



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО"**



**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА
ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ**

**XVII НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ЕНЕРГЕТИКА. ЕКОЛОГІЯ. ЛЮДИНА»**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

29 квітня 2025 р.

**КИЇВ
2025**

Енергетика. Екологія. Людина. Зб. наукових праць НН ІЕЕ, КПІ імені Ігоря Сікорського – Київ: ІЕЕ, 2025. – 109 с.

У збірнику представлено статті молодих фахівців з питань перспективних розробок та нових рішень в енергетиці сталого розвитку на XVII науково-технічній конференції «Енергетика. Екологія. Людина».

До збірника включено статті за такими напрямками: сталий розвиток енергетики, енергетичний менеджмент та інжиніринг, сучасні системи забезпечення електричною енергією, інжиніринг та автоматизація електротехнічних комплексів, мехатроніка енергоємних виробництв, проблеми видобутку корисних копалин, геотехнічне і міське підземне будівництво, інженерна екологія та ресурсозбереження, охорона праці, промислова та цивільна безпека, а також особливості функціонування паливно-енергетичного комплексу України з урахуванням природоохоронних вимог. Викладено методи аналізу системи електропостачання, дано оцінку рівнів енергозабезпеченості та енергоефективності з урахуванням екологічного фактора та впливу галузі на людину.

Друкується за рішенням Вченої Ради НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського

Оргкомітет конференції:

Голова комітету: Оксана **ВОВК**, д-р. техн. наук, професор, директор НН ІЕЕ.

Заступник голови – Олег **ЗАКЛАДНИЙ**, канд. техн. наук., доцент, заст. директора НН ІЕЕ з наукової та інноваційної роботи.

Члени оргкомітету:

Сергій БОЙЧЕНКО д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних систем;

Олена БОРИЧЕНКО канд. техн. наук., доцент, завідувач кафедри електропостачання

Наталя ЗУЄВСЬКА д-р. техн. наук, професор, в.о. завідувача кафедри геоінженерії;

Вікторія ВАПНІЧНА канд. техн. наук, доцент кафедри геоінженерії;

Софія ЖОЛТАЙЛИ PhD, старший викладач кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних систем;

Олег КОЦАР канд. техн. наук, доцент кафедри електропостачання;

Адреса організаційного комітету:

Україна, Київ, 03056, вул. Борщагівська, 115, корпус № 22

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Сайт конференції: www.power.kpi.ua

Укладання збірника наукових праць: Закладний О.О.

Матеріали подані у авторській редакції.

Відповідальність за зміст і достовірність даних несуть автори тез.

ISSN 2307-7239

© Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2025

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ № 1. СТАЛИЙ РОЗВИТОК ЕНЕРГЕТИКИ. СУЧАСНІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЮ ЕНЕРГІЄЮ. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Н. О. Поліщук. Підвищення стійкості і гнучкості систем комбінованого електропостачання житлових комплексів	6
Х.В. Сіваченко, О.В. Бориченко. Теплові електростанції як джерело дрібнодисперсного пилу: виклики та шляхи очищення	12
С.О. Ярошук, О. В. Бориченко. Роль гнучкого попиту (demand response) у декарбонізації енергетичних систем: міжнародний досвід і можливості для України	18
І.І. Богойко. Розвиток зарядної інфраструктури: аналіз досвіду країн ЄС та перспективи для України	24
К.М. Гілевич. Керування попитом активних споживачів	30
А.А. Лепешко. Перспективи розвитку електропостачання постійного струму в населених пунктах	46
Р.Д. Шматок. Ecofriendly матеріали для енергоефективного будівництва	52

СЕКЦІЯ 2. ІНЖИНІРИНГ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ТА МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

К. В. Фута. Порівняльний аналіз кількості та якості вихідних продуктів в результаті переробки гумових відходів різних типів методом піролізу	58
A.R. Trachuk. Risk analysis and ways to neutralize them to increase the level of energy security in the renewable energy sector of Ukraine	63
О.О. Тригубець, А. В. Торопов. Одноконтурна система керування швидкістю телескопічного конвеєра логістичного хабу	68
Д. Гавриць, С.В. Бойченко Водень як основа сталого енергетичного переходу: аналіз ключових етапів водневого енергетичного циклу	73

