

Аеробно пречистване на води в еднообемни пречиствателни станции чрез използване на универсални мултифлуидни устройства

Стефан Недев, Боян Боянов, Анастас Стоянов

Aerobic treatment for wastewater in one-volume installation for treatment by using universal devices: A technological work scheme of one-volume aerobic treatment plant is developed and suggested. The developed by us multi-purpose ejector devices working with 3 fluids (air, water and steam) applicable in treatment facilities are used for this purpose.

Key words: waste water treatment, aerobic processes, ejector devices, technology.

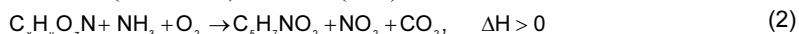
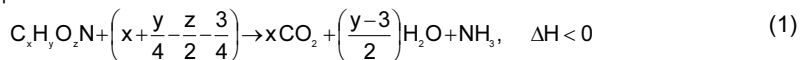
ВЪВЕДЕНИЕ

Ускореното развитие на биотехнологиите и навлизането им в екологията със своята социална и икономическа значимост през последното десетилетие, се дължи на задълбоченото изучаване на свойствата на биологичните системи да синтезират и трансформират практически всички природни субстрати. Постигнат е значителен напредък в мултиплицирането на естествено протичащите в природата биологични процеси, като се разработиха различни методи и технологии. Това доведе до чувствително повишаване на ефективността и снижаване на разходите, необходими за пречистване на отпадъчните води. Основни фактори в тях са: енергийни източници, хранителните вещества, кислородният и температурен режим, рН на средата и др.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Голямото разнообразие на третираните отпадъчни води предполага разработването на различни методи и апарати за тяхното аеробно очистиране. През последните години се отделя внимание на: третирането на отпадъчните води с различни оцветители [10]; разтворимите био-органични вещества [9]; водите от дъбене в кожарската промишленост [6]; битовите води [13]; влиянието на условията на въздушната рецикулация [7,11,12] и др. Активната утайка се променя количествено и качествено по състав в зависимост от природата на замърсителите. Съдържащите се в нея бактерии са: автотрофни – нитрифициращи и серни; хетеротрофни – с протеолитична и захаролитична активност, както и оползотворяващи парафини и ароматни въглеводороди. Активната тиня съдържа също плесенни гъби, участващи в разлагането на алкохоли, органични киселини или усвояващи органични форми на азота. Съдържащите се в нея актиномицети и близки до тях микробактерии помагат за разлагането на въглехидрати, мазнини, органични вещества и въглеводороди. В активната тиня може да се срещнат и водорасли, но рядко и в неголямо количество [1,8]. Освен това в аеробното очистиране участват и нисши организми като протозои и по-висши организми като червеи, ларви на насекоми и др. Поради това при биохимичното разграждане на органични вещества в аеробни условия протичат множество разнообразни процеси. Скоростта на биохимичните реакции се определя от активността на ферментите и зависи от: температурата, рН и наличието на различни вещества в замърсените води. Всеки от ферментите има оптимална температура, при която скоростта на ферментационния процес е най-голяма. Също така процесът на окисление зависи от съдържанието и структурата на всички разтворени органични вещества в отпадните води. С приоритет се окисляват веществата необходими за създаване на клетъчен материал и получаване на енергия. Останалите вещества се консумират в зависимост от ферментите с различна скорост. Сложни смеси от органични вещества се разрушават от 80 - 100 различни фермента. Сумарните реакции на

биохимично окисление в аеробни условия може да бъдат представени схематично в следния вид:

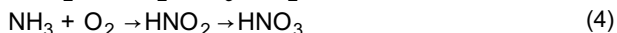
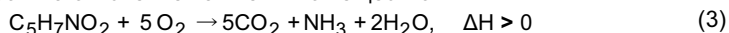


