

УДК 528.2, 550.3

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ РАЗРУШИТЕЛЬНЫХ АСЕЙСМИЧНЫХ ГЕОДЕФОРМАЦИЙ

И. Учитель, Б. Капочкин

ПАО “Одессгаз”, МПП “ТСБ”

Ключевые слова: асейсмические геодеформации.

Постановка проблемы

ПАО “Одессгаз” на протяжении 15 лет ведет научные исследования асейсмических геодеформаций, сопровождающихся разгерметизацией газовых, водопроводных сетей, обрушениями зданий. Актуальность исследования, его практическая значимость обусловлены рисками, которые формируются геодеформациями для инженерных сооружений и особенно для трубопроводного транспорта.

Анализ современного состояния проблемы

На первом этапе исследований наличие геодеформаций подтвердилось результатами измерений различий в динамике отметок уровня моря на близкорасположенных геодезических пунктах. Позже эти результаты были подтверждены комплексным анализом морских контактных измерений и альтиметрических спутниковых измерений уровня моря. В настоящее время асейсмические геодеформации измеряются с использованием методов спутниковой геодезии, геодеформации с периодами от секунд до нескольких минут фиксируются широкополосными сейсмографами, несколько случаев разрушительных геодеформаций зафиксированы на видео [1]. Периоды этих геодеформаций от нескольких секунд и выше. Этот класс асейсмических реверсивных геодеформационных процессов проявляется в пространстве глобально, но локализовано. Наибольший интерес вызывает амплитуда этого типа геодеформаций, как фактора разрушения инженерных сооружений. По мнению японских сейсмологов, амплитуда геодеформаций с периодами в диапазоне секунды-минуты соизмерима с амплитудой волн Релея, возбуждаемых землетрясениями с $M=7$, то есть измеряется сантиметрами. А.А. Панжин измерил геодеформации с периодами более 20 минут. Вертикальные смещения составили 10 см, горизонтальные 5 см. Геодеформации земной поверхности, создаваемые приливами в твердом теле Земли с суточным и полусуточным периодом, в зависимости от широты, могут достигать 30–40 см. Реверсивные геодеформации, фиксируемые во время экстремумов угловой скорости вращения Земли (период 6–8 суток), также могут достигать 30–40 см.

Исходя из изложенного, можно сформулировать тезис о том, что максимальная амплитуда геодеформаций убывает по мере увеличения периода. Для землетрясений максимальная амплитуда вертикальных смещений может достигать первых метров, для реверсивных асейсмических геодеформаций – десят-

ков сантиметров, долгопериодных межгодовых геодеформаций – десятков миллиметров.

Не решенные ранее проблемы

Диагноз и прогноз изменения во времени амплитуды асейсмических геодеформаций реверсивного характера обуславливает возможность минимизации риска техногенных аварий геодинамической природы. К сожалению, в связи с тем, что данные вертикальных и горизонтальных движений, регистрируемые перманентными геодезическими сетями в масштабе суточных и полусуточных приливов в твердом теле Земли корректируются в соответствии с расчетами по модели коррекции приливов, которая соответствует конвенциям IERS, а также в связи с суточным и недельным осреднением результатов измерений, асейсмические геодеформации внутри суточного масштаба в этом исследовании изучали без привлечения результатов измерений EPN.

Постановка задачи и изложение основного материала

В г. Одесса, пространственное положение которого согласуется с пересечением подвижных тектонических структур разной направленности, относится в “подвижным” территориям. Здесь изучена связь техногенных аварий с глобальной геодинамикой. Это стало возможно благодаря тому, что подвижная территория города “накрыта” сетью газопроводов длиной более 4 тыс. км, разгерметизации которых фиксируются специальным подразделением ПАО “Одессгаз”. В этой ситуации глобальные геодеформационные процессы разрушительной амплитуды любой направленности неизбежно проявятся на территории г. Одессы, а газопроводы “отреагируют” на эти геодеформации разгерметизациями, место и время которых надежно фиксируется.

В качестве источника информации о геодеформациях использовано базу данных ИЗМИРАН (Баксанская обсерватория 43°16' С.Ш. 42°41' В.Д.). Были проанализированы результаты наклономерных измерений на Кавказе в январе–марте 2013 г. Пример таких измерений 3–10.

На рис. 1 показано, что 5–7.02.2013 г. ежедневно раз в сутки земная поверхность наклоняется и возвращается в прежнее положение. Некоторое время наклоны могут не фиксироваться. На основании этих данных сформирован временной ряд наклонов земной поверхности. Изменения амплитуды суточных наклонов и недельная цикличность этих деформаций приведены на рис. 2.

На рис. 3 показаны изменения суточного числа разгерметизаций газопроводов ПАО “Одессгаз” и недельная цикличность этого процесса.

