

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕФОРМОГРАФИЧЕСКИХ И НАКЛОНОМЕРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА РГС "БЕРЕГОВО" В УКРАИНСКОМ ЗАКАРПАТЬЕ

В работе кратко описано аппаратное обеспечение деформографических и наклономерных мониторинговых сейсмопрогностических наблюдений на РГС "Берегово" в Украинском Закарпатье. Представлены кварцевый деформограф с компьютеризированной системой измерения микроперемещений с бесконтактным емкостным датчиком (разработка львовских специалистов НАН Украины) и наклономер – вертикальный статический маятник с оптико-электронной системой измерения микроперемещений (разработка чешских специалистов). Представлены и обсуждаются некоторые результаты наблюдений этими приборами.

Ключевые слова: мониторинг геодинамических процессов; сейсмопрогностические исследования; кварцевый деформограф; наклономер-маятник; системы измерения микроперемещений.

Введение. Деформографический метод является одним из наиболее информативных методов исследований геомеханического режима литосферы Закарпатья. Деформографические исследования в регионе начаты более 20 лет назад (с 1986 г.) по инициативе О.Г. Юркевич и при активном участии известного учено-деформографиста, профессора ИФЗ РАН (Москва) Л.А. Латыниной. Эти исследования сначала проводились на деформографической станции

"Берегово-1" ("Мужиєво") (1986-90 гг), а в дальнейшем и до сегодняшнего времени – на режимных геофизических станциях (РГС) "Берегово" (деформографическая станция "Берегово-2") и "Королево" (рис. 1), что определяется важностью этих районов, как ключевых в геодинамике литосферы региона, а также наличием здесь пригодных для таких исследований подземных выработок – штолен [Вербицкий, Назаревич, 2005; Назаревич и др., 2010, 2011; Назаревич, 2011].



Рис. 1. Размещение пунктов деформографических наблюдений в Закарпатье (прямоугольником выделен район Береговского холмогорья)

Проведенные ранее исследования дали важные для изучения геодинамики литосферы Закарпатья результаты – позволили определить (совместно с геодезическими данными) основные черты геомеханического режима литосферы региона и зарегистрировать деформационные предвестники местных закарпатских землетрясений, и тем самым, проследить процессы подготовки этих землетрясений и формирования их очаговой зоны.

Деформографическая аппаратура. С конца 2009 г. на коротком деформографе РГС "Берегово" работает созданная нами цифровая компьюте-

ризованная измерительно-регистрающая система с бесконтактным емкостным датчиком и соответствующим измерительным блоком разработки специалистов ФМИ НАН Украины (г. Львов) под руководством проф. Б.Г. Мыцька (рис. 2) [Мыцьк и др., 2011].

Основные технические характеристики этой системы измерения микроперемещений были такие: разрешение – 10 нм, диапазон измерений – $\pm 0,5$ мм; частота измерений – 2 изм./с. Дополнительно система оснащена датчиком температурного контроля с чувствительностью 0,01 °С. Параллельно на РГС "Берегово" работают еще три

различные системы контроля температуры пород и воздуха в штольне. Пример полученных данным комплексом деформографических и температурных данных приведен на рис. 3.

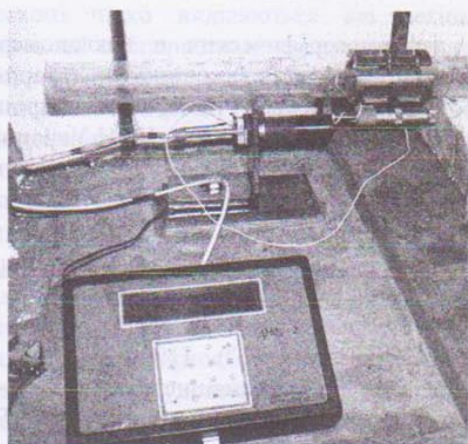


Рис. 2. Измерительный блок деформографической системы с бесконтактным емкостным датчиком на коротком (L=6,5 м, аз. 52⁰) деформографе РГС "Берегово"

