

## УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТВОРА РАДОНА В ВОДЕ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ

С.А. Пластун, Н.К. Рыжакова, М.С. Черепнев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: xheracl@gmail.com

Индикаторные методы исследования с помощью радиоактивных изотопов нашли широкое применение в различных областях науки, техники, медицины, геологии и т.д. Основные достоинства этих методов – простота реализации, высокие чувствительность и точность. Одним из наиболее эффективных индикаторов является радиоактивный газ радон – 222. В соответствии с нормативными документами радиационной безопасности Российской Федерации допускается использование водных растворов радона в медицине и геофизических исследованиях [1,2]. Например, на основе растворов радона разрабатываются инновационные технологии индикаторных методов исследования нефтегазоносных скважин [3,4]. Целью данной работы являлось создание установки для получения водного раствора радона с активностью несколько сотен Бк·л<sup>-1</sup>.

В качестве источника радона в установке использованы кремниевые и кварцевые породы, содержащие металлические включения урана-238. Дроблёную породу массой ~45 кг поместили в пластмассовые контейнеры объёмом 2.2 л (150 мм высота и 165 мм диаметр), в крышках которых по схеме «паутины» были проделаны отверстия диаметром 2 мм для обеспечения выхода газа радона-222. Пластмассовые контейнеры слоями поместили в герметичную стальную бочку объёмом 200 л (860 мм высота и 590 мм диаметр) с толщиной стенок 1.4 мм и со съёмным верхним дном; всего в объёме генератора было размещено 32 контейнера в 4 слоя. Внутреннюю поверхность бочки покрасили в два слоя гидрофобным покрытием на основе битума. Для измерения объёмной активности радона в воздухе генератора и в дистиллированной воде использован радиометр Rad7.

Коэффициент растворимости радона в воде составляет 0.25, следовательно, для получения водных растворов с активностью в несколько кБк·л<sup>-1</sup> активность радона в объёме генератора должна составлять несколько МБк·м<sup>-3</sup>. Измерения активности радона в объёме генератора показали, что для достижения такой активности время накопления радона в объёме данной установки должно составлять не менее 6 суток. Исследования показали, что зависимость объёмной активности водного раствора радона от времени и скорости барботажа характеризуется наличием максимума. Следовательно, можно выбрать оптимальные условия прокачки радона через ёмкость с водой для получения необходимой активности. Для выбранной конструкции генератора радона объёмная активность радона в воде порядка нескольких кБк·л<sup>-1</sup> достигается при скорости барботажа 0.05 л·мин<sup>-1</sup> за 70 мин.

На основе проделанной работы сделаны следующие выводы:

1. Урановая руда массой ~45 кг, состоящая из фракций 15...30 мм, позволяет за несколько суток получить в генераторе объёмом 200 л активность радона порядка нескольких МБк·м<sup>-3</sup>.
2. Зависимость максимального значения объёмной активности водного раствора радона от времени и скорости барботажа характеризуется наличием максимума.
3. Для выбранной конструкции генератора радона максимальная объёмная активность радона в воде 3кБк/л достигается при скорости барботажа 0.05 л·мин<sup>-1</sup> за 70 мин.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.0.002-80. Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
2. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ Опасные и вредные факторы. Классификация. – М.: ИПК: Изд-во стандартов, 1997 г.
3. Киляков В.Н, Солодовников Ю.И. Геоэкологическая оценка радонового индикаторного метода для исследований нефтегазовых скважин // Промышленная безопасность. – 2006. - №6, стр. 80-89.
4. Филиппов В.П. Применение индикаторного метода по радону для изучения нефтенасыщенных пористых сред / В.П. Филиппов. - М.: ОАО ВНИИОЭНГ, 2003 (ПИК ВИНТИ). - 269 с.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ РАДОНА И ТОРОНА НА ШЕЛЬФЕ МОРЕЙ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА АРКТИКИ

С.А. Пластун<sup>1</sup>, И.П. Семилетов<sup>2</sup>, Н.К. Рыжакова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

<sup>2</sup>Тихоокеанский океанологический институт имени В. И. Ильичёва ДВО РАН,  
Россия, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43, 690041

E-mail: xheracl@gmail.com

В связи с развитием экономики северных территорий России особое внимание уделяется исследованию природно-климатических условий Арктики. В частности, интерес представляют радиоизотопные исследования северных морских вод, в том числе содержание в них основных источников облучения - радона ( $Rn-222$ ) и торона ( $Rn-220$ ). Необходимо отметить, что в научной литературе приводятся данные о содержании этих изотопов в пресных водах [1,2], в то время как для морских вод Арктики данные практически отсутствуют.

В ходе 73-го и 78-го рейсов НИС «Академик Мстислав Келдыш» осенью 2018 и 2019 гг. проведён радиометрический анализ проб воды, отобранных из поверхностного слоя воды с помощью «проточной» системы и на гидрологических станциях с помощью боксера и батометров с трёх горизонтов: поверхностный слой, придонный слой, слой термо- и галоклинного скачка (галоклинный скачок – резкое изменение солёности в слое воды от глубины).

В работе представлены данные о содержании радона и торона в морях российского сегмента Арктики: Белого, Баренцева, Карского, Лаптевых и Восточно-сибирского. Измерения 1053 проб воды проведены с помощью радиометра RAD7. Обнаружено, что концентрация радона и торона в пробах воды, отобранных в 2018 году, на порядок больше, чем в пробах воды, отобранных в 2019 году. Данный результат объясняется активным таянием льдов в 2019 году. Обнаруженная для большинства станций тенденция увеличения ОА радона с глубиной свидетельствует о том, что основным источником поступления радона являются донные осадки. В связи с этим отметим, что ОА радона и торона в пробах воды, отобранных в дельтах рек, в среднем в 2 больше чем в пробах воды, отобранных вне зоны влияния рек. Общей закономерности ОА торона с глубиной выявить не удалось. Возможно, такой результат для короткоживущего торона объясняется влиянием турбулентного перемешивания морских вод. Показано, что распределение частот для результатов измерения ОА радона и торона в поверхностных водах подчиняется дискретным законам распределения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что