

РЕЦИКЛАЖА И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ
UDK 628.316.13
Научни рад

Технички факултет у Бору – Универзитет у Београду, В.Ј. 12, 19210 Бор, Србија
Катедра за минералне и рециклажне технологије
Тел. +381 30 424 555, 424 556, Фак. +381 30 421 078

АНАЕРОБНИ ТРЕТМАН ОТПАДНИХ ВОДА
ANAEROBIC TREATMENT OF WASTEWATER

Војка Гардић[#], Александра Ивановић, Татјана Апостоловски-Трујић,
Милорад Ћирковић, Сузана Станковић
Институт за рударство и металургију Бор, Зелени Булевар 35, 19210 Бор

Извод

Третман индустријских отпадних вода анаеробним микроорганизмима омогућава конверзију органских загађивача до метана и угљен(IV)-оксида. Настали гас – биогаз даље се користи као извор енергије. Осим органских загађивача, процес омогућава конверзију сулфата, сулфита, нитрата и нитрита у продукте који нису штетни по околину.

Кључне речи: анаерони третман, отпадне воде, микроорганизми и биогаз

Abstract

The treatment of wastewater by anaerobic microorganisms converted organic pollutants to methane and carbon (IV)-oxide. Produced gas known, as "biogas" is a valuable fuel. Except organic pollutions, these processes get ability reduction of sulfate and sulfite, nitrate or nitrite, producing environmentally benign products

Key words: anaerobic treatment, wastewater, microorganisms, and biogas

[#] Особа за контакт: vojka.gardic@irmbor.co.rs

УВОД

Анаеробни третман отпадних вода сматра се технологијом 21 века. Спада у биолошке третмане отпадних вода без употребе ваздуха или елементарног кисеоника. Одсуство кисеоника води ка контролисаној анаеробној конверзији органских једињења до угљен (IV)-оксида и метана. Настали гас може се применити као извор енергије.

Предност анаеробног третмана је велика брзина прераде (10 до 20 пута већа у односу на конвенционални поступак који укључује примену активног угља) и мали трошкови прераде. Време повратка инвестиција процењује се на мање од две године.

Велики број примена усмерене су ка третману отпадних вода са садржајем органских загађивача. Међутим, поступак је

ефикасан и када су поред органских загађивача присутни и неоргански (сулфати и тешки метали, нитрати и нитрити).

У раду ће бити презентоване могућности и механизам анаеробног поступка у третману отпадних вода. Осим поменутих, поступак има примену и при биоремедијацији (биодеградација или биотрансформација токсичних загађивача), где микроорганизми у анаеробним условима оксидишу загађиваче до угљен (IV)-оксида, или их редукују до мање токсичних супстанци (дехлоринација хлорованих угљоводоника).

Поступак је применљив и код третмана загађених подземних вода или наслага на месту загађења [1].

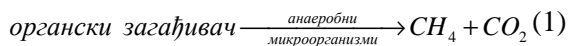
МЕХАНИЗАМ АНАЕРОБНОГ ТРЕТМАНА ИНДУСТРИЈСКИХ ОТПАДНИХ ВОДА

Органске супстанце као загађивачи

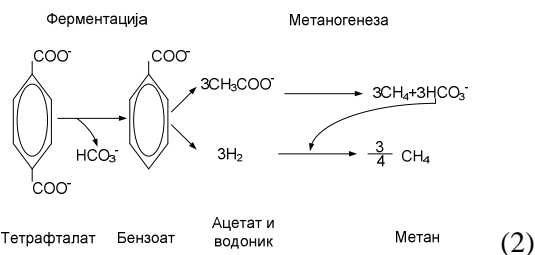
Индустријске отпадне воде са одређеним садржајем органских загађивача могуће је подвргнути анаеробном третману. Током процеса долази до конверзије органских загађивача уз помоћ анаеробних микроорганизама до гасовитих продуката.

Гас настао анаеробним деловањем микроорганизама на органске материје садржи CO_2 и CH_4 и познат је као биогаз.

Механизам конверзије органских загађивача може се описати следећом једначином:



Или

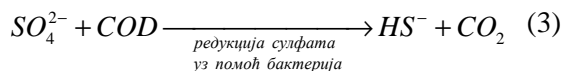


Количина органских материја присутних у води мери се потребном количином кисеоника за хемијску оксидацију поменутих загађивача (chemical oxygen demand - COD), што је у основи мера за садржај органских једињења или њихову концентрацију.

