

corresponding equations are defined. Type of sorption isotherms indicates the sorption progress as Langmuir type.

The humic acids sorption isotherm has the bigger steepness in comparison with fulvic acids.

Key words: *humic acids, fulvic acids, suspended matter, sorption, surface waters.*

Надійшла до редколегії 10.11.10

УДК 556.53:556.114.6/.7(477.45+477.63+477.72/.73)

Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ХАРАКТЕРИСТИКА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ ІНГУЛЬЦЯ

Ключові слова: *гідроекологічний стан; промивка русла; водний режим; гідрохімічний режим; якість води*

Стан проблеми. Інтенсивне техногенне навантаження геологічного середовища на поверхневі води басейну р. Інгулець та дефіцит водних ресурсів суттєво загострили екологічну ситуацію в регіоні, поставили цілу низку проблем, пов'язаних з питанням впливу скидів у річкову мережу господарсько-побутових, промислових та інших забруднених стічних вод на всю гідроекосистему. Значні надлишки високомінералізованих шахтних та кар'єрних вод, які акумулюються в ставках-накопичувачах та хвостосховищах, можуть призводити до аварійних ситуацій, що вимагає проведення їх періодичних скидів до річок Інгулець та Саксагань.

Проведення регламентних скидів високомінералізованих промислових стічних вод викликає цілу низку проблем та необхідність в розробці науково-обґрунтованих заходів щодо поліпшення гідроекологічної ситуації в басейні р. Інгулець.

Метою даної роботи є визначення особливостей гідроекологічного стану басейну р. Інгулець в сучасних умовах.

Матеріали та методика досліджень. Відповідно до поставленої мети були сформульовані та вирішувалися наступні завдання:

- охарактеризувати основні чинники, що впливають на формування екологічного стану гідроекосистеми басейну Інгульця;
- дослідити особливості господарської діяльності;
- визначити основні аспекти гідрохімічного режиму;
- здійснити екологічну оцінку якості поверхневих вод.

Вихідними даними для вивчення гідроекологічного стану поверхневих вод басейну Інгульця є дані багаторічних спостережень за якістю поверхневих вод на мережі Держгідрометслужби України (1998-2006 рр.),

результати моніторингових досліджень Інституту геологічних наук НАН України (1998-2008 рр.) та Дніпровського БУВРУ.

Результати досліджень та їх обговорення. Річка Інгулець є правою притокою, яка впадає на найнижчій ділянці Дніпра. Довжина її становить близько 549 км, площа водозбору – 14870 км² [10]. Річкова мережа басейну складається з р. Інгулець, 43 річок довжиною понад 10 км, 142 річок меншої довжини, а також значної кількості балок.

Річковий стік Інгульця зарегульований на 80% існуючими водосховищами, найбільші з яких – Олександрійське, Іскрівське та Карачунівське. Крім того, у басейні є значна кількість невеликих водоймищ і ставків.

Особливості формування хімічного складу води Інгульця та його приток визначаються, у першу чергу, регіональними відмінностями природних умов території. Згідно фізико-географічного районування [9] басейн р. Інгулець розташований у двох геоморфологічних районах: північна його частина лежить у межах Придніпровської (або Правобережної) височини, південна – на території Причорноморської низовини, де гідрохімічний режим формується в умовах недостатньої вологості.

Для поверхневих і підземних вод усього басейну характерною є висока мінералізація, обумовлена засоленістю лісів і червоно-бурих глин, що складають поверхню. Хімічний склад річкових вод визначається значним впливом морських третинних відкладів, збагачених солями NaCl і CaSO₄, які становлять значну частину території басейну і дренуються водотоками [8].

Згідно класифікації О.О. Алекіна за ступенем мінералізації та відповідно до «Схематичної карти районування малих річок УССР за ступенем мінералізації» поверхневі води верхів'я басейну р. Інгулець відносяться до третього району (води з підвищеною мінералізацією – 500-1000 мг/дм³), решта території – до четвертого району (високомінералізовані води - більше 1000 мг/дм³).

У геологічній будові центральної частини басейну переважають залізорудні формації криворізької серії нижнього протерозою. Це територія одного з найбільших у світі родовищ – Криворізького залізорудного басейну [1]. Тому природний вміст у воді р. Інгулець у районі м. Кривий Ріг заліза, кадмію, інших металів значно вище, ніж у річках, які протікають територіями, де відсутні поклади залізних руд [4].

