



НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.464:541(28):628.394

ПРИРОДНЫЙ РАДИОНУКЛИД ^{210}Pb
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

© Г. Е. Лазоренко

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной Академии наук Украины, Севастополь, Украина

Поступила 8 октября 2002 г., после переработки 18 апреля 2003 г.

Представлены первые результаты определения концентраций природного радионуклида ^{210}Pb в донных отложениях Севастопольской бухты (Черное море). Их величины варьировали от 6.1 до 38.7 Бк·кг⁻¹ сухой массы вещества, при этом самые высокие из них были определены в образцах, отобранных внутри бухты Южная, в местах выхода из нее и из бухты Килен. Характер распределения ^{210}Pb в донных отложениях Севастопольской бухты свидетельствует о приуроченности его высоких концентраций к местам стоянок морских судов и сброса неочищенных сточных и ливневых вод. Предлагается использовать ^{210}Pb в качестве одного из индикаторов распределения подобного типа загрязнения в донных отложениях бухт, относительно закрытых от открытой части моря.

Ключевые слова: природный радионуклид, ^{210}Pb , донные отложения, загрязнение, Севастопольская бухта, индикатор, городские сточные воды

The first results of natural radionuclide ^{210}Pb concentration determination in the Sevastopol Bay (the Black Sea) bottom sediments are presented. They were ranged from 6.1 to 38.7 Бк·кг⁻¹ dry weight. The highest ^{210}Pb concentrations were found in the samples collected inside of the Southern Bay, and in the locations just after its and the Kilen Bay exits. ^{210}Pb distribution in the Sevastopol Bay bottom sediments shows its highest concentrations in the sites of dump of the city crude waste water and sea ships standing inside of Bay. It is proposed to use ^{210}Pb as one of a common indicator of such pollution distribution in the bottom sediments of the bays relatively closed from open sea.

Key words: natural radionuclide, ^{210}Pb , bottom sediments, pollution, Sevastopol Bay, indicator, city waste water

^{210}Pb с периодом полураспада 22,3 года входит в группу элементов природной радиоактивной серии ^{238}U - ^{226}Ra .

На поверхность морей и океанов ^{210}Pb попадает из атмосферы как продукт распада ^{222}Rn . В морской воде ^{210}Pb ассоциирован с

неорганическим взвешенным веществом [3, 5, 6, 7].

^{210}Pb относится к элементам, свойства которых позволяют исследовать скорости седиментационных процессов в морях и океанах, а распределение этого ра-

дионуклида в вертикальных профилях донных отложений используют в различных геохронологических моделях [8]. Поведение ^{210}Pb в донных отложениях Черного моря остается малоизученным [5]. В этом плане черноморские прибрежные донные отложения, в частности из Севастопольских бухт, до настоящего времени вообще не исследовались.

Цель настоящей работы состояла в определении концентраций ^{210}Pb и изучении тенденции их распределения в донных отложениях Севастопольской бухты, как самой большой по размерам и главной по назначению и использованию бухте Севастопольского региона.

Материал и методы. Донные отложения отбирали в Севастопольской бухте в июле 2001 г., используя дночерпатель Петерсена с площадью захвата 0,025 м². Карта-схема станций отбора проб и методика первичной обработки и хранения образцов приведены в [2]. Пробы были взяты на 32 станциях. Для опытов отбирали поверхностный слой донных отложений.

Концентрации ^{210}Pb в исследованных образцах рассчитывали, определяя его дочерний альфа-излучающий радионуклид ^{210}Po в соответствии с радиохимической методикой, разработанной и усовершенствованной в РИС-ОЕ Национальной Лаборатории (Дания, Роскилле) [4]. Качество химического анализа (выход) для каждой пробы оценивали с помощью трассера ^{208}Po . Конечный этап в радиохимическом выделении ^{210}Po из образцов состоит в спонтанном осаждении его и трассера на дисках из серебряной фольги при температуре 85 - 90°C в течение 3,5 - 4 ч. Измерение ^{208}Po и ^{210}Po , осевших на дисках, проводили на альфа-спектрометре ОСТÊÊ PC фирмы EG&G ORTEC. Серебряная фольга, трассер и

альфа-спектрометр были получены ИнБЮМ НАН Украины из МАГАТЭ по проекту RER/2/003 "Marine Environmental Assessment in the Black Sea Region".

