкових стовпах, обладнаних механізованими комплексами необхідно перетинати гірничі виробки, що знаходяться в незадовільному стані через значну деформацію породного контуру та металевих кріплень. Навколо виробки, що перетинає лава, утворюється техногенна зона, яка є аномальною геомеханічною перешкодою для очисного вибою. При цьому лава проходить

три зони гірничого масиву різних за щільністю й напружено-деформованим станом.

2. Визначена якісна і кількісна оцінка впливу техногенних зон вміщуючих порід на управління станом масиву при веденні очисних робіт у виїмковому полі. Визначені також можливі варіанти формування й розташування техногенних зон на шляху розвитку гірничих робіт.

3. Розроблено класифікацію й критерії оцінки положення еліпсоїду контуру техногенної зони, що утворюється навколо гірничої виробки відносно до вугільного стовпа, напрямку посування очисного вибою і відношення малої вісі до ширини робочого простору лави.

4. Показники напружено-деформованого стану гірничого масиву техногенної зони мають прямо пропорційну залежність від відстані до вибою лави, параметрів опорного тиску і часу їх впливу, а також від структурної будови масиву. Це дозволяє прогнозувати щільність установки кріплення та характеристики його роботи в режимі деформації порушеного масиву техногенної зони, враховуючи структурні зміни у вміщуючих породах.

5. Надана оцінка впливу вугільного цілика, розташованого між лавою й виробкою на рівень деформацій і напружень у масиві при суміщенні опорної зони лави та техногенної зони. Опускання порід покрівлі на контакт з вибоєм збільшується за поліноміальною залежністю від розмірів вугільного цілика, що знаходиться між вибоєм і виробкою. Це призводить до збільшення нормальних напружень у вугільному цілику, опускання породи покрівлі попереду вибою й підняття підшви вугільного пласта.

6. Установлено, що при наближенні очисного вибою до техногенної зони показники її геомеханічного стану збільшуються й знаходяться в прямо пропорційній залежності від ширини й висоти виробки. На сполученні ходка з відкотним штреком максимальні опускання покрівлі та підняття підшви у ходку збільшуються у 2 рази. Збільшення нормальних напружень та інтенсивність їх розподілу в опорній зоні виробки, що переходить лава, знаходяться в прямо пропорційній залежності від відстані до очисного вибою, що наближається.

7. Знайдені закономірності впливу технологічних процесів при переході техногенних зон на напружено-деформований стан вміщуючих порід, що відзначається в зміні напрямку вектора дії згинаючого моменту в породах покрівлі з позитивного значення на від'ємне за рахунок суміщення ходка й робочого простору лави, що рухається. Зміна напрямку згинання порід призводить до розвитку природних тріщин і, як наслідок, утворенню вивалів у робочий простір лави.

8. Установлено, що на сполученні очисного вибою з підготовчою виробкою в покрівлі пласта нормальні напруження збільшуються нелінійно збільшенню

кута (Θ) зустрічі лінії вибою з віссю виробки за поліноміальною залежністю виду $\sigma = 0,002\Theta^2 - 0,012\Theta + 17,312$ при $R^2 = 0,99$.

9. Розроблено рекомендації щодо вибору раціональних параметрів технології переходу техногенних зон без демонтажу очисних механізованих комплексів, зі збереженням видобування вугілля з пласта у шахті при розробці пологих тонких пластів з кріпленням, що протидіє навантаженню на сполученні виробок.

10. В результаті впровадження розроблених технологічних рекомендацій із застосуванням додаткових заходів для формування техногенної зони, допустимої для її проходження очисними роботами, без зупинки виїмання вугільних запасів у виїмковому стовпі 2-ї північної лави шахти «Краснолиманська», економічний ефект склав 10,125 млн. грн.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ

1. Козлов А.А. Напряженно-деформированное состояние горного массива в зоне расположения горной выработки при приближении очистных работ /А.М.Кузьменко, А.А.Козлов, А.В.Хейло// Сб. науч. труд. НАН Украины, ИГТМ, вып. 95, 2011. – С. 80-84.

2. Козлов А.А. Влияние техногенных зон выемочного поля на напряженно-деформированное состояние вмещающих пород впереди очистного забоя/ А.М.Кузьменко, А.А.Козлов, А.В.Хейло// Научный вестник НГУ. - 2010, №4. – С. 41-45.

