
NOVEL TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Kiril Lisichkov

Faculty of Technology and metallurgy, University “Ss. Cyril and Methodius”, Skopje, R. Macedonia
klisickov@yahoo.com

Abstract: The contemporary eco-process engineering emphasises the need of adequate and sophisticated methods for natural and wastewater treatment, regardless of the source’s geogenic or anthropogenic origin of pollution. The sustainable development of separation processes is focused on development of modern, nonconventional bioseparation techniques for elimination of toxic metals from wastewaters using nonconventional sorbents with low commercial values.

In the frame of this investigation the novel trends of water resources management and their application in the water purification processes for different types of water.

Keywords: water resources, sustainable development, water resources management

**СОВРЕМЕНИ ТРЕНДОВИ ВО МЕНАЦИРАЊЕТО СО
ВОДЕНИТЕ РЕСУРСИ**

Кирил Лисичков

Технолошко-металуршки факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Р. Македонија
klisickov@yahoo.com

Резиме: Од посебен интерес на современото еколошко процесно инженерство е дефинирањето на адекватни и софистицирани постапки за третман на природните и отпадните водени ресурси, без разлика дали изворот на загадување е од геогено или антропогено потекло.

Одржливиот развој на сепарационите процеси во последно време сè повеќе ја наметнува потребата од развој на современи, неконвенционални биосепарациони постапки за елиминација на токсични метали од отпадните води со примена на неконвенционални сорбенти со ниска комерцијална цена.

Во рамките на овој труд ќе бидат прикажани современите трендови во менаџирањето со водените ресурси и нивната примена во процесите за прочистување на водите од рзлично потекло.

Клучни зборови: водени ресурси, одржлив развој, менаџирање со водени ресурси

1. ВОВЕД

Во современото, модерно општество се повеќе станува актуелна проблематиката на третман на отпадните води и менаџирање на водните ресурси. Познавањето на составот и потеклото на отпадните води е важен предуслов за дефинирање на операциите и процесите во постројките за нивен третман.

Согледувајќи го значењето на водата за егзистенцијата на животот во целина, од човекот се бара голема одговорност при нејзината употреба. Според многумина научници, следниот носител на титулата "црно злато" е токму водата. За проценување на степенот на загаденоста на водата односно чистотата на водите, особено проточните, постојат две групи на биолошки методи: директни или т.н. еколошки и индиректни или т.н. физиолошки методи. Еколошките методи се базираат на проценувањето на присуството и фреквенцијата на растителни и животински организми и нивните заедници кои служат како индикатор за степенот на загаденоста, односно за степенот на чистотата на водата. Индиректните или физиолошки методи се базираат врз утврдувањето на биолошката активност во водата со следење на некои параметри како што се количината и промената на содржината на растворениот кислород во водата, биолошката потрошувачка на кислородот и друго.

Мерките и методите за заштитата на квалитетот на површинските и подземните води ќе бидат најуспешни кога ќе се користат интегрално, почнувајќи од самата изградба на системите за стопанисување со водата и нивното поврзување во помали или поголеми системи. Загадените комунални и индустриски води, поради здравствени, стопански и естетски причини, пред да се испуштат во површинските води мора да се прочистат со примена на соодветни методи. Кои од методите ќе се применат во пречистувањето на отпадните води ќе зависи од степенот на загаденост, видот на загадувањето (органиско, неорганиско, токсично) и од намената на пречистената вода. Во практиката се применуваат различни методи во

пречистувањето на загадените води до степен при кој, од различни аспекти водата нема да биде штетна по здравјето на човекот, животните и растенијата. Во основа, за пречистувањето се користат: механички, физички, хемиски и биохемиски методи.

2. ВОДА И МЕНАЦИРАЊЕ СО ВОДЕНИТЕ РЕСУРСИ

Според официјалните истражувања површината на земјата изнесува околу 510,1 милион km^2 , а од таа 361,3 милиони km^2 (70%) заземаат морињата и океаните. Во нив е концентрирано речиси 97% од целокупното количество вода на Земјата, а само околу 3% заземаат слатките води. Големи резерви на вода се наоѓаат и во телата на живите организми, имајќи во предвид дека во масата на животинските и растителните организми со најголем дел учествува водата [1-3].



