

Оценка эманлирующей способности гравия в различных средах

А.А Романова, Г.В. Игнатьев

Земная кора содержит множество радиоактивных элементов, которые создают естественный радиационный фон. В горных породах, почве, атмосфере, водах, растениях и тканях живых организмов присутствуют радиоактивные изотопы. Члены радиоактивных семейств жестко связаны между собой. Каждое звено радиоактивного ряда образуется со скоростью, определяемой периодом полураспада предыдущего нуклида, и распадается в соответствии с собственным периодом полураспада. Единственным газообразным продуктом, который рождается в процессе распада, является радиоактивный газ радон.

Радон образуется за счет радиоактивного распада радия, этот процесс является постоянным и не зависит от внешних условий. Зато выход радона (эксхалация) из материала может быть различной. Для практического применения наиболее удобно пользоваться оценкой эманлирующей способности материалов, которая представляет собой отношение активности радона, вышедшего из образца, находящегося в естественном состоянии, к его массе.

Для определения влияния внешних условий на показатели эманирования радона были взяты образцы гравия и выполнены следующие опыты.

При оценке эманирования в воду и лед в герметичные емкости засыпались навески гравия, и заливалось водой. Всего было изготовлено две серии по три пробы каждая. Первая серия залита водой и сразу заморожена, вторая залита и оставлена при нормальных условиях. Все образцы выдержаны в течение месяца, за это время в них наступает радиоактивное равновесие между радоном и радием. После чего производилось определение концентрации радона на установке *AquaKIT*. Результаты представлены в таблице 2.

При определении параметров эманирования гравия в воздух был использован специальный герметичный контейнер объемом $0,05 \text{ м}^3$. В который помещали навеску материала и включенный радон-монитор *AlphaGUARD*. Прибор фиксировал в автоматическом режиме концентрацию радона в воздухе. Полученная информация при помощи прикладной программы считывалась и обрабатывалась.

Накопление радона в герметичной емкости из образца гравия представлено на рис.1, оно хорошо аппроксимируется формулой:

$$C_{(t)} = C_0(1 - e^{-\lambda t}) + C_1 \cdot e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где: C_1 и C_0 , соответственно, начальная и равновесная концентрации радона, Бк/м³; λ – постоянный коэффициент, ч⁻¹.

В таблице 1 представлены значения величин из формулы (1), рассчитанные в программе *STATISTICA*.

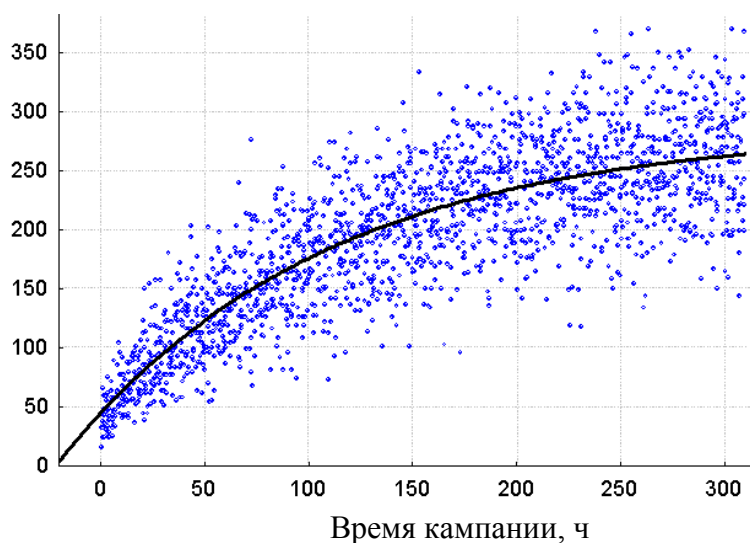


Рис.1. Накопление радона в герметической ёмкости

Таблица 1

Статистическая оценка параметров C и λ

Параметр оценки		Стандартная ошибка	Границы значений пределов (95 %)	
обозначение	значение		нижний	верхний
C_0 , Бк/м ³	284,18	4,70	274,96	293,40
C_1 , Бк/м ³	44,41	3,50	37,54	51,28
λ , ч ⁻¹	0,0079	0,00043	0,0071	0,0088

Таблица 2

Показатели эманирования радона в разных средах

Эманирование гравия	Концентрация радона	Эманирующая способность, Бк/кг	Удельная актив- ность ²²⁶ Ra, Бк/кг
В лед	4,71±0,53 Бк/л	2,23	23,8
В воду	6,38±0,37 Бк/л	3,02	
В воздух	284±4,7 Бк/м ³	4,51	

Значение коэффициента λ находится в пределе от 0,0071 до 0,0088 и в хорошем соответствии известным показателем постоянной распада радона, равной 0,00755 ч⁻¹.

Из таблицы 2 хорошо видно, что наименьшее значение эманирующей способности наблюдается при выделении радона в лед, а наибольшее при его выходе в воздух.

Исследуемая проба гравия представлена зернами с плотной монолитной структурой с минимальной открытой пористостью (Рис. 2). Можно предположить, что при эманировании радона в воду из гравия выход происходит только с поверхности образца. Снижение эманирования радона в лед связано с понижением растворимости газа при низких температурах и также способностью льда закрывать существующие поры и капилляры.

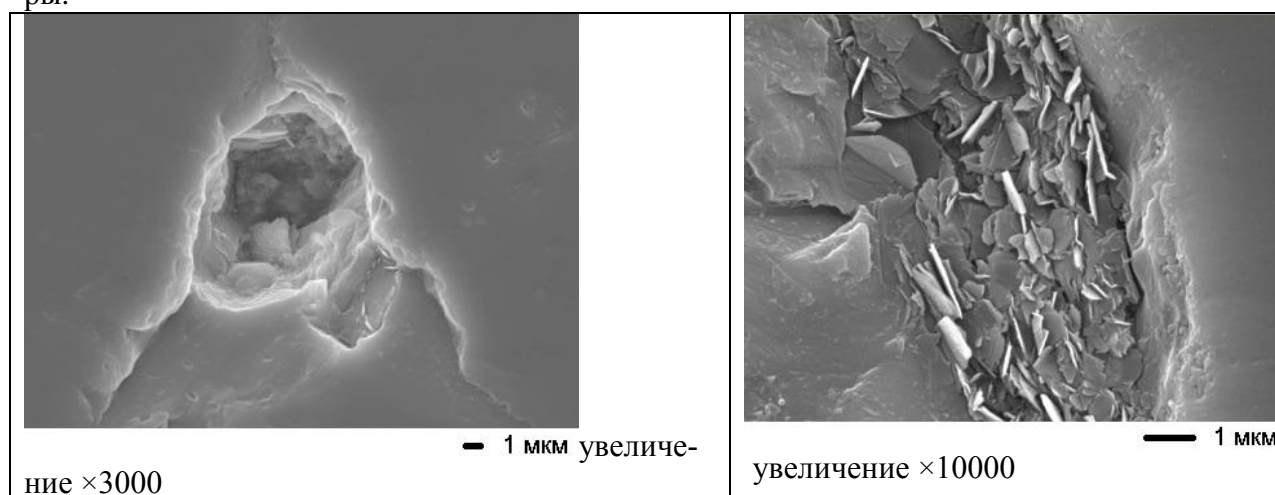


Рис. 2. Электронно-микроскопические снимки шлифа гравия

Экспериментальные данные показывают, что эманирующая способность гравия находящегося в естественном состоянии, может значительно изменяться в зависимости от внешней среды. Таким образом, данный эффект должен учитываться при оценке плотности потока радона из грунта.