

УДК 551.35 : 574 (477.74)

Чепіжко О.В., Баранова Н.М.

Вплив техногенного навантаження на узбережно-морські геосистеми Чорноморського регіону

Розглянуто наслідки впливу діяльності людини на геологічне середовище Чорноморського регіону. Показано, що техногенні зміни геологічного середовища порушують баланс у метастабільній геодинамічній системі, викликають ускладнення екологічної ситуації. Наголошується, що вирішення долі будь-якого технічного проекту потребує попередньої оцінки екологічного ризику від його реалізації.

Розробка системи еколого-геологічного моніторингу регіону Українського Причорномор'я пов'язана з вирішенням наступних задач екологічної геології:

- спостереження в реальному масштабі часу за станом геологічного середовища регіону;
- забезпечення достовірного прогнозу процесів природно-техногенної активності в регіоні; оперативний і довгостроковий прогноз небезпечних і катастрофічних природних явищ;
- контроль змін стану природного середовища під впливом техногенних факторів (судноплавство, рибальський промисел, освоєння природних ресурсів, промислові споруди т.і.);
- підвищення рівня обґрунтування пошуку нафтових і газових родовищ на шельфі північно-західної частини Чорного моря.

Розробка і реалізація інтегральних еколого-геологічних і інформаційних технологій геологічного моніторингу в масштабах регіону північно-західного Чорномор'я; дозволить значною мірою вирішити проблему оперативного контролю, короткострокового і довгострокового прогнозування змін екологічного і динамічного стану його геологічного середовища.

Екологічні проблеми Чорного моря – це проблеми всього Чорноморського басейну. Однак зовнішній прояв цих проблем особливо яскраво виражений у межах прибережно-морських геосистем регіону. Серед морських екосистем прибережно-морські є найбільш навантаженими. У першу чергу це визначається природною специфікою прибережних районів моря. Вони є природними літо- та геохімічними бар'єрами між теригенним стоком та відкритими частинами моря; областями найбільшої біологічної активності, що формують біологічну структуру шельфу і відкритої частини моря, а найголовніше – областями найвищого техногенного навантаження з чітко вираженою тенденцією до його збільшення. Зростання обсягу навантаження на прибережно-морські геосистеми веде до поступової їх деградації, стійкої зміні структури та

функціонування морських біоценозів у поєднанні з небажаними геохімічними і медико-гігієнічними наслідками. Висока мінливість складу, концентрацій і обсягу навантаження роблять систему практично неадаптованою, а процеси деградації – незворотними [1].

Оцінка еколого-геологічної ситуації в межах таких перехідних зон вимагає збору різної інформації про умови нагромадження донних відкладів, динаміки рельєфу і гравітаційних процесів, гідрогеологічного режиму і стану водного ресурсу, геохімічного поля регіону т.і. Кризова ситуація, в якій знаходяться прибережно-морські геосистеми є результатом прояву низки факторів, серед яких можна виділити два основних:

- зміна річкового стоку, яка пов'язана з його зарегулюванням, що викликає зміни в загальному балансі надходження осадового матеріалу, а також зміна складу річкового стоку, що обумовлена розвитком промисловості, енергетики, сільського господарства;

- господарська діяльність людини на морі.

Обидва фактори впливають на геосистему більш активно у порівнянні з природними геологічними процесами.

Якісна і кількісна зміна річкового стоку (особливо Дніпра і Дністра), обумовили широкомасштабний розвиток гіпоксії в придонному шарі води і генерацію сірководню на мілководних ділянках. Слід зазначити, що в цьому випадку сірководневе зараження на мілководді генетично не пов'язане з глибоководною зоною моря. Якісна зміна річкового стоку, різка зміна фізико-хімічної обстановки, приводить до інтенсивного нагромадження елементів-токсикантів у донних відкладах.

