

status, including the international level. The role of reserve water areas in the recovery of fish stocks is increasing. Almost all water bodies of reserve (70% of water area) are natural spawning, feeding and play function for juvenile fish and other age groups. In winter, part of the area (20%) serves as a wintering holes.

The development and implementation of a limited set of work for the resumption of the hydrological regime in the individual waters of reserve are necessary for the optimization of existence conditions and reproduction of fish in the waters of the reserve.

Keywords: ichthyofauna, restoration, reserve, flooded waters

УДК 551.49.782 (477.87)

Ю.З. БОРУЦЬКА

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів, 79005, Україна

КАВІТАЦІЙНИЙ ТА АЕРАЦІЙНИЙ ВПЛИВ ГІДРОДИНАМІЧНИХ БАР'ЄРІВ НА ЯКІСТЬ ПРИРОДНИХ ВОД БАСЕЙНУ р. СТРИЙ

Геоекологічними дослідження встановлено, що найбільш потужним геохімічним бар'єром, який найактивніше впливає на якість природних вод в басейні р. Стрий є гідродинамічний. За рахунок строкатого мінерального складу корінних порід та ґрунтів, пересіченості гірського рельєфу, вологого клімату, багатоводності, турбулентності водотоків, наявності водоспадів, порогів, водоскатів та їхніх каскадів, мають місце кавітаційні та аераційні впливи на природні води р. Стрий, які за таких умов характеризуються потужним потенціалом до самоочищення, незважаючи на значне техногенне навантаження.

Ключові слова: р. Стрий, гідродинамічний бар'єр, кавітація, очищення води, аерація, розчинення кисню у воді

Природні води басейну р. Стрий є не тільки надзвичайно важливим природним середовищем для гідробіонтів, адаптованих до екологічних умов водного середовища гірських ландшафтів, але й джерелом забезпечення водою населення, промисловості і сільського господарства у Львівській області. Значна частина Львова, а також Дрогобич, Стрий, Стебник, Моршин, Трускавець та ще кілька інших населених пунктів Львівської області забезпечені питною водою з унікального Стрийського родовища підземних вод, в межах якого у надзаплавних терасах річки Стрий поблизу сіл Гірне, Семигинів, Любинці, Жулин облаштовано декілька берегових водозаборів.

Більше 80 % території басейну р. Стрий розташовано в межах гірськоскладчастої області Українських Карпат. З одного боку, це одна з найсприятливіших, в екологічному відношенні, територія Західної України. З іншого боку ресурси території, насамперед ґрунти, гірські ландшафти, корисні копалини інтенсивно використовуються у господарській діяльності, що потенційно наносить шкоду якості води.

Матеріал і методи досліджень

Особлива увага до якості водних ресурсів в басейні р. Стрий пов'язана зі зростаючим техногенним навантаженням, насамперед, локалізацією населених пунктів вздовж русел. Завдяки наявності техногенних об'єктів, у водне середовище потенційно можуть надходити нафта та нафтопродукти, зв'язаний азот, важкі метали тощо.

Незважаючи на багатофакторність чинників забруднення води басейну р. Стрий стійкого погіршення якості води у ній не спостерігається. Причиною цього є процеси самоочищення природних вод [2, 3]. З метою з'ясування просторового розподілу джерел забруднення та ділянок самоочищення проведено геоекологічний аналіз руслових потоків р. Стрий та 25 її найбільших приток різного порядку, а на основі експериментального моделювання обґрунтовано роль кавітаційного й аераційного чинників у формуванні якості природних вод на

гідродинамічних бар'єрах з метою об'єктивної оцінки їхніх геоecологічних функцій у басейні р. Стрий [4].

Результати досліджень та їх обговорення

Гідрогеохімічними дослідженнями встановлено, що найбільш потужним бар'єром, який найактивніше впливає на якість природних вод у басейні р. Стрий є кавітаційна та аераційна складові гідродинамічного бар'єру (ГБ).

Під гідродинамічним бар'єром розуміється локальна природна чи штучна перешкода у руслі водного потоку (водоспад, поріг, пережат, каскад), при проходженні крізь яку має місце активізація кавітаційних явищ, що призводить до різкого зростання швидкості руху води, її розбризкування, спінування та як наслідок максимального насичення води розчиненим киснем (рис. 1).