3. Козлов А.А. Исследование взаимодействия техногенной среды с очистными работами при подземной разработке тонких угольных пластов/ А.М.Кузьменко, А.А.Козлов, А.В.Хейло// Сб. науч. труд. НГУ. - 2011, №32 - С. 38-44.

4. Козлов А.А. Влияние разделения выемочного поля горными выработками на ведение очистных работ/ А.М.Кузьменко, А.А.Козлов, А.В.Хейло// Сб. науч. труд. НАН Украины, ИГТМ, вып. 101, 2012. – С. 58-64.

5. Козлов А.А. Формирование техногенных зон в длинных выемочных столбах впереди подвигания очистного забоя/ А.М.Кузьменко, А.А.Козлов, А.В.Хейло// Научно-техн. сб. «Разработка рудных месторождений», Криворожский технический университет, КривойРог, Вып. №1(102), 2012. – С.62-68.

6. Козлов А.А. К вопросу перехода очистными работами техногенных ослабленных зон во вмещающих породах без демонтажа механизированного комплекса/ А.М.Кузьменко, А.А.Козлов, А.В.Хейло// Материалы международной конференции «Форум горняков – 2009»., Национальный горный университет, 2009. – С.76-81.

7. Козлов А.А. Планування розвитку гірничих робіт з обмежаними параметрами шахтних полів для реалізації інтенсифікації видобування вугілля/ А.М.Кузьменко, В.Д.Рябічев, А.А.Козлов, А.В.Хейло// Сб. наук. праць III Міжнародної наук.-практ. конференції 13-19 жовтня 2009 р. - Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2009. – С.48-55.

8. Козлов, А.А. Влияние расположения горных выработок в выемочном поле на напряженно-деформированное состояние горного массива в зоне ведения очистных работ/ А.М.Кузьменко, А.А.Козлов, А.В.Хейло/ Сб. наук. праць IV Міжнародної наук.-практ. конф. 12-18 вересня 2010 р. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2010.- С.48-55.

9. Козлов А.А. Формирование нагрузок в зоне сопряжения подготовительных горных выработок в выемочном поле при приближении очистных работ/ А.М.Кузьменко, А.А.Козлов, А.В.Хейло/ Сб. наук. праць IV Міжнародної наук.-практ. конф. 02-08 вересня 2011 р. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2011. – С. 257-262.

Особистий внесок автора в роботах, опублікованих у співавторстві: [1–3,] – теоретичне обґрунтування параметрів технології переходу очисними роботами гірничої виробки; [4-5] – визначення показників напружено-деформованого стану порід в техногенній зоні; [6] – визначення параметрів виймальних стовпів при застосуванні високопродуктивних механізованих очисних комплексів; [7-8] – результати математичного моделювання напружено-деформованого стану порід; [9] – розробка технологічних заходів щодо запобігання обвалення порід на спряжені виробок.

АНОТАЦІЯ

Козлов О.А. Обґрунтування параметрів технології переходу техногенних зон очисними комплексами. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин. – Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, 2012.

Дисертація присвячена визначенню параметрів технології переходу очисними високопродуктивними механізованими комплексами техногенних зон, що утворюються навколо гірничої виробки на шляху посування лави.

Установлено, що показники напружено-деформованого стану гірничого масиву техногенної зони мають прямо пропорційну залежність від відстані до

вибою лави, параметрів опорного тиску і їх часового суміщення, а також від структурної будови масиву.

Досліджені закономірності впливу технологічних процесів при перетині техногенних зон на зміну напрямку вектора дії згинаючого моменту в породах покрівлі з позитивного значення на від'ємний за рахунок збільшення ширини виробки та робочого простору лави, що рухається.

В результаті впровадження технологічних рекомендацій проходження очисними роботами техногенної зони пласта 2-ї північної лави шахти «Краснолиманська» економічний ефект склав 10,125 млн. грн.

Ключові слова: очисні механізовані комплекси, техногенна зона, напружено-деформований стан масиву, технологічні параметри переходу гірничої виробки.

АННОТАЦИЯ

Козлов А.А. Обоснование параметров технологии перехода техногенных зон очистными комплексами. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.02 – подземная разработка месторождений полезных ископаемых. – Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, 2012.

