

УДК 622.882

**Т.Ш. Далатказин**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДОНОМЕТРИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ  
СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ НА ТЕРРИТОРИЯХ,  
ПЕРЕКРЫТЫХ МОЩНЫМ ЧЕХЛОМ ОСАДОЧНЫХ  
ПОРОД ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ  
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Рассмотрена актуальная проблема инженерной геологии в части исследования современной геодинамической активности – геодинамической диагностики горного массива.*

*Ключевые слова: литосфера, геодинамическая активность, горный массив, радиоактивные вещества, радон.*

Одной из причин катастрофических событий на поверхности Земли и в верхних слоях литосферы является современная геодинамическая активность. В последнее время пересмотрены представления об этом природном явлении, о процессах, происходящих в земной коре и их роли в формировании напряженного состояния массива горных пород. Знания об этом явлении необходимо использовать для предотвращения природно-техногенных катастроф и аварий при недропользовании. Проявление современной геодинамической активности является важным фактором социально-экономического риска. Его необходимо учитывать на этапе инженерно-геологических исследований, создании проектно-сметной документации и технико-экономических обоснований при строительстве ответственных объектов, а также на стадии их эксплуатации.

Диагностика современной геодинамики горного массива необходима для широкого перечня объектов, например подземных городских инженерных коммуникаций, газо- и нефтепроводов,

железнодорожных магистралей, мостов, тоннелей, высотных сооружений, горнодобывающих комплексов, хранилищ токсичных и радиоактивных веществ, АЭС, плотин, дамб и т.д. Деформации и разрушения на таких и подобных объектах, помимо колоссальных материальных потерь, порой сопровождаются человеческими жертвами и вызывают катастрофические экологические последствия.

На современном этапе структурно-геодинамическая диагностика горного массива наиболее рационально осуществляется без проведения буровых работ с помощью полевых геофизических методов в комплексе с GPS — исследованиями (технологии спутниковой геодезии) и традиционными геодезическими методами. При этом обеспечивается получение необходимой информации при минимальных затратах и возможность проведения режимных наблюдений. В частности, для этих целей применяется один из методов ядерной геофизики — эманионная радоновая съемка.

Радон — химически инертный газ, источник альфа-излучения, в 7,5 раз

тяжелее атмосферного воздуха. Образуется в процессе распада урана-238 и тория-232. Генерация его в горных породах происходит непрерывно. Как и материнские радионуклиды, радон присутствует в различных количествах во всех горных породах. Через поры и микротрещины радон под влиянием диффузного (наличие градиента концентрации), конвективного (вследствие температурного градиента) и эффузионного (вызывается градиентом давления) механизмами распространения, перемещается, как и другие газы, в земной коре и аккумулируется в зонах тектонических нарушений.

Теоретическим обоснованием применения эманационной радоновой съемки для структурно-геодинамического изучения горного массива является положение, что именно геодинамически активные разрывные тектонические структуры вызывают аномалии объемной активности радона в почвенном воздухе. Проницаемость тектонических разрывов зависит от степени геодинамической активности этих структур. Это определяется тем, что степень раскрытия трещин зависит от степени взаимного смещения смежных блоков, слагающих горный массив. Кроме того, современная геодинамика препятствует процессу «залечивания» — коагуляции трещин разрывного нарушения. В случае, когда разломная зона неподвижна, трещины и пустоты заполняются частицами растворенных и перемещаемых подземными водами горных пород и радону негде накапливаться, а его миграция затруднена. Применение радонометрии при структурно-геодинамических исследованиях благодаря свойствам радона и условиям, свойственным подвижным участкам (тектоническим разрывным нарушениям) между временно консолидирован-

ными блоками горного массива, обеспечивает картину распределения этих участков. Радон в данном случае используется в качестве индикатора.

Кроме того, подземные воды, мигрируя через прилегающий к разломной зоне горный массив, обогащаются урансодержащими солями и непосредственно радоном, эманулирующим из горных пород и хорошо растворяющимся в воде. Подвижные разломные структуры наиболее локально водообильны, в них собирается вода со всего прилегающего горного массива. Вследствии повышения скорости фильтрации, увеличения расхода потока в подвижных разломных зонах и их высокой водообильности, количество радона, доставленного к этим зонам подземными водами, выше фоновых по массиву.

Кроме того, установлено [1], что под влиянием упругих колебаний наблюдается дифференцированная интенсивность выделения радона в зависимости от частоты вибровоздействия. В естественных условиях на участке тектонического нарушения уровень эсхалиции радона хорошо коррелирует с амплитудой квазигармонических составляющих микросейсмического фона частотой 16,6 Гц. Этим можно объяснить наличие аномалий объемной активности радона над разрывными структурами, перекрытыми мощными покровными отложениями. Покровные отложения являются своего рода резонаторами. Глубинность картирования тектонических структур определяется уже не диффузионной длиной миграции эманаций из пород кристаллического фундамента, а интенсивностью современных геодинамических процессов, активизирующих радоновые эманации из покровных отложений.

