

УДК 504.453:550.46

Снітинський<sup>1</sup> В.В., д.б.н., проф., Яхно<sup>2</sup> О.М., д.т.н., проф., Хірівський<sup>1</sup> П.Р., д.б.н., доц., Гнатів<sup>1</sup> І.Р., аспірант, Гнатів<sup>3</sup> Р.М., д.т.н., доц.

1- Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, Україна

2- НТУУ “Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”, м. Київ, Україна

3- НУ “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

## Зміна якості природних вод на гідродинамічно-активних ділянках гірських річок

***Анотація.** В роботі представлені результати експериментальних досліджень високої здатності природних вод гірських річок Карпатського регіону до самоочищення спричиненої комплексним впливом гідродинамічно-активних ділянок. Враховуючи різноманітність складу забруднення води басейнів гірських річок, у них не спостерігається значного та стійкого погіршення якості води.*

*В межах гірських ландшафтів якість природних вод має вкрай важливе геоecологічне і господарське значення. Вони є не тільки важливим природним середовищем для гідробіонтів, адаптованих до екологічних умов водного середовища гірських річок, але й джерелом забезпечення водою населення, промисловості і сільського господарства у Львівській області.*

*Проведені дослідження похилів річок та розташування потенційних об'єктів техногенного забруднення дозволили оцінити просторовий розподіл ділянок очищення забруднених вод на гідродинамічно-активних ділянках басейну річки Стрий.*

***Ключові слова:** якість природних вод, гідродинамічно-активні ділянки, гірські річки.*

Враховуючи різноманітність складу забруднення води басейнів гірських річок, у них не спостерігається значного та стійкого погіршення якості води. Причиною цього є процеси самоочищення природних вод та наявність гідродинамічно-активних ділянок на шляхах поширення техногенних забруднень [1].

Важливими перешкодами на шляхах потенційного надходження у природні води компонентів-забруднювачів є геохімічні бар'єри, де на короткій відстані відбувається зменшення поширення хімічних елементів та їхньої концентрації [2]. За напрямком руху вод вони поділяються на латеральні та вертикальні, а за способом масопереносу – дифузійні та інфільтраційні. Для характеристики ландшафтів більших площ використовують термін “ландшафтно-геохімічні бар'єри”, які поділяють на біогеохімічні, фізико-хімічні, механічні та техногенні типи. Особливості геологічної будови, рельєфу, залісненості за умови активізації процесів самоочищення та функціонування геохімічних бар'єрів є природними факторами захисту поверхневих і підземних вод.

В межах гірських ландшафтів якість природних вод річок Карпатського регіону має вкрай важливе геоecологічне і господарське значення. Вони є не тільки важливим природним середовищем для гідробіонтів, адаптованих до екологічних умов водного середовища гірських річок, але й джерелом забезпечення водою населення, промисловості і сільського господарства у Львівській області. На формування річкових вод важливий вплив мають природні або ландшафтно-геохімічні бар'єри.



Рис. 1. Короткочасна зміна прозорої та безбарвної води на непрозорій і білий флюїд:  
а) на природному водоспаді у руслі р. Кам'янка; б) у випадку проходження каскаду брил та перекатів у руслі р. Бутивля [3]

Факторами, які впливають на спокійні та бурхливі потоки, а також бурхливі з явищами гідродинамічної кавітації є величина критичного похилу русла –  $I_{кр}$  та параметр кінетичності потоку. За умови різної шорсткості дна, число Рейнольдса має значення від 300 (дуже шорстке) до 3000 (ідеально гладке). За параметр кінетичності потоку використовують число Фруда, яке розраховують за формулою  $Fr = V^2/gh$ , де  $h$  – глибина потоку, м. Умовою спокійного потоку є  $I < I_{кр}$  та  $Fr < 1$ , а бурхливого є  $I > I_{кр}$  та  $Fr > 1$ . Для бурхливого потоку з явищами гідродинамічної кавітації критеріями є  $I \gg I_{кр}$  та  $Fr \gg 1$ , які призводять до утворення вирів у випадку подолання перешкод. Проходження через перешкоди, водоспади та пороги, або каскади брил і валунів призводить до короткочасної зміни прозорої та безбарвної води на непрозорій і білий флюїд (Рис. 1) [3].

Бачимо, що ділянки збурення і активізації кавітаційних явищ призводять до різкого зростання швидкості руху водної маси та її розбризкування. Вони супроводжуються короткочасною зміною прозорої і безбарвної води на непрозорій та білий флюїд в басейні гірських річок та утворюються лише там, де корінні породи в руслах достатньо стійкі до ерозійного розмиву, а залягаючі нижче шари значно легше піддаються денудації. Там і формується водобійна ніша (рис. 2). Місце падіння води, поступово зсувається, стає нижчим або водний потік швидко стікає з перепадів поверхонь, утворюючи систему великих і малих водоспадів, які називають каскадами. Часом вода настільки руйнує обрив, що промиває в ньому ложе, починає падати не вертикально, а скочується скелястим жолобом і формуються

водоскати. Часто водоспади формують складну систему з водоскатів і каскадів. Здебільшого, водоспади у басейні р. Стрий розміщуються на ділянках перетину водотоків та виходів на зовнішню поверхню найстійкіших до ерозійного розмиву масивних пісковиків.

