

ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ МЕТОД В ИССЛЕДОВАНИЯХ ТЕРМОФЛЮИДОДИНАМИКИ ТРЕЩИНОВАТЫХ ЗОН И ПРОГНОЗЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ УКРАИНСКОГО ЗАКАРПАТЬЯ)

Назаревич А.В.

Карпатское отделение Института геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, г. Львов, Украина,
e-mail: nazarevych-a@cb-igph.lviv.ua

Геотермический метод издавна используется в мире, и в том числе, в Украинском Закарпатье, для прогноза землетрясений и вулканической активности. Наиболее перспективным для Закарпатья является использование в прогнозе землетрясений флюидно-гидротермальных процессов, благодаря циркуляции глубинных гидротермальных флюидов в трещиноватых породах, чувствительных к изменениям напряженно-деформированного состояния.

С целью повышения эффективности сейсмопрогностического мониторинга геотермические наблюдения организуются в специальных гидротермальных скважинах. Благодаря перфорации обсадки таких скважин в зонах трещиноватости пород на температурном профиле этих скважин четко проявляются зоны высоких геотермических градиентов, которые совпадают с верхними границами зон перфорации, попавших на глубинные флюидно-гидротермальные зоны. Так, если выше такой зоны перфорации температурный градиент (средний по скважине) составляет около $0,05^{\circ}\text{C}/\text{м}$, то в районе верхнего края зоны перфорации этот градиент может быть в 10 раз выше и составляет уже до $0,3-0,5^{\circ}\text{C}/\text{м}$.

Учитывая величины действующих в сейсмических очагах напряжений, характер затухания напряжений и деформаций при удалении от очаговой зоны, величины разрывов в очагах местных закарпатских землетрясений и другие факторы, сделан вывод о том, что в Закарпатье на расстояниях в 15-20 км от очага при подготовке ощутимого местного землетрясения могут ожидать величины изменений напряжений в $0,03-0,1$ бар. Значит, изменения контролируемой температуры флюида в скважине на фиксированной глубине на расстояниях в 10-20 км от эпицентра могут достигать от $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ (при размещении геотермического зонда в скважине в зоне обычных градиентов) до $\pm 0,3-0,5^{\circ}\text{C}$ (при размещении зонда в высокоградиентной зоне). Для больших (порядка 30-40 км) эпицентральных расстояний величины температурных эффектов в скважинах могут быть от $\pm 0,005^{\circ}\text{C}$ до $\pm 0,03-0,05^{\circ}\text{C}$.

Для исследований используется аппаратура с кварцевыми термочастотными датчиками с рабочей частотой 5 МГц и температурным коэффициентом частоты около $185\text{ Гц}/^{\circ}\text{C}$. Разрешение аппаратуры по температуре порядка $0,0005^{\circ}\text{C}$ а приведенная аппаратурная точность измерений – не хуже $0,0027^{\circ}\text{C}$. В процессе режимных наблюдений в Закарпатье за период 2010-2011 гг. зафиксировано снижение температуры на $0,15^{\circ}\text{C}$, произошедшее на протяжении нескольких месяцев в период подготовки ощутимого (с $M_{\text{SH}}=2,4$) местного землетрясения на эпицентральных расстоянии 17 км. Можно сделать вывод, что предложенная методика сейсмопрогностических геотермических исследований в Закарпатье с использованием гидротермальных скважин и геотермической аппаратуры с кварцевыми термочастотными датчиками способна обеспечить выявление процессов подготовки ощутимых местных землетрясений в радиусе нескольких десятков километров от пункта наблюдений и может быть использована для сейсмопрогностического мониторинга в разных сейсмоактивных регионах.