УДК 577.46

Т.В.БОДРЯКОВ, Е.А.СИНЬКОВА,
Н.Б. МАЛЫШЕВА
Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П.Карпинского, Санкт-Петербург

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА (КОТКА, ГОГЛАНД, ВЫСОЦК)

Индустриальное развитие крупных прибрежных городов и портов оказывает значительное влияние на геоэкологическую ситуацию морских акваторий и влечет за собой формирование комплекса техногенных отложений, характеризующихся, зачастую, аномально высоким содержанием токсичных тяжелых металлов, нефтепродуктов и других соединений, которые пагубно воздействуют на растения, животных и человека. В работе представлена сравнительная характеристика содержания тяжелых металлов (меди, цинка, никеля, свинца и др.) в донных отложениях северной части Финского залива с целью определения масштабов концентрации, форм нахождения поллютантов и условий их миграции.

Industrial development of coastal cities and ports renders significant influence on the geological and environmental conditions in the offshore zones and results in formation of complex man-made sediments, which are usually characterized by anomalously high contents of toxic and heavy metals, petroleum products and other compounds having adverse impact on vegetation, animals and humans. The paper presents a comparative characteristic of heavy metal content (copper, zinc, nickel, lead, etc.) in bottom sediments in the northern part of the Gulf of Finland in order to assess the degrees of pollutant concentration and occurrence forms as well as conditions of their migration.

В пределах морских акваторий, примыкающих к промышленным городам, происходит формирование комплекса техногенных отложений с аномально высоким содержанием токсичных тяжелых металлов, нефтепродуктов и других соединений.

В результате сброса большого объема различных веществ формируются ореолы загрязнения, в пределах которых накапливаются многие токсичные элементы и соединения. Особенно следует выделить прибрежные зоны, для которых характерно максимальное проявление нарушений и загрязнения окружающей среды.

Крайне важным является исследование динамики миграции и особенностей концентрации наиболее опасных для биоценоза элементов, оказывающих вредное воздействие на живые организмы. Такими элементами являются, в частности, ртуть, свинец, хром, кадмий, никель, кобальт, медь, цинк и др. Большинство из них имеет высокий класс опасности и неблагоприятно воздействует на различные органы и процессы, происходящие в организме. Например, в водной среде ртуть даже в малых количествах подавляет жизнедеятельность одноклеточных организмов и нарушает процесс фо-

тосинтеза. При значительных концентрациях паров ртути (10-16 мг/м^3) у животных и человека наступает отравление, которое в дальнейшем может привести к гибели.

В настоящей статье использованы материалы, собранные сотрудниками отдела Региональной геоэкологии и морской геологии ВСЕГЕИ (48 образцов) и работниками Геологической службы Финляндии (14 образцов) в 1999, 2004 и 2005 годах. Изучены донные отложения преимущественно пелитового состава (45 проб) и несколько меньше (17 проб) песков с целью сопоставления степени аккумуляции тяжелых металлов в разных типах осадков. Участок «Высоцк» находится в Выборгском заливе в пределах порта и предпортовой зоны города Высоцка. Западная часть Финского залива также объединена в отдельный участок, который условно называется «Гогландский плес». Третий рассматриваемый полигон исследований располагается в территориальных водах Финляндии и был назван «Котка».

Одним из активных направлений исследований является совместные российско-финские эколого-геологические работы в Финском заливе по программе «САМАГОЛ» и «ТРАНЗИТ» (2002-2007 годах ВСЕГЕИ-GSF), а также специализированные эколого-геологические работы ВСЕГЕИ [3].

В 2005 г. проводились комплексные исследования в Выборгском заливе, в том числе отбирались образцы донных осадков. Для получения образцов донных отложений использовались специальные геоэкологические трубки типа Лаури Ниемисто, ковш типа «Океан-0,25» либо штанговый пробоотборник ГР-1. С помощью данных пробоотборных средств были отобраны и визуально исследованы пробы поверхностного слоя осадков различной мощности.

Образцы из трубок отбирались с дискретностью 1 см с последующим их изучением. Лабораторные исследования включали определение тяжелых металлов-загрязнителей из поверхностного слоя, а также минералогический и гранулометрический анализы; 20 образцов анализировались в лаборатории ВСЕГЕИ, 42 образца – в лаборатории Геологической службы Финляндии на полное разложение (ICP-MS, ICP-AES) и неполное разложение HNO_3 (ICP-MS) [3].

Необходимо отметить, что рассматриваемые участки отличаются как по геологическому строению, так и по геоморфологическим условиям. Участок «Высоцк» характеризуется небольшими глубинами (в среднем 6,4 м) по сравнению с остальными участками (59,7 м Гогландский плес, 34,3 м участок «Котка»). Район Высоцка относится к прибрежной зоне, поэтому не исключено влияние коренных пород на химический состав донных отложений. Также известна зависимость накопления химических элементов от гранулометрического (литологического) состава донных отложений, а именно – максимальные концентрации тяжелых металлов приурочены к более мелкой фракции [1].

Поскольку образцы представлены различными типами осадков, рассматривалось накопление металлов по гранулометрическим фракциям: пелиты и алевропелиты – тонкая фракция (илы) и пески различной крупности с примесью алевритистой составляющей – грубозернистая фракция (пески) (табл.1).

Исследования показывают, что в районе г. Высоцка среднее содержание по всем элементам в 1,5-2 раза ниже, чем на других участках (табл.1). Особенно следует выделить сравнительно низкое содержание ртути по участку «Высоцк».