Господарська діяльність та гідрохімічний режим. Вплив господарської діяльності на водні ресурси проявляється, в першу чергу, у зміні гідролого-гідрохімічного режиму та якості поверхневих і підземних вод басейну р. Інгулець.

Майже по всій довжині річка перебуває під сильним техногенним впливом. У межах території досліджень функціонує два потужних промислових центри України: у північній частині – Дніпровський буровугільний басейн (район м. Олександрія), у центральній – Криворізький залізорудний басейн.

Значний вплив на формування хімічного складу верхньої течії р. Інгулець здійснюють господарсько-побутові стічні води великих міст (м. Олександрія, м. Жовті Води, м. Знам'янка) і невеликих населених пунктів [1]. Речовини, які надходять по р. Інгулець із Кіровоградської області (органічні сполуки, метали, феноли і нафтопродукти), забруднюють воду і донні відклади в Карачунівському водосховищі та частково транспортуються в нижні ділянки річки [1, 5]. Середня мінералізація води у верхів'ї басейну поступово підвищується і в межах Карачунівського водосховища досягає 1500 мг/дм^3 , завислі речовини – до 32 мг/дм^3 , СПАР – до $0,08 \text{ мг/дм}^3$, нафтопродукти – до $0,1 \text{ мг/дм}^3$ [6].

Нижче Карачунівського водосховища річка протікає по території Криворізького залізорудного басейну. Провідна роль у цьому районі належить підприємствам чорної металургії, машинобудування й металообробки, електроенергетики та паливної промисловості [3].

При розробці залізорудних родовищ Кривбасу із шахт і кар'єрів відкачується понад $50 \text{ млн.м}^3/\text{рік}$ високомінералізованих вод (середня мінералізація коливається в межах $12-13 \text{ г/дм}^3$, а іноді досягає $30-40 \text{ г/дм}^3$) [1, 5]. До 60-х років промислові стічні води підприємств скидали безпосередньо в поверхневі води. Сьогодні частина цих відходів транспортується в спеціальні відстійники (хвостосховища). Близько 30 млн.м^3 води використовується в оборотному водопостачанні гірничо-збагачувальних комбінатів, а $21-22 \text{ млн.м}^3$ щорічно у міжвегетаційний період скидають в рр. Інгулець та Саксагань [3]. Крім безпосередніх скидів із хвостосховищ у річки потрапляють фільтраційні води загальним обсягом близько $20,1 \text{ млн.м}^3/\text{рік}$ [5].

У цілому, у басейні річки стічні води скидають близько 60 водокористувачів загальним обсягом близько 230 млн.м^3 на рік. Найбільший обсяг стічних вод скидають Криворізьке виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства ($121,4 \text{ млн.м}^3$), комбінат ВАТ «Арселорміттал Кривий Ріг» (колишній «Криворіжсталь») ($61,8 \text{ млн.м}^3$), «Північний», «Південний», «Інгулецький» гірничо-збагачувальні комбінати (відповідно 14 , $6,6$ і $5,8 \text{ млн.м}^3$), шахти «Батьківщина» ($2,1 \text{ млн.м}^3$), «Жовтнева» ($0,8 \text{ млн.м}^3$) та «Гігант» ($1,6 \text{ млн.м}^3$) [1].

В сучасний період скиди шахтних вод Кривбасу здійснюються згідно «Регламенту скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу», який оснований на розрахунку розбавлення стічних вод з водою річок Інгулець та Саксагань з врахуванням процесів самоочищення.

Природна відновлювальна здатність річкової екосистеми давно вичерпана. Тому навіть на 80 км нижче скидів високомінералізованих вод мінералізація річкової води не знижується і становить $2,0-2,5 \text{ г/дм}^3$.

У результаті скидання хлоридно-натрієвих шахтних вод під погрозою виявилось водопостачання м. Миколаєва і зрошення значних земельних площ півдня України.

Як показали дослідження, господарська діяльність впливає на формування несприятливого кисневого режиму поверхневих вод басейну

р. Інгулець. Ступінь кисневого насичення не перевищує в середньому 80–85 % [4]. В межах Кривбасу спостерігається помітне зменшення концентрації кисню, що пов'язане з його витрачанням на окиснення речовин. Про це свідчить тісний кореляційний зв'язок ($r = -0,7$) O_2 з вмістом у воді окремих мікроелементів (рис. 1).