Слика 1. Дистрибуција на водените резерви

Чистата, свежа вода за пиење е неопходна за човекот и другите форми на живот, како за нормално одвивање на метаболичките процеси, така и за секојдневните комунално-санитарни потреби. Согласно одредени проценки и предвидувања, до 2025 година, повеќе од половина од светското население ќе се соочи со ранливост поврзана со недостаток на вода. Водата има важен дел и во светската економија, бидејќи е универзален растворувач, а воедно има огромна примена и во индустриското производство како сервисен медиум. Исто така голем процент од свежата вода се користи во земјоделието како вода за наводнување [2-5].

Со порастот на урбаниот и индустрискиот развој, земјоделското производство, порастот на населението и современиот начин на живеење, се зголемуваат и потребите од користење на поголеми количества вода. Во еден современ град, за задоволување на санитарно- комуналните и животни потреби, по жител, според некои податоци се троши околу 250- 500 l вода дневно. Тоа е многу повеќе од потребниот минимум кој изнесува околу 25 l дневно, по жител. Своевиден показател за порастот на животниот стандард на човекот претставува големата потрошувачка на вода [6-8].

Квалитетот на водите го одредуваат физичките, хемиските, биолошките и радиолошките фактори. Водата е одличен растворувач на широк дијапазон на хемиски соединенија, така што и природно чистите води се богати со растворени компоненти.

Класифицирањето на водите според квалитетот се базира врз главните физички (боја, мирис, вкус, суспендирани материи, вкупен сув остаток), хемиски (растворен кислород, БПК₅, азотни, фосфорни, сулфурни и други хемиски соединенија, токсични материи, тешки метали), биохемиски, биолошки и микробиолошки (вкупен број на бактерии, колиформни бактерии) параметри. При определувањето на квалитетот на водите не е можно да се појде само од вредностите на еден или неколку параметри туку врз база на интегрално согледување на сите показатели кои одлучуваат за одреден квалитет на водата [9,10].

Изворите на загадувањето на водите можат да бидат од геогено и антропогено потекло. Од природните (геогени) извори на загадување на водите на прво место доаѓаат ерозивните процеси. Ерозијата, било да станува збор за ерозија од вода или ветер, покрај тоа што ја оштетува педосферата, со своите наноси ги загадува и водите особено површинските, внесувајќи во нив голема количина на минерали и органски материи измиеени од педосферата. Тие понекогаш можат да бидат и доста токсични, а од друга страна, кога се работи за поројни дождови, водата во голема мерка се заматува [11-14].

Водите загадени како резултат на активноста на човекот (антропогено загадување) можеме да ги поделиме на: комунални, индустриски, од земјоделско потекло и останати.

Отпадните води кои доаѓаат од индустриите многу често се загадени со различни токсични материи, во некои отпадни струи кои доаѓаат од различни индустрии концентрацијата на тие материи се над максимално дозволените граници, па затоа овие отпадни води треба да се третираат соодветно за да се намали концентрацијата на токсичните материи до под вредностите на дозволените граници.

Индустријата е еден од најголемите загадувачи на водите бидејќи повеќе од 50% од отпадните води потекнуваат од индустриското стопанство, од каде често и без прочистување, се испуштаат во површинските води по директни или индиректни патишта. Во зависност од индустриското потекло, овие отпадни води може да се групираат на отпадни води од рударска, хемиска, петрохемиска, црна и обоена металургија, прехранбена, текстилна, индустрија за производство на хартија, гума, кожа и др [12-15].