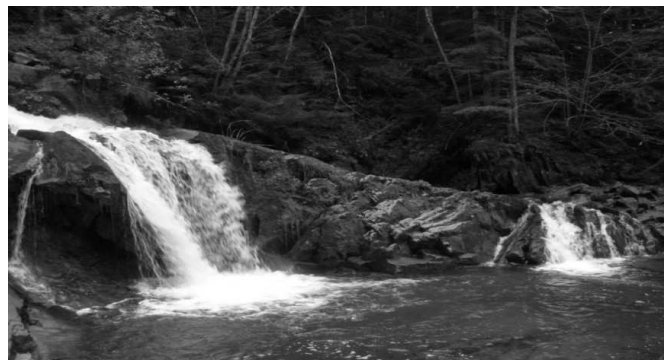
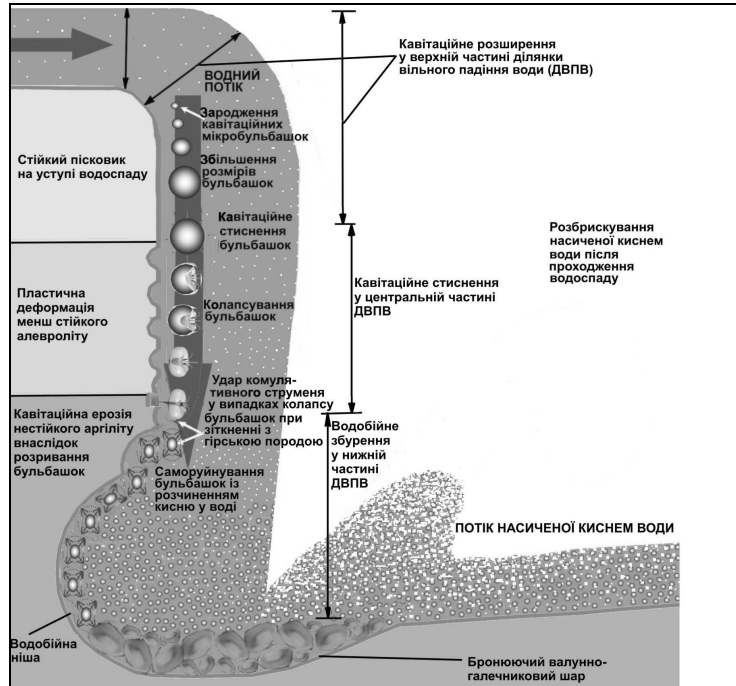


Рис. 1. Модель (вгорі) та водоспад на р. Кам'янка (внизу) як приклад гідродинамічного бар'єру з кавітаційним розширенням та стисненням, водобійним збуренням водного потоку на різних ділянках вільного падіння води, зародження кавітаційних бульбашок, збільшення їхніх розмірів та колапсування з ерозійним впливом при ударі кумулятивного струменя, насиченням води киснем при саморуїнуванні бульбашок, розбризкування та потоку води збагаченої розчиненим киснем

При кавітаційному стисненні та колапсуванні бульбашок в об'ємі води всередині кожної з них розвивається тиск до 1000 атмосфер [5]. Енергія колапсуючих бульбашок витрачається на генерування ударних хвиль, на появу у мікрокількостях вільних радикалів і окислювачів

(перекису водню, озону), які так само як і розчинений кисень позитивно впливають на якість води і змінюють її геохімічні властивості. На сьогоднішній день, це є експериментально встановленим фактом [1, 5].

Отже, у розбризкуваних каплях води за вищеописаним механізмом гідродинамічної кавітації має місце найбільша насиченість киснем, а основна маса води насичується на ділянках вільного падіння води та у водобійних нішах за рахунок активізації кавітаційних явищ. З наведеного можна зробити однозначний висновок, що після проходження через водоспади, пороги, водоскати та їхні каскади, активуються кавітаційні ефекти і води у гірських водотоках басейну р. Стрий інтенсивно насичуються киснем.

Насичена киснем вода є надзвичайно активним геохімічним агентом, який створює сприятливі передумови для окислення найрізноманітніших органічних забруднень господарсько-побутових стоків (процеси нітрифікації-денітрифікації), нафти та нафтопродуктів (процеси окислення вуглеводнів з утворенням вуглекислого газу, води, водорозчинних фенолів, альдегідів, кетонів, карбонових кислот), а також важких металів, насамперед, заліза та марганцю (до прикладу, окиснення Fe^{2+} до Fe^{3+} із наступним випаданням осаду $Fe(OH)_3$). Так, аналіз 26-ох допливів різних порядків у басейні р. Стрий засвідчив вкрай неоднорідні прояви гідродинамічного бар'єру, тісно пов'язаного з динамічними змінами ухилу водотоків на окремих ділянках. Отже, класифікація ГБ на водотоках у басейні Стрия є наступною: 1. Яскраво виражені ГБ – ухили більше 50-ти м/км (річки Кам'янка, Тишівниця, Цигла, Рожанка, Либохора, Рибник Зубриця, Стинавка, Крушельниця); 2. Добре виражені ГБ – ухили 35-50 м/км (річки Завадка, Бримівка, Ясениця, Східничанка); 3. Виражені ГБ – ухили 25-35 м/км (річки Бутівля, Славська, Яблунька, Сможанка, Рибник Майданський, Гусна, Опір); 4. Слабко виражені ГБ – ухили 15-25 м/км (річки Орява, Довжанка, Головчанка, Опорець, Писана, Рибник, Стрий); 5. Потенційні ГБ – ухили 10-15 м/км (спостерігаються майже на усіх досліджених допливах басейну). Найбільш яскраво ділянки активного очищення природних вод на гідродинамічному бар'єрі проявлені на прикладі річки Кам'янки (рис. 2).

