

ПОЛУЧАВАНЕ НА МЕТАН В АНАЕРОБНИ ИЗГНИВАТЕЛИ ОТ УТАЙКИ ПРИ ПРЕЧИСТВАНЕ НА ОТПАДЪЧНИ ВОДИ

METHANE PRODUCTION IN ANAEROBIC DIGESTER BY SLUDGE OF WASTEWATER TREATMENT

Galia Bardarska, Economic Research Institute-Bulgarian Academy of Sciences

Summary: The sludge treatment of the urban wastewater treatment plants is a problem in Bulgaria. The constructed anaerobic digesters don't work effectively. One of the main reasons about low production of the methane is not sufficient concentration of organics in the sludge after the wastewater treatment included nitrification/denitrification. Also, the anaerobic digesters are with dangerously exploitation. The case study of UWWTP of the town of Plovdiv is described.

Въведение

За статистиката на отпадъците наблюдението на утайките от пречистването на отпадъчните води се провежда съгласно изискванията на Регламент № 2150 на ЕС от 25.11.2002 г. (НСИ, 2011).

Възприети са показателите и дефинициите, съответстващи на Закона за управление на отпадъците (ДВ, бр. 86 от 30.09.2003 г.). Съгласно закона операциите, на които се подлагат отпадъците, са оползотворяване и обезвреждане. Обикновено утайките се третираат преди

обезвреждане или оползотворяване, за да се намали съдържанието на вода, склонността им към ферментация и наличието на патогенни микроорганизми. Около 50% от всички образувани утайки от градски пречиствателни станции за отпадъчни води (ГПСОВ) с капацитет над 5000 еквивалент жители в страната са неопасни (МОСВ, 2009). Все още данните за количеството утайки за оползотворяване и за обезвреждане са твърде променливи в периода 2005 – 2009 г. (Таблица 1) (НСИ, 2011).

Таблица 1. Образувани утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води

№	Образувани утайки, в това число:	2005	2006	2007	2008	2009
1.	Общо количество утайки, t	192 420	155 086	68 019	153 550	98 566
2.	Предадени утайки за оползотворяване, t	16 596	91 571	63 057	25 199	86
3.	Предадени утайки за обезвреждане, t	20 713	937	139	75 472	23 774

Избраните технологии на пречистване по пътя на водата в ГПСОВ и методите на третиране на получените утайки определят както количеството на получената утайка, така и годността ѝ за последващо оползотворяване или обезвреждане. Утайките са и източник на топлина и енергия. В статията се описва получаването на метан чрез анаеробно изгниване в метантанкове на

утайки, получени при пречистване на отпадъчни води, като се концентрира на проблемите. Използвани са данни от действащата ГПСОВ Пловдив.

Методи за третиране на утайките от пречистването на отпадъчни води

В страната се използват следните методи за предварително третиране преди извършване на крайните опера-

ции по оползотворяване или обезвреждане на утайките от пречистването на отпадъчни води:

- *Анаеробно изгниване в метантанк при температура най-малко 30°C (при мезофилни условия 30°-33°C и при термофилни условия 51°-53°C) в продължение на 15 дни и допълнително 15 дневно престояване на изсушителни полета.*

Метантанковете представляват цилиндрични резервоари с конично дъно и херметично покритие, завършващо в горната част с пространство за събиране и система за отвеждане на метана, който се отделя при гниене на утайката. Освен метан при гниенето на утайката се отделя и въглероден двуокис. Тяхното разделяне се извършва чрез промиване с вода под налягане.