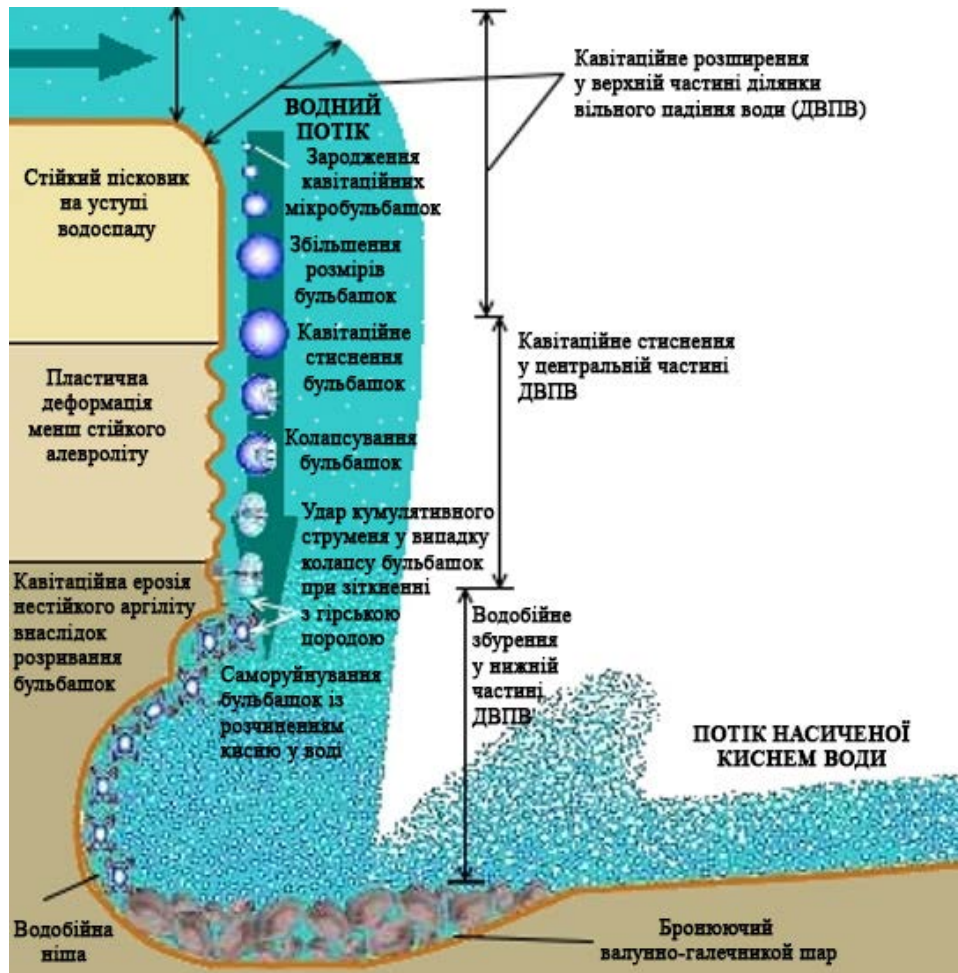


Рис. 2. Модель гідродинамічно-активної ділянки з кавітаційним розширенням та стисненням, водобійним збуренням водного потоку за різних періодів вільного падіння води

Гідродинамічна кавітація в руслах гірських річок є явищем розриву суцільності води з утворенням кавітаційних мікробульбашок, заповнених водяною парою, киснем, азотом, яке спричинене зниженням тиску чи так зване “холодне кипіння” води [4]. Такому процесу сприяє порушення цілісності водного потоку та його кавітаційне розширення у випадку переходу на ділянку вільного падіння води. Це призводить до зародження та зростання розмірів кавітаційних мікробульбашок, їхнє стиснення, колапсування та саморуйнування, а також насичення води розчиненим киснем (рис. 2).

Висока здатність природних вод гірських річок Карпатського регіону до самоочищення спричинена комплексним впливом гідродинамічно-активних ділянок. Він зумовлений турбулентною течією, кавітаційними явищами, насиченістю води розчиненим киснем, за наявності водоспадів, порогів та їхніх каскадів.

Проведені дослідження локальних похилів річок і розташування потенційних об’єктів техногенного забруднення дозволили оцінити просторовий розподіл ділянок очищення потенційно забруднених вод на гідродинамічно-активних ділянках басейну річки Стрий.

**Список використаних джерел**

1. Глазовская М.А. Теория геохимии ландшафтов в приложении к изучению техногенных потоков рассеяния и анализу природных систем к самоочищению / М.А. Глазовская // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. М., 1981. С. 7–41.
2. Перельман А.И. Геохимия ландшафта: [учебник] / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. М.: Моск. гос. ун-т, 1999. 610 с.
3. Боруцька Ю.З. Кавітаційний та аераційний вплив гідродинамічних бар'єрів на якість природних вод басейну р. Стрий / Ю. З. Боруцька // Наукові записки ТНПУ. Серія: Біологія. 2015. № 3–4, Вип. 64. С. 66-69.
4. 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.