

· **объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна**

18-86-708

Т.А.Аширов*, Дж.Ишанкулиев*, Г.А.Ишанкулиев*,
Л.В.Джолос, К.И.Меркина, С.П.Третьякова

**ОСОБЕННОСТИ ПОЛЯ ЭМАНАЦИИ, ТЕМПЕРАТУРЫ
И ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА
В ЭПИЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ
ТЕКТОНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

Направлено в журнал "Известия АН СССР",
серия Физика Земли

* Институт сейсмологии АН ТуркмССР, Ашхабад

Эманиационные исследования широко используются /1,2/ при поисках радиоактивного сырья, картировании тектонических нарушений, изучении различных природных явлений: гидрометеорологических, выбросов угля и газа в шахтах и др. Однако на временные изменения содержания почвенного радона в активных областях значительно влияют сеймотектонические процессы в земной коре /2-4/. Установлена достаточно тесная связь между изменением радона в подземных водах и подпочвенных отложениях с сейсмической активностью. В то же время, известны случаи, когда после возникновения характерных аномалий в содержании радона, землетрясения не происходили или, напротив, некоторые землетрясения не предворялись и не сопровождалась радоновыми аномалиями /5/. В связи с этим важно провести сравнительный анализ результатов измерений содержания радона с другими геофизическими и гидрогеодинамическими параметрами. Это полезно для повышения достоверности методики и прогнозных оценок, а также для получения более полной информации о физических процессах, происходящих при подготовке сильных землетрясений. С этой целью проводился комплексный анализ вариаций эманиационного и температурного полей в рыхлых отложениях в сравнении с данными затрубного давления в промышленных скважинах в процессе афтершоковой активности февральского Бурунского землетрясения 1984г. Наблюдения проводились на нефтегазовом месторождении Бурун, расположенном в зоне Челекен-Кум-Дагского разлома (рис.1). В результате землетрясения образовались многочисленные трещины (рис.2) со смещениями типа сброса-сдвига (на площади 10 x 4 км), что свидетельствует о неглубоком залегании его очага /6/.

В период подготовки очаговой зоны тектонического землетрясения в зоне влияния очага происходит лавинообразное увеличение размеров и числа трещин /7/. Этот процесс приводит к увеличению свободной поверхности горных пород, благодаря чему создаются условия для разгрузки в атмосферу природных газов (CO_2 , CH_4 и др.). Омывая на своем пути эманлирующие поверхности горных пород, газы мобилизуют ядра радона и выносят их в атмосферу Земли. С другой стороны, образование и развитие трещиноватости горных пород в очаговой зоне ответственно за трение образующихся пород фрагментов. Следствием этого, вероятно, является повышение температуры среды /8/.

Эманиационные и температурные измерения проводились в шурфах глубиной 1,5-2 м, расположенных в зоне трещины, образовавшейся в момент сейсмического процесса (рис.2). Вскрытые трещинами породы представлены современными песчано-глинистыми отложениями высокой влажности, обусловленными неглубоко залегающими грунтовыми водами порядка 5-10 м, а на некоторых участках - до 2 м /7/.

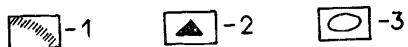
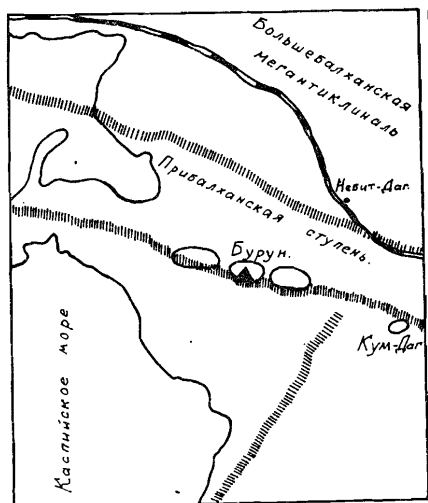


Рис. 1. Схема исследуемого района. 1 - глубинные разломы, 2 - эпицентры землетрясения, 3 - нефтегазовые месторождения.

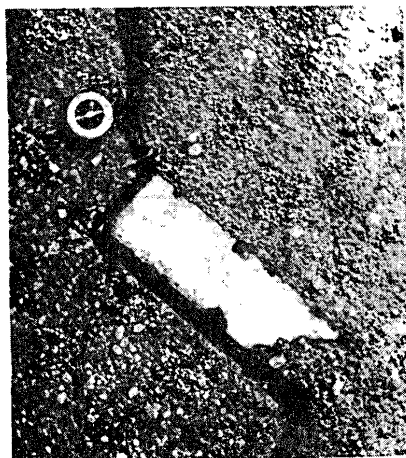


Рис. 2. Фотография трещины, образовавшейся в результате Бурунского землетрясения 22 февраля 1984 г.

Для регистрации подпочвенного радона использовались пленочные (на основе нитрата целлюлозы) детекторы LR -115-II фирмы Кодак (Франция) [4,8]. Время экспозиции детекторов составляло 1-2 суток.

