

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

СЕРГІЄНКО Радій Миколайович

УДК 622.83 (477.61)

**АКТИВІЗАЦІЯ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ПОРОДАХ
СЕРЕДНЬОГО КАРБОНУ СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДОНБАСУ ПРИ
ЗАКРИТТІ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ**

Спеціальність: 04.00.16 – «Геологія твердих горючих копалин»

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук

Дніпропетровськ-2012

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі будівельної геотехнології Донбаського державного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (м. Алчевськ).

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Должиков Петро Миколайович,
завідувач кафедри будівельних технологій Донбаського державного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (м. Алчевськ).

Офіційні опоненти:

доктор геологічних наук, старший науковий співробітник

Пімоненко Людмила Іванівна,
провідний науковий співробітник відділу геології вугільних родовищ великих глибин Інституту геотехнічної механіки ім. Полякова НАН України (м. Дніпропетровськ);

кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент

Ішков Валерій Валерійович,
завідувач кафедри мінералогії та петрографії Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (м. Дніпропетровськ).

Захист відбудеться «25» жовтня 2012 р. о 13-30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.05 при Державному ВНЗ «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. Карла Маркса, 19, тел. (0562) 47-24-11.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. Карла Маркса, 19.

Автореферат розісланий «21» вересня 2012 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради
Д 08.080.05 кандидат геолого-мінералогічних
наук, доцент

А. Л. Лозовий

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Експлуатація вугільних шахт зумовила істотне і багатопланове техногенне навантаження на природне середовище, що призвело до суттєвих змін, перш за все, гідродинамічних і гідрогеологічних процесів у літосфері. Тепер при закритті шахт, гірський масив одержує удруге техногенне вторгнення, і геологічне середовище не може бути відновлено до початкових її параметрів. Фізична ліквідація гірничих виробок призводить до виникнення і розвитку взаємозв'язаного комплексу нових явищ і процесів негативних в екологічному плані. Ці явища і їх наслідки розвиваються протягом останніх 8-10 років і є маловивченими, важко прогнозованими і майже некерованими у зв'язку з індивідуальністю гірничо-геологічних умов масиву.

Передумовами активізації процесів зсонування на шахтах, що закриваються, є зниження міцнісних властивостей гірських порід у результаті затоплення гірничих виробок. Це може призвести до втрати сталої рівноваги товщі гірських порід і активізації процесу зсонування породної товщі, яка представлена відкладами середнього карбону. У результаті можуть виникнути додаткові деформації земної поверхні, тріщини, уступи, осідання і провали. Деформації гірських порід і земної поверхні, які викликані активізацією процесу зсонування, за несприятливих умов можуть викликати пошкодження в будівлях і спорудах, а також збільшення водопроникності і газопровідності порід.

Особливість розвитку цілої низки геодинамічних процесів полягає в тому, що саме вони в більшій своїй частині обумовлюють сучасні деформації денної поверхні. Тому, саме вони можуть розглядатися як потенційні носії деформації гірських порід, при закритті вугільних шахт.

У зв'язку з цим, дослідження активізації геодинамічних процесів в породах середнього карбону гідродинамічними методами на територіях підроблених гірничими роботами, є актуальною науково-технічною задачею, яка має важливе практичне значення для гірничопромислової геології і охорони навколишнього середовища вугледобувних регіонів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася відповідно до координаційного плану держбюджетних тем Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України № 39 по напрямку «Гірничі науки» за темою «Наукове обґрунтування зосереджених деформацій товщі та її розрахунок при відпрацюванні світи пластів» (№ ДР 0108U001531) і Державної служби геології та надр України за темами: «Моніторинг розповсюдження і розвитку інженерно-геологічних процесів і явищ в межах території Луганської області з метою геологічного забезпечення ШАС НС і протизсувних заходів» (№ У-06-192/1) і «Вивчення регіональних змін гідрогеологічних умов в районах ліквідації шахт і їх вплив на геологічне середовище прикордонних територій Луганської області» (№ У-06-182/1).

Мета і задачі досліджень. Мета роботи полягає у виявленні нових геодинамічних ефектів у породах середнього карбону при затопленні вугільних шахт Східного Донбасу.

Для досягнення мети в дисертації поставлені і вирішені наступні задачі:

1. Виконаний аналіз сучасного геодинамічного стану і гідрогеологічної обстановки подробленого гірського масиву.

2. Виявлені закономірності розвитку тріщинуватості у вугленосних відкладах в процесі роботи і закритті гірничого підприємства.

3. Досліджений розвиток геодинамічних процесів в гідроактивізованому гірському масиві. Обґрунтувати геодинамічну модель підтопленого гірського масиву.

4. Класифіковані геологічні площі за ступенем активності прояву геодинамічних процесів.

Ідея роботи полягає у використанні гідродинамічних методів для встановлення параметрів геодинамічних процесів підтоплених літологічних шарів вугленосної товщі.

Об'єктом досліджень є породний масив, який зазнає вплив гірничих робіт і затоплення.

Предмет досліджень – геодинамічні процеси, що відбуваються в гідроактивізованому породному масиві.

Методи досліджень. Для досягнення мети і рішення задач, які сформульовані у даній дисертації, був виконаний комплекс теоретичних і експериментальних досліджень, який включає аналіз та узагальнення спеціалізованої літератури в даній області, проведення аналітичних, натурних досліджень і статистичний аналіз отриманих результатів. В області теоретичних досліджень використовувалися теорії підземної гідродинаміки, механіки ґрунтів, гідростатики. Натурні дослідження полягали в обробці і узагальненні матеріалу отриманого у результаті проведення комплексу дослідно-фільтраційних робіт (дослідні відкачки, витратометрія) в свердловинах і при перетинанні гірничими виробками тектонічних порушень.

Наукові положення, що виносяться на захист:

1. При закритті вугільних шахт з затопленням порід середнього карбону по водоносних горизонтах, гідравлічно пов'язаних з тектонічними порушеннями, відбувається активізація геодинамічних процесів, яка виражається в блоковій перебудові гірського масиву та розвитку гідродинамічної напруги на контакті з покривними відкладами, що характеризує регіональні геологічні зміни.

2. У результаті обводнення тріщинуватих зон відбувається зміна структурно-міцкісних характеристик і напружено-деформованого стану гірського масиву, і він набуває властивості в'язкопружного середовища, в якому виявляються локальні гірничі удари з інтенсивністю 4-6 балів, що пов'язано з релаксацією напруг по диз'юнктивних порушеннях.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Вперше розглянуті геодинамічні процеси складно структурного гідроактивізованого гірського масиву, складеного тріщинуватими породами середнього карбону і встановлено, що в ньому отримали розвиток:

а) ефект блокової перебудови масиву в зоні обвалення;

б) ефект гідродинамічного напруженого стану шарів порід в зоні прогинання;

в) ефект локальних гірничих ударів в зоні тектонічних порушень.

2. Вперше розроблена геодинамічна модель для нелінійно-в'язкопруж-ного гідроактивізованого породного масиву.

3. Вперше обґрунтовано, що у межах Боково-Хрустальської та Довжано-Садкинської синкліналій існує три типа площ за ступенем активності прояву геодинамічних процесів на підроблених територіях.

Наукове значення роботи полягає у виявленні нових геодинамічних ефектів в підтопленому гірському масиві, який представлений породами середнього карбону у межах Головної синклінали східної частини Донбасу.

Практичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтуванні підвищеної деформації гідроактивізованих порід середнього карбону і виділенні локально-концентрованих площ, на яких активізовані геодинамічні процеси будуть відбуватися з різною інтенсивністю, що безпосередньо пов'язано з структурно-кінематичними властивостями породного масиву і залежить від геолого-гідрогеологічних та тектонічних особливостей геолого-промислового вугленосного району.

Реалізація результатів досліджень, висновків і рекомендацій роботи.