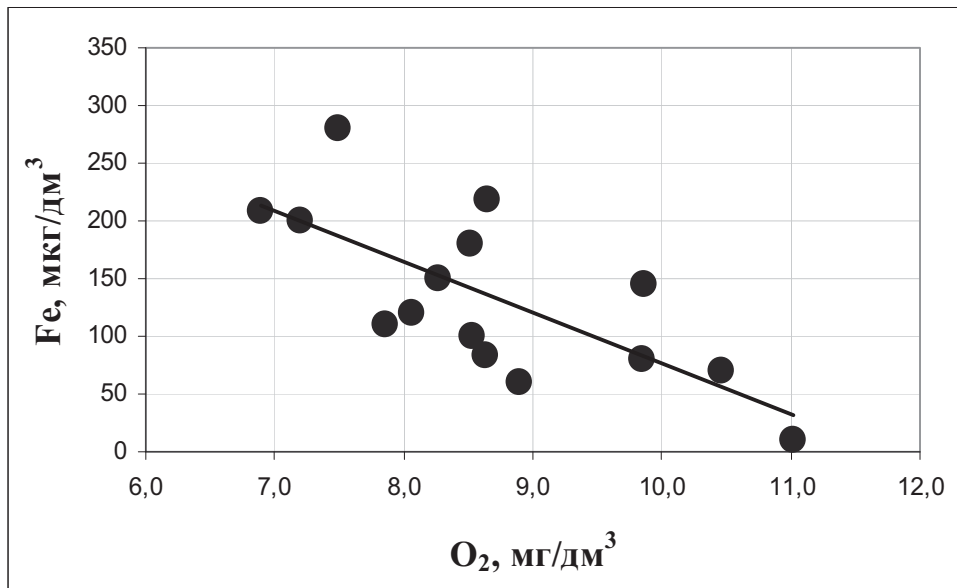


Рис. 1. Залежність вмісту розчиненого кисню (O_2 , мг/дм³) у воді р. Інгулець від концентрації заліза (Fe, мкг/дм³)

Крім того, в межах впливу підприємств Кривбасу впродовж року спостерігаються значні концентрації біогенних елементів та специфічних речовин токсичної дії (табл. 1, 2).

Таблиця 1. Середні багаторічні концентрації біогенних речовин у поверхневих водах басейну р. Інгулець (1989-2006 рр.)

Період	$N-NH_4^+$ мгN/дм ³	$N-NO_2^-$ мгN/дм ³	$N-NO_3$ мгN/дм ³	P_{min} мгP/дм ³
Карачунівське водосховище	0,642	0,036	0,673	0,088
р. Інгулець – м. Кривий Ріг, 7 км нижче міста	1,044	0,103	0,861	0,166
р. Інгулець – с. Садове, 1,2 км нижче села (гирло)	0,359	0,040	0,226	0,145
р. Саксагань – м. Кривий Ріг, в межах міста	0,957	0,095	0,840	0,172

Таблиця 2. Середні багаторічні концентрації специфічних забруднювальних речовин у поверхневих водах басейну р. Інгулець (1989-2006 рр.)

Період	СПАР мкг/дм ³	Феноли мкг/дм ³	Нафто- продукти мкг/дм ³
Карачунівське водосховище	-	3	140
р. Інгулець – м. Кривий Ріг, 7 км нижче міста	-	5,0	181
р. Інгулець – с. Садове, 1,2 км нижче села (гирло)	-	1,0	12
р. Саксагань – м. Кривий Ріг, в межах міста	-	5,7	205

Для поліпшення гідроекологічного стану поверхневих вод передбачена додаткова подача менш мінералізованої дніпровської води (середня мінералізація близько 290 мг/дм³) загальним обсягом 20-60 млн.м³ по каналах Дніпро-Інгулець (з 1989 р.) та Дніпр-Кривий Ріг (з 1957 р.) [1, 8]. Як показують дослідження, стан Карачунівського водосховища на пряму залежить від кількості води, що подається по каналу Дніпро-Інгулець (рис. 2).