Радикальна перебудова балансу речовин, що скидаються в прибережні райони, обумовлена, в першу чергу, зростанням потоку токсичних хімічних сполук. Найбільш поширені синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), нафтові вуглеводні (НВ), пестициди, важкі метали. Щорічне скидання в Чорне море зі стічними водами НВ у 1996 р. в середньому складало 1,7 тис. т на рік, СПАР – 8,3 тис. т на рік [1, 2].

В межах регіону виділяється декілька характерних аномалій НВ. В першу чергу це аномалії, які знаходяться на виходах з портів Южний і Одеса і які мають, переважно, техногенний характер. Стійке нагромадження НВ поширене на узбережжі Одеської затоки між с. Крижанівка і мисом Ланжерон (до 0,28 мг/кг), з максимальною концентрацією в сірих мулистих пісках пляжу Лузанівка на відстані приблизно 700 м від берега. Локальне нагромадження спостерігається між мисом Великий Фонтан і с. Чорноморка на відстані 250 м від берега. Підвищені концентрації НВ знаходяться між с. Дофинівка та Іллічівським портом [1]. Відзначено надфоновий вміст найнебезпечніших НВ – полісинтетичних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) – у морських відкладах прибережної зони м. Одеси між мисом Великий Фонтан і портом Южний [1, 2]. Інші високі концентрації ПАВ локалізуються на ділянках скидання стічних вод. Присутність НВ в донних відкладах свідчить про систематичне забруднення води, переважання процесів на-

громадження над процесами біодеградації НВ. «Законсервовані» нафто-продукти найбільшу небезпеку для екосистеми моря мають внаслідок вторинного забруднення, яке викликає періодична активізація гідродинамічного режиму.

Локально відзначаються підвищені концентрації важких металів і СПАР. Навіть у курортній, прибережній зоні моря фіксуються концентрації солей важких металів (Pb, Zn), що у 1,5-2 рази перевищують припустимі значення. Морські води найбільш забруднені Cu, Hg, Mn, Ni, а середні річні їх концентрації не перевищують гранично допустимих концентрацій (ГДК). У північно-західній частині Чорного моря середні концентрації важких металів нижчі ГДК, але в 2-5 разів перевищують фонові значення, характерні для води відкритого моря. Максимальна концентрація СПАР, яка досягає 5 ГДК, відзначена в акваторії одеського порту. Згідно з комплексною оцінкою якості води, за вмістом найбільш токсичних речовин вода порту класифікується як брудна [3].

Основна частина забруднених стічних вод надходить у північно-західну частину Чорного моря з річковим стоком, який становить тут 75% загального стоку. Крім того тут фіксується безпосередній скид в море забруднених вод з урбанізованих територій, промислових об'єктів, сільськогосподарських угідь. Значну частку забруднення в Чорне море вносять Одеський припортовий завод, теплоелектромережа, орендне підприємство "Одесводоканал", стоки якого становлять майже 37% усіх стічних вод, що їх скидають у море прибережні міста та підприємства. Основне забруднення навколишнього середовища (НС) пов'язане з об'ємним скидом надлишкового мулу міських станцій біологічного очищення стічних вод, що придушує самоочисну здатність прибережних вод [1, 3]. Структура стічних вод приморських міст Одеського регіону представлена на рис. 1.

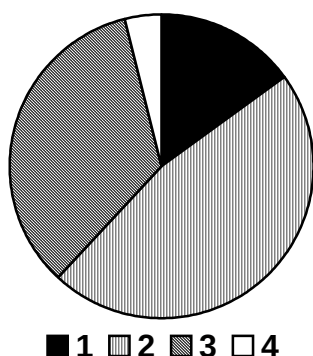


Рис. 1. Структура стічних вод Одеського регіону.

1 – промислові води (15%); 2 – побутові води (47%); 3 – сільськогосподарські води (34%); 4 – інші (4%).