1. Наукові результати прийняті для виконання робіт з дослідження розповсюдження і розвитку інженерно-геологічних процесів і явищ в межах закритих шахт Луганської області Східним державним регіональним геологічним підприємством («Схід ДРГП»).

2. Результати досліджень також використовуються:

- для удосконалення системи екологічного моніторингу навколишнього середовища; при розробці методик прогнозування і управління небезпечними геодинамічними процесами; як об'єктивні ісходні дані для проектування підземних і поверхневих об'єктів будівництва у геолого-промислових районах («ЛуганськДІПРОШАХТ»);

- в учбовому процесі при підготовці студентів гірничих спеціальностей Донбаського державного технічного університету (м. Алчевськ).

3. На площах з максимальним проявом геодинамічних процесів пропонується ведення моніторингу компетентними організаціями з метою попередження негативного впливу даних процесів на довкілля.

Обґрунтованість і вірогідність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується застосуванням апробованих положень і законів підземної гідродинаміки, механіки ґрунтів, реології в'язкопластичного середовища, методів математичного моделювання; застосуванням точних вимірювальних приладів і натурних результатів досліджень, виконаних відповідно до методики свердловинних досліджень.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертації доповідалися та були схвалені на науково-практичних конференціях - «Екологічна безпека техногенно перевантажених регіонів та раціональне використання надр» (Коктебель, 2007 р.), «Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД» (Краснодон, 2008 р.), «Вдосконалення технології будівництва шахт і підземних споруд» (Донецьк, 2008 р.), регіональній науково-практичній школі-семінарі «Прогресивні технології буді-

вництва, реконструкції, реструктуризації і безпеки в капітальному будівництві підприємств вугільної промисловості» (Донецьк, 2008 р.), на конференції «210 років початку систематичного державного геологічного дослідження Донбасу» (Луганськ, 2008 р.), на IV Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми гірництва і екології гірничого виробництва» (Антрацит, 2009 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом наукових і експериментальних досліджень автора. Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні мети і постановці завдань наукових досліджень; зборі, обробці і аналізі проведених натурних досліджень по свердловинах на полях діючих і закритих вугільних шахт Довжано-Ровеньківського геолого-промислового району Донбасу; розробці математичної моделі для нелінійно-в'язкопружних тіл; виділенні площ з різним ступенем прояву геодинамічних процесів. В колективних публікаціях, автором використовувалися теоретичні напрацювання і експериментальні дані співавторів і їх консультативна допомога.

Публікації. По темі дисертації автором опубліковано 12 друкованих праць, у тому числі: 3 статті в спеціалізованих фахових виданнях, 6 – в збірниках матеріалів конференцій та в інших виданнях - 3.

Структура і обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, 26 рисунків, 38 таблиць, списку використаної літератури з 128 найменувань, 1 додатку. Викладена на 167 сторінках друкарського тексту, з яких 136 сторінок основного тексту.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульовані мета й задачі досліджень, наведені наукові положення, які виносяться на захист, а також дані про апробацію і публікацію результатів досліджень.

У першому розділі виконаний аналіз геодинамічного стану гірського масиву і дана оцінка гірничо-геологічним та гідрогеологічним наслідкам і проблемам при закритті вугільних шахт.

Дослідженням цих проблем у Донбасі займалися багато інститутів і спеціалізованих організацій – УкрНДМІ, Дніпродіпрошахт, ДП «Донецькгеологія», «Схід ДРГП», ВО «Укргеологія» та ін. Значний науковий внесок у цьому напрямку зробили такі вчені: Л.І. Пімоненко, Е.Я. Кіпко, В.Д. Рябічев, В.М. Єрмаков, Ю.П. Желтов, М.В. Жикаляк, С.О. Чернікова, І.В. Хохлов, М.С. Заборін, Л.Д. Богун, В.О. Сляднєв, Є.О. Яковлев, Н.О. Юркова, Ю.М. Гавріленко, Ю.Ф. Креніда, О.А. Уліцький, В.О. Дрібан і багато інших.

Як показує практика, сучасні підходи не забезпечують достатньої надійності прогнозних оцінок та ефективності захисних заходів. У виконаних дослідженнях не беруться за увагу нові геодинамічні ефекти, які виникають у гідроактивізованому гірському масиві при закритті вугільних шахт.

На сьогоднішній день сучасне формування екологічної обстановки у вугледобувних регіонах у багатьох випадках дуже тісно пов'язано із закриттям і затопленням вугільних шахт. При підземній розробці вугілля відбувається складна деформація земної поверхні, фундаменту будівель і споруд. Формува-

ння гідрогеологічної обстановки в регіоні після закриття вугільних шахт відбувається в результаті одночасної дії двох чинників: природних і техногенних.

Наслідки встановлення нового техногенного режиму підземних вод при затопленні шахт можуть бути надто істотними і не завжди передбаченими. Тому у зв'язку з цим на сьогоднішній день актуальною науково-технічною задачею є дослідження розвитку геодинамічних процесів гідродинамічними методами на полях діючих і закритих шахт.

У другому розділі приведено методика досліджень, яка спрямована на досягнення поставленої мети і вирішення задач та наведені види і обсяги робіт. Для отримання повної і об'єктивної інформації про зміни геодинамічних процесів в гідроактивізованому гірському масиві та виявленні нових геодинамічних ефектів використовувалися свердловинні методи.

Для вирішення даного питання застосовувалися геофізичні і гідрогеологічні методи досліджень. Виявлення і параметризація порушених зон у гірському масиві здійснювалося цілим набором геофізичних методів.

Для вивчення гідрогеологічних умов досліджуваного масиву і отримання кількісних гідрогеологічних характеристик водоносних горизонтів при бурінні свердловин виконувалися наступні спостереження і експериментально-дослідницькі роботи: виміри рівнів води в свердловинах, спостереження за поглинанням промивальної рідини, спостереження за самовиливом води із свердловин, спостереження за провалами бурового інструменту при бурінні, спостереження за виходом керна і його макроскопічне вивчення, відкачки, наливи, відбір проб води і зразків порід для аналізу і лабораторних досліджень.

В науково-дослідній роботі застосовується комплексна методика досліджень, яка включає як аналітичні, так і експериментальні дослідження по темі дисертації. Методи дослідження гідродинамічних характеристик обводнених гірських порід в сукупності з геофізичними методами і вивченням гірничо-геологічних умов породного масиву, що використовуються, забезпечили отримання надійної і вичерпної інформації про розвиток геодинамічних процесів в гідроактивізованому гірському масиві.

У третьому розділі вивчалися водоносні горизонти і комплекси, тектонічні порушення та їх гідрогеологічна активність, а також виявлені загальні закономірності розвитку тріщинуватості з глибиною в породах середнього карбону на площі Довжано-Ровеньківського геолого-промислового району, як головні чинники розвитку геодинамічних процесів.

На підставі узагальнення матеріалів геологорозвідувальних, гірничо-експлуатаційних робіт, гідрогеологічних спостережень по свердловинах було показано, що обводненість порід карбону пов'язана з тріщинуватістю, яка за площею і у вертикальному розрізі дуже неоднорідна. Гідравлічний зв'язок водоносних горизонтів здійснюється по зонах тектонічних порушень і по зонах тріщинуватості, що утворилася після обвалення покрівлі відпрацьованих вугільних пластів. Основні водоносні горизонти у даному геолого-промисловому районі приурочені до пісковиків. Наявність тріщин міняє фізичні властивості гірського масиву і відповідно визначає розвиток геодинамічних процесів.

З метою з'ясування загальних закономірностей розвитку тріщинуватості і впливу тектоніки на її розвиток поглинаючі свердловини групувалися по тектонічних елементах Довжанської улоговини, яка є основним структурним елементом Довжано-Ровеньківського геолого-промислового району (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість пробурених свердловин по тектонічним елементам Довжанської улоговини

Тектонічний елемент	Усього пробурено	З них поглинаючих
Північне крило	269	188
Донна і замкова частина	146	68
Південне крило	242	203

Поглинання, які відмічалися по свердловинах, були розділені за наступними інтервалами глибин: 0 – 100 м, 100 – 200 м, 200 – 300 м і т.п. Аналізувалися всі, що зустрічалися свердловиною, поглинання на різних глибинах. В процесі обробки матеріалів вивчалася залежність розкритості тріщин від глибини. Максимальна глибина розвитку тріщинуватості складає 1200 м.