Измерение температуры в приповерхностном слое проводилось установкой, собранной по мостовой схеме [9]. Отсчеты температуры дискретные, с частотой 5-10 измерений в сутки.

Известно, что сильные землетрясения вызывают изменения пластового давления и дебита нефти, газа и химического состава последних в скважинах, расположенных в зоне влияния активных разломов [10,11]. Как основной толчок, так и его афтершоки обычно способствуют кратковременному повышению давления и проницаемости пласта в прискваженной зоне [12]. Поэтому в качестве гидродинамического параметра нами использовались данные затрубного давления в скважине глубиной 4 км НГДУ "Небитдагнефть" [13].

На рис.3, где представлены графики сопоставляемых параметров в период афтершоков рассматриваемого сейсмического события, временный ход содержания радона в рассматриваемый период представлен кривой А, ход затрубного давления - Б, температуры - В. Из рисунка 3 можно

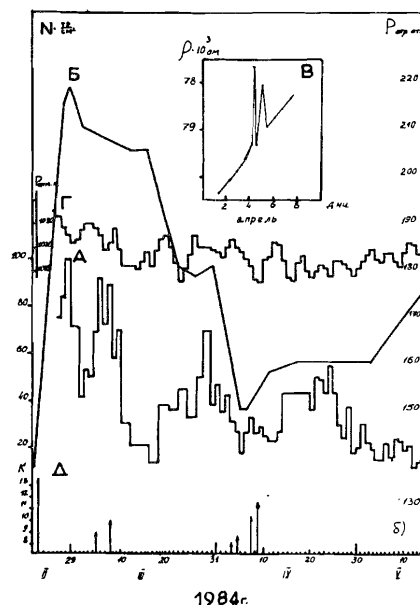


Рис. 3. Результаты режимных наблюдений: А) содержания радона в подпочвенном воздухе; Б) затрубного давления; В) температуры грунта; Г) атмосферного давления.

видеть, что временный ход кривых изменения радона и затрубного давления аналогичен, а наиболее глубокий минимум совпадает с аномальными вариациями температурной зависимости, происходившими во время сейсмической активности в начале апреля 1984 г. Фон температурного поля за рассматриваемый период (до 4-5 апреля) в целом повышается без заметных флуктуаций, что характерно для сезонного хода температуры почвы.

При более подробном рассмотрении хода кривых зависимости от сейсмичности можно видеть, что землетрясение вызвало повышение затрубного давления, причем его величина особенно возросла после толчка, затем она начала постепенно снижаться. Снижение затрубного давления жидкости продолжалось до ощутимых афтершоков, зарегистрированных 4-9 апреля 1984 года, а после них наблюдался его небольшой рост.

Наиболее высокая концентрация радона (так же как и величины затрубного давления) наблюдалась в конце февраля, т.е. после землетрясения 22 февраля 1984 г. К началу марта концентрация радона возвратилась к квазифоновому содержанию. Отсюда можно заключить, что высокому уровню затрубного давления соответствует высокий уровень концентрации радона, т.е. между рассматриваемыми параметрами, возможно, имеется взаимная связь. После сейсмического удара под действием высокого на-



Рис. 4. Фотография извержения грязеводяной смеси на поверхность в результате Бурунского землетрясения 22 февраля 1984г.

пряжения породы быстро уплотняются, и на дневной поверхности даже можно обнаружить проседания ^{/12/}. О сильном уплотнении песчано-глинистых пор свидетельствуют многочисленные выбросы грязеводяной смеси (рис.4).

Уплотнение горных пород способно вызвать изменение содержания радона в отложениях подпочв и подземных водах ^{/13,14/}. Заметим, что вариации концентрации радона могут быть связаны также с гидрометеорологическими параметрами и прежде всего с атмосферным давлением ^{/1/}. В то же время известно, что атмосферное давление не может определяюще влиять на формирование длительных радоновых аномалий ^{/3,4/}.

Как видно из рис.3 (кривые А и Г), изменение атмосферного давления (данные по метеостанции Небитдаг) в рассматриваемый период времени сильно не влияло на изменение содержания радона. Это усиливает предположение о связи временной структуры эманационного поля подпочв с режимом активности зоны разлома. Значительно более высокие концентрации радона после землетрясения, по-видимому, обусловлены его выдавливанием в атмосферу подпочв из пор и трещин вместе с подземными водами (грязеводяными выбросами). Последующее понижение концентрации радона, регистрируемое над уровнем водной поверхности, вероятно, соответствует понижению зеркала грунтовых вод, что может свидетельствовать об уменьшении в зоне насыщения разлома объемной деформации сжатия (которая также, по-видимому, отражается и на ходе затрубного давления). Однако повышение содержания радона и затрубного давления наблюдалось и после афтершоков 5-9 апреля, но не сопровождалось последующими сейсмическими событиями. Последнее, по-видимому, можно объяснить повышением в зоне насыщения разлома объемной деформации сжатия. Эффект отражается также на ходе изменений затрубного давления. Повышение содержания радона в период с 5 по 9 марта, которое проявилось на фоне

общего снижения его концентраций может быть объяснено новой волной разгрузки тектонических напряжений. В дальнейшем (с 15 марта) интенсивность радонового поля в атмосферу подпочв нарастало, а по мере приближения к сейсмическому событию снизилось до минимума, который наступил 4-5 апреля. В этот промежуток времени наблюдалось общее понижение затрубного давления, с некоторой стабилизацией в период 25-31 марта.

