УДК 622.1:622.834
© О.В. Стельмащук, 2010

О.В. Стельмащук

РОЗВИТОК ЗРУШЕННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ВІДХОДІ ЛАВИ ВІД РОЗРІЗНОЇ ПЕЧІ

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.

По результатам натурных инструментальных наблюдений разработана пространственно-временная модель формирования мульды сдвижения для условий угольных шахт Западного Донбасса. Предложен новый тип изолиний, которые характеризуют время и место возникновения в мульде оседаний определенной величины.

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.

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 і 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.

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 (ЗД) – у [6, 7]. Вказані дослідження виконані для умов стадії синхронного зрушення, коли в мульді сформувалося 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):

$$L = L_1 + L_2,$$

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

$L_2 = (H - \frac{D_1}{2}\sin\alpha)\cdot[ctg\gamma_0 + ctg(\psi_2 - \alpha)]$; 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 підняттю та падінню, град; ψ_1, ψ_2 – кути повних зрушень, град.

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

Окремі публікації [8, 9] розкривають розвиток максимальних осідань і нахилів земної поверхні при відході лави від розрізної печі, але загальні закономірності розвитку мульди зрушення не досліджувались.

Ґрунтуючись на загальноприйнятих уявленнях про процес зрушення земної поверхні й особливості його розвитку, що встановлені натурними маркшейдерськими спостереженнями на шахтах ЗД, 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 c'_6 шахти «Ювілейна» ВАТ «Павлоградвугілля». На рис. 1 зображено план станції та

графіки осідань земної поверхні вздовж профільної лінії реперів № 1.

Лава 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 мульді η_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.

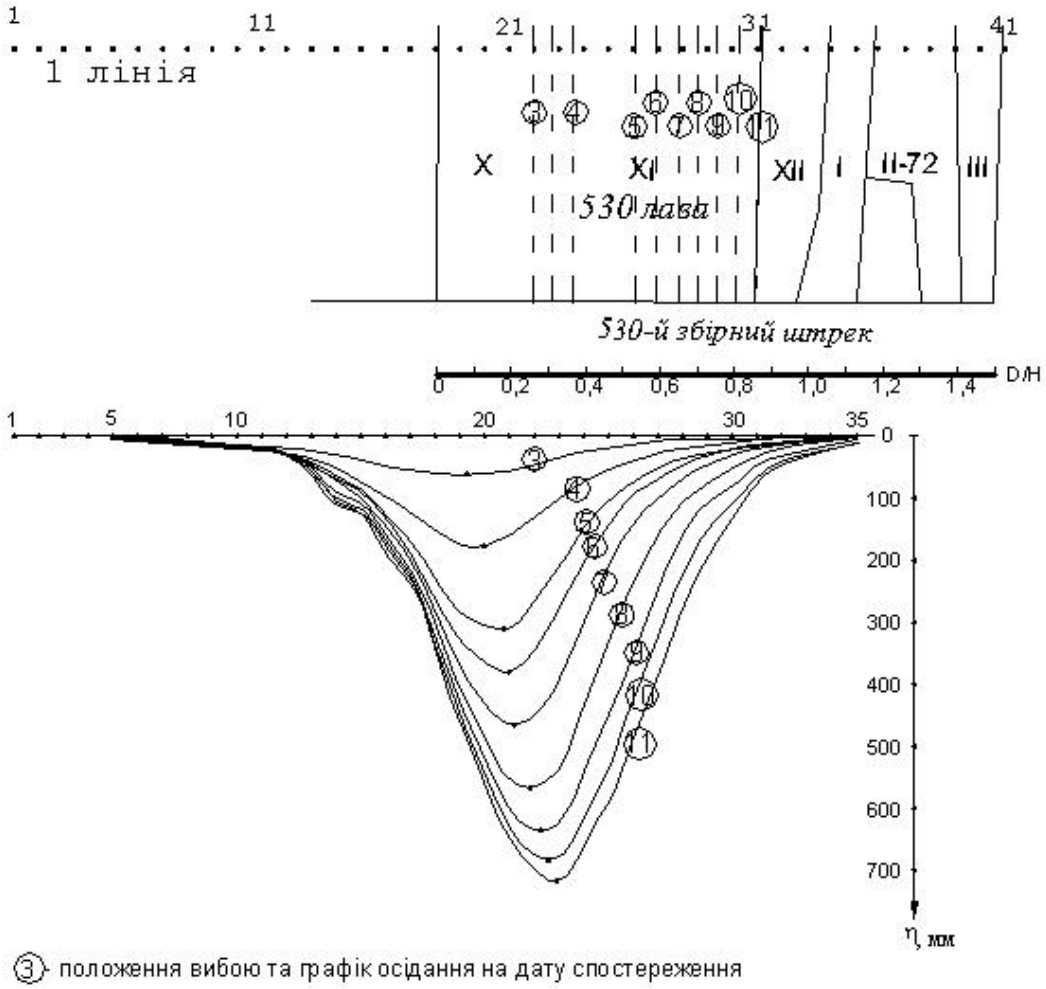
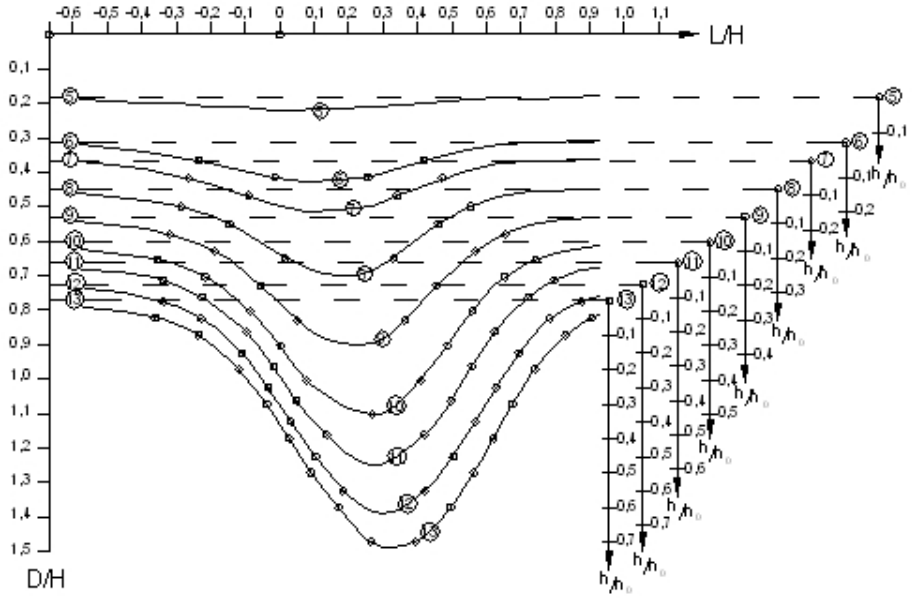


