

УДК 504.453:550.46

## Вплив кавітаційних процесів на очищення річкової води гірських потоків

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

1- Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

2- Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни, Україна

3- НУ «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

*Анотація:* В статті розглянуто питання дослідження впливу кавітаційних явищ на гідродинамічно-активних ділянках гірських річок на процеси природного самоочищення води. В роботі розглянуто результати експериментального визначення зміни сезонних показників гідрохімічного складу поверхневих вод в басейні річки Стрий.

Вказано, що особливою проблемою є мікробіологічна безпека води, оскільки навіть вода з підземних джерел може містити поодинокі клітини патогенних мікроорганізмів, однак основну загрозу становить вода, повторно забруднювана мікробами у випадку порушення герметичності водопровідної мережі

Аналіз результатів проведених досліджень впливу процесів самоочищення в річці Стрий на якісні показники води водозабору м. Стрий показав, що питна вода артезіанських свердловин є високої якості та зараз відсутні негативні впливи річкових вод басейну р. Стрий на родовища підземних вод. Якість річкової води є задовільною для її використання в господарсько-питному водопостачанні та для рекреаційних цілей.

**Ключові слова:** гірські потоки; кавітаційні явища; гідродинамічно-активні ділянки.

Урбанізація суспільства, стрімкий розвиток переробних і виробничих галузей негативно вплинули на навколишнє середовище, зокрема на якості повітря та води. Незважаючи на менш помітні ніж впливи радіації чи миттєві загрози життю людей від природних катаклізмів, погіршення якості води та повітря мають дуже вагомні наслідки для здоров'я майбутніх поколінь. Вже зараз медичні дослідження у різних регіонах планети, включаючи й Україну, свідчать про суттєве погіршення загального стану здоров'я молоді, причиною чому зазначають забруднення повітря та води. Особливої актуальності набувають дослідження, що спрямовані на вдосконалення існуючих і розробку нових технологій захисту та збереження довкілля, оскільки на даному етапі розвитку суспільства не можливо суттєво зменшити побутове і промислове забруднення води, а також атмосфери [1]

У резолюції Всесвітнього тижня води, проведеного в серпні 2011 р., запропоновано звернути особливу увагу на пошук високотехнологічних способів водоочищення та водопідготовки для досягнення необхідних стандартів якості води, оскільки проблема забезпечення населення чистою прісною водою стає все більш актуальною. Незважаючи на досить значний перелік фізико-хімічних методів очищення води від різноманітних забруднень все ще не існує досконалого, універсального та придатного способу для всіх видів забруднень. Особливою це стосується біологічного забруднення води, оскільки для шкідливої мікрофлори характерною є висока репродуктивна здатність. Пошуки новітніх технологій водопідготовки, спрямовані на створення нових, більш досконалих технологій водоочищення, все ще залишаються вагомим як технічним завданням, так і суспільною проблемою [1, 2].

Інноваційні технології та розроблене обладнання для водоочищення мають повністю відповідати вимогам енерго- і ресурсозбереження, екологічної безпеки, а також бути

економічно доцільними. Одним з напрямків таких технологій є ефективне використання кавітаційних явищ. Вода високої якості потрібна не лише для питних цілей, але й для технологічних процесів підприємств харчової промисловості та сільського господарства. Особливою проблемою є мікробіологічна безпека води, оскільки навіть вода з підземних джерел може містити поодинокі клітини патогенних мікроорганізмів, однак основну загрозу становить вода, повторно забруднювана мікробами у випадку порушення герметичності водопровідної мережі [3].

Зараз досить широкого поширення набули пристрої для високопродуктивної очистки води від будь-яких видів забруднень на основі гідродинамічних генераторів. Використання кавітаційних генераторів для ефективного очищення води є новою перспективною, енергетично маловитратною, безвідходною кавітаційною технологією. Багато досліджень останніх років показали її ефективність. На виході із таких пристроїв одержують чисту, знезаражену воду. У процесі роботи гідродинамічних генераторів у воді виникають високоенергетичні ефекти холодного кипіння чи кавітації, які не тільки сприяють ефективному очищенню води, але призводять до зміни її структури, посилення фізико-хімічної та біологічної активності. Важливим є встановлення оптимальних режимів роботи гідродинамічного генератора для отримання активованої води. Проведені дослідження в роботі [2] вказують на вигідність застосування гідродинамічної обробки як альтернативного безреагентного методу очищення різних стоків.

Метод пневмогідролічного кавітаційного очищення води від біологічного забруднення належить до фізико-хімічних технологічних процесів водоочищення і може застосовуватись для знезараження біологічно забрудненої питної води, стоків хімічних, переробних та харчових підприємств від різноманітних забруднень, в тому числі і біологічних. Даний метод належить до методів кавітаційного ініціювання та активації окиснювально-відновлювальних реакцій у рідинах енергією сплескування великої кількості самозароджуваних в рідині кавітаційних бульбашок [1].

На водоспадах часто між потоком вільно падаючої води до водобійної ніші та скельним виходом гірської породи утворюється вільний простір, причиною формування якого є явища гідродинамічної кавітації і кавітаційної ерозії. Переважання галькових, валунних і брилових наносів в руслі річки обумовлює велику шорсткість дна, створює суттєві перешкоди на шляху водного потоку та сприяє кавітаційним явищам. За дуже великих похилів гірських річок формуються пороги-водоспадні русла, морфологічний вигляд яких визначається валунами та глибами різного розміру, а також наявними водоспадами. Діапазони похилів для різних гірських річок неоднакові, а гідродинамічні бар'єри розміщені лише в певних місцях, які називають ділянками кавітаційної обробки води та її насичення киснем (рис. 1).