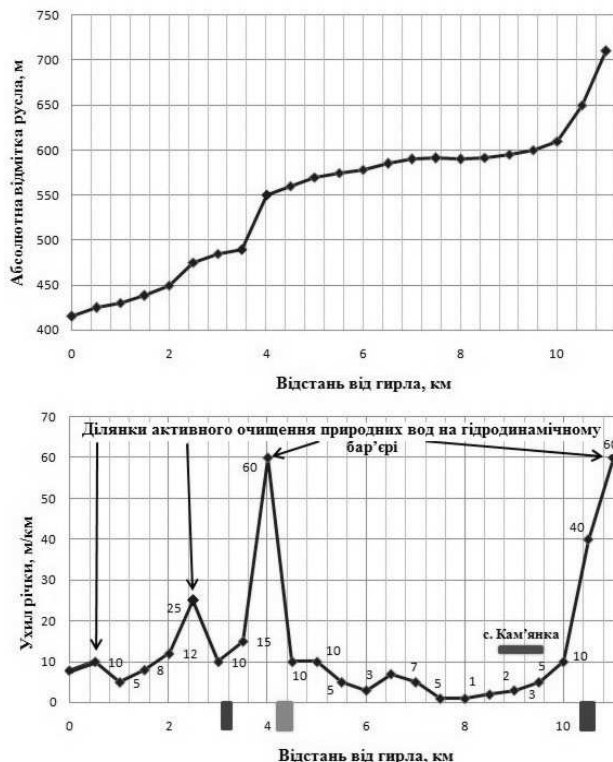


Рис. 2. Загальний профіль (вгорі) та профіль локальних ухилів русла р. Кам'янка від витoku до гирла з головними потенційними джерелами забруднення та виявленими ділянками активного очищення на гідродинамічному бар'єрі, зумовлені локальними зростаннями ухилів русла (внизу)

Тут яскраво вираженим є привитоковий стартовий ГБ, зумовлений ухилами русла 60, 40 та 10 м/км, на якому відбувається активне збагачення вод ще маловодної р. Кам'янки киснем. Очищення стічних вод с. Кам'янки відбувається на другому яскраво вираженому (60 м/км, з проміжними ухилами – 15 і 10 м/км) ГБ, з наступним доочищенням на третьому вираженому (25 м/км) та четвертому потенційному (10 м/км) ГБ. На цих ділянках, одночасно, може відбуватись і активне очищення від органічних полутантів, екстрагованих із порід менілітової та кросненської світ у річковому руслі. Цьому також сприяють виходи ямненської пісковиків, які завдяки своїм міцнісним характеристикам, створюють бронюючий ефект від розмивання порід глинистого флішу що сприяє тривалішому існуванню цих ділянок, а відповідно – довгочаснішому й активнішому очищенню природних вод на бар'єрах.

Висновки

Отже, аналіз 26-ох допливів різних порядків у басейні р. Стрий засвідчив вкрай неоднорідні прояви гідродинамічного бар'єру, тісно пов'язаного з динамічними змінами ухилу водотоків на різних ділянках, що дозволило встановити, незважаючи на значне техногенне навантаження, найімовірніші ділянки активного очищення потенційно забруднених природних вод.

1. *Витенько Т. Н.* Механизм активирующего действия гидродинамической кавитации на воду / Т. Н. Витенько, Я. М. Гумницкий // Химия и технология воды. – 2007. – Т. 29, № 5. – С. 422–432.
2. *Гидрохимические* показатели состояния окружающей среды: Справочные материалы / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. А. Заика [та ін.]. – М.: Эколайн, 2000. – 266 с.
3. *Гетерогенные* процессы геохимической миграции / В. С. Голубев, А. А. Гарибянц. – М.: Недра, 1968. – 192 с.
4. *Колодій В. В.* Еколого-гідрогеохімічна характеристика рік північно-східного макросхилу Українських Карпат / В. В. Колодій // Праці наукового товариства імені Шевченка. – 2003. – Т. 12. – С. 126–134.
5. *Гидродинамическая* кавитация воды и ее использование в абсорбционных технологиях очистки промышленных газов / Н. А. Мороз // Вопросы химии и химической технологии. – 2013. – № 6. – С. 105–107.