В результаті вивчення усього наявного матеріалу виділено 4 зони розкритості тріщин (табл. 2).

Таблиця 2

Потужність зон розкритості тріщин та їх глибина залягання

Текто-ні-чний елемент	I зона (максимальної розкритості)			II зона (значної розкритості)			III зона (середньої розкритості)			IV зона (мінімальної розкритості)		
	глибина залягання, м		потужність, м	глибина залягання, м		потужність, м	глибина залягання, м		потужність, м	глибина залягання, м		потужність, м
	від	до		від	до		від	до		від	до	
Північне крило	0	75	75	75	300	225	300	700	400	700	1100	400
Донна і замкова частина	0	75	75	75	300	225	300	350	50	350	1100	750
Південне крило	0	75	75	75	1200	1125	-	-	-	-	-	-

Більш порушеним є південне крило Довжанської улоговини, по відношенню до північного крила (рис. 1).

В процесі ведення гірничо-експлуатаційних робіт встановлено, що широке розповсюдження має також техногенна тріщинуватість, на утворення якої впливає цілий ряд чинників гірничотехнічного характеру, перш за все опорний тиск і застосовані способи управління покрівлею.

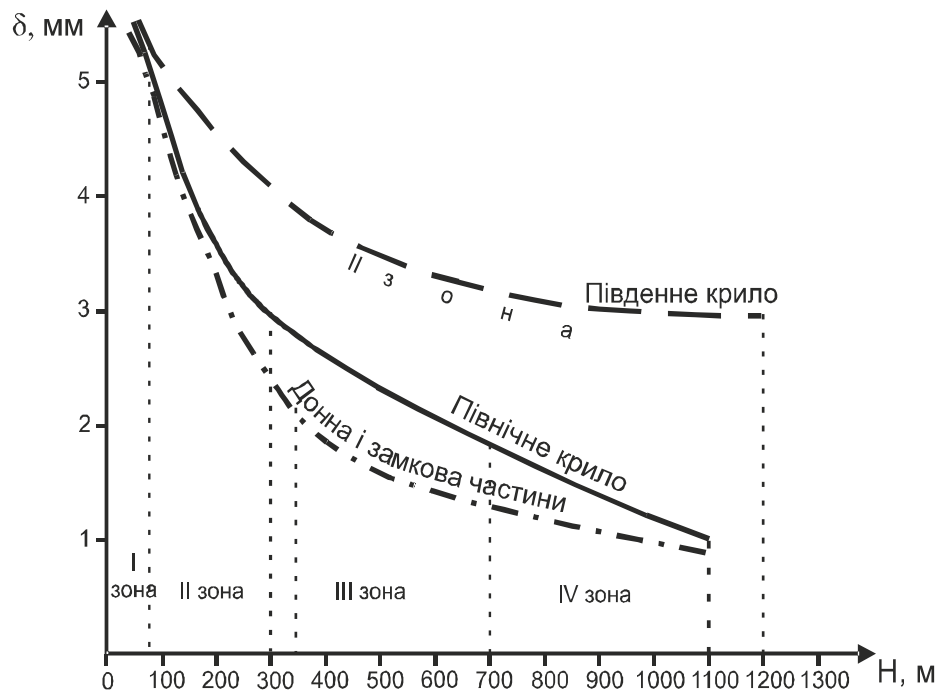


Рис. 1 Залежність розкриття тріщин від глибини по тектонічним елементам

На підставі даних про поглинання промивної рідини в свердловинах, які перебували в гірничих виробках шахт, виконаний розрахунок максимальної потужності зони техногенної тріщинуватості від потужності вугільного пласта і управління покрівлею для пластів антрациту Довжано-Ровеньківського геолого-промислового району.

Розрахована максимальна потужність зони техногенної тріщинуватості для пластів антрациту наступна:

$H_n = 57,8 \cdot m$ – у випадку управління покрівлею способом повного обвалення, і $H_q = 43,5 \cdot m$ – при управлінні покрівлею способом часткової закладки виробленого простору, де m – потужність вугільного пласта, м.

При затопленні шахт порушується геомеханічна рівновага в масиві, яка може виявитися в зсуюванні гірських порід. Таке зсуювання найбільш ймовірно розвивається по зонах тектонічних порушень. Тому значна увагу була надана вивченню тектонічних порушень і їх обводненню, які приурочені до зони крупних лінійних складок.

Аналіз всього матеріалу дає можливість виділити в Довжано-Ровеньківському геолого-промисловому районі три типи скидів за ступенем їх обводнення:

I - безводні, при перетинанні яких відмічається слабкий накрап, або ж «сухо»; II - слабообводненні - спостерігалися прориви, притоки води до $20 \text{ м}^3/\text{год}$; III - обводненні - відзначені постійні притоки або ж прориви води в межах $20,0 - 100,0 \text{ м}^3/\text{год}$.

У четвертому розділі приведені результати свердловинних досліджень прояву нових ефектів геодинамічних процесів, розроблена реологічна модель процесу деформації геодинамічної системи і отримано рівняння швидкості деформації гідроактивізованого породного масиву.

В процесі ліквідації вугільних шахт з повним затопленням виробленого простору відбувається активізація геодинамічних процесів у тріщинуватих зонах за рахунок гідродинамічної дії. В цих умовах відбуваються фільтраційні процеси, які обумовлюють структурну перебудову блоків гірських порід, зміну тріщинуватості і міцнісних властивостей. Відновлення гідростатичного тиску швидко відбувається в зоні водопровідних тріщин і в умовах крутого падіння пластів. В тріщинах зони прогинання з пологим заляганням пластів і наявністю покривних відкладів відновлення гідростатичного тиску відбуватиметься із запізнюванням, причому це запізнювання пропорційно співвідношенню тріщини і порової проникності гірського масиву. Таким чином, у гірському масиві створюються умови концентрації напруги в зоні прогинання і закриття в ній тріщин. Така ситуація називається ефектом гідродинамічного напруженого стану масиву.

Підтвердженням вище сказаному є численні витратометричні дослідження в гідропостережливих свердловинах на полях діючих і закритих шахт.

Перший тип геофільтраційних процесів спостерігався на полі ліквідованої шахти «Маяк». Буріння гідропостережливої свердловини виконано на глибину 90 м. В геолого-структурному відношенні ділянка буріння свердловини приурочена до південного крила Довжано-Садкинської синкліналі, у західного її замикання. Гірнича виробка по пласту l_6^B знаходилася на глибині 115-270 м. В процесі буріння свердловини відмічався самовилив води з первинним дебітом $1,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ і із сталим $0,6 \text{ м}^3/\text{ч}$. В зонах підвищеної тріщинуватості спостерігалася прискорена проходка бурового інструменту.

Також обробка даних про поглинання промивальної рідини, дозволила прослідити зміну частоти, а відповідно, і зміну тріщинуватості і водоносності порід карбону з глибиною на полі шахти № 3 ім. Держинського, що свідчить про блокову перебудову гірського масиву (рис.2).