СЕКЦІЯ 3. ГЕОІНЖЕНЕРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

I. Piskun, D. Zalivan, Ya. Naumov. Assessment of the feasibility of biochar application for restoring soil fertility in areas affected by titanium ore extraction	80
А. Петелька, Л. Скляр. Підвищення енергоефективності процесу зневоднення тонко подрібнених залізородних концентратів	86
А.В. Нестеренко, В.М. Сліденко, О.І. Тесленко. П'єзокавітаційна хвильова технологія інтенсифікації видобутку вуглеводнів	90

В.О.Назаренко, Г.В. Бруй, В.С. Волокітін Розрахунок похибки положення віддаленого пункту підземного полігонометричного ходу	94
К.В. Торунда, Н.В. Кушнірук. Обґрунтування залучення до виробництва техногенної сировини для зниження негативного впливу на зовнішнє середовище	99
В.О. Назаренко, Г.В. Бруй, Г.А. Новицький. Осідання земної поверхні при відході лави від розрізної печі	102
А.А. Лепешко. Конструктивні рішення станції метрополітену	107

УДК 622.1:622.834

Назаренко Валентин Олексійович, д.т.н., проф., кафедра гірничої справи
Бруй Ганна Валеріївна, к.т.н., доц., кафедра гірничої справи
Новицький Георгій Анатолійович, магістрант, кафедра гірничої справи
 Технічний університет «Метінвест політехніка»

ОСІДАННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ВІДХОДІ ЛАВИ ВІД РОЗРІЗНОЇ ПЕЧІ

Анотація. За результатами натурних інструментальних спостережень розроблена просторово-часова модель формування мульди зрушення для умов вугільних шахт Західного Донбасу. Запропоновано новий тип ізоліній, що характеризують час і місце виникнення в мульді осідань певної величини.

Ключові слова: вугільна лава, зрушення гірських порід, осідання поверхні.

Вступ. Будівництво та експлуатація будівель і споруд на територіях залягання корисних копалин здійснюється з обов'язковим гірничо-геологічним обґрунтуванням і дотриманням заходів з охорони від шкідливого впливу гірничих розробок. Невід'ємною складовою такого гірничо-геологічного обґрунтування та основою для вибору відповідних заходів охорони підроблюваних будівель і споруд є розрахунок очікуваних зрушень і деформацій земної поверхні. В теперішній час на вугільних родовищах зрушення і деформації поверхні розраховуються за нормативною методикою Правил [1]. Використання цієї методики має певні обмеження. Зокрема, обов'язковою є умова завершеного процесу зрушення гірських порід и земної поверхні, що в значній мірі звужує можливість прогнозування впливу гірничих розробок на підроблювані об'єкти. Результати розрахунків не дають уяви про тривалість процесу зрушення, не враховують відмінності розвитку деформацій на різних ділянках зони впливу очисних робіт. Самі розрахунки за методикою [1] є громіздкими, незручними та не в повній мірі враховують особливості процесу зрушення в різних гірничо-геологічних умовах відпрацювання вугільних пластів.

Мета та завдання. В результаті маркшейдерських досліджень на вугільних родовищах розроблені різні способи розрахунку зрушень і деформацій поверхні над очисним вибоєм, що рухається. Основні положення цих способів розрахунку для умов Центрального Донбасу викладені в роботах [2-4], Львівсько-Волинського вугільного басейну – в [5], Західного Донбасу – у [6, 7]. Вказані дослідження виконані для умов стадії синхронного зрушення, коли в мульді сформувався плоске дно і профіль крила мульди, яке рухається, залишається незмінним і переміщується синхронно з очисним вибоєм. Область формування мульди, яка виникає при відході лави від розрізної печі, залишається маловивченою.

Якщо розглянути всю мульду зрушення в цілому, то виявиться, що область її формування займає значну площу. Відповідно Правилам підробки [1] розмір L області формування мульди в напрямку посування очисного вибою складе (при пологому заляганні розроблюваного вугільного пласта і відсутності наносів):

$$L = L_1 + L_2,$$

$$L_1 = (H + \frac{D_1}{2} \sin \alpha) \cdot [ctg \beta_0 + ctg(\psi_1 + \alpha)]$$

$$L_2 = (H - \frac{D_1}{2} \sin \alpha) \cdot [ctg \gamma_0 + ctg(\psi_2 - \alpha)]$$

де H – середня глибина розробки, м; D_1 – розмір очисної виробки вхрест простягання, м; α – кут падіння пласта, град; γ_0 , β_0 – граничні кути відповідно по підняття та підняття, град; ψ_1 ,

$\psi/2$ – кути повних зрушень, град.