Установлено, что в дни фиксации наклонов в районе Кавказского хребта возрастает количество разгерметизаций газопроводов в Одессе. Это подтверждает деформационную природу аварийности газопроводов и демонстрирует глобальное, а не локальное проявление геодеформаций. Разгерметизации газопроводов в недельный геодеформационный цикл обычно связывают с двухнедельными зональными приливами в твердом теле Земли. Мы изучили изменения угловой скорости вращения Земли в рассматриваемый период и выполнили расчет значений двухнедельной гармоник, взятых по абсолютной величине. Показано, что еженедельные экстремумы угловой скорости вращения предвещают трехдневные циклы наклонов поверхности, вслед за которыми активизируются техногенные аварии. Недельные гармоники трех указанных процессов показаны на рис. 4.

Изучен период, когда динамические (планетарные) и деформационные (измеренные на Кавказе) факторы не формировали аварии газопроводов. Это проявилось 5 и 11 февраля 2013 г. Как правило, асейсмические геодеформации не проявляются в условиях тектонического сжатия. Действительно, с 6 по 10 февраля 2013 г зафиксировано увеличение числа землетрясений с $M > 5$ (рис. 5).

Глобальное усиление сейсмичности обычно определяется вариациями действующих сил. 07.02.13 – дата перигея Луны, и дополнительно в условиях новолуния 10.02.13 г. аномалия массового взаимодействия планет могла достигать значимых значений. В этот период активизация геодеформаций не создала условий для возникновения разрушительных для газопроводов асейсмических вертикальных смещений. Однако мы отметили, что 4–5 февраля 11 февраля в Одессе произошли обрушения зданий (рис. 6).

В январе-феврале 2013 г. произошло шесть обрушений с зданий, что не является типичным для Одессы. Обрушения произошли с временными промежутками 7 и 14 суток. Важно отметить, что даты обрушений в Одессе совпали с датами обрушений зданий в других регионах (данные REGNUM). В даты обрушений зданий наклоны поверхности земли в районе Баксанской обсерватории не происходили. В эти дни аварийность газопроводов не превышала норму. Можно предположить, что разрушения трубопроводов происходят в периоды растяжения, когда нарушается сплошность геологической среды. Обрушения строений в таком случае провоцируются микросейсмичными проявлениями или направленными смещениями. Так, 4–5 февраля, во время обрушения двух зданий в Одессе, в Финляндии (на асейсмичной территории) была зафиксирована аномально высокая сейсмическая активность [2].

С целью подтверждения тезиса о том, что аварии газопроводов имеют не случайный характер, а происходят в результате внешнего воздействия, были выполнены специальные статистические расчеты. На рис. 6 показана гистограмма аварий и нормальный закон распределения случайных величин.

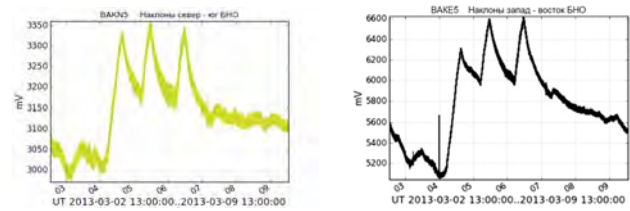


Рис. 1. Результаты измерения наклонов поверхности Земли (ИЗМИРАН, Баксанская обсерватория <http://forecast.izmiran.ru/bak.html>)

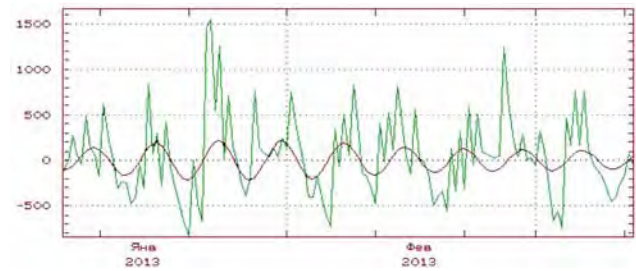


Рис. 2. Изменение во времени наклонов поверхности Земли с выделенной недельной цикличностью

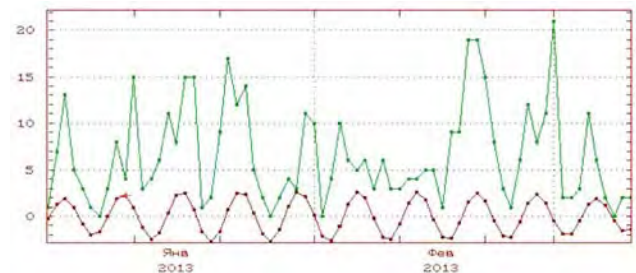


Рис. 3. Изменение во времени суточного числа аварий газопроводов недельного цикла

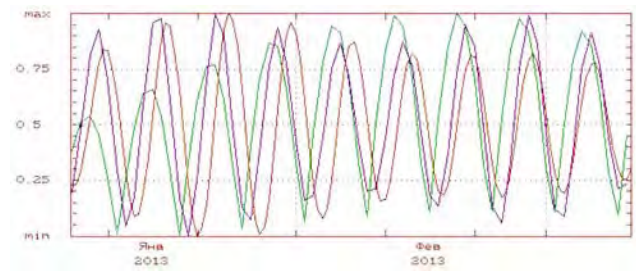


Рис. 4. Недельные гармоники: угловой скорости вращения Земли по абсолютной величине (зеленый), наклонов (сиреневый), аварий (красный)