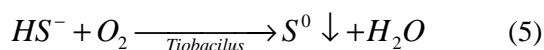
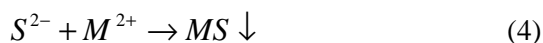
Сулфати и сулфити као загађивачи

Присуство сулфатних јона у отпадним индустријским водама не представља проблем приликом примене анаеробног третмана. Анаеробни микроорганизми редукују сулфатне (SO_4^{2-}) или сулфитне

(SO_3^{2-}) јоне до сулфидног (S^{2-}), према следећој једначини:



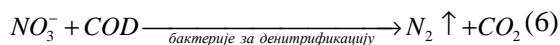
У случају присуства јона тешких метала, биолошки настао сулфидни јон реагује са јонима тешких метала и таложи их у облику метал-сулфида. Међутим, сулфиди метала у земљишту могу да дисосују на јоне и на тај начин настаје загађење подземних вода јонима тешких метала, док се сулфидни јон оксидује до елементарног сумпора. Описани процеси теку према следећим једначинама:



Нитрати и нитрити као загађивачи

Присутни нитрати у отпадним водама подлежу процесу денитрификације. Денитрификација у отпадним водама почиње процесом оксидације присутних органских или неорганских супстанци и истовременом редукцијом нитрата или нитрита до елементарног азота.

Процес денитрификације може се описати следећом једначином:



Процесом денитрификације долази до конверзије неорганских загађивача, нитрата и нитрита, до азота, који иначе чини 70%

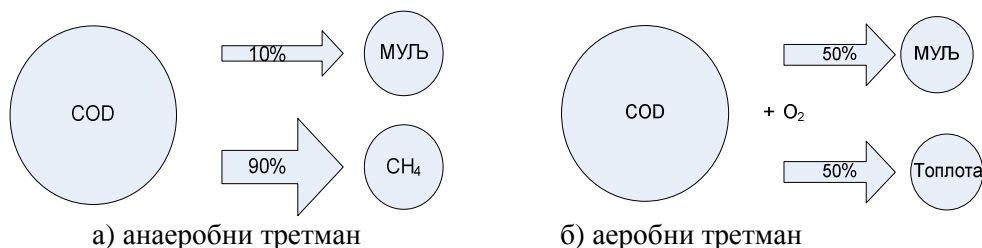
атмосфере, тј. настаје незагађујући продукат.

Међутим, често се у ефлуенту азот налази у облику амонијум јона (NH_4^+), тада је неопходно ефлуент подвргнути прво оксидацији применом хемотрофичних бактерија до нитрата (уз помоћ кисеоника), процес познат под називом нитрификација. Ефлуент који је већ подвргнут описаном предтретману даље се може третирати анаеробним микроорганизмима (подлеже процесу денитрификације) [2, 3, 4].

Предности анаеробног третмана отпадних вода

Предности анаеробног третмана отпадних вода у односу на аеробни представља се упоређивањем вредности COD-а, тј. расподелом утрошеног кисеоника у односу на добијене продукте (слика 1).

Аеробни третмани као продукт имају велике количине муља, чије одлагање захтева велика додатна улагања. Аерација отпадних вода је неопходна за поменути третман што захтева додатну опрема која је скупа и додатни је потрошач енергије, док се са слике 1. јасно види да је при анаеробном третману велика конверзија органских загађивача у метан, који је могуће касније користи као извор енергије. Технологија је једноставна за вођење, што се огледа и у случају потребе повећати капацитете постројења за обраду отпадне воде. На слици 2. дата је фотографија једног анаеробног постројења за третман отпадних вода.



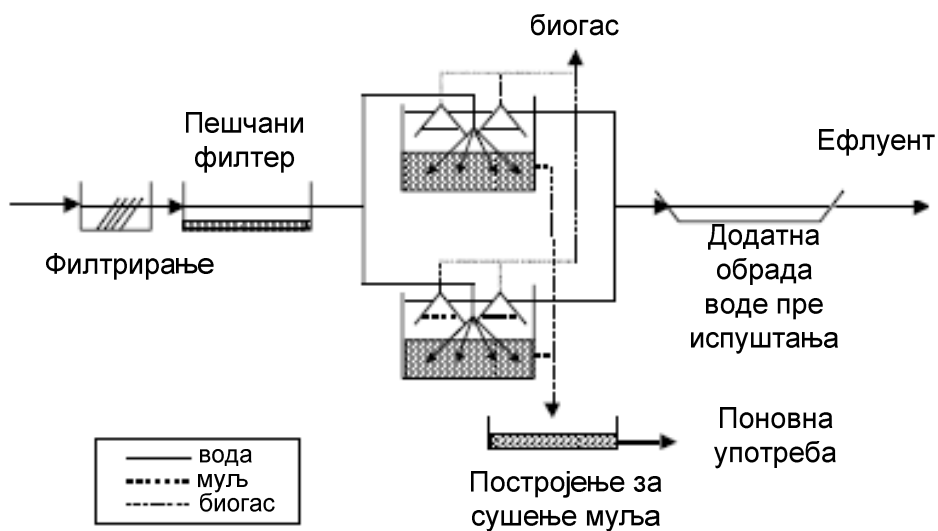
Слика 1. Расподела COD-а при различитим третманима отпадних вода