3. ТРЕТМАН НА ОТПАДНИТЕ ВОДИ

Мерките и методите за заштитата на квалитетот на површинските и подземните води ќе бидат најуспешни кога ќе се користат интегрално, почнувајќи од самата изградба на системите за стопанисување со водата и нивното поврзување во помали или поголеми системи. Притоа од големо значење се и регулацијата на проточните води, уредувањето на речните корита, регулирањето на ерозивните поројни дождови. Тука спаѓаат и мерките во врска со усогласувањето на резервите на вода кои стојат на располагање и потрошувачката. Тоа се постигнува со воведување на нови технологии, со помала потрошувачка на вода и рециклирање на водата во производствените процеси за иста или друга намена. Рециклирањето на водите во технолошките процеси е во директна врска со ефикасноста на уредите за пречистување на водата, како таа би била вратена во производниот процес. Основните мерки кои се преземаат за заштита на водите се интегрирани во регионални планови за користење и кондиционирање на водите, општински планови за користење на водите во согласност со потребите и можностите и планови за користење на водата во одделни стопански организации. При употребата на водите во процеси на производство, неопходно е вградување на регулативи за количините, квалитетот и начините на искористувањето на водите, степенот на загаденост по најзиното искористување, методите на прочистување и квалитетот на прочистената вода.

Загадените комунални и индустриски води, поради здравствени, стопански и естетски причини, пред да се испуштат во површинските води мора да се прочистат со примена на соодветни методи. Кои од методите ќе се применат во пречистувањето на отпадните води ќе зависи од степенот на загаденост, видот на загадувањето (органиско, неорганиско, токсично) и од намената на пречистената вода. Во практиката се применуваат различни методи во пречистувањето на загадените води до степен при кој, од различни аспекти водата нема да биде штетна по здравјето на човекот, животните и растенијата. Во основа, за пречистувањето се користат: механички, физички, хемиски и биохемиски методи.

Хемиските методи се применуваат како завршни фази во пречистувањето на загадените води пред тие да бидат испуштени во водоводната мрежа, или пак како прва фаза после која се пристапува кон биолошко пречистување. Пречистувањето на отпадните води може да се врши во повеќе фази во зависност од бараниот квалитет на пречистената вода. Главно, пречистената вода се подложува на: примарно, секундарно и по потреба- терциерно пречистување.

4. КОНВЕНЦИОНАЛНИ И СОВРЕМЕНИ ПОСТАПКИ ЗА ТРЕТМАН НА ВОДЕНИТЕ РЕСУРСИ

Најчесто користени методи во третманот на водените ресурси се следните: адсорпција, електролиза, јонска измена, филтрација, коагулација и флокулација, биолошки третман, мембранска сепарација и биосорпција.

Во пракса најчесто користени сорбенти се: активен јаглен, природен и синтетски зеолит, бентонит, метални оксиди, перлит и нанопорозни материјали.

Во последно време во современите постапки за третман на водените ресурси се повеќе се наметнува процесот на биосорпција.

Биосорпцијата претставува физичко – хемиски процес кој се одвива во некоја биомаса, која овозможува врзување и концентрирање на определени елементи (загадувачи) во нејзината клеточна структура. Користењето на биосорпцијата за подобрување на животната средина е од особен интерес во последно време, бидејќи се обезбедува економски исплатлива алтернатива за отстранување на тешките, токсични метали од индустриските отпадни води, а со тоа се допринесува за значително подобрување и зачувување на животната средина [16,17].

Класичните методи за отстранување и санација на тешките метали се доста скапи и неефикасни. Меѓутоа определени истражувања покажале дека постои широк спектар на органиски отпад кој може да се

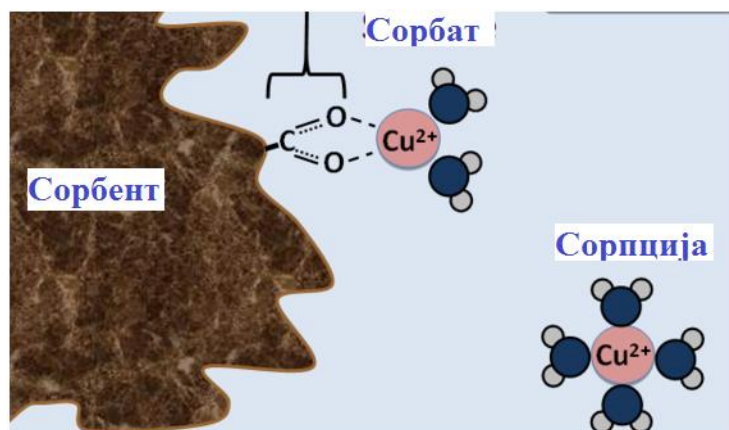
користи за отстранување на тешките метали, како на пример: оризови луспи (природни или модифицирани), габи, луспи од морков, тресет, алги, квасец, кочани од пченка, активен јаглен и др.