После определения в каждом из пяти параллельных образцах концентраций ^{210}Po (Бк·кг⁻¹ сухой массы вещества) на дату осаждения его на дисках, проводили расчет концентраций ^{210}Pb (Бк·кг⁻¹ сухой массы вещества) на дату отбора проб. Ошибки определения (σ) составляли 10-15 %.

Результаты. Полученные нами результаты показали, что величины концентраций ^{210}Pb в донных отложениях Севастопольской бухты варьировали от 6.1 до 38.7 Бк·кг⁻¹ сухой массы вещества, при этом наименьшие их величины были определены в местах отбора в Северной бухте, а также в районе бухты Троицкой. Самые высокие концентрации ^{210}Pb определены в пробах, отобранных в бухте Южной, на выходе из нее и из бухты Килен. Карта пространственного распределения ^{210}Pb в донных отложениях Севастопольской бухты представлена на рисунке.

Как известно, сорбционно-десорбционные процессы, протекающие в донных отложениях, зависят, прежде всего, от свойств морской среды, биологических процессов, как в толще воды, так и в самих субстратах, структуры донных отложений, включая их химический и гранулометрический состав, а также от гидрологических процессов, влияющих на вынос взвеси из поверхностных слоев моря в его глубины.

Установлено, что концентрации ^{210}Pb в донных отложениях зависят от гранулометрического состава донных отложений, уменьшаясь от глин к илам и пескам [3]. Отмечена связь содержания ^{210}Pb с карбонатами и силикатами [6].

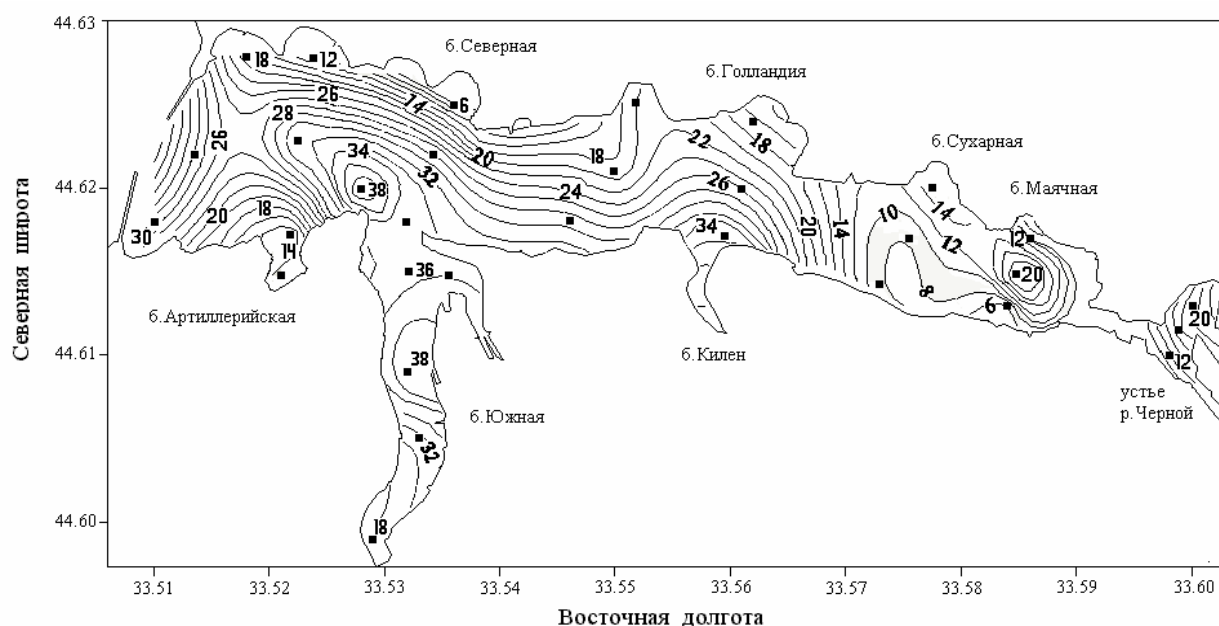


Рис. Распределение концентраций ^{210}Pb ($\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ сухой массы) в донных отложениях Севастопольской бухты, июль 2001 г. Обозначения: цифры – величины концентраций ^{210}Pb ; ■ - станции отбора проб.