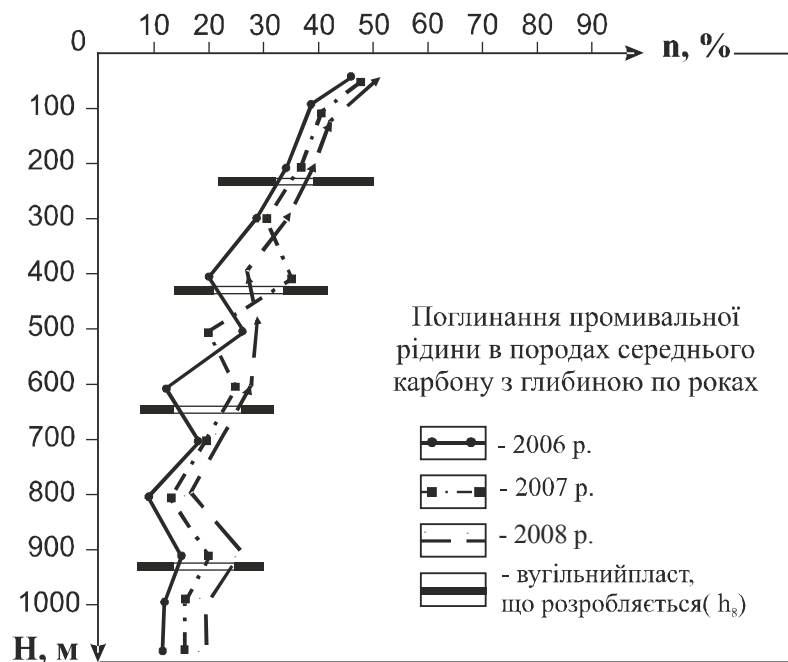


Рис. 2 Графіки зміни частоти поглинання промивальної рідини з глибиною на полі шахти № 3 ім. Держинського (св. 2449-2452)

Другий тип процесів спостерігався на полях ліквідованих шахт № 3-4 «Міусинська» і № 1-2 «Дар'ївська». Так на полі шахти № 3-4 «Міусинська» при бурінні свердловин спостерігалися обводнені зони підвищеної тріщинуватості. Рівні в свердловинах при поглинаннях падали на значну глибину (поле шахти № 1-2 «Дар'ївська»). Наприклад, рівень промивальної рідини в свердловинах (1Д, 2Д, 3Д) при перетині пісковиків $I_4^1SK_1$, $i_3SI_4^1$ і i_3SI_4 знаходився на глибині понад 100 м. В іншому випадку рівні промивальної рідини при бурінні встановлювалися близько від гирла свердловини, іноді відбувався самовилив із сталим дебітом до $0,9 \text{ м}^3/\text{год}$.

На полі цієї ж шахти по свердловинах 2458 і 2491, на яких гирла герметизувалися і обладнувалися манометрами, відмічалось підвищення тиску, що свідчило про накопичення концентрації напруги в покрівлі корінних порід (рис. 3).

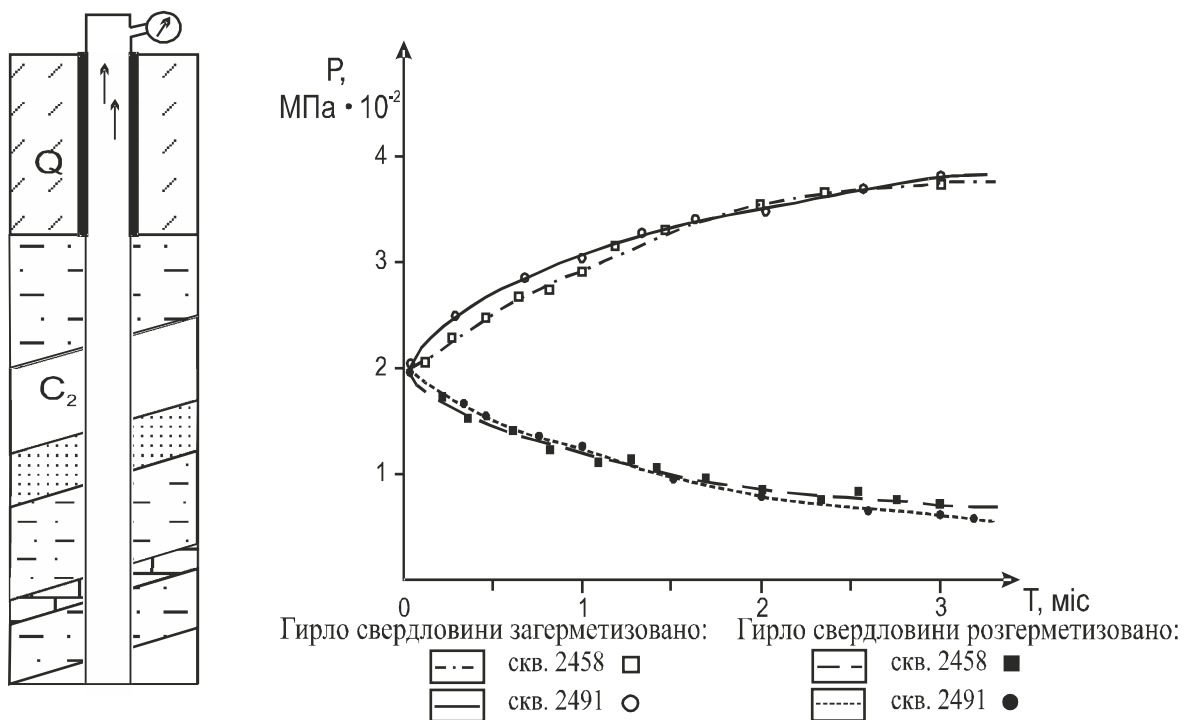


Рис. 3 Закономірність зміни гідродинамічної напруги в покрівлі корінних порід

Найяскравішим і характерним прикладом доказу прояву ефекту блокової перебудови і ефекту гідродинамічного напруженого стану гірського масиву, також є табличні дані, отримані при проведенні дослідно-фільтраційних робіт в свердловинах на різних полях шахт (табл. 3).

Об'єктово-регіональний розвиток гідрогеомеханічних напруг і об'ємний розподіл гідростатичного тиску в гірському масиві при ліквідації шахт (затоплення гірничих виробок) можуть бути результатом прояву локальних гірничих ударів (ефект гірничого землетрусу).

Доказом прояву ефекту гірничих ударів може служити встановлені макросейсмічні прояви Управлінням МНС в Луганській області. Ефект був відзначений в наступних населених пунктах: м. Ровеньки, сел. Новодар'ївка, сел.

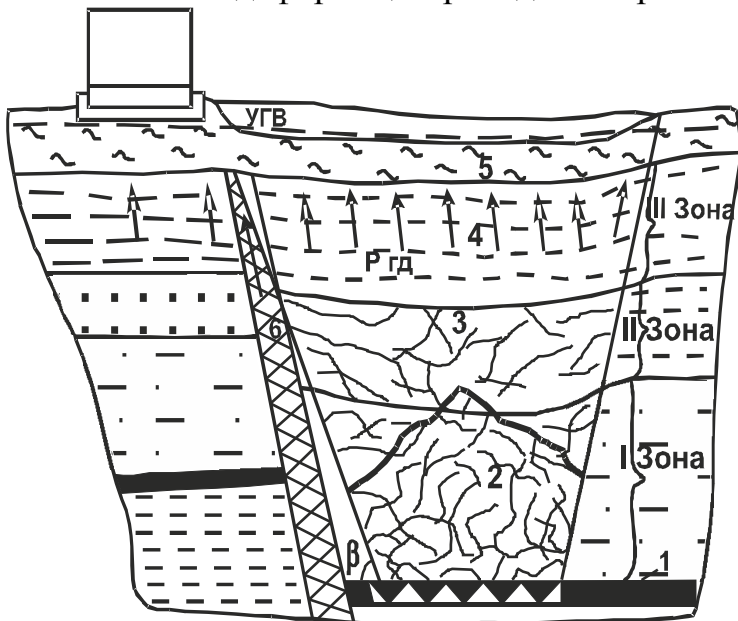
Калинівка. Інтенсивність струсу склала 5-6 балів, згідно діючої макросейсмічної шкали MSK – 64.