Интересно сравнить полученные результаты с уже имеющимися нормативными документами. Поскольку в России до сих пор нет единого утвержденного стандарта ПДК для донных осадков, содержания элементов сравнивались по классификации загрязнения донных осадков Норвежского агентства по контролю за загрязнением окружающей среды (табл. 2) [2, 4].

Полученные данные показывают некоторые особенности распределения металлов-поллютантов.

1. Явное загрязнение кадмием наблюдается в западной части российской акватории и территориальных водах Финляндии в илистой фракции и в песках. Умеренное загрязнение кадмием отмечено в илах на участке «Высоцк», хромом – в илах «Гогланд-

Таблица 1

Среднее содержание элементов на участках по типу осадков (в числителе) и стандартное отклонение (в знаменателе), г/т

Район	Тип осадка (количество проб)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Высоцк	Илы (10)	7,59 3,7	0,62 0,7	14,01 4,1	47,15 16,8	39,95 25,2	0,063 0,07	21,92 8,2	33,43 17,7	–	123,25 55,7
	Пески (10)	3,95 3,8	0,16 0,2	7,73 5,5	16,36 9,5	23,42 17,0	0,019 0,01	8,31 7,2	24,55 13,8	–	62,05 30,8
Гогландский плес	Илы (21)	15,16 2,6	1,80 0,3	20,26 4,0	87,15 14,3	51,35 7,9	0,749 0,33	43,07 6,1	58,65 12,3	94,34 12,3	232,00 35,0
	Пески (7)	8,04 6,7	0,99 0,8	11,15 7,9	45,94 33,2	28,50 20,0	0,559 0,28	22,97 17,6	38,80 17,6	51,51 34,1	123,96 76,2
Котка	Илы (14)	12,49 3,6	1,58 0,6	13,16 1,8	61,27 10,9	54,06 9,2	0,164 0,07	32,19 5,0	46,06 7,1	66,81 12,9	180,79 31,9

Таблица 2

Классификация загрязнения донного осадка Норвежского агентства по контролю за загрязнением окружающей среды (SFT), г/т

Элемент	Верхний предел классов I – V				
	I (фоновое)	II (умеренное)	III (явное)	IV (сильное)	V (экстремальное)
As	<20	20-80	80-400	400-1000	>1000
Pb	<30	30-120	120-600	600-1500	>1500
Cd	<0,25	0,25-1	1-5	5-10	>10
Cu	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500
Cr	<70	70-300	300-1500	1500-5000	>5000
Hg	<0,15	0,15-0,6	0,6-3	3-5	>5
Ni	<30	30-130	130-600	600-1500	>1500
Zn	<150	150-700	700-3000	3000-10000	>10000

ского плеса». В тонкой фракции выявлено умеренное загрязнение медью по всем участкам. Это может быть связано с активным техногенным воздействием.

2. В пределах Высоцкого полигона показания по ртути остаются в пределах фонового содержания, в то время как на остальных участках эти значения явно превышены, что может быть обусловлено распространением полей железомарганцевых конкреций, которые накапливают ртуть.

3. Умеренное свинцовое и никелевое загрязнение наблюдается только в илистой фракции «Котки» и «Гогландского плеса».

4. Умеренное загрязнение цинком хорошо прослеживается в илах финской акватории и в районе о.Гогланд.

Приведенные данные о содержании химических элементов в литологических разностях по исследуемым участкам могут свидетельствовать о характере их накопления, что подтверждается исследованиями, проведенными в Балтийском море [1].

Характер распределения металлов четко показывает сходство участков «Котка» и «Гогландский плес», что свидетельствует об одинаковых условиях их накопления: оба представляют собой глубокий седиментационный бассейн и являются областями аккумуляции вещества. В районе участка «Высоцк» небольшая глубина и довольно высокая скорость переноса вещества не способствуют накоплению высоких концентраций металлов.

В целом, мы считаем, что данная ситуация не представляет непосредственной опасности для человека, однако может неблагоприятно повлиять на некоторые бентосные виды живых организмов. А это, в свою очередь, повлечет за собой нарушение трофических связей с другими морскими обитателями и принесет вред природной водной среде в целом.

Для более детального изучения геоэкологической ситуации необходимо продолжение исследований по определению масштабов контаминации, формам нахождения элементов и условий их миграции.

Авторы выражают особую благодарность за помощь в подготовке работы М.А.Спиридонову, А.Г.Григорьеву, Е.Н.Нестеровой, Д.В.Рябчук, В.А.Шахвердову, а также работникам Геологической службы Финляндии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Блажчишин А.И.* Микроэлементы в современных осадках Балтийского моря / А.И.Блажчишин, А.Ю.Митропольский, А.Д.Штраус. Препринт Ин-та геологических наук АН УССР, 82-4. Киев, 1982. 75 с.

2. Нормативные данные по предельно допустимым уровням загрязнения вредными веществами объектов окружающей среды: Справочный материал / АО НПП «Буревестник». СПб, 1994. 233 с.

3. Holocene sedimentary environment and sediment geochemistry of the Eastern Gulf of Finland, Baltic Sea. Special paper 45 / Edited by Henry Vallius. Espoo, Geological Survey of Finland, 2007. 74 p.

4. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann (Classification of environmental quality in fjords and coastal waters) (in Norwegian) / J.Molvær, J.Knutzen, J.Magnusson, B.Rygg, J.Skei, J.Sørensen. SFT Veiledning 97-03. Statens forurensningstilsyn, 1997. 36 p.