Наприклад при глибині розробки $H = 200$ м і $\alpha = 0^\circ$ розмір L складе 460 м, а при глибині $H = 500$ м величина L досягне 1160 м. Якщо врахувати потужність наносів, а вони в Західному Донбасі складають 50-200 м, то розміри області формування мульди в напрямку посування очисного вибою виявляться значно більшими. З наведеного прикладу видно, що в мульдї зрушення на земній поверхні є значна область, в якій закономірності зрушення і деформування поверхні залишаються невивченими.

Загальна методика досліджень і результати. Ґрунтуючись на загальноприйнятих уявленнях про процес зрушення земної поверхні й особливості його розвитку, що встановлені натурними маркшейдерськими спостереженнями на шахтах Західного Донбасу, нами розроблена методика просторово-часового моделювання зрушень земної поверхні [10]. Ця методика дозволяє створити графічну модель розвитку зрушень і деформацій над очисним вибоєм, що рухається, до моменту, поки підробка поверхні стане повною.

Практична побудова просторово-часової моделі процесу зрушення земної поверхні показана на прикладі спостережної станції № 10, що закладена над 530-ю лавою пласта с'6 шахти «Ювілейна» ВАТ «Павлоградвугілля». На рис.1 показані план станції й графіки осідань земної поверхні вздовж профільної лінії реперів № 1.

Лави 530 почала відпрацьовуватись на глибині 150 м, потужність наносів становить 60 м, відношення потужностей порід наносів і карбону – 0,40, потужність пласта – 1,0 м. Максимальне осідання в мульдї $\eta_m = 922$ мм.

При побудові моделі використані результати 11 серій інструментальних спостережень, проведених протягом 2 місяців з початку відпрацьовування лав. Кожне спостереження відображає осідання земної поверхні, що відповідає розміру виробленого простору D_t на дату спостереження t .

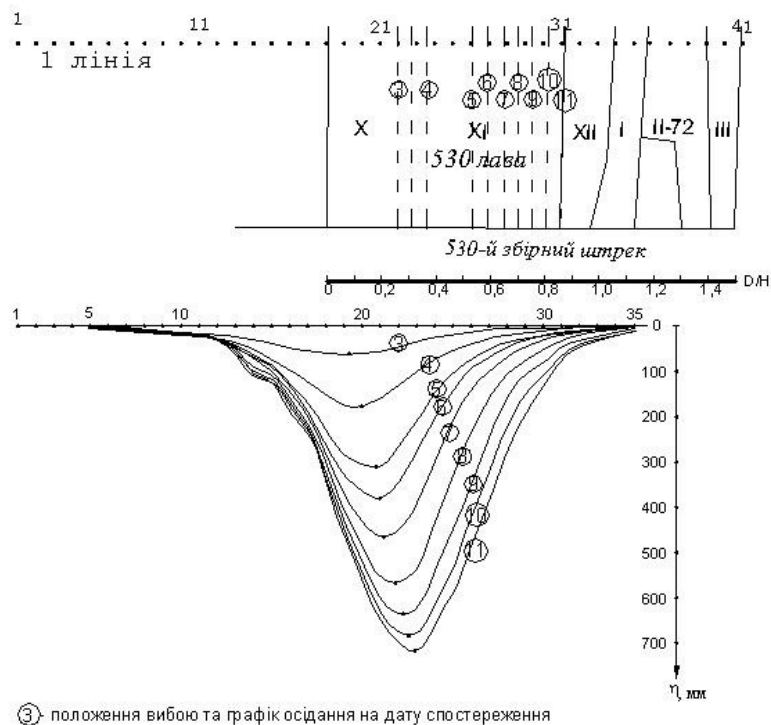


Рис. 1. План спостережної станції №10 і графіки осідання земної поверхні над 530-ю лавою

З урахуванням глибини розробки H і величини посування очисного вибою D_t на дату спостереження створюється спеціальна система координат (рис.2, а), по осі абсцис якої відкладаються відстані від проекції розрізної печі на земній поверхні, віднесені до глибини H (убік руху очисного вибою зі знаком «плюс», убік масиву – зі знаком «мінус»). По осі ординат

відкладаються розміри виробленого простору D_t у напрямку руху очисного вибою, віднесені до глибини H , тобто положення очисного вибою у часі.