Под действието на мезофилни бактерии органичното вещество на утайките се разгражда до образуване на метан, който може да се използва за подгряване и допълнително сушене на утайките, отопление или за производство на електричество. След анаеробно изгниване в метантанк органичното вещество на утайките намалява с 30% - 40% и при добре работещи съоръжения се очаква получаването на стабилизирани остатък след преминаване на утайката през метантанковете. Голяма е вероятността този остатък да съдържа някои патогени, изискващи температури за тяхното обезвреждане много по-високи от тези в анаеробните изгниватели. При последващо оползотворяване на остатъка от утайките е задължително провеждането на пълен физико-химичен и микробиологичен анализ за доказване на тяхната годност при използването им в земеделието, рекултивация на терени или складиране. Често пъти за обеззаразяване се прилага и допълнително варуване с негасена вар, което увеличава себестойността на третиране на утайките чрез анаеробно изгниване. Общите разходи за експлоатация, поддръжка и амортизационни отчисления при третиране на утайките чрез анаеробно изгниване в метантанкове невинно се покриват с цената на получаваната ел. енергия от отделения метан. Тук се имат предвид и газолдерите за

съхранение на биогаза и инсталацията за ко-генерация за превръщането му в ел.ток, както и необходимостта от висококвалифициран персонал за управление на сложния процес с цел избягване на аварии с летален изход. Разходите при използването на метантанкове и последващата обработка на получения остатък от стабилизирани утайки с цел оползотворяването ѝ, заедно с разходите при третирането на отпадъчните води, значително ще надвишат прага на поносимост на ВиК услугата за населението, което автоматично ще наложи бързото въвеждане на водното подпомагане за първия децил от населението и уязвимите групи (Шопов Г., 2006; Велкова Д. и кол., 2011);

- *Мезофилно изгниване в открити изгниватели.* Методът е подобен на анаеробното изгниване в метантанкове, но се извършва в открити резервоари или лагуни без допълнително поддържане на температурата. Скоростта и степента на изгниване е различна в зависимост от сезона, като по този начин времето за третиране се увеличава и може да достигне до две години. Този метод не рядко е съпроводен с наличието на неприятна миризма;

- *Обезводняване.* Най-често използваният метод за обезводняване на утайките е с прилагането на центрофуги, филтър преси и изсушителни полета. Процесът на механично обезводняване се прилага както към сурови, непреработени, така и към стабилизирани чрез анаеробно третиране утайки. В резултат съдържанието на сухо вещество нараства и в утайките след филтър пресата достига 20-30%. Обезводнените утайки се съхраняват на площадки, където допълнително се стабилизират и изсушават.

Възможно е използването и на следните методи за предварително третиране на утайки преди крайното им оползотворяване или обезвреждане (МОСВ, 2009):

- *Третиране с вар на сурови утайки.* Суровите обезводнени утайки могат да се смесват с вар, в количество достатъчно за повишаване на рН над 12 и задържане при тези условия за 2 часа с цел поддържане на температура на

сместа над 70 °С. Разходът на вар може да достигне до около 500 kg на тон сухо вещество в утайката. Вместо вар може да се използва по-евтин прах от филтрите на циментови пещи. След обработка с вар съдържанието на сухо вещество в утайките нараства до 37%;

- *Компостиране на сурови утайки.* Компостирането на сурови утайки е биохимичен процес, който се извършва под действието на микроорганизми при работна температура 45-55 °С. Процесът изисква добавяне на 20-50 % обемен материал спрямо общото сухо вещество под формата на дървесни стърготини и кори, слама, узрял компост и др. за подсигуряване аерирането на материала. Съдържанието на сухо вещество нараства до 50 %;

- *Термично сушене.* Термичното сушене е процес, който се прилага за предварително обезводнени утайки - сурови или след анаеробно изгниване.

Процесът се провежда при температура над 80 °С до съдържание на сухо вещество 80-95 %. Процесът е свързан със значителен разход на енергия в зависимост от съдържанието на сухо вещество в постъпващия и крайния материал. Енергията може да бъде набавена от изгаряне на образувания биогаз от изгнивателите или чрез използване на енергия от външен източник.