Реакция (1) показва окислението на веществата за задоволяване енергийните нужди на клетката. Реакция (2) показва окислението на веществата необходими за синтез на клетъчното вещество. Със $C_xH_yO_zN$ са означени всички органични вещества в замърсените води. Разходът на O_2 при тези реакции представлява биохимичната потребност от кислород БПК₅ за отпадни води. БПК₅ се равнява на количеството разтворен O_2 , който се изразходва за биохимично окисление на единица обем отпадъчни води при 20° С за 5 дни. По-пълна оценка за качеството на отпадъчните води дава показателят ХПК – химична потребност от кислород, представляваща количеството O_2 необходимо за пълно окисляване на всички органични и неорганични вещества налични в отпадъчните води при използване на окислител калиев бихромат. Докато ХПК отразява наличието и разлагането на органични и неорганични примеси по чисто химичен път в отпадъчните води, БПК отразява разлагането на органичните примеси по биохимичен път с помощта на аеробни микроорганизми. Отношението $\frac{БПК}{ХПК}$ е важен показател при избор на метод за

пречистване. Ако $\frac{БПК}{ХПК} > 0,5$ се приема биологичен начин на пречистване, а ако

$\frac{БПК}{ХПК} < 0,5$ се прилагат физикохимични методи за пречистване.

По-нататък протича окисление на клетъчно вещество:



където: $C_5H_7NO_2$ - средно съотношение на основните елементи в клетъчното вещество на бактериите [1,8].

При определяне зададена степен на пречистване, факторите влияещи върху скоростта на окисление са: съдържанието на O_2 , температурата, рН, биогенните елементи, тежките метали и соли в отпадъчната вода. Скоростта на процеса се влияе и от турбулизацията на отпадъчните води вследствие увеличеното подаване на хранителни вещества и O_2 към микроорганизмите. Кислородът се внася в нея чрез аерация на водата, тъй като той може да се използва от микроорганизмите. Подходящата за протичане на биохимичните реакции температура е в диапазона 20° - 30° С, като повишаването ѝ унищожава микроорганизмите, а понижаването ѝ забавя скоростта на процеса.

Най-широко практическо приложение намират аеробните биохимични пречиствателни съоръжения. Тези съоръжения обикновено имат трикамерна конструкция изработена от стомана, стоманобетон или конструкционни полимери – най-често полипропилен [14-18]. Първата камера служи за първично утаяване, втората камера представлява биореактор, в който се извършва аерация и третата камера е също утаителна, за вторична утайка. От технологична гледна точка в първичния утаител се отделят диспергираните вещества, а избистрената течност постъпва в биореактора, през който циркулира активната тиня. Преди началото на аерацията отпадните води не трябва да съдържат повече от 150 mg/dm³

диспергирани частици и не повече от 25 mg/dm³ нефтопродукти. Във вторичния утаител постъпва водата с активната тиня, където тя се утаява, а пречистената вода напуска пречиствателното съоръжение.

Аеробните биохимични съоръжения могат да бъдат класифицирани по различни признаци:

1. Според начина на подаване на водата и рециркулация на утайката: конвенционални, смесителни, биобасейни с разредоточено подаване на вода и др.
2. Според броя пречиствателни степени: едно-, дву- и многостепенни.
3. Според съдържанието на утайката: ниско, нормално и високо натоварени.
4. Според вида на системата за аерация: използващи пневматичен или механичен метод.

При биохимичното пречистване на водата се образуват утайки, които трябва да се преработят за намаляване на замърсяването от тях. Тези утайки обикновено представляват трудно филтрируеми суспензии. Във вторичния утаител се намира активна тиня с обем 1-2 пъти по-голям от обема на утайката в първичния утаител. Водата в утайките е 60–65% в свободно състояние и 30–35% в свързано състояние. Свързаната вода е колоидно или хигроскопично свързана. За да се обработят утайките се използват различни технологични процеси: уплътняване, стабилизация – аеробна или анаеробна, конденциониране, обезводняване, термично обработване, ликвидация или утилизация.

Основните флуидни потоци са означени на принципната схема на разработеното от нас „Еднообемно аеробно пречиствателно съоръжение“ (ЕАПС), показана на фиг.1. Принципът на действие изцяло покрива технологичната последователност при аеробното биохимично пречистване на водите. Разликата се състои в еднообемната му конструкция, което е възможно благодарение на използването на серия разработени от нас „Универсални мултифлуидни устройства“ (УМУ), приложими в битови и индустриални пречиствателни съоръжения [2-5]. Създадената в тях възможност за многооперационна работа и разработеното микропроцесорно управление, базирано на персонален компютър гарантира пълната повторяемост на протичащите процеси в известните до момента аеробни пречиствателни съоръжения.

