УДК 550.34.038

Д.В. Малицький, С.В. Кравець

ДИНАМІКА ПІСЛЯСЕЙСМІЧНИХ ТЕКТОНІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ

Аналізуються результати деформографічних спостережень за 2007-2012рр., проведених у Закарпатській сейсмічноактивній зоні, де наукові дослідження спрямовані на вивчення сучасних тектонічних процесів, викликаних літосферними та післясейсмічними явищами.

Ключові слова: геодинаміка, сейсмологія, деформації, моніторинг небезпечних процесів.

Вступ

Неперервні моніторингові спостереження за геофізичними полями визначаються потребою фундаментальної і прикладної геофізики та геології в достовірних і детальних регіональних даних про поведінку в часі та просторі компонент геофізичних полів згенерованих сучасною динамікою земної кори, особливо, в сейсмічно активних регіонах. Такі дані також необхідні для оцінки стійкості та надійності важливих і небезпечних геологічних та геотехнічних об'єктів. Їх одержання на сьогодні можливо лише при спостереженнях сейсмічним, гравіметричним, нахиломірним, деформометричним методами, котрі є основними (базовими) методами для моніторингових досліджень динамічного режиму земної кори. Інші методи досліджень є допоміжними, це – електрорезистивний, електротелуричний, магнітний, радіогенний, та дискретні методи – (геологічні та геодезичні – GPS, ГЛОНАСС).

Виклад основного матеріалу досліджень

Деформаційно-напружений стан порід земної кори визначається тензорами деформацій та напружень, пов'язаних законом Гука, тобто, знаючи пружні константи порід і поведінку компонент тензора деформацій, можна знайти напруження у масиві порід та оцінити навантажувальну здатність геосередовища. Однорідний масив має 3 лінійні і 3 зсувні незалежні компоненти, для реєстрації яких застосовують деформометри (лінійних) і нахиломіри (зсувних) складових. Але земна кора є неоднорідною. Цей факт зумовлює необхідність відповідних нахиломірно – деформаційних спостережень та досліджень на спеціально створеній мережі геодинамічних станцій в режимі реального часу. У Закарпатті створення такої мережі було розпочато у 80-ті роки 20-го століття. Історія деформографічних спостережень тут налічує більше 30 років.

Якісні результати у минулому зумовлюють необхідність активізації геодинамічних досліджень в Україні, зокрема, у Закарпатській сейсмічноактивній зоні на базі (Карпатський Прогностичний Геодинамічний Полігон КПГП (рис. 1), де приділяється велика увага режимним сейсмічним і деформаційним моніторинговим дослідженням. Крім того на полігоні проводиться моніторинг геотемпературних, геомагнітних та геоелектричних полів, оскільки вони є безпосередніми індикаторами геотектонічних процесів в земній корі і в них провісникові ефекти землетрусів повинні проявлятись в першу чергу.

Загалом, в Україні лінійні деформометри сьогодні діють тільки на 3 геодинамічних станціях: один - штанговий кварцовий в м. Королево (КПГП Закарпаття, дві компоненти), другий - лазерний, на геофізичній ст. „Берегово" (рис. 1 (12)) (КПГП Закарпаття, дві компоненти) третій – лазерний, на ст. Херсонес (Крим).