Прогнозните количества на неопасните утайки, образувани от ГПСОВ за 2013 и 2020 г., представени в **Таблица 2**, са определени на база средна норма за количествата утайки (като 100 % сухо вещество), които ще се образуват годишно от еквивалент жител (РЕ) в размер на 15 kg/РЕ (МОСВ, 2009). Данните за броя на еквивалент жители са от Програмата за прилагане на Директива 91/271/ЕЕС за пречистване на отпадъчни води от населени места.

Таблица 2. Прогнозни количества на неопасни утайки от ГПСОВ и начини на оползотворяване

Година	Количество, на база сухо вещество, t	Количество, при 25% съдържание на сухо вещество, t	Оползотворяване в земеделието и за рекултивация на терени, %	Изгаряне или съвместно изгаряне, %	Депониране, %
2013	135 000	540 000	50	10	40
2020	153 700	614 800	60	20	20

При одитирането от Европейската сметна палата на 73 ГПСОВ в Испания, Ирландия, Португалия и Гърция, финансирани от европейски фондове, броят на станциите с приложени методи за третиране на утайките, позволяващи тяхното повторно използване, е както следва: разпръскване върху почвата в Испания (16), Ирландия (17) и Португалия (14), и изгаряне в Гърция (1) (Европейска сметна палата, 2009). Броят на ГПСОВ, в които са приложени методи, непозволяващи повторно използване, са: изхвърляне в общински депа: Испания (2), Ирландия (1), Португалия (1) и Гърция (14); складиране на място в пречиствателните станции: Португалия (3) и Гърция (2) и други видове на складиране: Испания (1) и Гърция (1) (Европейска сметна палата, 2009).

По отношение на използването на утайките от ПСОВ в земеделието се

води широк дебат на световно ниво. Използването на утайки в земеделието е забранено в Холандия и област Фландрия в Белгия, а в други страни изискванията са много строги (Дания, Финландия и Швеция). В Ирландия, Португалия и САЩ държавата поощрява използването на утайки в земеделието и за рекултивация на нарушени терени. Условието за използване на утайките от ПСОВ у нас са регламентирани в изменената през 2011 г. Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието (Обн. ДВ бр. 112/23.12.2004, изм. ДВ бр. 29/08.04.2011).

Проблеми при получаване на метан – пример ГПСОВ Пловдив

Теоретично е доказано, че при добре работещи технологии за отстраняване на азот и фосфор се получава стабилизира-