Таблиця 3

Результати проведення дослідно-фільтраційних робіт

Шахтне поле	Номер свердловини	Інтервал дослідження від – до, м	Індекс досліджуваного горизонту	Пластовий тиск, 10^5 Па		Статичний рівень води, м		Коефіцієнт фільтрації, м/доб	
				2006	2007	2006	2007	2006	2007
поле шх. «Харківська»	1433	1026-1063	$h_{10}Sh_{11}$	30,0	32,1	70	68,8	$2,75 \times 10^{-2}$	$2,05 \times 10^{-2}$
	1474	255-274	K_4-K_5	15,55	20,3	102,5	100,5	$3,37 \times 10^{-4}$	$2,67 \times 10^{-4}$
	1509	953-969	I_1SI_2	54,39	57,9	130,5	124,6	$3,1 \times 10^{-4}$	$2,91 \times 10^{-4}$
поле шх. «Центросоюз»	3950	180-300	$I_3SI_4^3$	8,40	9,1	20	21,0	$2,88 \times 10^{-3}$	$10,08 \times 10^{-3}$
	2750	0-70	K_8SK_9	3,0	4,2	16	14,2	$17,2 \times 10^{-2}$	$27,8 \times 10^{-3}$
	3590	870-907	H_5Sh_9	17,05	19,0	100	95,7	$11,3 \times 10^{-2}$	$1,3 \times 10^{-2}$
	3004	85-120	$H_5^1Sh_9$	12,5	13,0	25	20,3	$5,6 \times 10^{-2}$	$7,9 \times 10^{-2}$
поле шх. ім. Космонавтів	3466	512-652	I_1SI_2	53,2	54,0	483	462	$8,4 \times 10^{-2}$	$4,4 \times 10^{-2}$
	3698	476-509	I_3SI_4	27	27,5	358,2	347,7	$14,4 \times 10^{-2}$	$20,7 \times 10^{-2}$
	3746	416-437	$h_{10}Sh_{11}$	9	11,1	360	350,0	$7,1 \times 10^{-2}$	$15,1 \times 10^{-3}$

Виявлення та встановлення нових процесів у гідроактивізованому породному масиві дозволили розробити схему формування геодинамічних зон. Схема формування геодинамічних зон у гідроактивізованому породному масиві і основні зони деформації приведені на рис. 4.



1 – вугільний пласт; 2 – затоплена зона обвалення; 3 – обводнена зона тріщинуватості; 4 – обводнена зона прогинання з геодинамічною напругою; 5 – покривні відкладення; 6 – гідроактивізована зона тектонічного порушення; β – кут зсовування.

Рис. 4 Схема формування геодинамічних зон гідроактивізованого породного масиву

При цьому показано, що основний вплив на деформацію поверхні надає III зона – гідродинамічного напружено-деформуючого стану. А також враховано, що ця зона одночасно володіє властивостями пружного тіла (породи) та в'язкої рідини.

Реологічна поведінка в'язкопружного середовища – процес досить складний. Це пояснюється тим, що, окрім миттєвої пружності порід, в цих умовах розвивається пружність, повзучість і дискретні переміщення по найслабших (як правило тектонічних) зонах з ефектом релаксації, що запізнюється. Такі деформаційні процеси можуть розвиватися циклічно і приводять до зміни структури породного масиву, що викликає небезпечні деформації поверхні. Даний процес представляється у вигляді графіка (рис. 5).

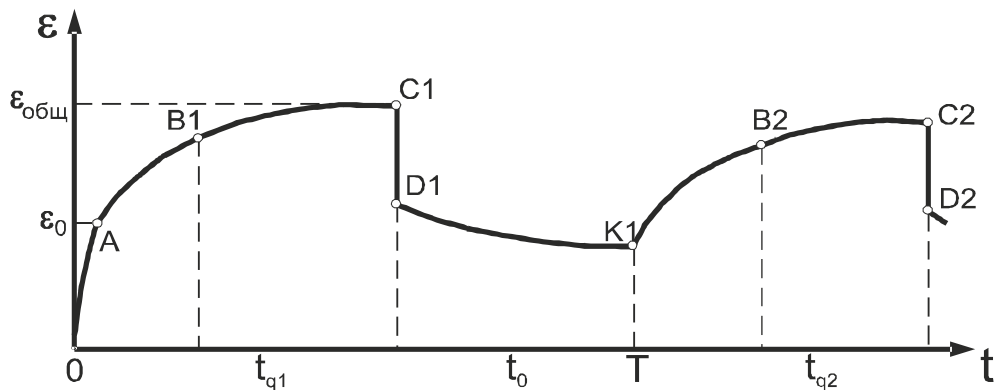


Рис. 5 Закономірність процесу деформації гідроактивізованого породного масиву

На рисунку відрізок OA відповідає пружній деформації, з часом розвиваються в'язкі деформації (AB₁) і повзучість (B₁C₁). В результаті досягнення граничних напруг відбувається «гідророзрив» із зняттям напруги (C₁D₁) і релаксацією (D₁K₁). При цьому t_{q1} – час дії напруги, t₀ – час релаксації, T=t_{qi} + t_{oi} – період східчастих деформацій на i-ій стадії.

Найбільш адекватно такі середовища описуються рівняннями в'язкопружних східчастих деформацій. Для цього була розроблена вдосконалена реологічна модель Максвела-Кельвина-Фойгта.

Згідно даної моделі повна деформація системи рівняється:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4$$

Вирішення задачі дозволило отримати рівняння розвитку деформацій гідроактивізованого породного масиву:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \left[\frac{1}{E} (2 - e^{-t/t_0}) + \frac{\delta_{ij}}{E_L} \right] \frac{d\tau}{dt} + \frac{\tau}{\mu} (1 + e^{-t/t_0})$$

Аналіз рівняння швидкості деформацій показує, що перший додаток визначає пружно-східчасті деформації, а другий – необоротні в'язкі. Запропонована реологічна модель середовища і отримане рівняння швидкості деформації, дозволяє розробити методикку прогнозування небезпечних деформацій поверхні гідроактивізованого породного масиву. Вхідні параметри в рівнян-

ня визначаються фізико-механічними випробуваннями порід і гідродинамічними дослідженнями свердловин.

У п'ятому розділі на прикладі Довжано-Ровеньківського геолого-промислового району була виконана типізація площ по активності прояву геодинамічних процесів та приведені натурні спостереження за їх проявами.

Виділення площ здійснювалося на основі аналізу наступних гірничо-геологічних признаков: наявність покривних відкладів і їх потужність; літологічний склад порід; багаторазові підроблення; глибина розробки; тектонічні порушення (ступень їх обводнення); потужність зони дроблення; кут падіння площини змістителя.

До I типу відносяться площі, на яких геодинамічні процеси активні.

Границями площі є: на півночі і півдні - виходи вугільного пласта і₃ під покривні відклади на північному і південному крилах синкліналі; на заході - скид Валентинівський Західний I; на сході - скид Степанівський (рис. 6).