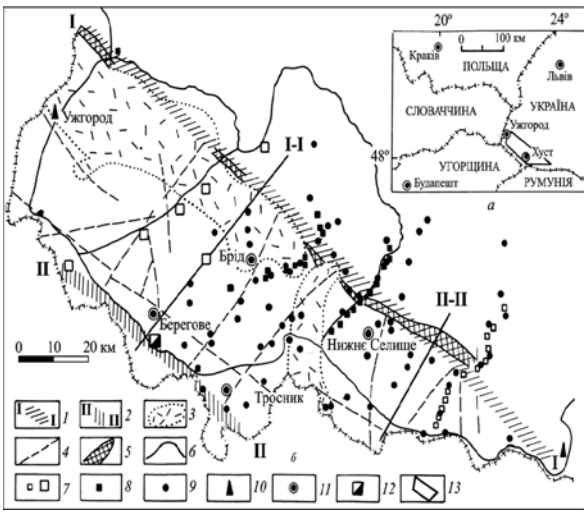

Рис. 1. Карпатський геодинамічний прогностичний полігон:
а – схема розташування полігона; ***б*** – мережа станцій і пунктів геофізичних спостережень; ***1*** – Закарпатський глибинний розлом; ***2*** – Припанонський глибинний розлом; ***3*** – Вигорлат-Гутинське вулканічне пасмо; ***4*** – розломи донеогенового фундаменту Закарпатського прогину; ***5*** – Пенінська зона; ***6*** – лінії повторного нівелювання; ***7*** – вікові універсальні репери; ***8*** – репери для комплексних (геомагнітних і геодезичних) спостережень; ***9*** – пункти вікового ходу; ***10*** – сейсмічні станції; ***11*** – режимні геофізичні станції; ***12*** – штольня ст. "Берегово"; ***13*** – полігон. **I-I** – азимут вимірювального плеча штангового деформографа

 © ***Д.В. Малицький, С.В. Кравець, 2013***

Берегівське горбогір'я у Закарпатському сейсмогенеруючому регіоні, з проявами зсувів, карстів та інших небезпечних геодинамічних явищ за рівнем безпеки віднесено до 7-бальної сейсмічної зони (Карта сейсмічного районування України СР-78). Це зумовлює необхідність надійного безперервного моніторингу тут основних геофізичних полів, особливо, деформаційного режиму [Латынина, 1989].

Відповідно до тематики і напрямків досліджень Карпатського відділення Інституту геофізики ім. Субботіна НАНУ, які корелюються з державними (Програма функціонування і розвитку національної системи сейсмічних спостережень та підвищення безпеки проживання населення у сейсмонебезпечних регіонах, Постанова КМ України від 28.06.1997 р. № 699, 1998-2005 роки) і академічними (Моніторинг навколишнього середовища і безпеки України, Постанова БВНЗ НАНУ від 23.05.2006 р. № 23; 2007-2011 роки) науково-технічними програмами, було розроблено та впроваджено лазерний давач („реєстратор"), який дозволяє зафіксувати зміщення між двома точками на рівні $5x10^{-8}$ м у смузі частот 0 – 100 Гц. Динамічний діапазон нового давача котрого становить: $D=20lg(1/5x10^{5})=20lg(20000)=$ =86 дб у інтервалі переміщень 0 – 1000 мкм. Для виконання моніторингових спостережень на сучасному рівні реалізовано комп'ютерно-цифрову систему реєстрації. На сьогоднішній день на ст. Берегово у безперервному режимі працює сучасний вимірювальний комплекс, в складі крім деформометра, функціонує багатоканальна термометрична система та інші допоміжні блоки. Застосування багатоканального синхронного контролю температури в різних точках вміщаючого масиву породи дозволяє дослідити розповсюдження температурних хвиль і виникаючих при цьому деформацій гірських порід. Такі дослідження необхідні для розробки ефективних методик зменшення впливу метеорологічних факторів на якість геотектонічних досліджень, особливо тих, які супроводжують місцеві землетруси і тому є обов'язковими.

Результати та висновки

На підставі аналізу результатів багатоканальних досліджень температурного режиму вимірювальної камери ст. „Берегово" і навколишнього середовища, виконано відповідні інженерні роботи, що привело до зменшення впливу варіацій температури на деформаційні спостереження в кілька разів.

За новою комп'ютерно-цифровою технологією в комплексі зі спостереженнями деяких метеорологічних параметрів виконані довготривалі вимірювання. Одержані матеріали мають не тільки апаратно-методичне, а й самостійне наукове значення для вивчення сучасної геодинаміки регіону та його сейсмотектонічного режиму.