Слика 2. Механизми на биосорпција

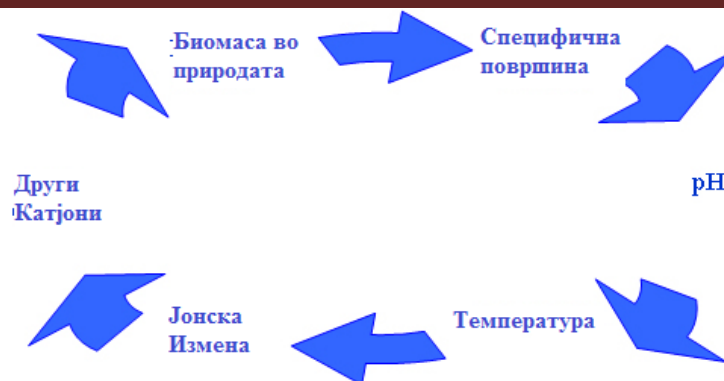
Во последните години е зголемен интересот за прочистување на индустриските отпадни води кои содржат тешки метали и кои го доведуваат во опасност здравјето на човекот и значително ја загадуваат животната средина. Секоја година се исфрлаат огромни количини на токсични метали со индустриски отпадни води во околината. Во текот на металуршките процеси се создаваат големи количини цврст и течен отпад од суровите материјали кои се исфрлаат во водата и со тоа предизвикуваат значајни штетни ефекти врз природата и нејзината околина, како и врз здравјето на човекот. Добро е познато дека тешките метали, како манган, железо, никел, хром, арсен, кадмиум, кобалт, ураниум, бакар и др., се многу токсични елементи и нивното испуштање во водата влијае на околината, како и на живите организми, директно преку ланецот на исхрана. Критичната токсичност на тешките метали предизвикувало различни еколошки катастрофи во човековата историја.

Биосорпцијата претставува алтернативна сепарациона постапка за елиминација на присутните тешки метали со примена на релативно ефтини и лесно достапни природни суровини (биомаса), кои најчесто претставуваат отпад од прехранбената индустрија. Ваквиот природен метод кон справувањето со металните полутанти е од особено значење за земјите во развој, како од економска гледна точка, така и во однос на задоволување на строгите критериуми на Зелената хемија и зеленото процесно инженерство.



Слика 3. Биосорпција на јони на тешки метали од водени раствори

Биосорпцијата како процес зависи од повеќе фактори. Така, биосорпцијата на исти биосорбент може да биде различна поради неговото потекло и да дава различни резултати. Тоа најчесто е поради различна клима и различниот состав на почвата од која се добиени биосорбентите.



Слика 4. Параметри кои влијаат врз биосорпцијата

Исто така, како фактор од кој зависи биосорпцијата е специфичната површина на биосорбентот. Колку поголема специфична површина има биосорбентот, толку подобри резултати дава адсорпцијата. Следни фактори кои влијаат на биосорпцијата се pH вредноста и температурата. Различни биосорбенти даваат различни резултати при промена на температурата и pH вредноста. Така некои со зголемување на температурата даваат подобри резултати, а други обратно. Истото се случува и со промената на температурата. Некои од биосорбентите даваат подобри резултати на поголема температура, а некои имаат незначителни подобрувања иако биле подложени на големи температурни разлики.

5. ЗАКЛУЧОК

Најновите прописи на меѓународните здравствени организации од аспект на еколошка и здравствена гледна точка, препорачуваат примена на комплексен третман на отпадните води со кој што ќе бидат елиминирани сите токсични компоненти од водата, а притоа се употребуваат прецизни процесни постапки со минимално, еколошки прифатливо влијание врз животната средина.