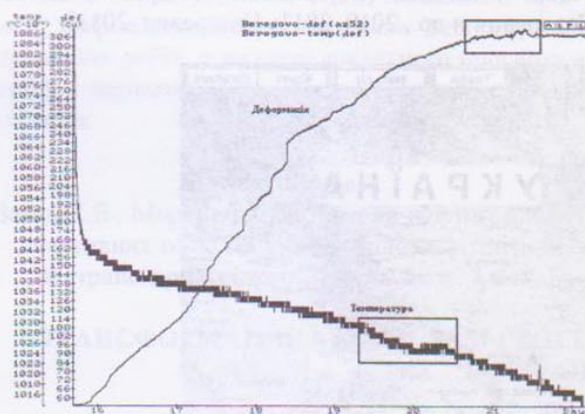


Рис. 3. Изменения деформаций и температуры воздуха в штольне РГС "Берегово", зарегистрированные системой с емкостным датчиком (недельный фрагмент)

В начале лета этого года данная деформографическая система была модифицирована с целью улучшения ее характеристик и нейтрализации воздействия высокой (до 100%) влаги и конденсата на рабочую зону датчика (он закрыт защитным кожухом с гибкой мембраной) и измерительный блок, который спрятан в защитный бокс (рис. 4). Сам измерительный блок (новый вариант) включает 24-разрядный АЦП, обеспечивающий первичную аппаратную чувствительность 0,125 нм при рабочем диапазоне измерений ± 1 мм.

Наклономер-маятник. Вертикальный маятник-наклономер разработан чешскими специалистами (руководитель группы д-р Павел Календа) и установлен на РГС "Берегово" в июне этого года. Он, как и наклономеры других конструкций,

предназначен для контроля природных и техногенных геодинамических процессов, сейсмопрогностических исследований и тому подобное.

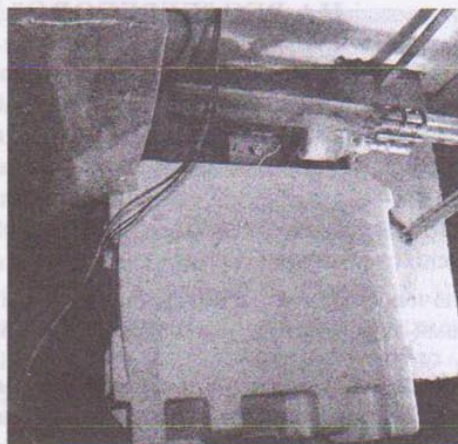


Рис. 4. Модифицированная измерительно-регистрающая система с бесконтактным емкостным датчиком на коротком деформографе РГС "Берегово"

Прибор предназначен для регистрации микродеформаций – наклонов в горных выработках, либо наклонов инженерных конструкций. Конструкция маятника в общем следующая – в верхней части горной выработки либо контролируемой конструкции крепится подвес маятника, а в нижней, либо в полу или на бетонном постаменте – система регистрации – цифровая веб-камера и микроскоп. Система регистрации каждые 10 секунд фиксирует изображение специального микроаэра, закрепленного на нижнем конце маятника. Это изображение обрабатывается в компьютере с помощью программ обработки изображений и определяется смещение микроаэра относительно предыдущего (или первоначального) положения в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Таким способом определяется наклон – смещение точки подвеса маятника относительно точки крепления измерительно-регистрающей системы. Высокая (до 0,001") чувствительность прибора обеспечивается за счет применения оптического увеличителя чувствительности – микроскопа.

Поскольку фотографирование смещений маятника производится с периодом 10 с, реально в таком режиме можно контролировать микродеформационные процессы только с периодом от 0,5-1 мин и больше. То есть данный прибор обеспечивает в первую очередь контроль сравнительно медленных природных геодинамических процессов – собственных колебаний Земли и ядра, приливных явлений, процессов подготовки землетрясений и т.п.