Вплив скиду стічних вод з берегових об'єктів є особливо значним для існування узбережно-морських геосистем, зокрема, для донних біоценозів, а також для розвитку рекреаційної сфери. Незважаючи на спад промислового виробництва, у поточний час відзначається тенденція до збільшення загального скиду забруднених стічних вод до

узбережно-морської геосистеми одеського регіону. Прибережна зона Одеси потребує обмеження техногенних навантажень, а окремі ділянки, наприклад, приміська зона вимагають невідкладного розвантаження від екологічно небезпечних підприємств.

Особливе занепокоєння викликає значне накопичення токсичних металів у сучасних відкладах прибережної зони Одеси. Концентрація хімічних елементів (ХЕ) у донних відкладах супроводжується формуванням стійких техногенних аномалій, що відповідають ареалам екологічного ризику для бентосних співтовариств і ймовірного вторинного забруднення [1].

Особливості поведінки різних груп ХЕ в пляжових і донних відкладах прибережної зони Одеси були розглянуті авторами на прикладі 12 металів (табл. 1).

Таблиця 1
Результати статистичної обробки даних про вміст хімічних елементів в пляжових і донних відкладах (мкг/г) узбережжя Чорного моря

	Hg	Pb	Zn	Fe	Mn	Cr	Co	As	Li	Ba	Sr	Cu
Кларк	0,033	16	51	36000	700	34	7,3	1,6	30	680	230	22
Вміст												
Максимальний	0,09	66,6	102	26,4	81,3	52,4	8,4	7,0	16,8	401	983	34,0
Мінімальний	0,017	7,5	7,0	1,3	34,5	2,5	3,3	2,0	1,9	14,0	41,0	2,0
Середній	0,05	11,6	21,0	4,4	300	9,4	5,2	3,6	4,2	184	449	8,0
Медіанний	0,05	7,5	18,0	2,7	302	5,3	5,0	4,0	2,8	167	398	5,0
Модальний	0,03	7,5	18	1,4	294	2,5	4,7	4,0	2,4	121	288	2,0
Коефіцієнт варіації, %	40,0	90,8	73,8	122	51,7	113	24,3	29,7	85,4	65,0	53,0	100
Частота зустрічі, %	99,9	98,0	99,9	99,9	99,9	92,0	99,9	99,9	99,9	98,0	98,0	82,0
Стандартне відхилення	0,02	10,5	15,4	5,4	155	10,6	1,3	1,1	3,6	120	238	8,0
Довірчий інтервал	0,01	3,0	4,0	1,5	43,0	3,0	0,4	0,3	1,0	33,0	66,6	2,0
Максимальний кларк концентрації	2,7	4,2	2,0	7,3	1,2	1,5	1,2	4,4	0,6	0,6	4,3	1,5

Таким чином, за значенням максимальних кларків концентрації, інтенсивність накопичення досліджених металів послідовно знижується у ряду:

$\text{Fe} \rightarrow \text{As} \rightarrow \text{Sr} \rightarrow \text{Pb} \rightarrow \text{Hg} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cr} \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{Co}$.

Стійкі геохімічні зв'язки між окремими компонентами виявляються за результатами кореляційного аналізу. Високі позитивні значення коефіцієнту кореляції з залізом ($r > 0,7$) характерні для групи ХЕ групи заліза. Стійкий позитивний зв'язок ($r = 0,47$) існує між вмістом ртуті і миш'яку. Окрему позицію має свинець, для якого властивий значущий зворотний зв'язок з марганцем ($r = -0,53$), ртуттю ($r = -0,33$), стронцієм ($r = -0,33$); а також барій, значення вмісту якого негативно корелюється зі значенням вмісту міді ($r = -0,55$), заліза ($r = -0,54$), літію ($r = -0,52$), хрому ($r = -0,46$), кобальту ($r = -0,35$).

Більш виразно розподіл геохімічних асоціацій ХЕ визначається за допомогою факторного аналізу. Його результати дозволили поділити досліджені елементи на три групи.