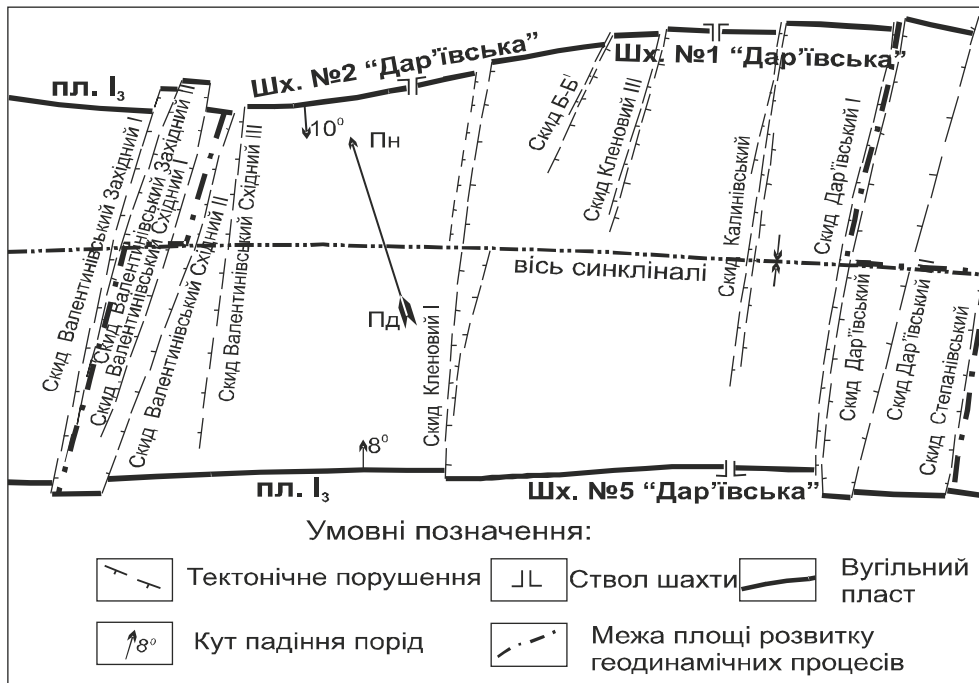


Рис. 6 Площа розвитку геодинамічних процесів I типу

В геологічній будові площі беруть участь осадочні відклади середнього карбону, які перекриті відкладами четвертинного періоду. Дана площа характеризується наявністю багаторічних раніше затоплених старих шахт, тектонічних порушень, ширина порушених зон яких сягає 50-200 м. У межах таких зон вміщуючи породи хитливі через підвищену тріщинуватість, а також, у більшому своєму випадку, вони обводненні. Усі вище перераховані фактори сприяють розвитку техногенної тектонічної активності. Підтвердженням даного процесу можуть служити зафіксовані локальні землетруси в сел. Новодар'ївка (поле шх. №5 "Дар'ївська") 11.05.04 і 19.04.06, м. Ровеньки 19.04.2006, 19.10.2008 (поле шх. № 81 "Київська") і в сел. Калинівка (поле шх. № 1-2 "Дар'ївська") 19.04.06. Інтенсивність струсів складала 5-6 балів.

До *II типу* відносяться площі, на яких прояв геодинамічних процесів помірний (вірогідність близько 0,5).

Границями площі є: на заході - скид Кісельовський №2 і скид Дар'ївський III; на півночі - ізогіпса - 400 по пласту k_2^1 до лінії Нагольного скиду і ізогіпса - 500 на захід від скиду; на сході - лінія Довжанського III скиду; на півдні - вихід пласта h_8 на денну поверхню (рис. 7).

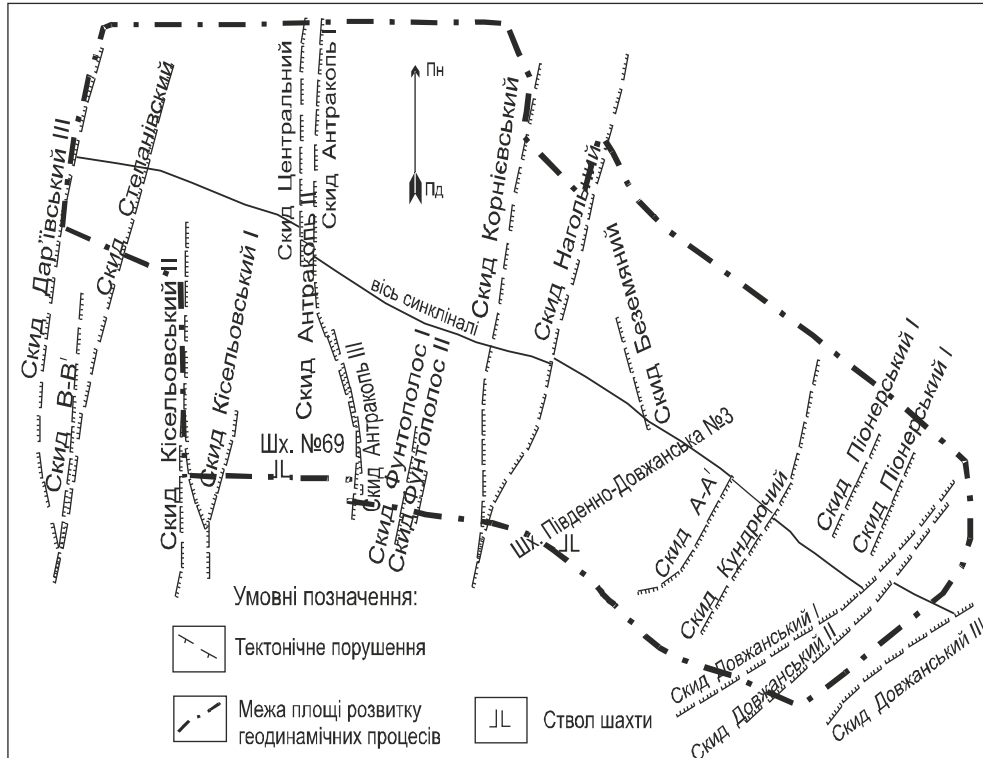


Рис. 7 Площа розвитку геодинамічних процесів II типу

Четвертинні відклади представлені лесовидними суглинками і частково червоними дуже в'язкими глинами. Найбільша потужність відкладів спостерігається у центральній частині площі, де вони досягають 20 м. На описуваній площі розташовані закриті шахти №25 «Наклонна», №3 «Південно-Довжансь-ка» і ряд дрібних шахт (№ 18, № 28, № 47, № 48). Для всіх скидів характерні дуже малі зони дроблення порід, які не перевищують 5-15 метрів, за ступенем обводнення відносяться до II типу.

До *III типу* відносяться площі, на яких прояв геодинамічних процесів слабкий.

Границями площі є: на заході - лінія Довжанського III скиду; на півночі - вісь Довжано-Садкинської синклінали; на сході - лінія Черновецького скиду; на півдні - вихід пласта h_8 на денну поверхню (рис. 8).

Геологічна будова практично така ж, як і у раніше описаних площ – осадочні утворення кам'яновугільної і четвертної систем. Для даної площі характерні безводні тектонічні порушення, круте залягання порід до 55^0 , малі

зони дроблення, тому можна передбачити, що на даній площі геодинамічні процеси не одержать свого розвитку.