Некоторые результаты наблюдений. Особенно интересные результаты получены этим летом, в период подготовки ощутимого зе-

млетрясения, которое произошло в районе г. Берегово 10 августа этого года. Так, за несколько недель до землетрясения зафиксировано резкое (в десятки раз) увеличение уровня короткопериодных (длительностью от минут до часов) флуктуаций и тренда. Это некоторым образом напоминает поведение зарегистрированных в предыдущие годы при проведении сейсмопрогностических исследований на расположенной неподалеку от РГС "Берегово" (в 5 км к югу) горе Мужиевской геоакустичних и деформационных предвестниковых аномалий [Вербицкий, Назаревич, 2005; Назаревич, 2011]. Более детальный анализ полученных данных будет проведен после получения длинных рядов.

Литература

Вербицкий Т.З., Назаревич А.В. Деформографические и геоакустические исследования в Закарпатье. – В кн.: Исследования современной геодинамики Украинских Карпат / Под ред. В.И. Старостенка. – Киев: Наук. думка. – 2005. – С. 113-131 (на укр. языке).

Мыщык Б.Г., Назаревич А.В., Баштевич М.В., Назаревич Р.А. Бесконтактные емкостные измерители микроперемещений в деформографических геофизических исследованиях // Information Extraction and Process. – 2011 (в печати) (на укр. языке).

Назаревич А.В. Деформографический метод в исследованиях сеймотектонических процессов в очаговых зонах землетрясений Закарпатья // Геодинамика. – 2011. – 1 (10). – С. 135-147 (на укр. языке).

Назаревич А.В., Мыщык Б.Г., Баштевич М.В., Назаревич Р.В. Деформографические исследования сеймотектонических процессов в Украинском Закарпатье (геоинформационные аспекты). IX International Conference "Geoinformatics – Theory and Applied Aspekts". 11-14 May 2010, Kyiv, Ukraine (CD) (на укр. языке).

Назаревич Р., Мархивка В., Струк Є., Назаревич А. Конвертация и препроцессинг данных деформографического мониторинга // Вестник НУ "ЛП" "Компьютерные науки и информационные технологии". – 2011. – № 694. – С. 334-340 (на укр. языке).

АПАРАТУРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ДЕФОРМОГРАФІЧНИХ ТА НАХИЛОМІРНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА РГС "БЕРЕГОВЕ" В УКРАЇНСЬКОМУ ЗАКАРПАТТІ

А.В. Назаревич, П. Календа, Б.Г. Мищик

В роботі коротко описано апаратурне забезпечення деформографічних та нахиломірних моніторингових сейсмопрогностичних спостережень на РГС "Берегово" в Українському Закарпатті. Представлені кварцовий деформограф з комп'ютеризованою системою вимірювання мікропереміщень з безконтактним емнісним датчиком (розробка львівських спеціалістів НАН України) та нахиломір – вертикальний статичний маятник з оптико-електронною системою вимірювання мікропереміщень (розробка чеських спеціалістів). Представлені та обговорюються деякі результати спостережень цими приладами.

Ключові слова: моніторинг геодинамічних процесів; сейсмопрогностичні дослідження; кварцовий деформограф; нахиломір-маятник; системи вимірювання мікропереміщень.

HARDWARE AND SOME RESULTS OF EXTENSOMETRIC AND TILTMETRIC OBSERVATIONS IN RGS "BEREGOVO" IN UKRAINIAN TRANSCARPATHIANS

A.V. Nazarevych, P. Kalenda, B.G. Mytych

In the paper the apparatus supply of extensometric and tiltmetric seismoprostnostic monitorings' observations in RGS "Beregovo" in Ukrainian Transcarpathians is briefly describes. The quartz extensometer with computerizing micromoving measuring system with contactless capacitive sensor (development of Lviv' specialists of National Academy of Sciences of Ukraine) and the inclinometer – static vertical pendulum with optic-electronic micromoving measuring system (development of Czech specialists) are presented. Some results of observations by these devices are presented and discussed.

Key words: monitoring of geodynamic processes; seismoprostnostic researches; quartz extensometer; inclinometer-pendulum; micromoving measuring systems.

¹Карпатское отделение Института геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, г. Львов, Украина;

²Институт горной и структурной механики АН Чешской Республики, г. Прага, Чехия;

³Физико-механический институт им. Г.В. Карпенко НАН Украины, г. Львов, Украина.