Слика 2. Изглед анаеробног постројења за пречишћавање индустријских отпадних вода у примени (Mirzapur)

На слици 3. приказан је шематски приказ целокупног постројења за пречишћавање индустријских отпадних вода. Једна јединица представља анаеробни третман

отпадних вода одакле се јасно види једноставност проширења постројења



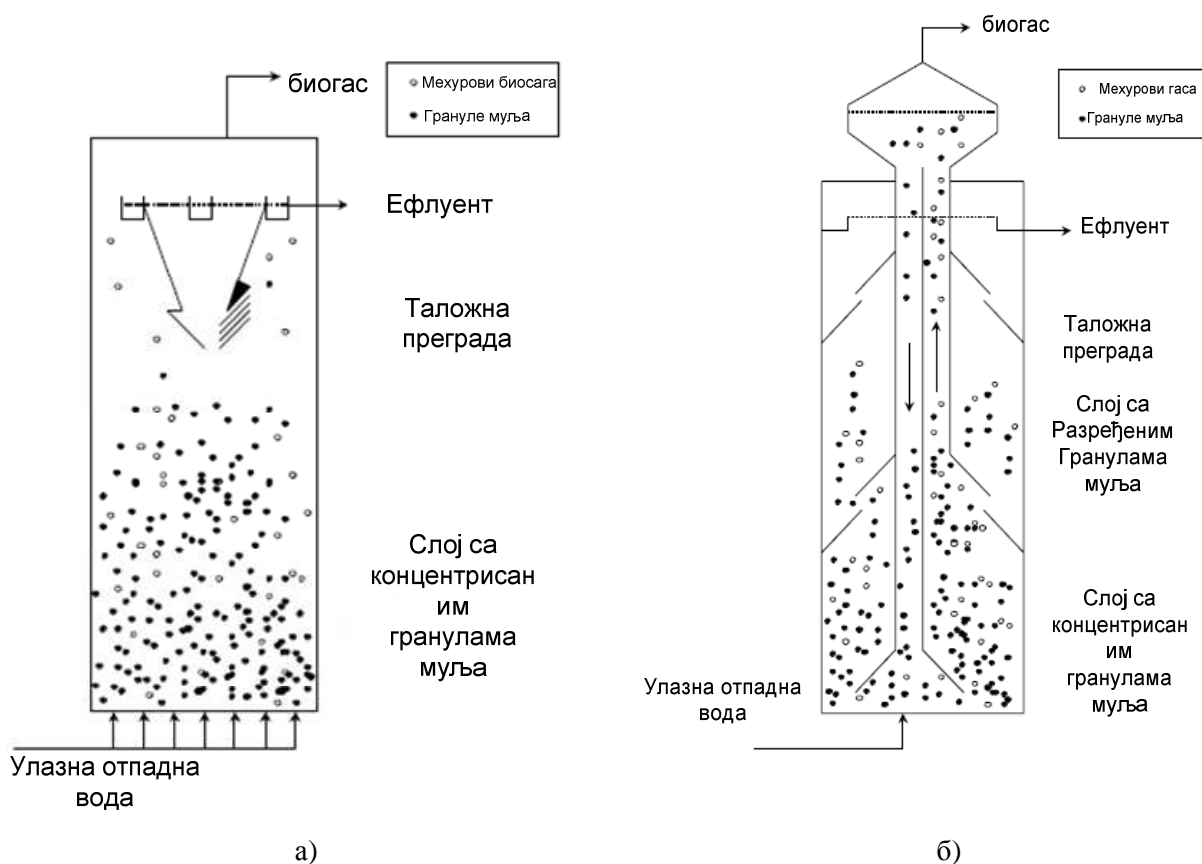
Слика 3. Шематски приказ анаеробног третмана као део постројења за пречишћавање индустријских отпадних вода