Одржливиот развој на сепарационите процеси во последно време сè повеќе ја наметнува потребата од развој на современи, неконвенционални биосепарациони постапки за елиминација на токсични метали од отпадните води со примена на неконвенционални сорбенти со ниска комерцијална цена. Биосорпцијата е една од најпопуларните екосепарациони постапки и имплементацијата на истата за процесирањето на отпадните води е од особен интерес за земјите во развој. Главните предности на биосорпцијата како современа биосепарациона постапка во однос на конвенционалните методи се следните: пониска цена на сорбентот, висока ефикасност, минимизација на хемиските и биолошките отпадни талози, можноста за регенерација на биосорбентот и можност за повторна употреба на елиминираниот метал.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Young, R.A., Loomis, J.B. (2014), Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods (2nd edition), RFF Press, Routledge, New York, USA, 358 p.
- [2] Neverre, N., Dumas, P. (2015), Projecting and valuing domestic water use at regional scale: A generic method applied to the Mediterranean at the 2060 horizon, Water Resources and Economics, vol. 11, p. 33-46.
- [3] Dupont, D.P., Renzetti, S., (2013), Household behavior related to water conservation, Water Resources and Economics, vol. 4, p. 22-37.
- [4] Biswas, A. (2008), Integrated Water Resources Management: Is it Working?, Water Resources Development, vol. 24, No. 1, p. 5-22.
- [5] Deason, J.P., Schad, T.M., Sherk, G.W. (2001), Water policy in the United States: a perspective, Water Policy, vol. 3, p. 175-192.
- [6] Gerlak, A.K. (2008), Today's pragmatic water policy: Restoration, collaboration, and adaptive management along I.S. rivers, Society and Natural Resources, vol. 21, p. 538-545.
- [7] Moran, D. and S. Dann (2008), The economic value of water use: Implications for implementing the Water Framework Directive in Scotland, Journal of Environmental Management, vol. 87, p. 484-496.
- [8] Pahl-Wostl, C. et al. (2008), The importance of social learning and culture for sustainable water management, Ecological Economics, vol. 64, p. 484-495.

- [9] Shiklomanov, I. (2000), Appraisal and assessment of world water resources, *Water International*, vol. 25(1), p. 11-32.
- [10] Rosenzweig, C. et al. (2004), Water resources for agriculture in a changing climate: international case studies, *Global Environmental Change*, vol. 14, p. 345-360.
- [11] Brown, R.R., Farrelly, M.A. (2009), Delivering sustainable urban water management – a review of the hurdles we face, *Water Science and Technology*, vol. 59, p. 839-846.
- [12] Dodane, P.H., Mbéguéré, M., Sow, O., Strande, L. (2012), Capital and operating costs of full-scale faecal sludge management and wastewater treatment systems in Dakar, Senegal, *Environmental Science and Technology*, vol. 46, p. 3705-3711.
- [13] Massoud, M.A., Tarhini, A., Nasr, J.A. (2009), Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. *Journal of Environmental Management*, vol. 90, p. 652-659.
- [14] Li, T., Zhang, W., Feng, C., Shen, J. (2014), Performance assessment of separate and combined sewer systems in metropolitan areas in Southern China, *Water Science and Technology*, vol. 69, p. 422-429.
- [15] Libralto, G., Ghirardini, A.V., Avezzu, F. (2012), To centralize or to decentralize: an overview of the most recent trends in wastewater treatment management, *Journal of Environmental Management*, vol. 94, p. 61-68.
- [16] Moussavi, G., Barikbin, B. (2010), Biosorption of chromium(VI) from industrial wastewater onto pistachio hull waste biomass, *Chemical Engineering Journal*, vol. 162(3), p. 893-900.
- [17] Faria, P.C.C., Orfao, J.J.M., Pereira, M.F.R. (2004), Adsorption of anionic and cationic dyes on activated carbons with different surface chemistries, *Water Research*, vol. 38, p. 2043-2052