Результати аналізу рядів деформаційних спостережень за проміжок 2007-2012 рр дозволили прослідкувати розвиток у часі процесу руйнування і обвалу гірських порід покрівлі штольні, а також порівняти записи сейсмічних подій деформометром і сейсмометрами СМ-3 у час сейсмічної активізації. За матеріалами рядів спостережень досліджено, також сезонні деформації: вони порівняно великі і, очевидно, переважно метеорологічного походження. На записах часто проявляються імпульсні збурення, що свідчить про тріщинотворення порід. Для пошуку можливих провісників землетрусів вивчено хід деформацій перед, при і після місцевих землетрусів та проведено порівняльний аналіз рядів деформаційних та сейсмічних спостережень. Виявлено кілька цікавих явищ, що не записуються сейсмометрами: бухтоподібні та столоподібні аномальні деформації [Кравець, Малицький , 2010]. Зроблено припущення, що столоподібні аномалії можуть трактуватись як можливий провісниковий ефект місцевих сейсмічних подій. Крім дослідження динаміки післясейсмічних деформацій Закарпатської сейсмічноактивної зони (рис. 1), апаратура дозволяє досліджувати поверхневі хвилі та власні коливання Землі у наднизькому частотному діапазоні від (0 Гц), які згенеровані сильними (4 – 9 балів) світовими землетрусами (Японія, Індонезія, Чілі, Китай, південна Австралія та інші). Сейсмічна активність у цих регіонах дуже висока. Виділення сейсмічної енергії відбувається у всьому розрізі аж до мантійних шарів до глибин порядку 700 км. Спектральний аналіз згенерованих у епіцентрах далеких землетрусів післясейсмічних хвиль дозволив диференціювати їхні характеристики за глибиною та механізмами, розробити і застосувати методику для визначення величини сейсмодислокаційної складової (зміщення по розриву) деформацій та виявляти інші закономірності й застосувати ці результати для вивчення сучасної Закарпатської тектонічної активності. Кількісний підрахунок амплітуд поверхневої хвилі після Індонезійського землетрусу 12.09.2007 р. (рис. 2) показав, що переміщення на грунті (ст. „Берегово") тоді становило більше 30 сантиметрів (порівнюючи із амплітудою півдобового припливного режиму регіону). Амплітуда місячного припливного потенціалу в Закарпатті за висновками відомого вченого – професора ОІФЗ РАН (Росія) Л.О. Латиніної становить тут близько ≈0.3 метра [Латиніна, 2003] або 10^{-7} відносно довжини вимірювального плеча 26.5 м штанги деформографа. Відповідно підрахована довжина зареєстрованих деформографом на геофізичній ст. „Берегово" (Закарпаття) післясейсмічних поверхневих хвиль досягала 400 км. Це вказує на те, що сейсмічно активні регіони можуть взаємодіяти та впливати один на одного, та, можливо, дуже повільно вмикати землетруси за тисячі кілометрів у інших сейсмічно активних зонах.

