

Опыт наблюдений вертикальных смещений земной поверхности гидростатическими наклономерами на Камчатке

Н.А. Жаринов

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: nzhar@kscnet.ru

Для определения вертикальных смещений земной поверхности на вулканах Карымский и Ключевской, а также в сейсмоактивном районе на мысе Африка Камчатского полуострова проводились серии наблюдений гидростатическими наклономерами. Наблюдения на открытой поверхности показали, что точность регистрации вертикальных смещений с базой приборов от 200 до 400 м сопоставима с точностью геодезического нивелирования 1 го класса.

Введение

До настоящего времени изучение медленных, современных движений земной поверхности в сейсмоактивных районах и на активных вулканах производится геодезическими методами. Недостаток традиционных геодезических методов заключается в малой частоте опроса. Альтернативой геодезическому нивелированию может быть гидростатическое нивелирование.

Гидростатический наклономер представляет собой систему сообщающихся сосудов, рис.1. Контейнеры А и В устанавливаются в точках, между которыми определяются превышения, соединяются между собой шлангами и вся система частично заполняется жидкостью. В каждом сосуде измеряется уровень жидкости

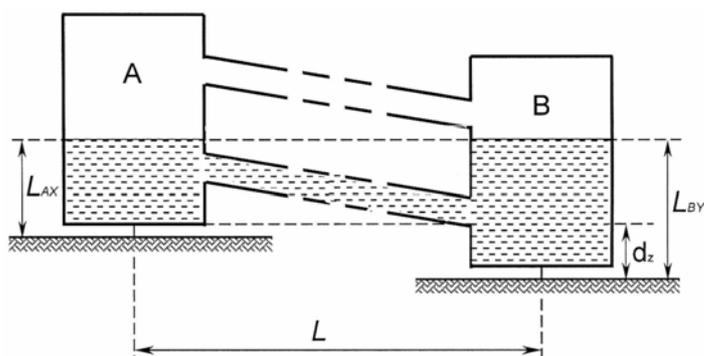


Рис.1. Схема гидростатического наклономера.

относительно принятой системы отсчета. Расстояние L между сосудами называется базой прибора. L_{AX} и L_{BX} — высоты уровней жидкости в сосудах А и В соответственно, d_z — превышение между точками.

Разработка наклономеров шла в направлении повышения точности регистрации и автоматизации процесса наблюдений.

Для определения деформаций гидротехнических плотин, деформаций оснований ускорителей заряженных частиц применяют приборы повышенной точности и размещают их в термостатированных помещениях, в шахтах, штольнях [1,2,4,5].

При установке системы на дневной поверхности постаменты и шланги располагаются в траншее. Простой способ регистрации уровня жидкости визуальный с применением микрометренного винта. Положение уровня жидкости определяется наблюдением контакта микрометренного винта с жидкостью. Точность измерения при этом составляет 1-3 мкм. Простые методы регистрации высоты уровня жидкости с применением поплавка, системы имеют чувствительность 0.1-0.5 мкм/мм записи [3].

Наблюдения на склоне вулкана Карымский

Для изучения деформаций земной поверхности вулкана, сопровождающих изменения активности вулкана Карымский, с 08.07 по 12.09.1976 г. выполнялись

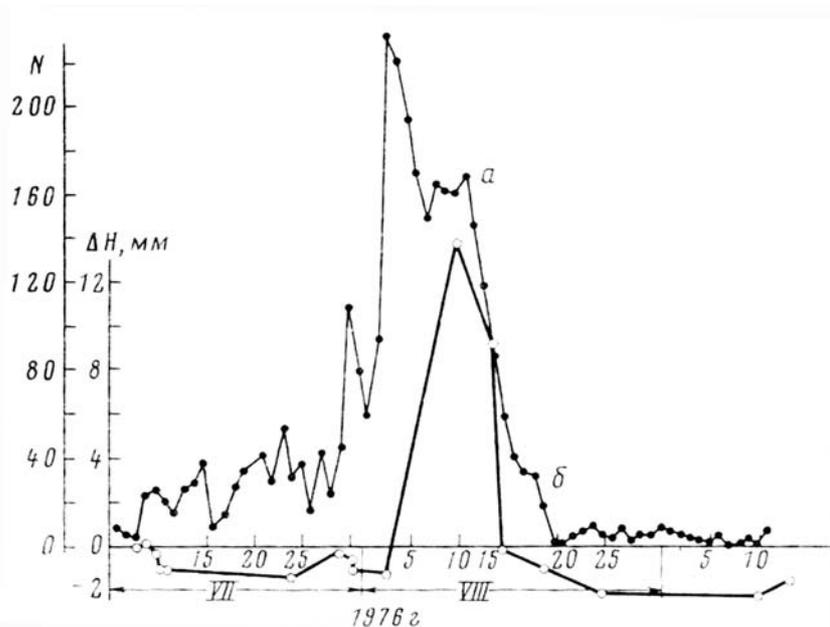


Рис.2. Ежесуточное число взрывных (N) землетрясений в районе вулкана Карымский (а) и изменение превышений по показаниям гидростатического наклономера в июле-сентябре 1976 г. (б). Стрелкой отмечен рой вулканотектонических землетрясений.