У цій системі координат проводяться горизонтальні лінії з ординатами, що відповідають положенням вибою на дати спостережень. Ці лінії повинні відображати профіль мульди зрушення на земній поверхні вздовж лінії реперів спостережної станції на дату відповідного спостереження. У новій системі координат відбудовуються графіки осідань. При цьому кожен графік має свою локальну систему координат, осями абсцис якої є раніше проведені горизонтальні лінії, а віссю ординат – вісь осідань η . Прив'язка графіків по горизонталі здійснюється відносно точки «0» (проекція розрізної печі) осі абсцис вихідної системи координат. Якщо врахувати, що поточний розмір виробленого простору D_t є функцією від часу t , то графіки виявляються «рознесеними» у часі. Наступний крок створення моделі процесу зрушення полягає у визначенні на графіках осідань точок з величинами осідання кратними $0,1\eta_m$ (рис. 2, а) і перенесенні цих точок з графіків на вісь абсцис відповідної локальної системи координат (рис. 2, б). Точки з однаковими відмітками на всіх локальних графіках з'єднуються плавними лініями.

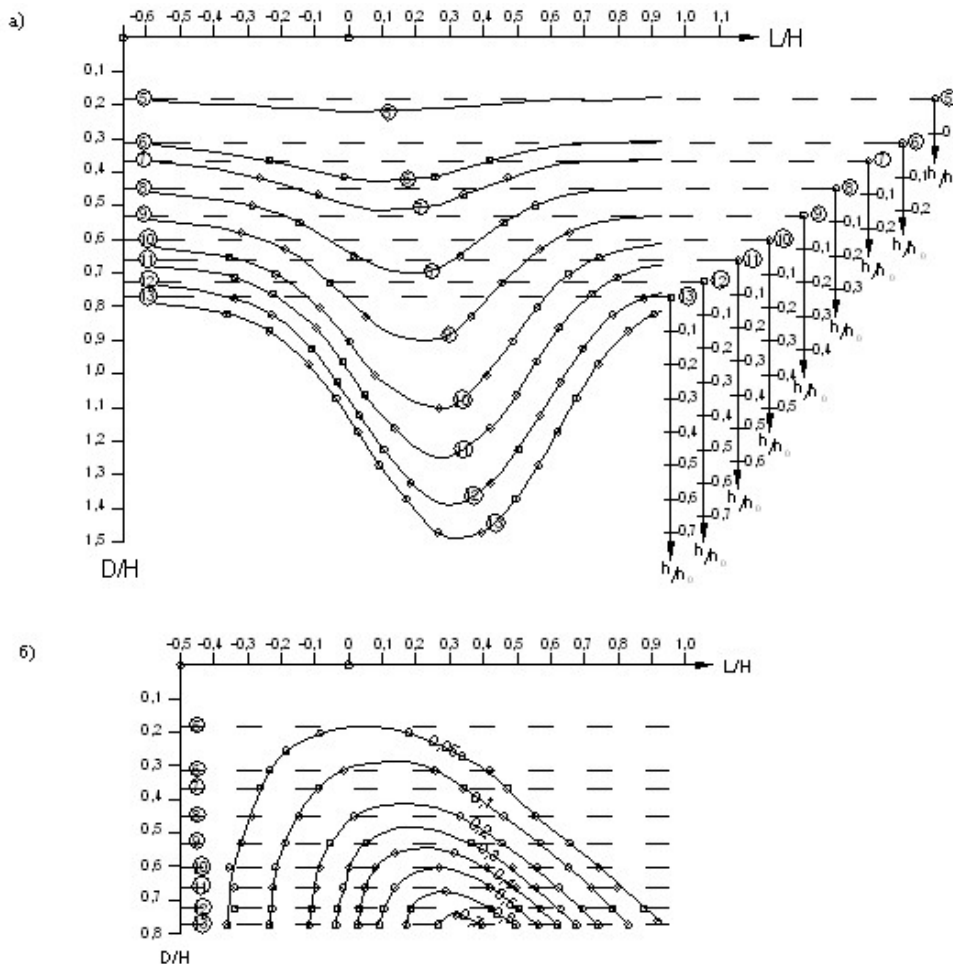


Рис. 2. Графіки осідання земної поверхні над 530-ю лавою: а) – рознесені в часі і розміщені в локальних системах координат; б) – представлені ізолініями

Фізичний зміст отриманих ліній полягає в тому, що вони характеризують час утворення й розташування в мульді значень осідань, кратних $0,1\eta_m$.