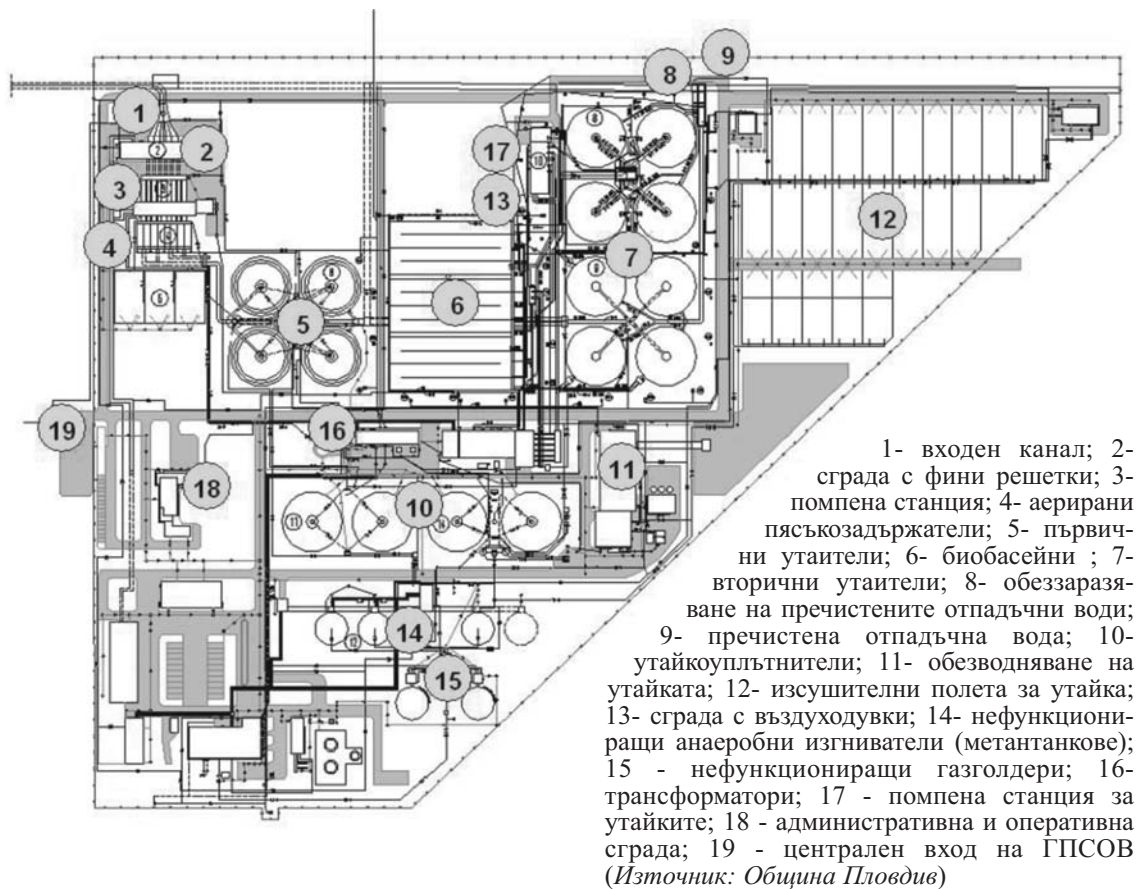
на излишна утайка с по-ниско съдържание на органично вещество, което не е достатъчно за ефективната работа на метантанковете за производство на метан. Това се наблюдава и при новоизградените метантанкове у нас и поради факта, че органичното натоварване още на входа на пречиствателните ни станции за отпадъчни води е ниско. При тези условия инсталациите за анаеробно изгниване работят с намален капацитет и не са рентабилни. Този факт трябва да се има предвид при проектиране на нови инсталации за третиране на утайки, получени при пречистване на отпадъчни води.

Много показателен пример за неработещи метантанкове е ГПСОВ Пловдив, която е проектирана през 1973 г. от Водоканалпроект, София, изградена е през периода 1975 – 1982 г. и е пусната в експлоатация през декември 1984 г. Станцията е двустъпална с механично и биологично стъпало за отстраняване на въглерода (Фиг. 1, 2). Пречистените

