

УДК 622.834.1

## **МОНІТОРИНГ ДЕФОРМАЦІЙ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ПІД ВПЛИВОМ ГІРНИЧИХ РОБІТ ТА ІНШИХ ЧИННИКІВ**

**Колеснік Н.А.**, *к.т.н., старший викладач, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ*

Вугільна промисловість є енергетичною основою України. Основний запас кам'яного вугілля припадає на два вугільні басейни: Донецький та Львівсько-Волинський. Близько 87% загальних резервів палива містить Донецький басейн.

На сьогоднішній день через ведення бойових дій на території Донецької області підконтрольній Україні виникає проблема раптової ліквідації шахт. Постійні обстріли не дають можливості виконати пов'язані із цим роботи з належними заходами безпеки.

Підземна розробка родовищ корисних копалин супроводжується зрушеннями масивів гірських порід та просіданнями земної поверхні. Це виникає через зміщення товщі порід під дією сили тяжіння у порожнечі виробленого простору. Осідання товщі в такому випадку проявляються на земній поверхні, що негативно впливає на безпеку підроблюваних інженерних і природних об'єктів.

Якісний розрахунок деформацій земної поверхні завжди був головною умовою при веденні гірничих робіт, але в момент постійних обстрілів, виникають додаткові поштовхи земної поверхні, через це в масиві гірських порід утворюються тріщини, зміщення, зсуви, обвалювання гірських порід тощо. При раптовій зупинці роботи шахт може відбуватися затоплення гірничих виробок і пустот масиву. Токсичні шахтні води можуть призвести до забруднення горизонтів підземних вод, а також прориву води на земну поверхню, що в свою чергу обернеться екологічною катастрофою як для Донбасу, так і для країни в цілому.

Геодезичний моніторинг (навіть із застосуванням безпілотних літаючих апаратів) за зрушеннями земної поверхні і змінами у ландшафті на території Донецької області на сьогоднішній день неможливий через воєнні дії.

Для вирішення цієї задачі на допомогу приходять математичне моделювання, яке дозволяє виконати розрахунок масштабів деформацій земної поверхні, задавши конкретні гірничо-геологічні умови шахтного видобування корисних копалин та підробки залягаючих вище пластів порід. Це дає можливість обґрунтувати заходи щодо охорони підроблюваних об'єктів.

Результати геодезичних вимірювань, виконаних на спостережних станціях, часто свідчать про те, що фактичні криві осідань і деформацій земної поверхні значно відрізняються від розрахункових [1, 2].

Авторкою до початку воєнних дій була проведена серія натурних інструментальних спостережень за наслідками підробки земної поверхні 1-ю східною лавою пласта  $h_{10}^B$  шахтоуправління ім. Кірова.

Метою інструментальних вимірювань на спостережній станції є вивчення закономірностей процесу зміщень (деформацій) земної поверхні при її підробці довгим очисним забоєм 1-ї східної лави з урахуванням стохастичності процесу зрушень.

Осідання визначалися як різниця між висотними відмітками реперів із кожної серії спостережень та початковими відмітками цих реперів. Початкові відмітки реперів були визначені як середнє арифметичне із двох серій спостережень, виконаних до початку підробки гірничими роботами земної поверхні спостережної станції.

Аналіз результатів виконаних вимірювань дозволив зробити такі висновки – максимальна диференціація осідань має місце над центром виробленого простору, а на межах мульди мінімальна, але не дорівнює нулю. Отримані результати добре узгоджуються з рекомендаціями «Правил підробки...» [3], які є нормативним документом для розрахунку деформацій земної поверхні. Однак на окремих ділянках мульди спостерігається відхилення виміряних осідань від розрахункових на 32%, нахилів на 55%, а кривизни на 118%, що потребує удосконалення прийнятої методики.

Істотний вплив на деформації земної поверхні мають глибина гірничих робіт, співвідношення порід товщі, рельєф місцевості, гідрогеологічні умови, похибки інструментальних спостережень, стійкість реперів спостережної станції та багато інших чинників.

Окремою групою факторів, що впливає на процес зрушення, є фізико-механічні властивості гірських порід: міцність порід на стиснення і розтягування, модуль деформації, коефіцієнт внутрішнього тертя, зчеплення і т. п. [4].

Після аналізу впливу описаних чинників, було зроблено висновок, що основну частку (щонайменше 80%) на коливання фактичних зрушень земної поверхні вносить варіація фізико-механічних властивостей відкладів.

