

В присутствии карбонат-иона и бромида калия получены бесцветные прозрачные призматические кристаллы  $Pb_2[B_5O_9]Br$  (рис. 2) — ромбическая модификация  $Pb$ -хильгардита [4, 9]. Монокристаллы этого соединения являются перспективным нелинейно-оптическим материалом УФ-диапазона.

Моделирование физико-химических условий минералообразования хильгардита позволяет проводить дальнейший поиск новых свинецсодержащих хильгардитоподобных соединений, обладающих ценными физическими свойствами. Используя минерализаторы, характерные для природных процессов, мож-

но изменять значения pH раствора, определяющее формирование боратного радикала, который в свою очередь играет ведущую роль в образовании типа структур соединений как для катионов-минералообразователей, так и для изоморфно замещающих их элементов. Одновременно возможно изоморфное замещение дополнительно входящих в структуру анионов, таких как  $OH^-$ , на галогены и наоборот, а также вхождение в структуру дополнительных щелочных катионов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 02-03-33316.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аль-Ама А.Г., Белоконева Е.Л., Стефанович С.Ю., Димитрова О.В., Моченова Н.Н. Новый нелинейно-оптический борат  $Na_{0.5}Pb_2[B_5O_9](OH)_{1.5} \cdot 0.5H_2O$  семейства ромбических хильгардитов // Кристаллография. 2006. Т. 51, № 4. С. 670–674.
2. Белоконева Е.Л., Димитрова О.В., Корчемкина Т.А., Стефанович С.Ю.  $Pb_2[B_5O_9](OH)H_2O$  — новая центросимметричная модификация природного хильгардита. Структуры группы хильгардита как члены OD-семейства // Кристаллография. 1998. Т. 43. № 5. С. 864–873.
3. Белоконева Е.Л., Корчемкина Т.А., Димитрова О.В., Стефанович С.Ю.  $Na_{0.5}Pb_2[B_5O_9]Cl(OH)_{0.5}$  — новая полярная разновидность хильгардита, содержащая Na в полостях каркаса. OD-семейство пентаборатов 5(2+3): хильгардиты, гейдорнит, пробертит, и улесит // Кристаллография. 2000. Т. 45. № 5. С. 814–823.
4. Белоконева Е.Л., Кабалов Ю.К., Димитрова О.В., Стефанович С.Ю. Новый полиборат с высокой оптической нелинейностью  $Pb_2[B_5O_9]Br$  из группы хильгардита // Кристаллография. 2003. т. 48. № 1. С. 49–53.
5. Борисова Т.А., Димитрова О.В., Белоконева Е.Л. Новая центросимметричная разновидность синтетического хильгардита  $Pb_2[B_5O_9] \cdot 0.5H_2O$  // Кристаллография. 2002. Т. 47. № 3. С. 435–438.
6. Горбов А.Ф. Геохимия бора, М.: Наука, 1976.
7. Иванов В.А. Экологическая геохимия элементов. Т. 2. М.: Недра, 1994.
8. Ghose S., Wang C. Hilgardite,  $Ca_2[B_5O_9]Cl \cdot H_2O$ : a piezoelectric zeolite-type pentaborate // Amer. Miner. 1979. V.64. P. 87.
9. Yakubovich O.V., Mochonova N.N., Dimitrova O.V., Massa W. Reinvestigation of the  $Pb_2[B_5O_9]Br$  structure based on single-crystal data // Acta Cryst. 2004. E60. i127–i130.

Московский государственный университет  
Студентка  
Рецензент — В.И. Пирогов

УДК 551.343 + 550.83 + 55:502.55

*Н.В. ДЁМИН, НГУЕН ХАНЬ ЛАН*

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ ЭМАНАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Образование оползня — результат разрушения присклонового массива грунта, т. е. потери устойчивости. Для оценки устойчивости оползневых склонов необходима информация как о геологическом строении, так и об особенностях напряженно-деформированного состояния и прочных характеристиках пород приповерхностной части склона. Получение такой информации в местах, характеризующихся труднодоступностью и повышенной оползневой опасностью, по данным бурения и традиционными геомеханическими методами сопряжено со значительными трудностями. Поэтому в последнее время при изучении оползневых структур все большее применение находят различные геофизические методы [2, 4].

Геодинамические процессы, происходящие в породах оползневого склона, отражаются в геофизических полях [2, 4]. Режимные наблюдения за такими процессами ведутся различными геофизическими методами. Однако наиболее перспективными

для изучения геодинамических процессов и мониторинга склонов, по-видимому, следует признать наблюдения за естественными структурно-динамическими процессами в верхних слоях массива горных пород склона. В этом отношении весьма перспективен эманационный метод [1, 5].