Типови јединица за анаеробни третман отпадне воде

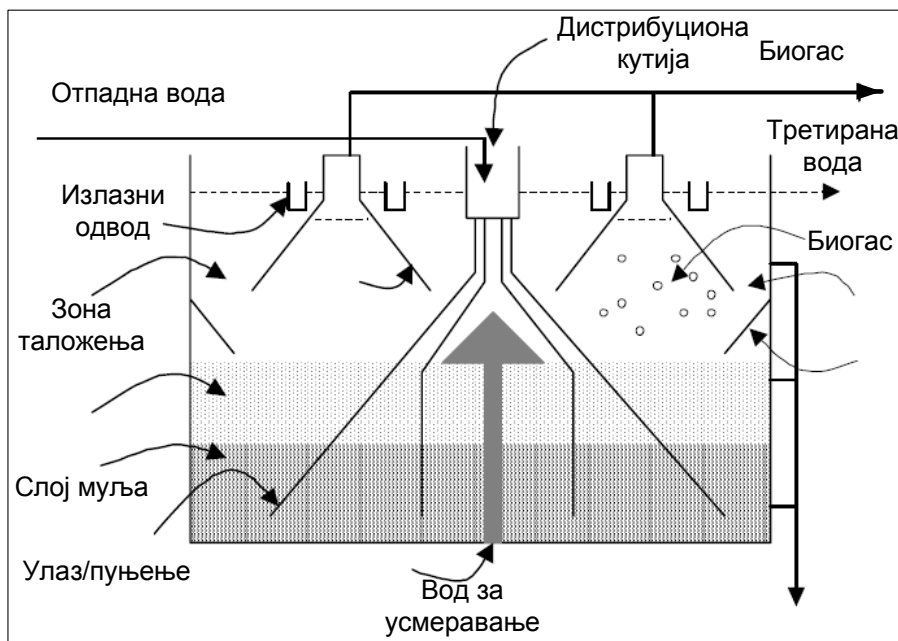
Постоје различити типови основних јединица које су саставни део постројења за анаеробни третман отпадних вода. Број јединица у постројењу зависи од потребног капацитета постројења.

Најједноставнија јединица третмана приказана је на слици 4 а). На слици 4 б) приказана је јединица са преградама.

Поступак анаеробног пречишћавања примењује се и у случајевима прераде комуналних отпадних вода, са великом ефикасношћу, малим трошковима прераде, уз добијање биогаса као енергента. Изглед једног таквог постројења шематски је приказан на слици 5 [5, 6, 7, 8].



Слика 4. Шематски приказ
 а) најједноставније јединице и
 б) јединице са преградама за анаеробни третман отпадних вода



Слика 5. Шематски приказ постројења за анаеробно пречишћавање комуналних отпадних вода

ЗАКЉУЧАК

Анаеробни третман отпадних вода омогућава пречишћавање индустријских, комуналних и других отпадних вода са одређеним садржајем органских и неорганских загађивача (нитрата, нитрита, сулфата, сулфита, јона тешких метала).

Процес је економски исплатив јер се као производ добија биогас, са одређеном енергетском вредношћу.

Анаеробни третман не захтева велика улагања у опрему и процењено је да је могућ повраћај инвестиције за две године.

Третман је једноставан у смислу управљања и ако постоје потребе и повећања капацитета.

Брзина третмана је 10-20 пута већа у односу на конвенционални третман са активним угљем.

Из изложеног се види велики број предности анаеробног третмана у односу на друге третмане пречишћавања како индустријске тако и комуналне отпадне воде, зато се поменути третман оправдано сматра технологијом 21. века у пољу пречишћавања отпадних вода

ЛИТЕРАТУРА

1. www.adi.ca
2. www.anaerobictechnologies.com
3. www.industrialwater.royalhaskoning.com
4. Garrido J.M., Omil F., Arrojo B., Méndez R., Lema J.M., „Carbon and nitrogen removal from a wastewater of an industrial dairy laboratory with a coupled anaerobic filter-sequencing batch reactor“, Water Sci Technol 43, 2001, 249–56.
5. Gangagni Rao A., Venkata Naidu G., Krishna Prasad K., Chandrasekhar Rao, N., „Anaerobic treatment of wastewater with

- high suspended solids from a bulk drug industry using fixed film reactor (AFFR)“, *Bioresource Technology* Volume 96, Issue 1, January 2005, Pages 87-93
6. Puñal A., Roca E., Lema M., „An expert system for monitoring and diagnosis of anaerobic wastewater treatment plants“, *Water Research* 36 (2002) 2656-2666
7. www.elsevier.com/locate/watre
8. www.esemag.com/index.html