наблюдения гидростатическим наклономером с визуальным отсчетом, рис. 2 [4]. Прибор с базой 40 м располагался в радиальном к кратеру вулкана направлении, в 800 м от его центра. В 1976 г. с 16 апреля взрывная деятельность вулкана сменилась взрывно-эффузивной. К концу июля число взрывов вновь начало возрастать, достигнув аномально большой величины 100-200 событий в сутки в первой половине августа, после чего произошел резкий спад до 5-10 в сутки, рис 2. Излияние

лавового потока сопровождалось подъемом склона вулкана и повышением числа землетрясений. С 3 по 15 августа наклон земной поверхности достиг 82 секунд.

Повышение сейсмической активности выразилось в увеличении количества взрывных землетрясений. В 10 км южнее вулкана Карымский выделяется устойчивая в пространстве эпицентральная зона вулканотектонических землетрясений. Рои землетрясений в этой зоне происходят, как правило, перед или после излияний лавовых потоков. Серия из 4х землетрясений произошла 11 августа 1976 г. Максимальный энергетический класс $K=9.5$ был определен по станции Карымская.

Наблюдаются определенные закономерности, а именно: поднятие склона вулкана происходило на фоне резкого усиления взрывной деятельности; после серии вулканотектонических землетрясений 11 августа 1976 г. наблюдалось опускание склона вулкана, спад взрывной активности и прекращение излияния лавового потока 19 августа.

Успешная регистрация вертикальных смещений земной поверхности на вулкане Карымский может быть связана с тем, что установка гидростатического наклономера была произведена на склоне вулкана в непосредственной близости от его активного кратера. Расстояние до центра кратера составляло всего 800 м.

Наблюдения изменений превышений гидростатическим наклономером на конусе «Д» вулкана Ключевской

Первые продолжительные наблюдения системой гидростатического нивелирования (СГН) в зимних условиях были выполнены с ноября 1984 г. до середины февраля 1985 г. Для наблюдений была использована СГН, разработанная в Армянском политехническом институте. Система работала в полуавтоматическом режиме. Измерительные сосуды размещались через 100 м внутри шлакового конуса на горизонтальной трассе длиной 400 м. на анкерные винты.

С апреля 1984 г. до середины января на вулкане Ключевской происходило взрывно-эффузивное извержение вершинного кратера. Наблюдаемые изменения превышений можно отнести к фоновым деформациям, имеющим сезонный характер.

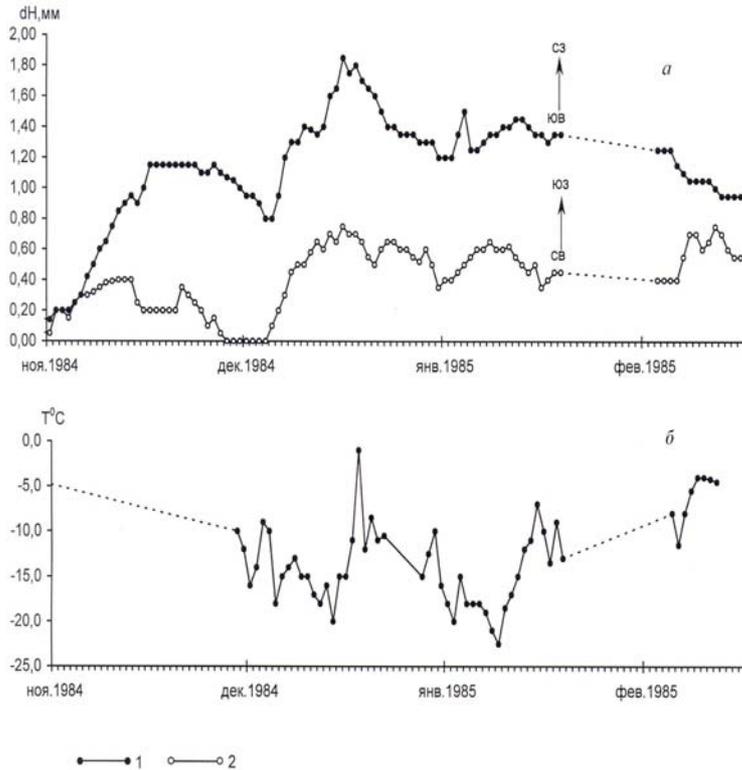


Рис. 3. Изменения превышений по гидростатическому наклонмеру, установленному в кратере конуса «Д» на СВ склоне в. Ключевской по составляющим СЗ-ЮВ и ЮЗ-СВ (а), и изменения температуры наружного воздуха (б).

устройства.