Диссертация посвящена определению параметров технологии перехода очистными высокопроизводительными механизированными комплексами техногенных зон, которые образуются вокруг горной выработки на пути ее подвигания.

При современных параметрах выемочных столбов возникает необходимость перехода очистными механизированными комплексами техногенных зон, образованных горными выработками. Эти выработки находятся в неудовлетворительном состоянии из-за значительной деформации породного контура и металлического крепления. Техногенные зоны являются аномальными геомеханическими препятствиями для очистного забоя. При этом лава пересекает три зоны более мелкого порядка с разной плотностью и напряженно-деформированным состоянием.

Дана качественная и количественная оценка влияния техногенных зон вмещающих пород на управление состоянием массива при ведении очистных работ в выемочном поле. Определены возможные варианты формирования и расположения техногенных зон на пути подвигания очистных работ, а также разработана их классификация. Установлено, что напряженно-

деформированное состояние техногенной зоны имеет прямо пропорциональную зависимость от расстояния до забоя лавы, параметров опорного давления и времени их совмещения, а также от структурного строения горного массива.

Получены закономерности влияния технологических процессов на изменение вектора действия изгибающего момента в породах кровли с положительного значения на отрицательное за счет совмещения ширины выработки и рабочего пространства лавы при переходе техногенной зоны.

Дана оценка влияния угольного целика, расположенного между забоем и выработкой на уровень деформаций и напряжений в массиве при совмещении опорных зон лавы и техногенной зоны. Установлено, что опускание пород кровли на контакте с забоем увеличивается по полиномиальной зависимости от размеров целика, находящегося между забоем и выработкой. Это приводит к увеличению нормальных напряжений в целике, опусканию пород кровли впереди забоя и поднятию почвы угольного пласта.

С приближением очистного забоя к техногенной зоне показатели ее геомеханического состояния увеличиваются, находясь в прямо пропорциональной зависимости от высоты и ширины выработки. На сопряжении ходка с откаточным штреком максимальные опускания кровли и поднятия почвы увеличиваются в 2 раза. Увеличение нормальных напряжений и интенсивность их распределения в опорной зоне выработки находятся в прямо пропорциональной зависимости от расстояния до очистного забоя.

На сопряжении очистного забоя с подготовительной выработкой в кровле пласта нормальные напряжения увеличиваются нелинейно увеличению угла встречи забоя с выработкой по полиномиальной зависимости.

В результате внедрения технологических рекомендаций перехода очистными работами техногенной зоны по пласту 2-й северной лавы шахты «Краснолиманская», экономический эффект составил 10,125 млн. грн.

Ключевые слова: очистные механизированные комплексы, техногенная зона, напряженно-деформированное состояние массива, технологические параметры перехода горной выработки.

ABSTRACT

Kozlov O.A. Substantiation of technology parameters of anthropogenic zones crossing by face complexes – By rights of manuscript.

Candidate of technical sciences dissertation on speciality - 05.15.02 – underground mining of mineral deposits. – State Higher Educational Establishment “National Mining University”, Dnipropetrovsk, 2012.

The dissertation is dedicated to technology parameters of high productive face complexes crossing of technogenic zones that form around mine working during the longwall advance.

It is established that stress-strain state of technogenic zone rock massif has directly proportional dependence on distance from the longwall face, parameters of abutment pressure and their time deposition, and also on the structure of the massif.

The dependences are gained as to technogenic processes influence on vector direction change of bending moment action during technogenic zones crossing in roof rocks from positive value to negative due to combination of the mine working width and longwall working space that advances.

As a result of introduction of technological recommendations for stoping of technogenic zone of seam at 2-nd north longwall of “Krasnolimans’ka” mine, the economic effect made up 1.6-2.3 mln. UAH.

Kew words: face mechanized complexes, technogenic zone, stress-strain state of massif, technological parameters of mine working crossing.

Козлов Олексій Анатолійович

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕХОДУ
ТЕХНОГЕННИХ ЗОН ОЧИСНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

(Автореферат)

Підписано до друку 16.05.2012 р. Формат 60x90/16.

Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 0,9.

Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 120 пр. Зам. № __.

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»
49027, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19