Авторы представили один из возможных подходов к определению структурных и геодинамических особенностей локальных зон оползневого склона на основе данных эманационных исследований.

За счет эманирования, диффузии, движения флюидов и других видов миграции газов в литосфере существует постоянный эманационный поток, направленный из недр к дневной поверхности и взаимодействующий с атмосферой. Миграция радона в горном массиве и его выделение с поверхности почвы определяются макроскопическим коэффициентом диффузии, который зависит от многих факторов [3].

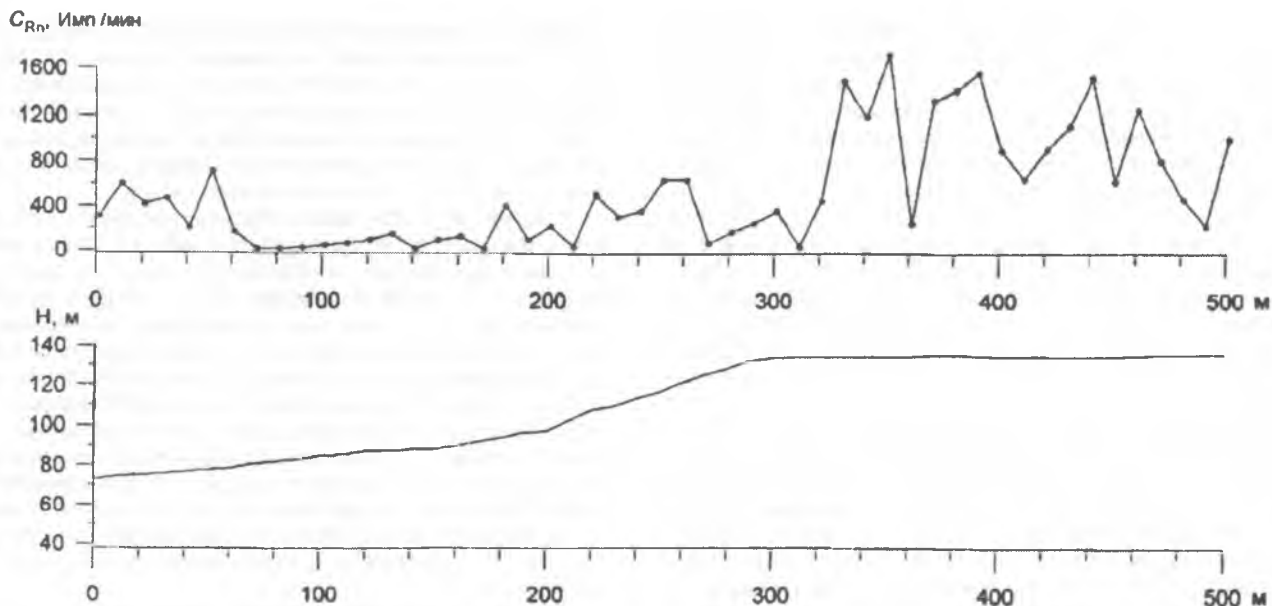


Рис. 1. График изменения концентраций радона в почвенном воздухе вдоль оползневого склона

Физическую основу применения эманационного метода для изучения экзогенных геологических процессов (карст, оползни и другие склоновые процессы) создают формирующиеся при развитии таких процессов поля напряжений с весьма сложной структурой, развитием сжимающих, растягивающих и скалывающих напряжений [1, 4]. В одних местах под воздействием напряжения происходит обжатие породы с закрытием трещин, в других — растяжение с разуплотнением и трещинообразованием. По существующим представлениям уплотнение породы сопровождается обжатием пор или трещин, вытеснением воздуха, содержащего эманации, и формированием положительной аномалии [1]. Такая схема подтверждается экспериментами над образцами породы и полевыми наблюдениями, но нередко выявляются и прямо противоположные эффекты, обычно воспринимаемые как ошибочные. В то же время это достаточно просто объяснить. Есть все основания считать, что рассмотренная схема с образованием положительных максимумов характерна лишь для периода развития активных деформаций. Во время релаксации напряжений она может перейти в свою противоположность, поскольку плотные участки массива пород становятся наименее газопроницаемыми, а участки с разуплотненными или трещиноватыми породами, наоборот, — наиболее проницаемыми. Поэтому можно считать, что прямо противоположные результаты наблюдений вполне возможны, но относятся к разным стадиям процесса. В связи с этим при применении эманационного метода следует фиксировать любые аномалии, положительные и отрицательные. Они могут рассматриваться как индикатор наличия в толще пород «неоднородностей».