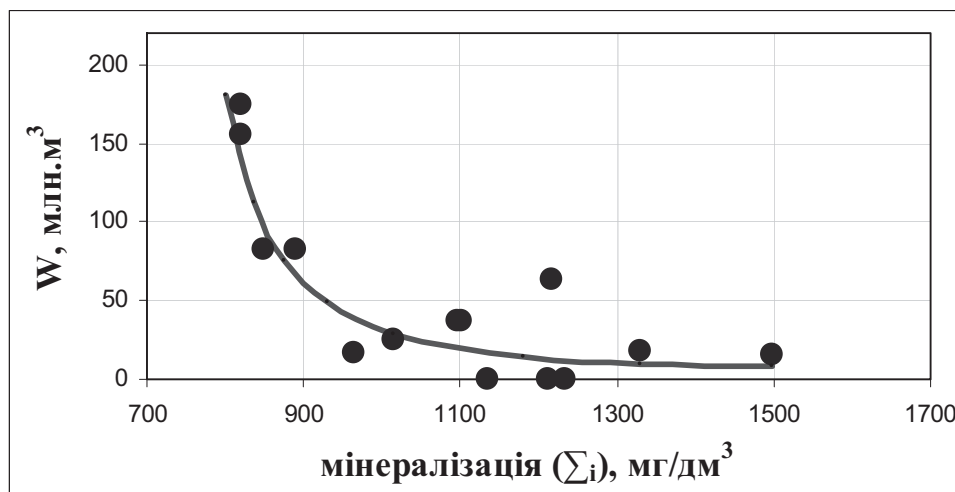


Рис. 2. Графік залежності мінералізації води Карачунівського водосховища (Σ_i , мг/дм³) від об'єму подачі води по каналу Дніпро-Інгулець (W, млн.м³)

У пониззі Інгульця вплив дніпровських вод на формування хімічного складу води пов'язаний з роботою Інгулецької зрошувальної системи (з 1951 р.) [10]. Під час роботи головної насосної станції (травень-вересень), коли по штучно поглибленому руслу дніпровська вода антирікою піднімається вверх по руслу Інгульця на 80 км, на даній ділянці мінералізація становить лише 0,25-0,4 г/дм³ [8]. У січні-лютому під час скидів промислових стічних вод підприємств Кривбасу мінералізація збільшується до 3,5 г/дм³.

Екологічна оцінка якості. Таким чином, сучасний стан якості поверхневих вод басейну р. Інгулець за багатьма гідрохімічними показниками не відповідає вимогам, що ставляться до водойм рибогосподарського призначення.

Як показали отримані результати, за критерієм мінералізації досліджені води належать до солонуватих β-мезогалинних вод, окрім нижньої ділянки, де вода характеризується як прісна гіпогалинна.

В період скидів високомінералізованих стічних вод Кривбасу екологічний стан поверхневих вод і за ступенем чистоти характеризується як слабо забруднені та брудні (табл.3).

Найбільшим внеском в інтегральну величину I_E характеризувалися в межах Криворізького ТВК показники сольового складу, на решті території трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники.

На території, де техногенний вплив на водні ресурси найменший (Карачунівське водосховище), відповідно і якість води характеризується добрими показниками.

Таблиця 3. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну р. Інгулець за середніми багаторічними (чисельник) та найгіршими (знаменник) значеннями, 1998-2007 рр.

Гідрохімічний створ	Блокові індекси			Об'єднана оцінка			Екологічна класифікація за ступенем чистоти
	I ₁	I ₂	I ₃	I _E	клас якості води	субкатегорія	
Карачунівське водосховище	1,0	4,3	3,9	3,1	II	3	досить чисті
	2,3	5,9	5,3	4,5	III	4(5)	слабко забруднені
р. Інгулець – м. Кривий Ріг, 7 км. нижче міста	1,3	4,5	4,3	3,4	II	3(4)	досить чисті
	7,0	6,2	6,3	6,5	IV	6(7)	брудні
р. Інгулець – с. Садове, 1,2 км. нижче села	1,7	3,6	2,7	2,7	II	2-3	досить чисті
	4,7	6,0	4,9	5,2	III	5	помірно
р. Саксагань – м. Кривий Ріг	2,7	4,6	4,7	4,0	III	4	слабко забруднені
	6,7	5,5	5,7	6,0	IV	6	брудні

Висновки. Таким чином, просторовий аналіз фізико-географічних умов, господарської діяльності, гідрохімічного режиму та якості поверхневих вод басейну р. Інгулець показує, що найбільш критичним гідроекологічним станом характеризуються ділянки річок, що знаходяться в межах Криворізького ТВК. У внутрішньорічному відношенні найгірший гідроекологічний стан середньої і нижньої ділянок річок Інгулець та Саксагань спостерігається під час скидів високомінералізованих промислових стічних вод підприємств Кривбасу. В цей період значні концентрації забруднюючих речовин у воді (зокрема головних іонів, важких металів, біогенних та специфічних забруднюючих речовин) фіксуються від місць скидів і до гирлових ділянок.