Рис. 1. План спостережної станції №10 і графіки осідання земної поверхні над 530-ю лавою

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

У цій системі координат проводять 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'язку графіків по горизонталі здійснюють 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'єднують плавними лініями. Фізичний зміст таких ліній полягає в тому, що вони характеризують час утворення й розташування в мульді значень осідань, кратних $0{,}1\eta_m$.

а



б

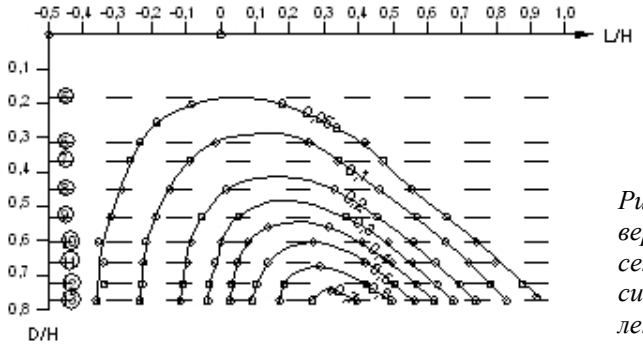


Рис. 2. Графіки осідання земної поверхні над 530-ю лавою: а – рознесені в часі і розміщені в локальних системах координат; б – представлені ізолініями