Технологичната последователност на работа на ЕАПС се състои в следните етапи:

I. Механично пречистване – включва зареждане и отстраняване на едрите механични частици, маслени и други включвания посредством сита, решетки, пясъкоуловители, маслоуловители и др.

II. Първично утаяване:

1. Технологично време за утаяване.
2. Изпомпване чрез УМУ на получената утайка и отвеждането ѝ в утаечно-задържащата шахта.

III. Биологично пречистване – отстраняване на остатъчното органично замърсяване и нитрификация на амониевия азот чрез циклично провеждане посредством УМУ на:

1. Аерация.
2. Разбъркване.
3. Хомогенизиране.
4. Темперирание.

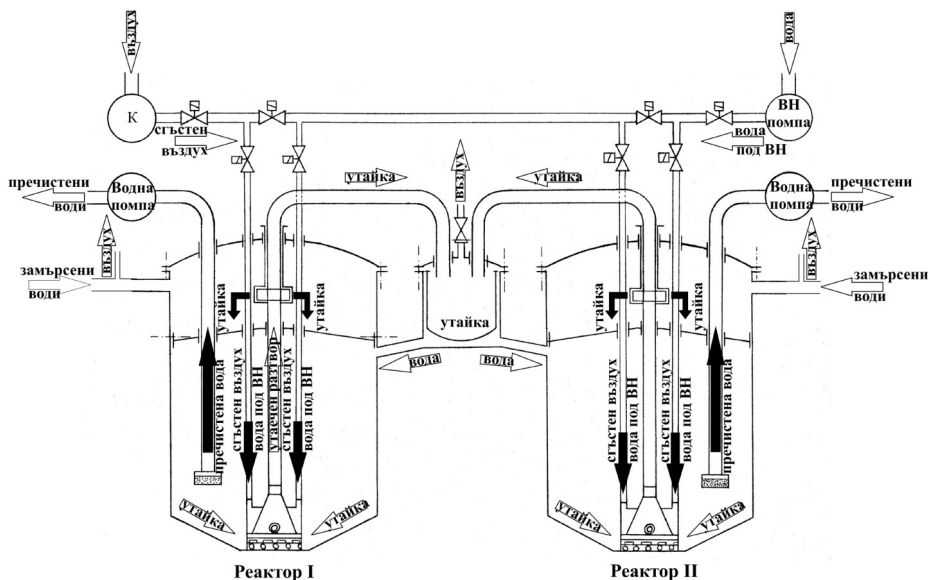
IV. Вторично утаяване:

1. Технологично време за утаяване.
2. Изпомпване на сивите води от центробежната водна помпа.

3. Изпомпване чрез УМУ на утайката съдържаща активната тиня, като се оставя единствено количество равняващо се на оборотната утайка в многокамерните аеробни съоръжения.

V. Външно обработване на утайките – осъществява се извън предложеното ЕАПС и не е обект на настоящата разработка.

Поради конструктивните особености на ЕАПС технологичната последователност се повтаря за реактор II, като зареждането на двата реактора става последователно в непрекъснат режим. За съоръжения с повишена производителност се предвижда по-голям брой биореактори.



фиг.1. Технологична схема на ЕАПС

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработена е нова конструкция на ЕАПС, работата на което се основава на създадената серия УМУ с промишлено предназначение. Тя притежава следните предимства, които я отличават от класическите съоръжения използващи аеробното биохимично пречистване на водите:

1. Ниски експлоатационни разходи, поради липсата на консумативи и мощни електрозахранвани устройства.
2. Възможност за приложение в съществуващи еднообемни септични ями, като се налага тяхното хидроизолиране.
3. Намаляване общия обем на съоръжението с близо 2/3 спрямо класическите многокамерните аеробни пречиствателни съоръжения.
4. Дава възможност за обработка чрез аеробно пречистване и на отлежали утайки, поради възможностите за разбъркването и хомогенизирането им, temperирането им, предварителното и/или съпътстващото им аериране, регулиране на рН чрез външно внасяне и хомогенизиране на химични съединения чрез едно устройство.