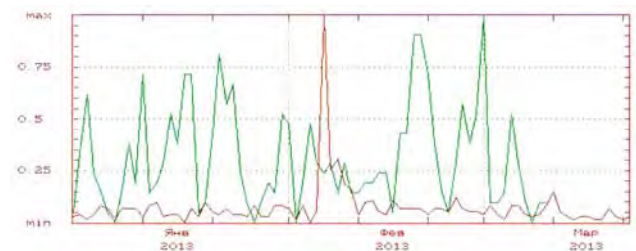


Рис. 5. Изменение во времени суточного числа аварий газопроводов (зеленый) и количества землетрясений с $M > 5$ (красный)

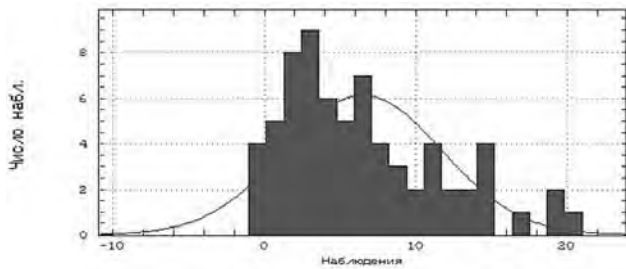


Рис. 6. Гистограмма аварий газопроводов в Одессе и нормальный закон распределения случайных величин

Можно видеть, что распределение аварий пяти-модальное. Наиболее вероятное количество аварий в сутки – 4 аварии. Другие моды – 7, 11, 14 и 19 аварий в сутки. Неслучайный характер аварийности газопроводов в Одессе подтверждает и наличие периодической составляющей, которая не характерна для случайного распределения, имеющего характеристики “белого шума”.

В результате выполненных исследований показано, что вследствие циклических деформаций Земли, изменяющих угловую скорость её вращения, формируемых массовыми взаимодействиями планетарного масштаба, возникают наклоны земной поверхности. Проявление наклонов не является глобальным, а фрагментарным. Наклоны земной поверхности проявляются на протяжении 3–4 суток во время экстремумов угловой скорости вращения Земли (каждые семь суток). Наклоны имеют суточный характер. В течение суток поверхность наклоняется и возвращается в прежнее положение. Установлено, что во время активизации наклонов земной поверхности могут учащаться техногенные аварии, вызываемые нарушением сплошности геологической среды.

В периоды экстремального проявления массовых взаимодействий планетарного масштаба (в нашем случае 07.02.2013 г., перигей Луны, 10.02.2013 г. – сизигийная фаза прилива) энергия асейсмических геодеформаций в некоторых местах может трансформироваться в сейсмическую. 6–10 февраля 2013 г. зафиксировано шесть землетрясений с $M > 7$. В периоды активизации сейсмичности учащаются обрушения зданий.

Выводы

В результате совместной обработки временных рядов геодеформаций на Кавказе и аварий газопроводов в Одессе выявлена их синхронизация во

времени. Показано, что причиной геодеформаций и техногенных аварий могут быть глобальные изменения формы Земли, связанные зональными приливами, которые влияют на изменения угловой скорости вращения Земли.

Литература

1. Геодеформации, их влияние на инженерии споруди: підручник / І.Л. Учитель, В.С. Дорофеев В.М. Ярошенко Б.Б. Капочкін (під редакцією С.П.Войтенка). – Одеса: Астропринт, 2012. – 366 с.
<http://petersburg.rfn.ru/rnews.html?id=1829339&cid=9>

Особенности проявлений руйнівних асейсмічних геодеформаций

І. Учитель, Б. Капочкін

У результаті спільної обробки часових рядів геодеформаций на Кавказі й аварій газопроводів в Одесі виявлено їх синхронізацію у часі. Показано, що причиною геодеформаций і техногенних аварій можуть бути глобальні зміни форми і розмірів Землі, пов'язані з зональними припливами, які впливають на зміни кутової швидкості обертання Землі.

Особенности проявления разрушительных асейсмічних геодеформаций

І. Учитель, Б. Капочкін

В результате совместной обработки временных рядов геодеформаций на Кавказе и аварий газопроводов в Одессе выявлена их синхронизация во времени. Показано, что причиной геодеформаций и техногенных аварий могут быть глобальные изменения формы и размеров Земли, связанные зональными приливами, которые влияют на изменения угловой скорости вращения Земли.

Particularly devastating manifestation of aseismic geodeformations

I. Uchytel, B. Kapochkin

As a result of the co-processing of time series geodeformation the Caucasus and gas accidents in Odessa revealed their time synchronization. Shown to cause geodeformation and technogenic accidents can be global change the shape and size of the Earth associated zonal tides that affect the angular speed of rotation of the Earth.

Чергова 19-та Міжнародна науково-технічна конференція



«ГЕОФОРУМ-2014»

присвячена професійному святу працівників геології, геодезії і картографії України

відбудеться у Львові та його околицях

23-25 квітня 2014 р.