У практиці вивчення зрушення земної поверхні над гірничими розробками аналогів отриманих нами ізоліній немає. Виходячи з фізичної сутності, ці ізолінії можуть бути названі

«хроноізоосіданнями».

Побудована модель зрушення дозволяє визначити осідання земної поверхні на будь-який довільний момент часу t . Для цього достатньо знати розмір виробленого простору D_t . Здійснюється це в такий спосіб. На графіку рис. 2, б проводимо горизонтальну лінію з ординатою D_t/H , знаходимо точки її перетинання з лініями хроноізоосідань і за значеннями цих ізоолій відкладаємо вниз величини осідань. Лінія, що з'єднує кінці відкладених відрізків, утворює профіль мульди зрушення на момент часу t .

Аналогічні просторово-часові моделі процесу осідання земної поверхні побудовані по спостережних станціях № 13, 14 (ш. "Степова") і № 9, 12 (ш. "Ювілейна"). Після перетворень, що враховують розходження гірничо-геологічних умов підробки земної поверхні, складено сполучену просторово-часову модель, зображену на рис. 3.

Як видно з рис. 3, лінії хроноізоосідань з однаковими відмітками по різних спостережних станціях розташовуються близько одна від одної, а в деяких випадках збігаються. Цей факт свідчить про "працездатність" моделі в різних гірничо-геологічних умовах Західного Донбасу й дає передумови до створення загальної для шахт Західного Донбасу моделі осідання земної поверхні над очисним вибоєм, що рухається.

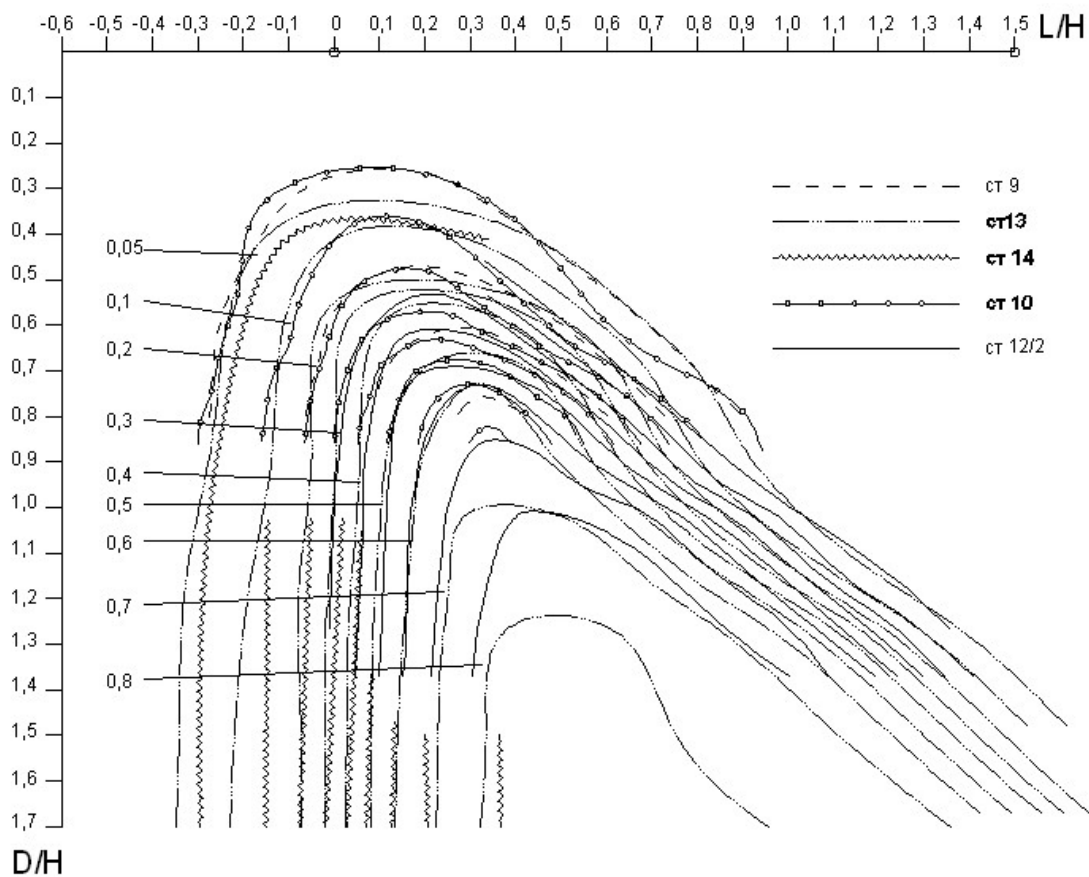


Рис. 3. Сполучена просторово-часова модель процесу осідання земної поверхні

Висновки.