1. Fe-Cr-Cu-Li-Co-Zn. Ці елементи пов'язані високими значеннями парних кореляцій і формують самостійну групу, яка визначається фактором 1. Його домінуючий вплив об'єднує гетерогенний за властивостями комплекс хімічних компонентів: сидерофільних Fe і Cr, халькофільних Cu і Zn і літофільних Li і Co. Серед геологічних причин, які обумовлюють спільне накопичення настільки різнорідних компонентів, найбільш виразно проявлена роль сорбційного захвату токсикантів і гранулометричної диференціації речовини.

2. Ba-Li-Mn також пов'язані високими значеннями парної кореляції і характеризуються дією 2-го фактора. Ці елементи мають літофільні властивості і особливості їх розподілу контролюються вмістом теригенно-карбонатної складової осаdkів.

3. As-Hg-Pb мають не такий тісний кореляційний зв'язок, як ХЕ двох перших груп, проте їх положення дозволяє поєднати їх в одну групу, яка характеризується проявом фактора 3. Основною ознакою цієї геохімічної асоціації є чітке відокремлення As, Hg і, в меншій мірі Pb від інших халькофільних металів. Неоднорідні взаємовідношення між елементами асоціації обумовлені різними формами міграції та різноманітними джерелами зносу. За результатами факторного аналізу, позитивні навантаження, що визначають накопичення цих металів, сполучаються з впливом на розподіл Pb. Певною мірою це пояснюється належністю As і Hg до групи сульфохалькофільних, а Pb – до групи оксихалькофільних елементів.

Основними видами господарської діяльності людини на морі, є донний траловий промисел, дампінг, геологорозвідувальні роботи. Їх наслідком є розвиток техногенної седиментації – вторинного замулення донних ландшафтів, перемішування донних відкладів, нагромадження у донних відкладах мікроелементів і, як наслідок, деградація донних біоценозів.

Особливості геологічної будови і геологічних процесів у різнотипних прибережно-морських зонах сприяють гальмуванню або прискоренню дестабілізуючого впливу на природне середовище техногенних факторів. Великою проблемою для прибережних територій є активний прояв екзогенних геологічних процесів (ЕГП). В зв'язку з цим важливу роль відіграють обгрунтовано поставлені задачі і раціонально обрана система моніторингу геологічного середовища (ГС).

Динамічність берегів Чорного моря визначається різним проявом трьох основних факторів:

– хвилюєнергетичним потенціалом сукупності гідрогенних причин (вітрові хвилі, вітрові і хвильові течії, згонно-нагонні коливання рівня моря тощо);

– механічними властивостями прибережних гірських порід і відкладів;

– особливостями накопичення наносів у береговій зоні.

В цілому хвилюєнергетичний потенціал є досить напруженим, міцність прибережних порід і відкладів відносно низькою, а накопичення наносів – мінімальним. Тому берегова зона зазнає істотного дефіциту пляжоутворюючих наносів, що обумовлює слабкий прояв різних акумулятивних форм берегового рельєфу, в тому числі пляжів. Все це спричиняє сучасне інтенсивне руйнування берегів і інтенсивне відступання берегових ліній в межах більшості абразійних і акумулятивних форм рельєфу [4].

Зміни, пов'язані з антропогенним тиском на процеси абразії берегів, порушення природного балансу наносів, у свою чергу впливають на умови сучасного осадконакопичення в зоні взаємодії суходолу з морем. Вплив людини на процеси підводної абразії може суттєво змінити розподіл речовини у відповідності з геохімічною зональністю донних відкладів. З цим можуть бути пов'язані такі екологічно небезпечні явища, як вторинне забруднення, переміщення токсичних речовин з осередків забруднення та їх концентрація на інших ділянках прибережної зони, перепоховання токсичних речовин у донних відкладах.