Исходя из вышесказанного, аномалии объемной активности радона, связанные с разрывными структурами,

можно рассматривать как признак подвижности этих структур независимо от мощности осадочных отложений

Именно такая ситуация наблюдается на территории в районе г. Когалым (север Тюменской области). Здесь породы кристаллического фундамента перекрыты толщей осадочных пород, представленных песчаниками, алевролитами, опоками, глинами, суглинками, супесями, песками. Мощность толщи осадочных пород на изучаемой территории порядка 3000 метров. Аномалии радона при таких геологических условиях связаны с радоном, поступающим из тектонического разрывного нарушения кристаллического фундамента и в большей степени с повышенным выделением радона из пород осадочного комплекса, входящих в зону геодинамического влияния этого нарушения (период полураспада радона-222 составляет 3,8 суток).

С целью выделения геодинамически активных структур на двух локальных участках в пределах Грибного месторождения нефти была проведена радонометрическая — эманационная съемка.

Измерения проводились радиометром альфа-активных газов РГА-500 по трем профильным линиям; расстояние между точками измерений 10 м и 15 м. Всего выполнено 182 измерения (77 на первом участке — профиль №1 и 105 на втором — профили №2 и №3). Значения объемной активности радона в почвенном воздухе имеют разброс от 0,4 до 7,8 кБк/м<sup>3</sup> на первом участке и от 1,1 до 13,6 кБк/м<sup>3</sup> на втором участке.

Измерения по профилю № 1 выполнялись с целью рекогносцировки, и, вероятно, направление (меридиональное) было задано под слишком острым углом к доминирующему на данной территории направлению

разрывных нарушений. Несмотря на значительную протяженность первого профиля (1093м), измеренные значения объемной активности радона, в целом, имеют величины близкие к фоновым. Проявлений геодинамики с помощью радонометрии на первом участке не выявлено. Более значимая дифференциация величин объемной активности радона в почвенном воздухе по профилям №2 и №3, линейный характер выделенных аномалий позволяет предположить наличие геодинамических процессов, связанных с разломной тектоникой.

В восточной части второго участка в поле радоновых эманаций выделяется линейная геодинамическая структурная зона, имеющая сложное внутреннее строение (рис. 1.). Азимут простирания зоны 336°. Максимальная ширина зоны на участке исследований 127 м. Параллельно выделенной зоне наблюдаются структуры более низкого ранга, шириной 10 — 30 метров. Характер распределения объемной активности в почвенном воздухе в пределах выделенных зон свидетельствует о падении в северо-восточном направлении.

Геодинамическая структурная зона, выделенная по данным радонометрии в восточной части второго участка исследований

Результаты радонометрических структурно-геодинамических исследований на изучаемой территории были заверены методами электроразведки и спектральным сейсмопрофилированием (ССП).

Наличие геодинамической активности было подтверждено GPS-измерениями. На первом участке исследований максимальные амплитуды смещений по полным векторам имели максимальные величины 8,8 мм, а по высоте 11,6 мм

На втором участке максимальные амплитуды смещений по полным векторам составили 34,5 мм, по высоте 45,3 мм.

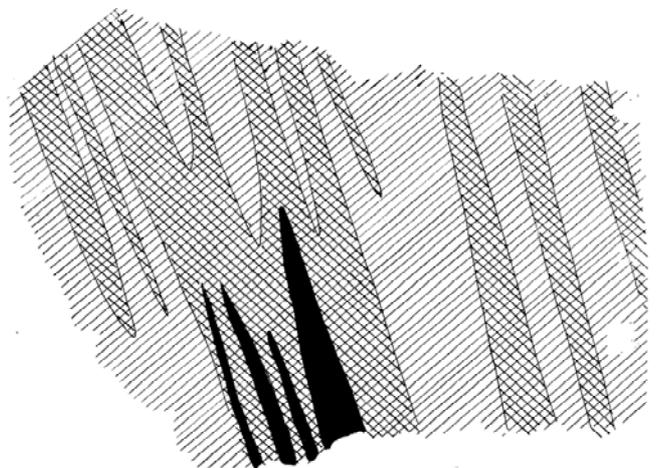


Рис. 1.:  — 0—5,0 кБк/м<sup>3</sup>;  — 5,0—10,0 кБк/м<sup>3</sup>;  — более 10,0 кБк/м

В результате исследований было установлено, что изучаемому массиву горных пород присуща структурная неоднородность, обусловленная разрывной тектоникой кристаллического фундамента, вызывающая дискретный характер деформирования и требующая учета при воздействии

процесса сдвижения на охраняемые объекты.

Проведенные исследования подтвердили возможность эффективность использования радонометрии на территориях с мощным чехлом осадочных пород для решения задач геодинамического структурирования.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ и Совета по грантам при Президенте РФ*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адушкин В.В., Сливак А.А., Кожухов С.А., Кукушкин Ю.В. Резонансные особенности эсхалации природного радона. / Доклады РАН. — 2005. — Т.400. — № 3. — С.369—371.
2. Сливак А.А., Кишкина С.Б. Исследование микросейсмического фона с целью определения активных тектонических структур и геодинамических характери-

стик среды. Физика Земли. — 2004. — №7. — С.35—49.

3. Исследование по созданию геодинамического полигона и проведение мониторинга сдвижения земной поверхности при разработке Грибного месторождения нефти (Промежуточный) Отчет о НИР ИГД УрО РАН. Рук. д.т.н. А.Д. Сашурин, Екатеринбург, 2007. — 107 с. **ИЛАС**

#### КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Далатказин Тимур Шавкатович — научный сотрудник, ИГД УрО РАН, dalatkazin\_tsh@mail.ru