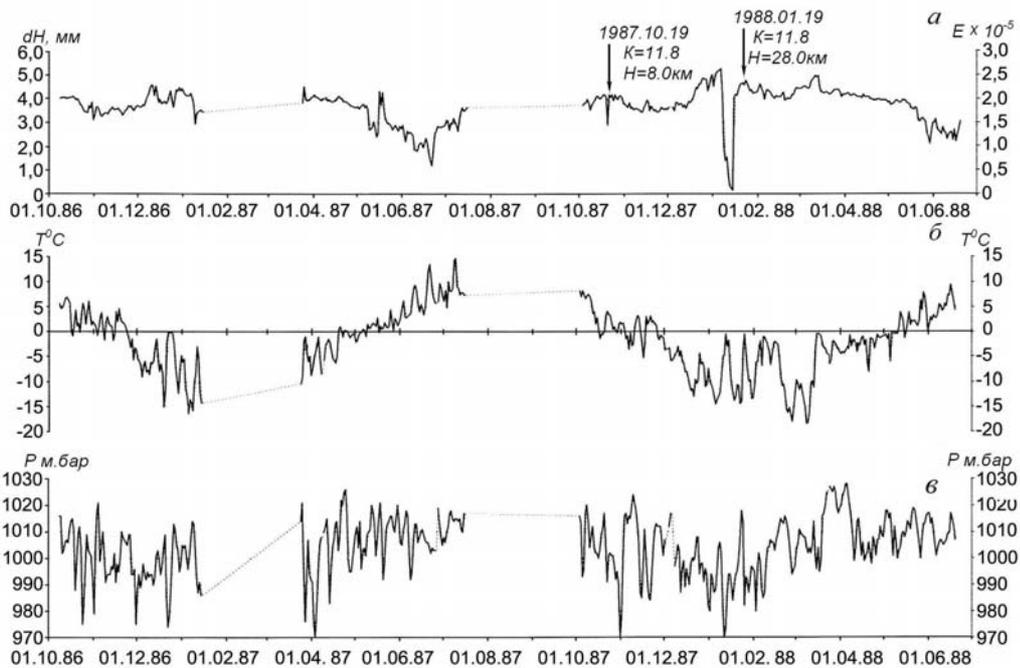


Рис.4. Изменение превышений по гидростатическому наклонмеру с базой 206 м на мысе Африка с 12.10.1986 г. по 20.06.1988 г. (а), среднесуточная температура наружного воздуха (б) и среднесуточные значения атмосферного давления (в). Стрелками отмечены даты землетрясений класса $K=11,8$ в районе мыса Африка.

Точность регистрации уровня жидкости при этом была близка 0,1-0,2 мм. За время наблюдений перепады наружной температуры воздуха происходили от 0°C до минус 20°C . Изменения превышений имели колебательный характер с амплитудой $\pm 2,0$ мм, рис 3.

Наблюдения превышений системой гидростатического нивелирования В.Ф.Катюшкина (СГНК) в районе м. Африка

В 1985-1986 гг. на Камчатской вулканологической станции была разработана система гидростатического нивелирования с полуавтоматическим съемом информации, с точностью до 50 мкм. Счет оборотов винта осуществлялся с помощью электронного кодирующего

Трасса для установки двух измерительных контейнеров была выбрана в сейсмоактивном районе на мысе Африка Камчатского полуострова. Трасса СВ направления имела длину 206 м. На мысе Африка получено три ряда наблюдений: с 8.10.1986 по 14.01.1987; с 24.03.1987 по 16.07.1987 и с 3.10.1987 по 19.06.88. На рис. 4 представлены результаты наблюдений. Одновременно с определением изменений превышений выполняли измерения температуры наружного воздуха и атмосферное давление. Быстрые изменения температуры и атмосферного давления не отражались на изменениях превышений, рис. 4. За время наблюдений вблизи мыса Африка произошло два землетрясения с $K=11,8$, которые предварялось U-образными смещениями амплитудой до 4 мм.

Выводы

На основе результатов наблюдений, выполненных системами гидростатического нивелирования на открытой поверхности, при больших перепадах наружной температуры можно сделать следующие выводы:

1. Точность гидростатического нивелирования с базой от 200 до 400 м на открытой поверхности сопоставима с точностью геодезического нивелирования Iго класса.
2. Системы СГНК стабильны и надежны для измерения деформаций земной поверхности непрерывно во времени в сейсмоактивных районах и на действующих вулканах.

Список литературы

1. *Абашидзе В.Г., И.М.Блаушвили, Жаринов Н.А., Шенгелая Э.Г.* Изучение вертикальных смещений земной поверхности с помощью гидростатических наклономеров в районе строительства плотины Ингури ГЭС. //Современные движения земной коры. Киев. Наукова Думка. 1980. С.98-102.
2. *Жаринов Н.А.* Первые результаты наблюдений земных приливов уровнями вариометрами. // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1970. №10. С. 86-90.
3. *Жаринов Н.А.* Прибор для гидростатического нивелирования. // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1975. №3. С.83-90.
4. *Жаринов Н.А., Фирстов П.П.* Активность, сейсмический режим и наклоны земной поверхности вулкана Карымский летом 1976 г. // Вулканология и сейсмология. 1985. №2. С. 93-95.
5. *Жаринов Н.А., Магуськин М.А.* Вертикальные движения земной поверхности на малых нивелирных площадках, Камчатка. // Прогноз землетрясений. Душанбе. Дониш. 1989. С.234-243.