

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ РАДОНОСОДЕРЖАЩЕЙ ВОДЫ

Юрков А.К., Козлова И.А., Бирюлин С.В. – Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург

Аннотация. Приведены результаты исследования возможности очистки природной воды от растворенного в ней радона с помощью фильтров с активированным углем марки СКТ. Измерения выполнены двумя независимыми методами по интенсивности линии 609 кэВ гамма-спектра изотопа Bi-214 и по интенсивности суммарного альфа-излучения короткоживущих изотопов радона в растворенном газе, выделенном из воды. Определена эффективность очистки прошедшей через фильтр воды в зависимости от ее количества.

Радон, вода, угольный фильтр, сорбция, очистка, гамма-спектр, дегазация.

THE USE OF CARBON FILTERS FOR THE PURIFICATION OF RADON-CONTAINING WATER

Yurkov A.K., Kozlova I.A., Biryulin S.V. – Institute of Geophysics UB of RAS, Yekaterinburg

Abstract. The results of the study of the possibility of purification of natural water from dissolved radon in it with the help of activated carbon filters of SKT grade are presented. The measurements were performed by two independent methods in terms of the intensity of the 609-keV line of the gamma spectrum of the Bi-214 isotope and the intensity of the total alpha radiation of short-lived radon isotopes in a dissolved gas isolated from water. The efficiency of water purification is determined depending on the amount of water that passed through the filter.

Radon, water, carbon filter, sorption, purification, gamma spectrum, degassing.

Введение

В большинстве случаев, когда говорят о радоновой опасности, имеют в виду попадание радона и продуктов его распада в организм при вдыхании радоносодержащего воздуха. Этот вопрос достаточно хорошо освещен как в научном плане, так и в средствах массовой информации, поэтому население об опасности попадания радона в организм через дыхательные пути хорошо информировано. Но существует еще один путь поступления радона и продуктов его распада в организм – через питьевую воду. При существующем водоснабжении населения водой из открытых водоемов, на этот путь попадания радона в организм до последнего времени не обращали особого внимания. Тем не менее, предельно допустимая концентрация (ПДК) содержания радона в питьевой воде существует и равна 60 Бк/л (ОСПОРБ-99, 2000). Ситуация изменилась в последнее время, в связи с широким развитием коттеджного строительства и организацией водоснабжения из коллективных и индивидуальных скважин. Все горные породы в том или ином коли-

честве содержат уран и торий, образующиеся при радиоактивных превращениях изотопы радона, попадают в подземные воды и растворяются в них. В зависимости от состава пород, вмещающих водоносные горизонты, будет определяться содержание радона в подземных водах. Как правило, наибольшая концентрация радона наблюдается в подземных водах, контактирующих с породами кислого состава. Например, на территории города Екатеринбурга наиболее высокие содержания радона (превышает ПДК в разы) как в скважинах, так и в природных источниках наблюдаются в зоне развития гранитоидов Шарташского и Верх-Исетского массивов (Кузюков и др., 2015). На территории Свердловской области в зоне развития Верх-Сысертского гранитного массива, района Мурзинской гранитной интрузии и ряде других районов содержание водорастворенного радона достигает нескольких тысяч беккерелей на литр (Уткин и др., 2000). Учитывая период полураспада радона (3,82 суток), с течением времени содержание его в воде снижается, этому способствует и ес-

тественная дегазация воды. Обычно вода, полученная из скважины, сразу используется для питья и приготовления пищи, и уменьшение содержания радона за счет естественных процессов будет незначительным. Поэтому, в ряде случаев, перед употреблением необходимо удалить содержащийся в воде радон, применяя кипячение, аэрацию или фильтрацию через материалы с большой сорбционной способностью. Наиболее широкое применение в качестве материалов для фильтров нашли такие вещества, как активированный уголь, молекулярные сита и ряд других материалов, обладающих большой внутренней поверхностью (Тимофеев, 1962). Поскольку в бытовых целях для очистки питьевой воды широко используются устройства с угольными фильтрами, то были проведены исследования по определению их эффективности для удаления из воды радона и его короткоживущих дочерних продуктов.

Методика исследований

Для проведения исследований была использована вода с высоким содержанием радона, отобранная из скважины на территории детской городской больницы № 6 города Екатеринбурга. Объем отобранной пробы воды составлял 40 литров, которая делилась на «дубликаты» по 5 литров. Начальное содержание радона определялось по одному из «дубликатов». С помощью радиометра альфа-активных газов РГА-500 определялось содержание радона в «дегазате» (извлеченный из воды газ), выделенном из первого «дубликата» анализируемой пробы воды. Из этого же «дубликата» отбиралось 2 литра воды, и на низкофоновой гамма-спектрометрической установке снимался гамма-спектр. Определялась площадь пика от линии с энергией 609 кэВ, излучаемой $Po-214$ (период полураспада 19,7 минуты), практически постоянно находящийся в равновесии с радонем. На рис. 1 приведен приборный гамма-спектр от воды до пропускания ее через угольный фильтр. В дальнейшем эта линия спектра использовалась для контрольного определения содержания радона в воде.