В изучении оползневых склонов эманационный метод реализуется в виде эманационной съемки с помощью спинтиляционных эманометров «Радон-М». Полевые картировочные эманационные съемки производились на оползневом склоне р. Кама в два этапа по предварительно разбитой сети профилей: рекогносцировочному и детальному. Рекогносцировочные съемки проводились для получения общего представления о количественном и качественном распределении основных структурных элементов на изучаемой площади по профилям, расположенным вквост предполагаемого простираения тектонических структур и выходящим за пределы исследуемой площади. Детальные исследования необходимы для уточнения данных, полученных на рекогносцировочных профилях, изучения морфологии крупных и мелких тектонических структур. Для подтверждения аномальных значений концентрации эманации, пикеты вдоль профиля сгущаются или задаются дополнитель-

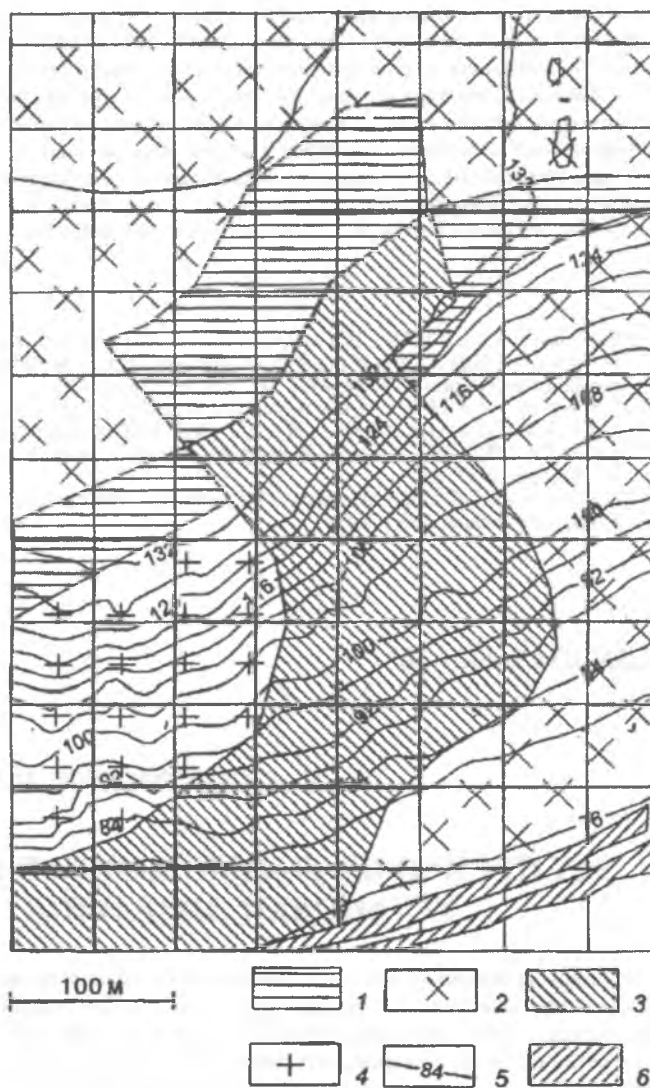


Рис. 2. Структурно-геодинамическая схема оползневого склона: 1 — 4 — зоны: 1 — растяжения; 2 — опорная; 3 — сжатия; 4 — растяжения; 5 — изогипсы; 6 — железобетонные плиты

ные пикеты между профилями. При изучении зон оползневых склонов целесообразна профильная съемка, при этом расстояния между пикетами составляли 5—10 м. Между профилями оно может быть в два раза и более увеличиваться. Выбор места проведения профилей на плане оползня исходил из морфологических особенностей отдельных участков склона и предварительной оценки степени их устойчивости.

Результаты эманационной съемки, после первичной обработки и статистических анализов, представляются в виде соответствующих карт и графиков вариационной кривой по профилям. Анализ эманационного поля (по морфологии, дисперсии, уровням вариации) в изучаемом оползневом склоне показывает, что в целом по изучаемому участку и в отдельном районе изменение концентрации радона в почвенном воздухе неоднородно.