Ю.З. Боруцкая

Львовский национальный университет имени Ивана Франко, Украина

КАВИТАЦИОННЫЕ И АЭРАЦИОННЫЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ НА КАЧЕСТВО ПРИРОДНЫХ ВОД БАСЕЙНА Р. СТРЫЙ

Геоэкологическими исследованиями установлено, что наиболее мощным геохимическим барьером, который активно влияет на качество природных вод в бассейне р. Стрый является гидродинамический. За счет пестрого минерального состава коренных пород и почв, пересеченности горного рельефа, влажного климата, многоводности, турбулентности водотоков, наличия водопадов, порогов, водоскатов и их каскадов, имеют место кавитационные и аэрационные влияния на природные воды р. Стрый, которые в таких условиях характеризуются мощным потенциалом к самоочищению, несмотря на значительную техногенную нагрузку.

Ключевые слова: р. Стрый, гидродинамический барьер, кавитация, очистка воды, аэрация, растворение кислорода в воде.

Yu.Z. Borutska

Ivan Franko Lviv National University, Ukraine

CAVITATION AND AERATION EFFECT OF THE HYDRODYNAMIC BARRIERS TO QUALITY NATURAL WATER BASIN R.STRYJ

Geoenvironmental studies found that the most powerful geochemical barrier that most actively effects the quality of natural waters in the basin. Stryj is hydrodynamic. Due to the mineral composition of bighead bedrock and soils, crossing mountain terrain, humid climate, the high-water turbulence watercourses presence of waterfalls, rapids, and cascades, there are cavitation and aeration effects on

natural water river Stryj that the following conditions are characterized by powerful capacity to cleanse itself, despite the significant human impacts.

Keywords: river Stryj, hydrodynamic barrier, cavitation, water treatment, aeration, dissolution of oxygen in the water

УДК [574.63: 627,8] [282.447.32]

Г.М. БУЧАЦЬКА

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів, 79005, Україна

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОД ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Видобуток кам'яного вугілля та його збагачення в межах Червоноградського гірничопромислового району (ЧГПР) призводить до складування відходів у відвали та екзогенних змін їхнього мінерального складу, визначеного методом рентгенодифракційного аналізу. При цьому відбувається утворення забруднених кислих сульфатних вод, які потрапляють у геофільтраційне поле. Гідрогеологічним моделюванням показано закономірності руху забруднених вод від техногенних об'єктів (породних відвалів, хвостосховищ, гідровідвалів, відстійника шахтних вод) до ділянок природного розвантаження – річки Західний Буг, Рата та Солокія, а також до підземних водозаборів, насамперед до Соснівського водозабору, води якого у середині 90-х років спричинили спалах гіпоплазії та флюорозу у дітей.

Ключові слова: Червоноградський гірничопромисловий район, відходи видобутку, збагачення, відвали, кислі сульфатні води, природні води, водозабори, гідрогеологічне моделювання

Червоноградський гірничопромисловий район (ЧГПР) є найбільш техногенно навантаженою територією не тільки Львівської області, але й усієї Західної України. При плануванні освоєння вугільних покладів, де видобуток розпочався 1957 року, домінував не зовсім раціональний підхід. Первинним при проектуванні інфраструктури було просторове розташування копалень та виробничих комплексів. У другу чергу планувалось розміщення житлової забудови. В останню чергу – централізоване водопостачання промисловості та населених пунктів з розвідкою водозаборів і їх експлуатацією, без врахування того, що воду можна отримати не там, де вона потрібна, а там, де вона є. Не продумувались питання щодо екологічних наслідків такої діяльності, одними з яких є зміна гідрохімічного складу та забруднення вод.

Матеріал і методи досліджень

Збір первинного фактичного матеріалу, польові дослідження, опробування природних вод здійснювалось при маршрутних обстеженнях. Гідрохімічні аналізи вод здійснювались за стандартними методиками. Хімічний склад поверхневих вод є інтегральною характеристикою, що охоплює вплив природних та антропогенних чинників. Вміст головних іонів та мінералізація води визначаються характером поверхні басейну ріки, умовами живлення річок та впливом техногенних об'єктів. Опрацьовано значний масив фондових матеріалів з хімічного складу підземних та поверхневих вод. При цьому застосовано системний підхід, що оптимізує мережу опробування, враховує причинно-наслідкові зв'язки залежності процесів формування хімічного складу вод від геологічної будови та техногенного навантаження. Для виявлення зв'язків та залежностей застосовано методи гідрогеологічного моделювання за допомогою програмного пакету Visual ModFlow, створеного фірмою Waterloo Hydrogeologic Software (Канада).