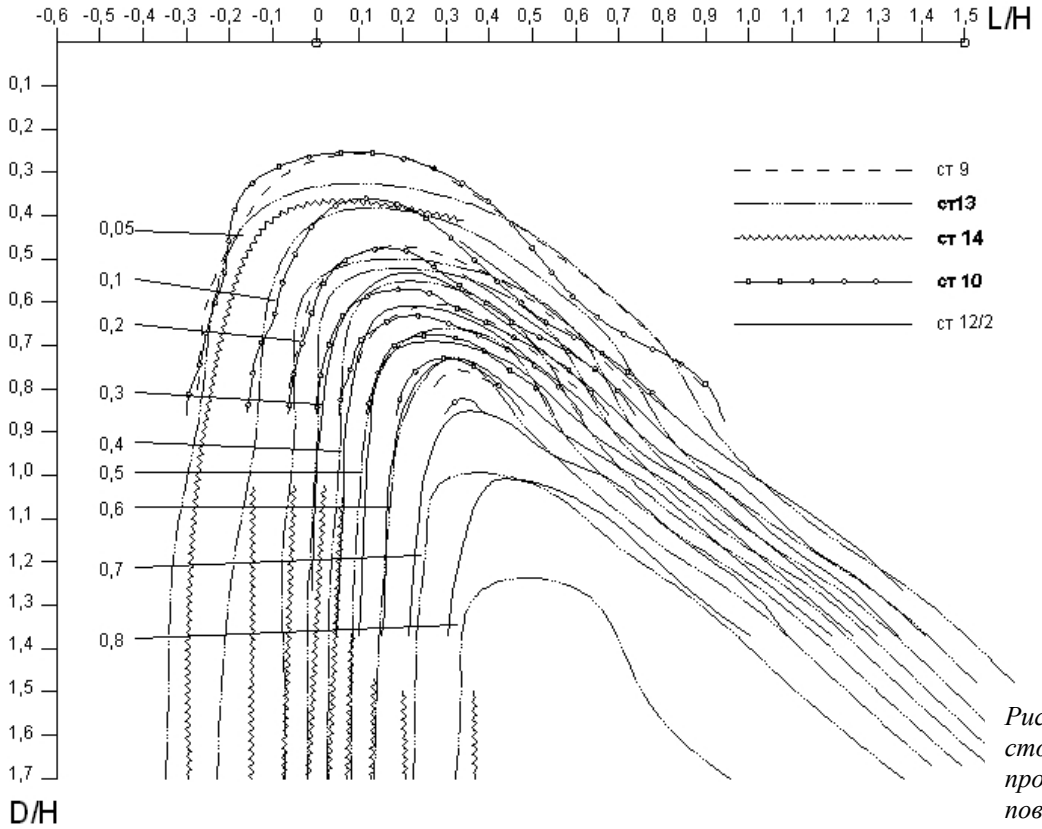


Рис. 3. Сполучена просторово-часова модель процесу осідання земної поверхні

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 ізоліній 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 (див. вище).

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.

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. Ґрунтуючись на отриманих результатах, запропоновано новий тип ізоліній, 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. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом: Отраслевой стандарт. – К.: Мінпаливенерго України, 2004. – 127 с.
2. Авершин С.Г. Расчет сдвижений горных пород. – М.: Металлургиздат, 1950. – 230 с.
3. Батугин С.А. Влияние скорости подвигания очистного забоя на сдвижения и деформации земной поверхности // Труды по вопросам горного давления, сдвижения горных пород и методики маркшейдерских работ / ВНИМИ. – Л.: Изд. ВНИМИ, 1963. – Сб. 50. – С. 83-90.
4. Медянцев А.Н. Определение интенсивности сдвижения земной поверхности над горными выработками // Сдвижения и деформации массива при разработке месторождений с учетом структуры и механических свойств горных пород / ВНИМИ. – 1968. – Сб. 68. – С. 343-348.
5. Иофис М.А., Фастов Г.А. Характер развития деформаций в полумульде над движущимся забоем // Горное давление, сдвижение горных пород и методика маркшейдерских работ / ВНИМИ. – 1965. – Сб. 55. – С. 143-149.
6. Петрук Е.Г. Исследование деформаций земной поверхности в мульде сдвижения по времени // Изв. вузов. Горный журнал. – 1969. – № 1. – С. 40-43.
7. Назаренко В.А. О геометризации поверхности мульды сдвижения над движущимся очистным забоем методом изолиний // Науковий вісник НГА України. – 2003. – № 1. – С. 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. – Pp. 212-219.
9. Назаренко В.О., Йощенко Н.В., Стельмащук Е.В. Закономерности расположения максимальных оседаний земной поверхности в мульде сдвижения // Науковий вісник НГУ. – 2006. – № 10. – С. 8-12.
10. Стельмащук Е.В., Назаренко В.А. Пространственно-временное моделирование мульды сдвижения при ее формировании // Геотехнічна механіка: Межвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Д., 2007. – Вип. 72. – С. 25-31.

Рекомендовано до публікації д.т.н. О.М. Шашенком 15.01.10