5. Дава възможност за темперирание на водата за постигане на оптимална температура за ускорено развитие на микроорганизмите чрез аериране посредством пара, горещ/охладен въздух или при необходимост внасяне на ограничени количества вода с подходяща температура до 95° С под високо налягане.

6. Премахва се необходимостта от рецикулация на активна утайка от камерата за вторично утаяване към биореактора.

Разработването на ЕАПС създава съвременна алтернатива на съществуващите многокамерни аеробни пречиствателни съоръжения с битово и индустриално приложение. То е приложимо както в малки промишлени обекти и еднофамилни жилищни сгради, така и в големи пречиствателни съоръжения към индустриални обекти, многофамилни жилищни сгради, хотели, ваканционни селища, малки и средни населени места.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Магаева,С., Караиванов,С., Екологична химия и опазване на околната среда, "Булвест 2000", София, 2002.

[2] Недев,С., Стоянов,А., Конструкция на утаечен смукател с компресорно напомпване, Научни трудове на СУБ – Пловдив, серия В, Техника и технологии, VII, (2008), 153-157.

[3] Недев,С., Стоянов,А., Универсални мултифлуидни устройства за приложение в ежекторни утаечни смукатели, дренажни и други помпи за течности, Международна конференция ТЕХСИС`09, Пловдив, България, 29-30 май 2009, 14, 2, 259-263.

[4] Недев,С., Стоянов,А., Метод за отстраняване на утайки чрез хомогенизиране, Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив, серия Б, Естествени и хуманитарни науки, XII (2009), 36-39.

[5] Стоянов,А., Недев,С., Методика за конструиране на универсални мултифлуидни устройства за приложение в ежекторни утаечни смукатели, дренажни и други помпи за течности, Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив, серия Б, Естествени и хуманитарни науки, XII (2009), 40-45.

[6] Durai,G., Rajasimman,M., Biological Treatment of Tannery Wastewater – A Review, Journal of Environmental Science and Technology, 4 (1):1-17, 2011.

[7] Ekinci,K., Keener,H., Akbolat,D., Effect of feedstock, airflow rate, and recirculation ratio on performance of composting systems with air recirculation, Bioresource Technology, 97 (2006), 922-932.

[8] Manahan,S.N., Environmental Chemistry, Lewis Publishers, 6th Edition, 1999, p.600.

[9] Montoneri,E., Boffa,V., Savarino,P., Perroneq,d., Ghezzeo,M., Montoner,C., Mendichi,R., Acid soluble bio-organic substances isolated from urban bio-waste. Chemical composition and properties of products, Waste Management, 31 (2011), 10-17.

[10] Ong,S., Uchiyama,K., Inadama,D., Ishida,Y., Yamagiwa,K., Treatment of azo dye Acid Orange 7 containing wastewater using up-flow constructed wetland with and without supplementary aeration, Bioresource Technology, 101 (2010), 9049-9057.

[11] Plamondon,C., Chazarenc,F., Comeau, Y., Brisson, J., Artificial aeration to increase pollutant removal efficiency of constructed wetlands in climate, Ecological Engineering, 27 (2005), 258-264.

[12] Selvamurugan,M., Doraisamy,P., Maheswari,M., An integrated treatment system for coffee processing wastewater using anaerobic and aerobic process, Ecological Engineering, 36 (2010), 1686-1690.

[13] Zhang,L., Liu,Y., Shen,Y., Liu,H., Xiong,Y., Effect of limited artificial aeration on constructed wetland treatment of domestic wastewater, Desalination, 250 (2010), 915-920.

[14] www.abt-bg.com

[15] www.bioteh-bg.com

[16] www.envirochemie.bg

[17] www.hg-sons.com

[18] www.hydrotech.ro

За контакти:

гл. ас. маг. инж. физик Стефан Радев Недев, e-mail: stefan.nedev@mail.bg

доц. д-р Боян Симеонов Боянов, e-mail: boyanb@uni-plovdiv.bg

маг. инж. физик Анастас Стефанов Стоянов, e-mail: anastas.stoyanov@abv.bg

ПУ "Паисий Хилендарски", 4000 Пловдив, ул."Цар Асен"№ 24

Докладът е рецензиран.