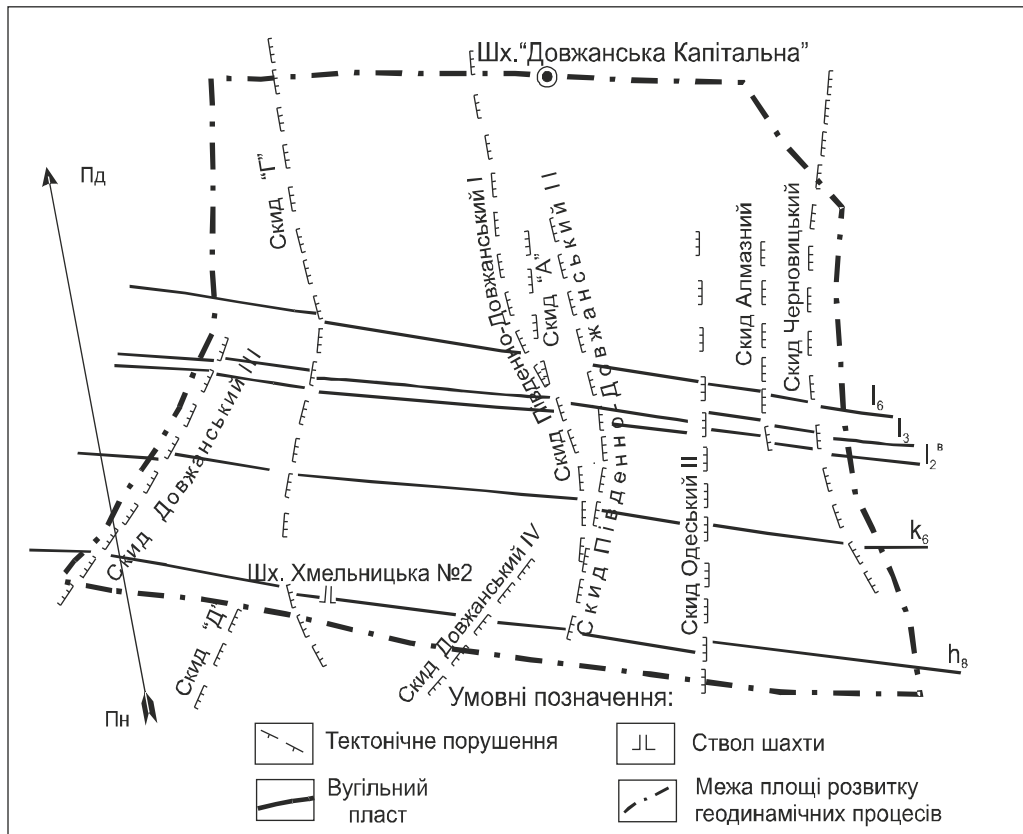


Рис. 8 Площа розвитку геодинамічних процесів III типу

На площі III типу, яка характеризується слабким проявом геодинамічних процесів, за період натурних спостережень геодинамічна ситуація була спокійною. Лише на окремих ділянках закритих шахт № 71 (площа, що примикає до південної околиці м. Свердловська) і Хмельницька № 1 (північно-західна частина сел. Калінінський) були відзначені локальні площі підтоплення.

На площі II типу, для якої характерний помірний прояв геодинамічних процесів, щодо цілої низки свердловин, розташованих на полях шахт «Харківська», «Наклонна» і № 69, спостерігалися незначні виливи води. Крім цього були відзначені площі підтоплення в селищах Киселеве, Матвіївка, розташованих на полях цих шахт.

На площі I типу, розташованій на схід від поперечного Ровенецького підняття і що характеризується активним проявом геодинамічних процесів, протягом усього періоду спостережень відмічалися тривалі виливи води з свердловин, що знаходяться на полях колишніх Дар'ївських шахт (№ 1, 2, 5).

А також розвиток геодинамічних процесів на цій площі, пов'язаний з об'ємним розподілом гідростатичного тиску в гірському масиві, став результатом прояву локальних гірничих ударів.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій на основі закономірностей розвитку тріщинуватості, гірничо-геологічних і тектонічних особливостей гідроактивізованого складно структурного породного масиву у відкладах середнього карбону, гідродинамічними методами встановлені нові геодинамічні ефекти, які розвиваються у в'язкопружних породних масивах на полях закритих шахт Східного Донбасу, що має важливе значення для геологічної характеристики підроблених територій.

Найважливіші наукові і практичні результати досліджень, висновки і рекомендації полягають у наступному:

1. Розвиток геодинамічних процесів у підроблених масивах переважно пов'язаний із закриттям і затопленням вугільних шахт.

2. Зміна інженерно-геологічних параметрів геологічного середовища при закритті шахт реалізується під впливом двох груп процесів - оборотних і необоротних.

3. До чинників, що зумовлюють виникнення і розвиток негативних наслідків для геологічного середовища і об'єктів поверхні в регіональному плані відносяться:

- порушення динамічного і хімічного режимів підземної гідросфери;
- підтоплення земної поверхні в умовах обводнення породного масиву;
- активізація процесів зсuvування порушених багатократною підробкою товщі гірських порід при водонасиченні;
- зміна фізико-механічних властивостей фундаменту будівель і споруд при обводненні ґрунтів.

4. За результатами дослідження поглинання промивальної рідини в гідростережних свердловинах виконана регіональна оцінка зміни тріщинуватості порід від глибини, на основі чого було виділено 4 зони розкритості тріщин. Гідроактивізація породного масиву безпосередньо визначається обводненністю та особливостями тектонічних порушень.

5. В процесі ліквідації вугільної шахти з повним затопленням виробленого простору відбувається активізація геодинамічних процесів в тріщинуватих зонах середнього карбону за рахунок гідродинамічної дії, що приводить до виникнення і розвитку нових ефектів: а) блокової перебудови масиву в зоні обвалення; б) гідродинамічного напруженого стану шарів порід в зоні прогинання; в) локального гірничого удару в зоні тектонічних порушень.

6. Після затоплення гірського масиву змінюються його фільтраційні і міцнісні характеристики, внаслідок чого він набуває властивості в'язкопружного середовища. Найбільш адекватно такі середовища описуються рівняннями в'язкопружних східчастих деформацій, згідно вдосконаленої моделі Максвелла-Кельвина-Фойгта.

7. Для умов Боково-Хрустальської і Довжано-Садкинської синкліналій виділені площі, на яких прояв геодинамічних процесів відбуватиметься з різною інтенсивністю, з урахуванням геологічних, гідрогеологічних і тектонічних особливостей вуглепромислового району.

8. Практичне використання результатів досліджень на території Східного Донбасу дозволить розробити заходи щодо зниження сейсмонебезпечності підроблених територій і екологічних наслідків підземного видобутку вугілля.

Основні положення і результати дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Сергиенко Р.Н. Региональные изменения геомеханических и гидрогеологических условий на полях закрытых шахт / Р.Н. Сергиенко, П.Н. Должиков, Л.Н. Дмитриева // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2007. – № 5. – С. 9-11.

2. Сергиенко Р.Н. Реологическая модель и вязкоупругое деформирование подтопленного горного массива / Р.Н. Сергиенко, П.Н. Должиков, В.Д. Рябичев // Проблемы горного дела и экологии горного производства: монография – Донецк: “Вебер” (Донецкое отделение), 2007. – С. 136-141.

3. Сергиенко Р.Н. Тектонические нарушения – один из факторов гидроактивизации геомеханических процессов в породных массивах / Р.Н. Сергиенко, Г.М. Смородин, Ю.И. Кобзарь, А.Э. Кипко // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ, 2008. – № 12. – С. 19-23.

4. Сергиенко Р.Н. Опасные деформации поверхности гидроактивизированного породного массива в регионах закрытия шахт / Р.Н. Сергиенко, П.Н. Должиков, В.Д. Рябичев // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека техногенно перевантажених регіонів та раціональне використання надр». – Коктебель, 2007. – С. 47-50.

5. Сергієнко Р.М. Про деформованість гідроактивованих масивів тріщинуватих гірських порід / Р.М. Сергієнко, П.М. Должиков, В.О. Коструб // II Міжнародна науково-практична конференція «Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД».- Краснодар, 2008. – С. 75-81.

6. Сергиенко Р.Н. Влияние горных работ на экосистему Луганской области / Р.Н. Сергиенко, П.Н. Должиков // Прогрессивные технологии строительства, безопасности и реструктуризация горных предприятий – Матер. науч. практ. шк. -семинара – Донецк: Норд-Пресс – 2008. – С. 85-88.

7. Сергиенко Р.Н. Исследование закономерностей развития открытой трещиноватости в горных породах / Р.Н. Сергиенко // Прогрессивные технологии строительства, безопасности и реструктуризация горных предприятий – Матер. науч. практ. шк. - семинара – Донецк: Норд-Пресс - 2008. – С. 89-93.

8. Сергиенко Р.Н. Экзогенные геологические процессы, развитые на территории Луганской области / Р.Н. Сергиенко, Л.Н. Дмитриева // Тезисы докладов конференции «210 лет начала систематического государственного геологического исследования Донбасса» – Луганск, 2008 – С. 60-61.

9. Сергиенко Р.Н. Исследование зоны искусственной трещиноватости над очистными выработками / Р.Н. Сергиенко, Л.Н. Дмитриева, П.Н. Должиков // Проблемы горного дела и экологии горного производства: Матер. IV Междунар. науч. – практ. конф. (14-15 мая 2009г., г. Антрацит). – Донецк: Норд-Пресс, 2009. – С. 63-67.