Установка для проведения эксперимента исключала аэрацию воды при ее пропускании через фильтр и содержала устройство, в которое помещался фильтрующий элемент, содержащий 50 грамм активированного угля марки СКТ, чаще всего используемый в бытовых фильтрах. Уголь этой марки изготавливается на основе торфяных углей и обладает наибольшей сорбционной способностью по сравнению с другими углями (Шингляр, 1964). Проба воды (5 литров) пропусклась через фильтрующее устройство с постоянной скоростью потока (0,1 литра в минуту). После этого, из прошедшей через фильтр пробы, отбиралось 2 литра, и снимался спектр на низкофоновой гамма-спектрометрической установке, а из оставшейся части выделял-

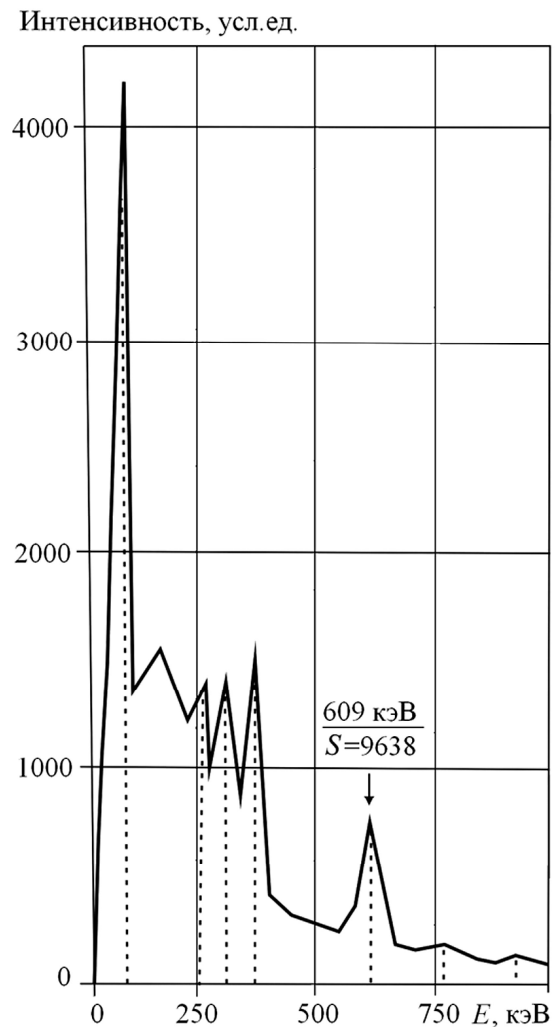


Рис. 1. Гамма-спектр от исходной пробы радоносодержащей воды:
S – площадь пика, усл. ед.

Таблица 1. Изменение поглощающей способности угольного фильтра в зависимости от объема пропущенной воды (по определениям ОАР в «дегазате»)

Материал фильтра	Номер пробы воды, объем пробы, литр	Начальное содержание радона, Бк/л	Содержание радона после фильтра, Бк/л	Коэффициент поглощения, %
Уголь, СКТ	№ 1, 5	73	14	81
Уголь, СКТ	№ 2, 5	73	21	71
Уголь, СКТ	№ 3, 5	71	52	27

ся «дегазат», и в нем определялось содержание радона.

После прохождения через фильтр первой пробы воды, через него пропускались с задержкой в 10 минут следующие «дубликаты» пробы, в которых определялось содержание радона в воде, и снимался гамма-спектр.

Полученные результаты

Результаты исследований приведены в табл. 1 и 2. В табл. 1 показана степень поглощения углем растворенного в воде радона при последовательном пропускании 15 литров (3 пробы по 5 литров) радоносодержащей воды.

Выполненные измерения двумя независимыми методами показали уменьшение содержания радона в пробах после пропускания их через фильтр. Оценка степени поглощения растворенного радона угольным фильтром разными методами дает достаточно хорошее совпадение, разница в

определениях не превышает 6%. Фактически угольный фильтр весом 50 граммов позволяет очистить 10 литров воды с содержанием радона 73 Бк/л до содержания ниже уровня ПДК по радону (60 Бк/л).

Выводы

Таким образом, выполненные исследования по очистке воды от растворенного радона и находящихся с ним в равновесии его дочерних короткоживущих изотопов (полония-218, свинца-214, висмута-214, полония-214) угольными фильтрами показали практическую целесообразность их применения в условиях питьевого водоснабжения из подземных источников. Сорбционная способность фильтра, содержащего 50 грамм активированного угля марки СКТ, позволяет понизить содержание радона в 10 литрах воды с 73 до 21 Бк/л, что в три раза меньше установленной для радона предельно допустимой концентрации (ПДК). Работоспособность фильтра по от-

Таблица 2. Изменение поглощающей способности угольного фильтра по измерениям на гамма-спектрометре

Материал фильтра	Номер пробы воды, объем пробы, литр	Площадь пика от линии 609 кэВ в исходной пробе, в усл. ед.	Площадь пика от линии 609 кэВ в пробе после пропускания через фильтр, в усл. ед.	Коэффициент поглощения, %
Уголь, СКТ	№ 1, 5	9638	1749	82
Уголь, СКТ	№ 2, 5	9638	3263	66
Уголь, СКТ	№ 3, 5	9638	6410	33

ношению к радону будет восстанавливаться в соответствии с периодом полураспада радона.

Литература

Грязнов О.Н., Гуляев А.Н., Рубан Н.В., Савинцев И.А., Черкасов С.А. Факторы инженерно-геологических условий города Екатеринбурга // Известия УГГУ. 2015. № 3(39). С. 5–20.

ОСПОРБ-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. СП 2.6.1.799-99. М.: Минздрав России, 2000. 98 с.

Тимофеев Д.П. Кинетика адсорбции. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 250 с.

Уткин В.И., Чеботина М.Я., Евстигнев А.В., Екидин А.А., Рыбаков Е.Н., Трапезников А.В., Щапов В.А., Юрков А.К. Радиоактивные беды Урала. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2000. 94 с.

Шингляр М. Газовая хроматография в практике. М.: Изд-во Химия, 1964. 196 с.