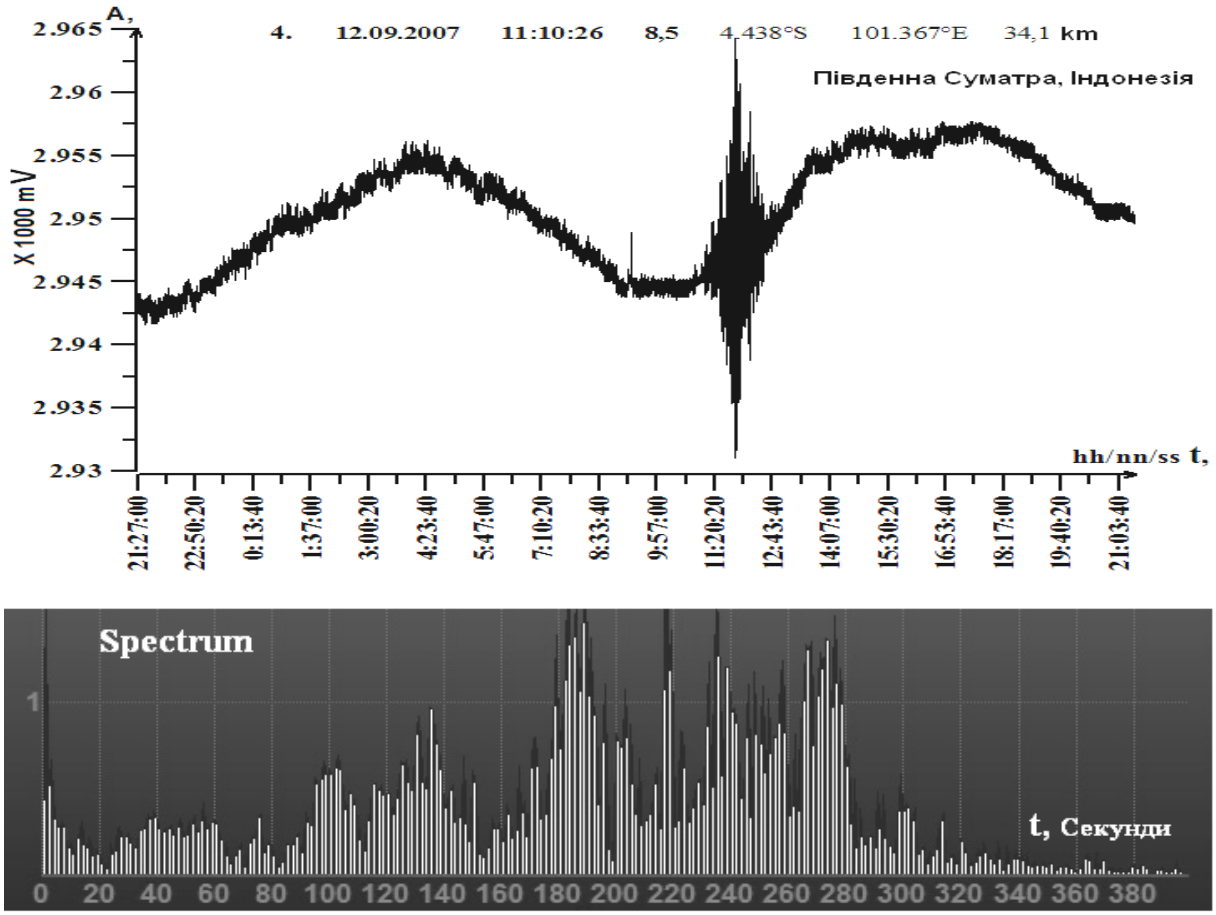

Рис. 2. Індонезійський землетрус 12.09.2007р.на добовому записі деформографа та спектр згенерованих хвиль

Література

Кравець С., Малицький Д. Деформографічні дослідження в Закарпатті за допомогою лазерного реєстратора // Вісник КНУ ім. Т. Шевченка: Геологія. – 2007. – Вип. 42. – С. 92-97.

Кравець С., Малицький Д. Аналіз деформографічних спостережень у Закарпатті // Вісник КНУ ім. Т. Шевченка. Серія"Геологія". – Вип. 48. – 2010. – С. 48-52.

Латынина Л.А. Задачи наземных локальных деформационных измерений: Напряженно-деформационное состояние и сейсмичность литосферы: сборник // СОРАН. – 2003. – С. 25-31.

Латынина Л.А. Результаты деформационных измерений в районе Берегово // СОРАН. – 1989.

ДИНАМИКА ПОСЛЕСЕЙСМИЧЕСКИХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Д.В. Малицкий, С.В. Кравец

Анализируются некоторые применения результатов деформографических наблюдений в Закарпатской сейсмоактивной зоне, направленных на исследованиее тектонических процессов, вызываемых современными литосферными и послесейсмическими явлениями.

Ключевые слова: геодинамика, сейсмология, деформации, мониторинг опасных процессов.

DYNAMICS OF POSTSEISMIC TECTONIC DEFORMATIONS

D.V. Malytskyy, S.V. Kravets

The results of deformation measurements carried out in the Transcarpathian seismic zone are analyzed, directed at studying the modern tectonic process caused by lithospheric and post-seismic activity.

Key words: geodynamics, seismology, deformations, monitoring of dangerous processes.

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Львів, Україна

Надійшла 01.08.2013