10. Сергиенко Р.Н. Закрытие шахт – один из факторов изменения состояния геологической среды / Р.Н. Сергиенко, Л.Н. Дмитриева // Проблемы горного дела и экологии горного производства: монография – Донецк: “Вебер” (Донецкое отделение), 2007. –С. 169-172.

11. Сергиенко Р.Н. Анализ результатов исследований проявлений реологических свойств горного массива / Р.Н. Сергиенко, Ю.П. Должиков // Соверш. технол. строит. шахт и подз. соор. – Сб. науч. труд. – вып. №14 –Донецк: Норд-Пресс – 2008. – С. 61-63.

12. Сергиенко Р.Н. Исследование и прогнозирование геодинамических процессов в подработанных породных массивах / Р.Н. Сергиенко, П.Н. Должиков // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В.Даля. – Луганськ, 2010. – № 3(145). – С 428-431.

Особистий внесок автора в роботах, написаних у співавторстві: [1] – вивчення особливостей зміни геомеханічної і гідрогеологічної ситуації на полях закритих шахт методом збору, узагальнення і аналізу гідродинамічної інформації по свердловинах; [2] – теоретичне обґрунтування і розробка процесу деформації гідроактивізованого гірського масиву; [3] – розглядається вплив обводненості тектонічних порушень на гідроактивізацію геомеханічних процесів у породних масивах і гірничих виробках; [4] - встановлення нових закономірностей розвитку геодинамічних процесів; [5,6,7] – дослідження тріщинуватості гірських порід по матеріалах буріння з виділенням зон розкритості тріщин; [8,10] – доля в зборі й обробці матеріалів; [9] – встановлена залежність потужності тріщинуватої зони від потужності пласта, що розробляється, і способу управління кривлею; [11] – узагальнення отриманих результатів інструментальних спостережень деформації порід навколо виробок; [12] – виявлені та розглянуті геодинамічні процеси на полях шахт Довжано-Ровеньківського геолого-промислового району, зроблений аналіз причин їх виникнення та спрогнозован час їх реалізації.

АНОТАЦІЯ

Сергієнко Р. М. «Активізація геодинамічних процесів в породах середнього карбону східної частини Донбасу при закритті вугільних шахт». – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.16 – «Геологія твердих горючих копалин». Державний ВНЗ «Національний гірничий університет». Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Дніпропетровськ, 2012 р.

Дисертація присвячена обґрунтуванню розвитку нових геодинамічних ефектів гідродинамічними методами на полях діючих і закритих шахт.

Виконаний аналіз сучасного геодинамічного стану і гідрогеологічної обстановки підробленого гірського масиву, виявлені закономірності розвитку тріщинуватості в породах кам'яновугільних відкладів в процесі роботи і закритті гірничих підприємств, досліджено розвиток геодинамічних процесів у гідроактивізованому гірському масиві та розроблена вдосконалена реологічна

модель Максвелла-Кельвина-Фойгта, яка дозволяє пояснити процес деформації породного масиву у порушених умовах.

На підставі виконаних робіт і аналізу результатів робіт встановлено, що тектонічні порушення і тріщинуватість мають велику роль не тільки у формуванні величини водопритоку в гірничі виробки, але й істотно впливають на деформаційний процес гідроактивізованого породного масиву, а також після затоплення гірського масиву змінюються його фільтраційні і міцнісні характеристики, внаслідок чого він набуває властивості в'язкопружного середовища.

За результатами свердловинних досліджень, виявлені нові ефекти геодинамічних процесів. На прикладі Довжано-Ровеньківського геолого-промислового району виконана класифікація геологічної площі по ступеню активності прояву геодинамічних процесів.

Ключові слова: породний масив, геодинамічні процеси, обводненість, тріщинуватість, тектонічне порушення, геодинамічні ефекти, гірничий удар, модель, активізовані площі.

АННОТАЦІЯ

Сергиенко Р.Н. «Активизация геодинамических процессов в породах среднего карбона восточной части Донбасса при закрытии угольных шахт». – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.16 – «Геология твердых горючих ископаемых». Государственное ВУЗ «Национальный горный университет». Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины, Днепропетровск, 2012 г.

В диссертационной работе изложены результаты обоснования развития геодинамических процессов гидродинамическими методами на полях действующих и закрытых шахт.

Исследованиями установлено, что гидроактивизация породного массива приводит к возникновению и развитию в нем целого ряда новых геодинамических эффектов:

- эффект блочной перестройки массива в зоне обрушения, который обусловлен затоплением выработанного пространства, где происходит активизация геодинамических процессов за счет гидродинамического воздействия;

- в трещинах зоны прогиба с пологим залеганием пластов и наличием покровных отложений восстановление гидростатического давления происходит с запаздыванием, в результате чего создаются условия концентрации напряжения в зоне прогиба. Такая ситуация называется эффектом гидродинамического напряженного состояния слоев в зоне прогиба;

- при затоплении шахт нарушается геомеханическое равновесие в массиве, при этом накапливаются огромные силы, которые могут проявиться в сдвиге горных пород, прорывов воды и газа на поверхность. Такое сдвижение наиболее вероятно развивается по зонам тектонических нарушений. Причем сдвижение происходит ступенчато или вибрационно, что приводит к проявлению эффекта локальных горных ударов в зоне тектонических нарушений.

После затопления горного массива изменяются его фильтрационные и прочностные характеристики, в результате чего он приобретает свойства вязкоупругой среды. Наиболее адекватно такие среды описываются уравнениями вязкоупругих ступенчатых деформаций.

По результатам экспериментальных работ и обобщения фактического материала выделены три типа площадей, на которых проявление геодинамических процессов будет происходить с различной интенсивностью, с учетом горно-геологических, гидрогеологических и тектонических особенностей геолого-промышленного района. Выделение площадей осуществлялось на основе анализа следующих признаков: наличие покровных отложений и их мощность; литологический состав пород; многократные подработки; глубина разработки; тектонические нарушения; мощность зоны дробления; угол падения плоскости сместителя.

Практическое использование результатов исследований на территории Восточного Донбасса позволит разработать мероприятия по снижению сейсмической опасности подработанных территорий и экологических последствий подземной добычи угля.

Ключевые слова: породный массив, геодинамические процессы, обводненность, трещиноватость, тектоническое нарушение, геодинамические эффекты, горный удар, модель, активизированные площади.

SUMMARY

Sergienko R.N. «Activation of geodinamicheskikh processes in the breeds of middle karbona of east part of Donbassa at closing of coal mines». – On rights for a manuscript. Dissertation for the scientific degree of candidate of geological sciences on specialty 04.00.16 – «Geology of hard fossil fuels». State Higher Education Institution «National Mining University». Department of education and science, young people and sport of Ukraine, Dnepropetrovsk, 2012.

It is set by researches, that gidroaktivizatsiya pedigree array results in the origin and development of a number in him new geodinamicheskikh processes and effects: 1) effect of sectional alteration of array in the area of bringing down, which is conditioned by the submergence of the produced space, where activation of geodinamicheskikh processes due to hydrodynamic influence is; 2) in the cracks of area of bending with the declivous bedding of layers and presence of integument deposits renewal of hydrostatical pressure takes place with the delay, the terms of concentration of tension in the area of bending are created as a result. Such situation is named the effect of the hydrodynamic tense state of layers in the area of bending; 3) at the submergence of mines a geomehanicheskikh equilibrium in an array is violated, enormous forces, which can will show up in moving of mountain breeds, breaches of water and gas on a surface, accumulate here. Such moving most probably develops on the areas of tectonic violations. Thus moving takes place stupenchato or vibration that results in the display of the so-called effect of mountain earthquake in the area of tectonic violations.

Keywords: pedigree array, geodinamicheskikh processes, obvodnennost, tre-shinovatost, tectonic violation, geodinamicheskikh effects, mountain blow, model, activated areas.