В поточний час став очевидним значний регіональний вплив діяльності людини на НС, у тому числі на ГС. Техногенні порушення, будівельні роботи на шельфі й у прибережній частині суші суттєво впливають на ГС, порушують баланс, який існує у метастабільній геодинамічній системі, викликають ускладнення екологічної ситуації. Вимагає ретельного вирішення питання про допустимість реалізації будь-якого технічного об'єкта, з яким пов'язаний екологічний ризик для людини і НС. При розробці проектів розвитку прибережної зони Чорноморського регіону, освоєння її мінерально-сировинних ресурсів, а також природовідновлювальних заходів необхідно передбачати створення відповідних систем моніторингу ГС, з метою виявлення додаткових навантажень на узбережно-морську геосистему.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кравчук О.П., Пунько В.П., Кадурич В.Н., Сучков И.А.* Геотоксикология морской среды: осадки прибрежной зоны г. Одессы // Одесса, 1996.– 216 с.
2. *Саденко В.П., Войтенко А.М. и др.* – Некоторые пути решения проблемы экологии причерноморских городов // Одесса, 1998.– С. 135-138.
3. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні у 1996 р // Київ: Видавництво Раєвського, 1998.– 96 с.
4. *Шуйський Ю.Д.* Розвиток абразійних берегів і їх захист від руйнування на Чорному морі / Ерозія берегів Чорного і Азовського морів // Київ: Карбонат-Лтд, 1999.– С. 47-53.

ЧЕПІЖКО О.В., БАРАНОВА Н.М. Вплив техногенного навантаження на узбережно-морські геосистеми Чорноморського регіону.

РЕЗЮМЕ. Серед морських екосистем прибережно-морські є найбільш напруженими і складними. В першу чергу це визначається специфікою прибережних районів моря як зон найвищого техногенного навантаження. Збільшення його впливу на прибережно-морські геосистеми викликає поступову їх деградацію, стійкі зміни структури та функціонування морських біоценозів, небажані геохімічні і медико-геологічні наслідки. Оцінка еколого-геологічної ситуації в таких зонах вимагає збору інформації про умови нагромадження донних відкладів, динаміку рельєфу і гравітаційних процесів, гідрогеологічний режим і стан водного ресурсу, формування геохімічного поля регіону та ін.

ЧЕПИЖКО А.В., БАРАНОВА Н.М. Влияние техногенной нагрузки на прибрежно-морские геосистемы Черноморского региона.

РЕЗЮМЕ. Среди морских экосистем прибрежно-морские являются наиболее напряженными и сложными. В первую очередь это определяется спецификой прибрежных районов моря как зон наивысшей техногенной нагрузки. Увеличение ее влияния на прибрежно-морские геосистемы вызывает постепенную их деградацию, стойкие изменения структуры и функционирования морских биocenozов, нежелательные геохимические и медико-геологические последствия. Оценка эколого-геологической ситуации в таких зонах требует сбора информации об условиях накопления донных отложений, динамике рельефа и гравитационных процессов, гидрогеологическом режиме и состоянии водного ресурса, формировании геохимического поля региона и др.

ЧЕПИЖКО О.В., БАРАНОВА Н.М. Influence of man-caused loading on near-shore-sea geosystems of the Black sea region.

SUMMARY. Among sea ecology-systems the near-shore-sea ones are the most intense and complex. First of all it is determined by specificity of sea coast areas as zones of highest man-caused loading. The increase of its influence on near-shore-sea geosystems results in their gradual degradation, stable changes of sea biocenosis structure and functioning, undesirable geochemical and geomedical consequences. The estimation of a ecology-geological situation in such zones requires the gathering of information about bottom deposits conditions of accumulation, relief and gravitational processes dynamics, hydro-geological mode and water resource condition, formation of a region geochemical field etc.

*Надійшла до редакції 13 квітня 2001 р.
Представив до друку проф. В.Д.Євтехов.*