Маючи результати власних натурних вимірів та дані інших дослідників, мною було виконано налаштування математичної моделі для розрахунку зрушень земної поверхні з урахуванням варіації фізико-механічних властивостей [5]. Для стохастичного моделювання процесу зрушення використовувався метод кінцевих елементів (МКЕ).

За допомогою методу латинських квадратів знайдено оптимальні параметри розрахункової моделі для стохастичного моделювання процесу зрушення масиву гірських порід та земної поверхні під впливом одиночної лави.

Аналізуючи отримані результати стохастичного моделювання, можна дійти висновку, що мульди з випадковим набором вихідних даних істотно відрізняються від детермінованої мульди. Відхилення показників осідань над центром лави сягає максимальних величин, а в крайніх частинах вони зменшуються.

Таким чином, на підставі аналізу отриманих результатів стохастичного моделювання, інструментальних спостережень, виконаних авторкою, а також результатів незалежних натурних експериментів, здійснених іншими авторами, можна вважати, що модель налаштована правильно і її доцільно надалі використовувати для розрахунків деформацій земної поверхні.

В той же час з урахуванням зазначених вище факторів (військові дії, постійні струси земної поверхні внаслідок обстрілів, затоплення гірничих виробок та інше) виникає необхідність подальшого удосконалення налаштованої автором математичної моделі.

### **Список використаних джерел**

1. Schenk J. Dynamism of spatial displacements of points based on in-situ measurements and dependence on geomechanical properties of the roof / J. Schenk. - Poland, Cracow. 2000.
2. Popiolek E. EXPERIENCE OF APPLICATION INSAR TECHNOLOGY IN POLAND MINING INDUSTRY / E. Popiolek, A. Krawczyk // International Society for Mine Surveying. XIII International Congress. – Budapest. - 2007.
3. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ГСТУ 101.00159226.001 – 2003: Введ. 01.01.2004. К, 2004. 128 с.
4. Шашенко О. М. Механіка ґрунтів : навчальний посібник / Шашенко О. М., Пустовойтенко В. П., Хозяйкіна Н. В. Київ: Новий друк, 2009. 200 с.
5. Бугайова Н.А. Геомеханічне обґрунтування параметрів зрушення земної поверхні неоднорідного породного масиву при відпрацюванні положистих вугільних пластів : дис... канд. техн. наук : 05.15.09. / НГУ. Дніпропетровськ, 2012. 224 с.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**ЗБІРКА НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ  
ВЧЕНИХ, СТУДЕНТІВ ТА АСПІРАНТІВ  
ЗЕМЛЕУСТРІЙ І ТОПОГРАФІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА  
ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ І ЗМІНИ КЛІМАТУ"**

**7 - 8 березня 2024 р.  
м. Київ, Україна**

УДК 332.3:528.4:551.583 «364» «366»

*Друкується за рішенням Вченої ради факультету землевпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України, протокол № 8 від 19 квітня 2024 року*

**Рецензенти:**

**Євсюков Т.О.** – доктор економічних наук, професор;

**Кошель А.О.** – доктор економічних наук, доцент;

**Мединська Н.В.** – доктор економічних наук, доцент.

**Землеустрій і топографічна діяльність в умовах війни та післявоєнного відновлення і зміни клімату (GEOPOINT - 2024).** Збірка наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, студентів та аспірантів (м. Київ, 7-10 березня 2024 р.) / За науковою редакцією проф. Ковальчука І.П. К.: Вид. центр НУБІП, 2024. 223 с.

У збірці наукових праць подаються результати досліджень, присвячених ролі землевпорядкування і топографо-геодезичних та картографічних вишукувань у вирішенні проблем відбудови пошкоджених і зруйнованих російськими військами в період неоголошеної України війни поселень, об'єктів інфраструктури, сільськогосподарських і лісогосподарських угідь, гідротехнічних, енергетичних, водогосподарських та промислових споруд, природозаповідних, історико-культурних та інших складових навколишнього середовища України. Також висвітлюються питання, пов'язані з дослідженням впливу змін клімату на стан і використання земельних та водних ресурсів.

Для фахівців у сфері геодезії, картографії та землеустрою, екологів, географів, працівників аграрного сектору, природоохоронних установ, органів місцевого самоврядування.

За зміст публікацій, достовірність викладених наукових фактів відповідальність несуть автори.

Відповідальний за макетування і друк: доц. Бутенко Є.В.

I

S

B

N

©Колектив авторів

© Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2024