У результаті виконаних досліджень на підставі аналізу натурних інструментальних маркшейдерських спостережень за зрушенням земної поверхні на вугільних шахтах Західного Донбасу розроблена й апробована просторово-часова модель формування мульди зрушення над очисним вибоєм, що рухається. Грунтуючись на отриманих результатах, запропоновано новий тип ізоолій, що характеризують утворення у часі осідань певної величини в головному

перетині мульди за напрямком руху очисного вибою. Виходячи з фізичної сутності цих ізоліній, вони названі лініями хроноізоосідань.

Після розширення бази даних натурних спостережень й оцінки їх точності спільний аналіз моделей для різних гірничо-геологічних умов дасть підставу для створення загальної моделі зрушення для умов Західного Донбасу.

Результати виконаних досліджень є оригінальними, не мають аналогів і можуть бути використані для розробки моделі процесу зрушення на вугільних шахтах Львівсько-Волинського родовища та районів Центрального Донбасу з горизонтальним і пологим заляганням вугільних пластів.

Узагальнена модель процесу зрушення призначена для прогнозування зрушень земної поверхні над гірничими розробками вугільних шахт без виконання складних і громіздких обчислень.

Список літератури

1. Rules for the undermining of buildings, structures and natural objects during underground coal mining: Industry standard. - К.: Minpalivenergo of Ukraine, 2004. - 127 p.
2. Avershin S.G. Calculation of rock movements. - М.: Metallurgizdat, 1950. - 230 p.
3. Batugin S.A. Influence of the speed of advance of the working face on the movements and deformations of the earth's surface // Works on issues of rock pressure, rock movements and methods of mine surveying / VNIMI. - L.: Publ. VNIMI, 1963. - Collection 50. - P. 83-90.
4. Medyanecv A.N. Determination of the intensity of the earth's surface shift above mine workings // Shifts and deformations of the massif during deposit development taking into account the structure and mechanical properties of rocks / VNIMI. - 1968. - Collection 68. - P. 343-348.
5. Iofis M.A., Fastov G.A. The nature of deformation development in the half-trough above the moving face // Rock pressure, rock shift and surveying methods / VNIMI. - 1965. - Collection 55. - P. 143-149.
6. Petruk E.G. Study of earth's surface deformations in the shift trough over time // News of universities. Mining journal. - 1969. - No. 1. - P. 40-43.
7. Nazarenko V.A. On the geometrization of the surface of the displacement trough above the moving working face by the isoline method // Scientific Bulletin of the NSA of Ukraine. - 2003. - №1. - P. 12-16.
8. Doney, E.D., Peng, S.S. and Luo, Y. Subsidence Prediction in Illinois Coal Basin // 10th International Conference on Ground Control in Mining. - 2003. - p.p. 212-219.
9. Nazarenko V.O., Yoshchenko N.V., Stelmashchuk E.V. Regularities of the location of maximum subsidence of the earth's surface in the displacement trough // Scientific Bulletin of NSU. - 2006. - №10 - P. 8-12.
10. Nazarenko V.A., Stelmashchuk E.V. Spatio-temporal modeling of the displacement trough during its formation // Geotechnical mechanics: Interdisciplinary. zb. Sci. prac/ Institute of Geotechnical Mechanics im. M.S. Polyakov NAS of Ukraine. – Dnipropetrovsk, 2007. – VIP. 72. – pp. 25-31.

Nazarenko V., Brui H., Novitski G.,

Department of Mining, Metinvest Polytechnic Technical University.

SUBSIDENCE OF THE EARTH'S SURFACE WHEN LAVA FLOWS FROM A SPLIT FURNACE

The surface subsidence in Western Donbas coal mines is analyzed. A spatial-temporal model of earth's surface subsidence is developed. A new type of contour is proposed. These lines characterize the time and place where the certain subsidence are formed.

Keywords: coal lava, rock shifts, surface subsidence.