За осередненими багаторічними сезонними та середньобагаторічними даними найкращою якістю відрізняються води пригирлової ділянки р. Інгулець, що знаходяться в підпорі дніпровських вод.

Для покращення гідроекологічного стану басейну р. Інгулець слід здійснити комплекс першочергових заходів, що включають будівництво та реконструкцію гідротехнічних споруд; облаштування об'єктів житлово-комунального господарства та дощових каналізаційних систем; розчистку річкових русел, їх промивку дніпровською водою та посилення відповідальності за порушення Водного Кодексу України.

Список літератури

1. Багрій І.Д. Гідроекосистема Криворізького басейну – стан і напрямки поліпшення / [І.Д. Багрій, П.Ф. Гожик, Е.В. Самоткал та ін.] – К. : Фенікс, 2005. – 213 с.
2. Горєв Л.М. Гідрохімія України / Л.М. Горєв, В.І. Пелешенко, В.К. Хільчевський. – К. : Вища школа, 1995. – 307 с.
3. Кравчинський Р.Л. Характеристика водогосподарської

діяльності в басейні р. Інгулець / Р.Л. Кравчинський, В.К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія – 2009. – Т. 16. – С. 72-82. **4. Кравчинський Р.Л.** Характеристика кисневого режиму поверхневих вод басейну р. Інгулець / Р.Л. Кравчинський // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2009. – Вип. 258. – С. 149-159 **5. Могилевський Л.М.** Вплив техногенезу надр на поверхневі водні об'єкти Кривбасу / Л.М. Могилевський // Деякі чинники техногенезу. Серія: Геологічне середовище антропогенної екосистеми. – Кривий Ріг : Оксан-принт, 2002. – С. 80-96. **6. Мурзина Т.А.** Экологическое состояние реки Ингулец / Т.А. Мурзина, А.И. Дворецкий // Вопросы химии и химической технологии. – 2002. – № 5. – С. 238-241. **7. Пелешенко В.І.** Загальна гідрохімія / В.І. Пелешенко, В.К. Хільчевський. – К. : Либідь, 1997. – 384 с. **8. Руденко Р.В.** Про зміну хімічного складу води річки Інгулець / Р.В. Руденко, В.К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – № 8. – С. 47-61. **9. Физико-географическое районирование Украинской ССР** / Под ред. В.П.Попова, А.М. Маринича, А.И. Ланько. – К. : Изд-во Киевского ун-та, 1968. – 683 с. **10. Хільчевський В.К.** Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра / В.К. Хільчевський. – К.: ВПЦ «Київський університет», 1996. – 222 с.

Характеристика гідроекологічного стану басейну Інгульця

Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К.

В статті подано результати вивчення сучасного гідроекологічного стану басейну р. Інгулець. Охарактеризовано природні умови та особливості господарської діяльності. На основі лабораторних досліджень і натурних спостережень показані основні чинники, що впливають на гідрохімічний режим та якість поверхневих вод. Запропоновано основні шляхи поліпшення гідроекологічного стану басейну Інгульця.

Ключові слова: гідроекологічний стан; промивка русла; водний режим; гідрохімічний режим; якість води.

Характеристика гидроэкологического состояния бассейна Ингульца

Кравчинский Р.Л., Хильчевский В.К.

В статье представлены результаты изучения современного гидроэкологического состояния бассейна р. Ингулец. Охарактеризованы естественные условия и особенности хозяйственной деятельности. На основе лабораторных исследований и натурных наблюдений представлены основные факторы, которые влияют на гидрохимический режим и качество поверхностных вод. Предложены основные пути улучшения гидроэкологического состояния бассейна Ингульца.

Ключевые слова: гидроэкологическое состояние; промывка русла; водный режим; гидрохимический режим; качество воды.

Characteristics of hydroecological state of the Ingulets basin

Kravchinsky R., Khilchevsky V.

The results of study of the modern hydroecological state of Ingulets basin are discussed in this article. Natural terms and features of economic activity are described. On the basis of results of the laboratory and field researches are presented basic factors which influence on hydrochemical mode and quality of surface-water. Its offered the basic ways of improvement of the hydroecological state the Ingulets basin.

Keywords: Hydroecological state; washing of river-bed; water mode; hydrochemical mode; water quality.

Надійшла до редколегії 02.06.10