Fig. Distribution of ^{210}Pb concentration ($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ of dry weight) in the bottom sediments from Sevastopol Bay, June 2001. ■ - sampling stations

В Севастопольской бухте области распространения песчаных грунтов и ракушки сосредоточены в основном вдоль береговой полосы Северной стороны, Артиллерийской бухты и центральной части Южной бухты и вызвано размывом берегов. В центральной части бухты расположены области скопления мелкоалевритовых и пелитовых фракций [2].

Как видно из рисунка, распределение концентраций ^{210}Pb в донных отложениях Севастопольской бухты связано с их гранулометрическим составом. Так, наибольшие концентрации ^{210}Pb определены в пробах, состоящих, в основном, из мелкодисперсных частиц, а наименьшие – в крупнодисперсных песках.

По уровням объемов сбросов ливневых, неочищенных промышленных и бытовых отходов Южная бухта занимает первое место

среди других бухт Севастополя [1]. В ней же расположена большая стоянка военных и гражданских судов [1]. Локальное увеличение концентраций ^{210}Pb в донных отложениях отмечено на выходе из бухт Южная, Килен, а также в бухте Мартыновой, в которую сбрасывается в аварийном режиме городские бытовые, промышленные, а также ливневые стоки [1]. Именно в местах сбросов находится наибольшее количество взвешенных твердых частиц, с которыми может быть ассоциирован ^{210}Pb .

Выводы. Впервые определены концентрации природного радионуклида ^{210}Pb и построена карта пространственного их распределения в поверхностном слое донных отложений Севастопольской бухты. Самые высокие концентрации ^{210}Pb определены в пробах, отобранных в бухте Южной, в местах вы-

хода из нее и бухты Килен, что может быть обусловлено гранулометрическим составом донных отложений и способностью этого радионуклида связываться неорганическим взвешенным веществом в морской воде с последующим осаждением на дне бухт или в местах, наименее подверженных интенсивному перемешиванию водных масс. Так как донные отложения в водоемах являются конечным депо аккумуляции различных загрязнителей, предлагается использовать ^{210}Pb

как один из индикаторов, позволяющих оценивать, в частности в Севастопольской бухте, распределение потока взвешенного вещества, поступающего в нее с неочищенными городскими ливневыми, бытовыми и промышленными сточными водами.

Благодарности. Автор признателен сотрудникам отдела гидрофизики шельфа МГИ НАН Украины за отбор, первичную обработку и предоставление проб донных отложений для радиохимических исследований.

1. Овсяный Е. И., Кемп Р. Б., Репетин Л. Н., Романов А. С. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты в условиях антропогенного воздействия по наблюдениям 1998 - 1999 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. тр. МГИ - ИНБЮМ НАН Украины. - Севастополь, 2000. - С. 80 - 103.
2. Овсяный Е. И., Романов А. С., Игнатъева О. Е. Распределение тяжелых металлов в поверхностном слое донных отложений Севастопольской бухты (Черное море) // Морський екологічний журнал. - 2003. - II, 2. - С. 85 - 93.
3. Chanton J. P., Martens Ch. S., Kipphut G. W. Lead-210 sediment geochronology in a changing coastal environment // Geochim. Cosmochim. Acta. - 1983. - 47. - P. 1791 - 1804.
4. Chen Q., Dalhgaard H., Nielsen S. P., Aarkrog A. Determination of ^{210}Po and ^{210}Pb in Mussels, Fish, Sediment, Petroleum / Department of Nuclear Safety Research and Facilities of Risoe National Laboratory Publ.: Denmark, Roskilde. - 1998. - 10 p.
5. Crusius J., Anderson R. F. Immobility of ^{210}Pb in Black Sea sediments // Geochim. Cosmochim. Acta. - 1991. - 55. - P. 327 - 333.
6. Heussner S., Cherry R. D., Heyraud M. ^{210}Po , ^{210}Pb in sediment trap particles on a Mediterranean continental margin // Cont. Shelf Res. - 1990. - 10, № 9 - 11. - P. 989 - 1004.
7. Nozaki Y., Dobashi F., Kato Y., Yamamoto Y. Distribution of Ra isotopes and the ^{210}Pb and ^{210}Po balance in surface seawaters of the mid Northern Hemisphere // Deep-Sea Research. - 1998. - 45. - P. 1263 - 1284.
8. Sanchez-Cabeza J. A., An-Ragolta I., Masque P. Some considerations of the ^{210}Pb constant rate of supply (CRS) dating model // Limnol. Oceanogr. - 2000. - 45. - № 4. - P. 990 - 995.