Нами досліджено процеси природного самоочищення води на гідродинамічно-активних ділянках гірських річок. Гідродинамічна кавітація в руслах гірських річок є явищем розриву





Рис. 1. Течія гірської річки через каскад водоспадів

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).

В басейнах гірських річок розміщені водозабори для забезпечення водою населення Львова, Стрия, Дрогобича та інших міст області. Тому дослідження процесів природного самоочищення та факторів, які на них впливають є актуальною проблемою для наукових досліджень. Лабораторні аналізи сезонної зміни гідрохімічного складу річкових вод та вплив кавітаційних явищ гідродинамічно-активних ділянок гірських річок на процеси природної самоочистки проводили в сертифікованих лабораторіях КП «Стрийводоканал».

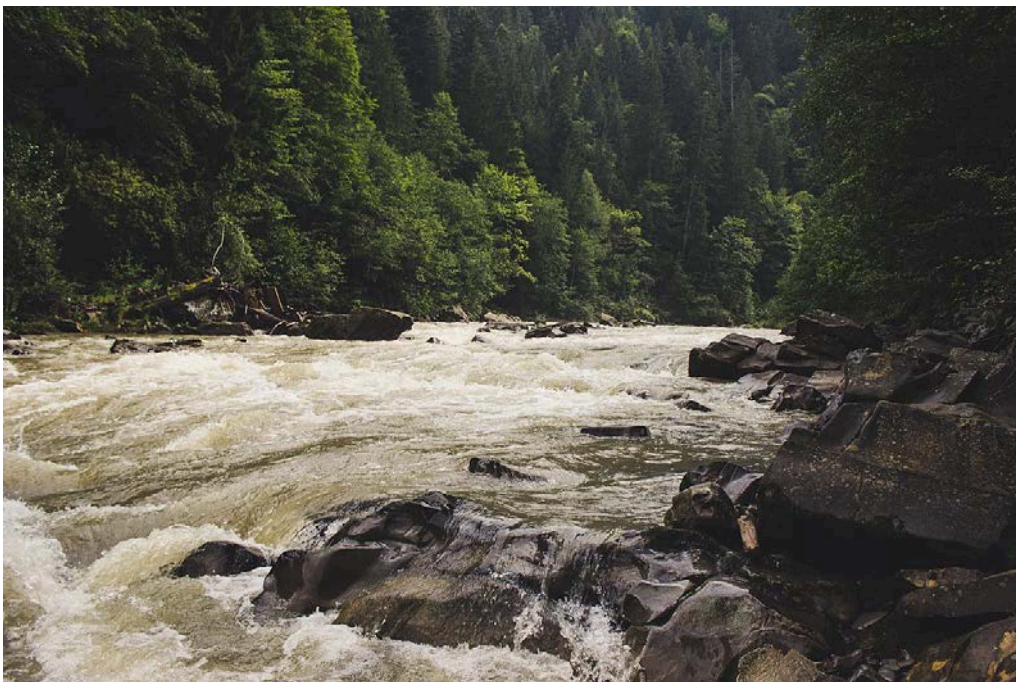


Рис. 2. Течія гірської річки в басейні Прикарпатського регіону



Аналіз результатів проведених досліджень впливу процесів самоочищення в річці Стрий на якісні показники води водозабору м. Стрий показав, що питна вода артезіанських свердловин є високої якості та зараз відсутні негативні впливи річкових вод басейну р. Стрий на родовища підземних вод. Якість річкової води є задовільною для її використання в господарсько-питному водопостачанні та для рекреаційних цілей.

#### Список літератури

1. Старчевський В.Л. Пневмогідрравлічне кавітаційне очищення води від біологічного забруднення/ Старчевський В.Л., Шевчук Л.І., Афтаназів І.С. // ВЕСТНИК ХНТУ 2011. № 3(42). С. 405-413.
2. Кулагина В.А. Особенности влияния эффектов кавитации на физико-химические свойства воды и стоков / В.А. Кулагина, Е.С. Сапожникова, О.П. Стебелева, Л.В. Кашкина, Чжи-Ин Чжэнб, Цянь Либ, Фэн-Чэнь Ли//Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 5 (2014 7). С. 605-614.
3. Шевчук Л. І. Ефективність кавітаційного очищення води в залежності від природи барботованого газу. / Шевчук Л. І., Никулишин І. Є., Предзимірска Л. М., Чайківський Т. В., Фалик Т. С.// Вісник КрНУ – Кременчуг. №2/2016(97). С.102-109.
4. Снітинський В.В. Зміна якості природних вод на гідродинамічно-активних ділянках гірських річок/ В.В. Снітинський, О.М. Яхно, П.Р. Хірівський, І.Р. Гнатів, Р.М. Гнатів//Матеріали XXV Міжнародної науково-технічної конференції «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці», 6 – 9 жовтня 2020р., м. Київ. С. 256-259.

### Influence of cavitation processes on river water purification of mountain streams

**Yakhno Oleg, Ihor Hnativ, Hnativ Roman**

**Abstract.** The article considers the study of the influence of cavitation phenomena on hydrodynamically active areas of mountain rivers on the processes of natural self-purification of water. The paper considers the results of experimental determination of changes in seasonal indicators of hydrochemical composition of surface waters in the Stryi river basin. It is pointed out that microbiological safety of water is a special problem, as even water from underground sources may contain single cells of pathogenic microorganisms, but the main threat is water re-contaminated with microbes in case of leaks in the water supply network.

Analysis of the results of studies of the impact of self-cleaning processes in the river Stryi on the quality of water intake in the city of Stryi showed that drinking water from artesian wells is of high quality and now there are no negative effects of river water in the Stryi basin on groundwater deposits. The quality of river water is satisfactory for its use in domestic and drinking water supply and for recreational purposes.

**Keywords:** mountain streams; cavitation phenomena; hydrodynamically active areas.