Таким образом, установленные особенности изменения временной структуры эманационного, температурного и гидродинамического полей, по всей видимости, имеют единую природу и могут быть объяснены изменением структуры горных пород очаговой зоны афтершоков тектонического землетрясения, а именно их трещиноватости и пористости. Как показали сопоставления результатов хода различных параметров в исследуемый период, радоновые аномалии не всегда сопровождаются сейсмическими событиями. Однако допускается, что они могут быть вызваны изменениями гидродинамических и геофизических параметров в районе наблюдений.

Авторы выражают благодарность академику Г.Н.Флерову за постоянный интерес к работе, В.А.Сопиеву за помощь при организации полевых наблюдений и С.Черкезову за содействие при обработке промышленных наблюдений.

Л и т е р а т у р а

1. Баранов И.В. "Радиометрия", М., изд-во АН СССР, 1956, 338 с.
2. Султанходжаев А.Н., Тьминский В.Г., Спиридонов А.И. Радиоактивные эманации при изучении геологических процессов. Ташкент, ФАН, 1979, с.117.
3. Абдувалиев А.К., Андреев В.К., Войтов Г.И. и др. "Особенности хода во времени содержания радона в подпочвенной атмосфере в сейсмически активных зонах Западной Ферганы перед землетрясениями 18.X и 11.XII (Назарбекским) 1980г., ДАН СССР, 1983, т.271, № 1, с.72-75.
4. King Chi-Yu "Radon emanation on San Andreas fault", Nature, 1978, v.271, No.5945, p.516-519.
5. King Chi-Yu "Do radon anomalies predict earthquakes?", Nature, 1981, v.297, No.5830, p.2262.
6. Борисов В.А., Рогожин Е.А. Кум-Дагское землетрясение 14 марта 1983г. "Материалы геологического изучения" ДАН СССР, 1984, т.277, № 1, с.157-161.
7. Гидрогеология СССР, т.XXXVIII, Туркменская ССР, М. "Недра", 1972, с.565.

8. Мячкин В.И. Процессы подготовки землетрясений. М. "Наука", 1978, с.232.
9. Третьякова С.П., Джолос Л.В., Нерсесов И.Л. Изучение изменений содержания радона в воздухе почвы в эпицентральной зоне. Сообщение ОИЯИ, 18-83-445, Дубна, 1983, с.6.
10. Аширов Т., Сопиев В., "Методика и результаты режимных геотермических наблюдений на Апхабадском полигоне". Сб. Современные движения и деформации земной коры на геодинамических полигонах. М., "Наука", 1983, с.47-57.
11. Войтов Г.И., Гохберг М.Ю., Киссин И.Г. и др. "О динамике изменения состава газов подземных вод Кошабулакской структуры в период подготовки Газлийского землетрясения 19 марта 1984г. ДАН СССР, 1985, т.284, № 1, с.77-81.
12. Wu F.T. "Gas-well pressure fluctuations and earthquakes", Nature, 1975, v.257, No.5588, p.661-663.
13. Киссин И.Г. "О природе сейсмических эффектов на нефтяных месторождениях". В сб. Гидродинамические предвестники землетрясений. М., изд-во "Наука", 1984, с.66-75.
14. Оспанов А.Б., Мизев В.А. "О некоторых деталях механизма формирования гидрогеодинамических и гидрогеохимических предвестников землетрясений по данным модельных взрывов" В кн. Гидрогеохимические предвестники землетрясений. М., "Наука", 1985, с.71-74.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 октября 1986 года.

18-86-708

Аширов Т.А.
Особенности поля эманации, температуры
и гидродинамического режима в эпицентральной зоне
тектонического землетрясения

С помощью трекового метода изучалось поведение радонового поля в рыхлых отложениях зоны Челекен-Кум-Дагского разлома при землетрясении с $M = 5,6$. Проводился комплексный анализ эманационного, температурного и гидродинамического поля. Отмечено аномальное изменение всех трех полей в период Бурунского землетрясения, обусловленное изменением структуры горных пород центральной зоны.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

18-86-708

Ashirov T.A. et al.
The Special Properties of Emanation, Temperature
and Hydrodynamical Fields in the Epicentral
Tectonic Earthquake Zone

The behaviour of the radon field in friable deposits from the zone of the Cheleken-Kum-Dag fracture due to an earthquake with $M = 5.6$ was studied using the nuclear track technique. The complex analysis of the variations analysis of the variations of the emanation, temperature and hydrodynamical fields was carried out. Abnormal changes in all the three fields during the Burun earthquake have been found, due to changes in the structure of the central zone.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986