Повышенные концентрации радона по сравнению с остальными частями склона свойственны равнинной части склона (рис. 1). В ее пределах кривая изменения концентрации радона имеет либо пилообразную форму, либо с малоамплитудной частотой. На наклонной части оползневого склона общее значение концентрации радона значительно ниже, чем в равнинной, и наблюдается чередование зон повышенных и пониженных концентраций радона. В нижней части склона, за зоной с пониженной концентрацией радона наблюдается зона с повышенной концентрацией или тенденцией к повышению.

Исходя из существующих моделей напряженно-деформационного состояния грунтового массива, моделей эманирования и миграции эманации, в целом оползневой участок можно условно разделить на четыре зоны (рис. 2). Эти зоны отличаются одна от другой по уровню концентрации эманации, форме вариационной кривой концентраций радона и положению на склоне.

*Зона растяжения (1)* характеризуется большей амплитудой вариационной кривой концентраций радона. К этой зоне относится центральный участок равнинной части склона, в пределах

которой в целом концентрация радона высокая, хотя концентрации радона колеблются в широких пределах (от 956 до 527 имп./мин.), четко разграничены участки с различной концентрацией. К зоне растяжения также относится прирвовочная часть склона на левой и правой сторонах склона (промежуточная между равнинной и наклонной частями). Концентрация радона в этой зоне по сравнению с плато низкая.

*Опорной зоне (2)* присущи стабильные концентрации радона в почвенном воздухе по сравнению с зоной (1). Сжимающее напряжение, действующее на грунтовый массив, — результат ре-активных напряжений от соседних зон. Состояние грунтовых массивов этих зон можно считать относительно устойчивым. На склоне опорные зоны расположены на фланге равнинной части и на правом фланге наклонной части склона, за зоной сжатия.

*Зона сжатия (3)* расположена в центральной прирвовочной части и ниже по склону. Вариационная кривая характеризуется резким падением концентрации радона в почвенном воздухе и переходом на форму кривой с низкой степенью значений вариаций. Грунтовый массив этих зон, испытывающий наибольшие деформации под воздействием повышенного давления от соседних зон, в основном от вышележащих, может быть более уплотненным.

Для *зоны разгрузки (4)* характерна кривая концентрации радона с постепенным снижением значений и наличием их аномальных минимумов концентраций радона, которые позволяют выделить границы структурных блоков. На отдельном блоке вариационная кривая имеет малоамплитудную форму с положительной аномалией.

Проведенные работы подтверждают перспективность использования эманационного метода для изучения оползневых структур. Полученные результаты также могут стать эффективным инструментом для решения задач, связанных с оценкой устойчивости склонов и мониторингом активных геодинамических зон.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко В.М., Викторов Г.Г., Демин Н.В., Кульков Б.Н., Лумпов Е.Е., Христин В.А. Новые методы инженерной геофизики. М.: Недра, 1983. 223 с.
2. Горяинов Н.Н., Боголюбов А.Н., Варламов Н.М., Матвеев В.С., Никитин В.Н., Скворцов А.Г. Изучение оползней геофизическими методами. М.: Недра, 1987. 157 с.
3. Новиков Г.Ф. Радиометрическая разведка: Учебник для вузов. Л.: Недра, 1989. 407 с.
4. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики. М.: Недра, 1990. 501 с.
5. Постоев Г.П., Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. и др. Искусственная активизация оползней. М.: Недра, 1989. 134 с.

Российский государственный геологоразведочный университет  
Рецензент — В.М. Бондаренко

УДК 658.26:621.365

А.М. ЛИМИТОВСКИЙ, М.В. МЕРКУЛОВ, Е.В. КАЛУГИН

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УТИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДИЗЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЭС-60Р

Одним из основных факторов, влияющих на условия труда буровой бригады, является температура в рабочей зоне здания буровой установки. По правилам охраны труда и техники безопасности при геолого-разведочных работах (ГРР) температура в рабочем помещении в холодное время года, должна быть в пределах от 10°C до 23°C [3].

Тепловой расчет бурового здания УКБ-4 показал, что для поддержания заданной температуры внутри бурового здания

(10—14°C) необходимо около до 60 кВт тепла при температуре окружающей среды –60°C.

При электроснабжении буровой от дизельной электростанции (ДЭС), использование электроэнергии для отопления нерационально, так как КПД ДЭС составляет 30—40% [3], поэтому практически везде в качестве источников тепла рекомендуются металлические печи с КПД, равным 0,7—0,8 [4]. В результате теплового расчета здания УКБ-4 установлено, что для обеспече-