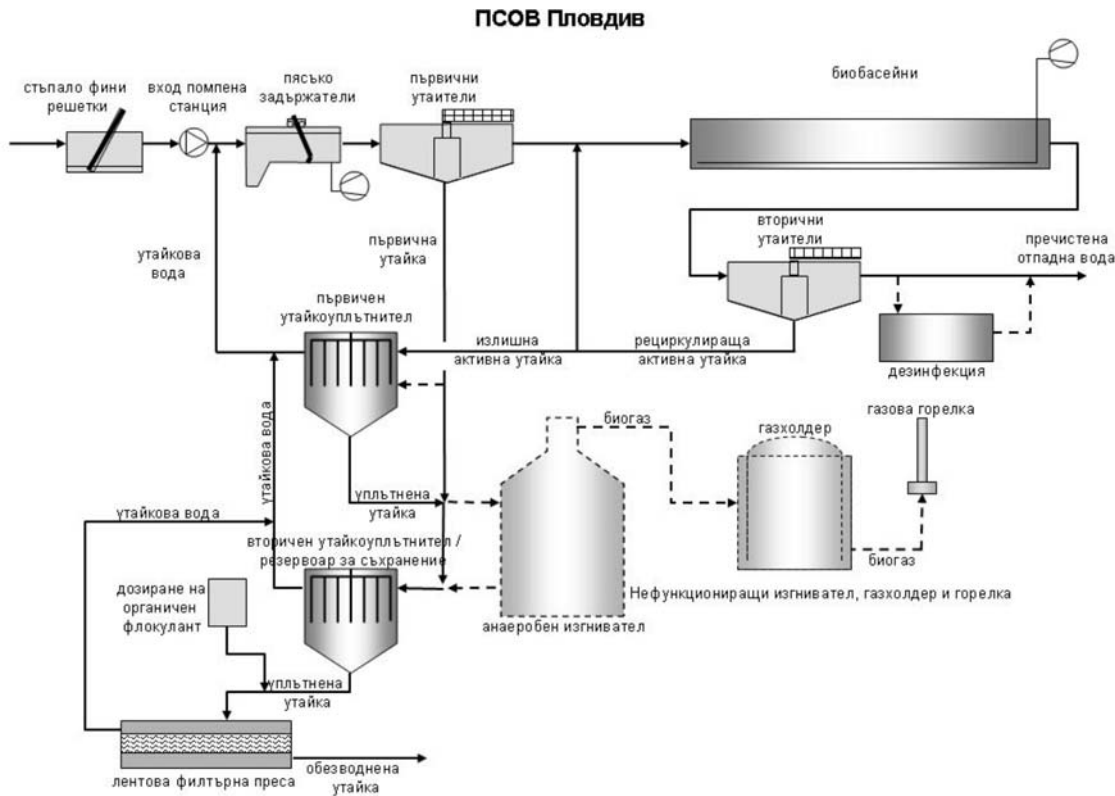
смесени отпадъчни води от станцията се заустват в река Марица чрез открит оточен канал с дължина 2,6 km.

Пречиствателната станция е проектирана за следното среднодневно натоварване: 213 000 m³/d отпадъчни води и органичен товар от 35 780 kg БПК₅/d. През 2008 г. среднодневното водно количество е 165 293 m³/d при 596 333 PE. По информация на Община Пловдив прогнозните данни за среднодневното количество за 2013 г. и 2038 г. са съответно 160 839 m³/d и 163 214 m³/d при еднакво натоварване (33 000 kg БПК₅/d) и брой еквивалент жители (550 000 PE) за двата периода.

Експлоатационният персонал с наличните остарели съоръжения постига добър ефект на пречистване по БПК₅, докато азота и фосфора се отстраняват частично и концентрациите им на изхода на станцията не отговарят на съответните наредби на ЕС и на Разрешително за заустване от 11.08.2010 г. Проблемите



Фиг. 1. Ситуация на съоръженията на действащата ГПСОВ Пловдив



Фиг. 2. Технологична схема на действащата ГПСОВ Пловдив (Източник: Община Пловдив)

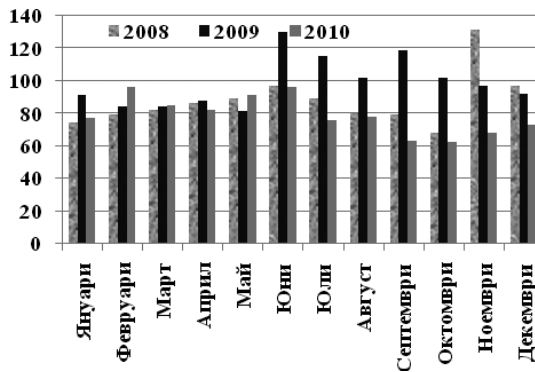
по пътя на водата на ГПСОВ Пловдив са ясни за вземащите решения на местно ниво (ВиК и община), но третирането на утайките и тяхното оползотворяване бяха дискутирани на общинско ниво през 2011 г. Въпреки съществуващите метантанкове и газхолдери за производство и съхранение на метана, експлоатационният персонал не успява да ги въведе в експлоатация. Освен това, в миналото при подготовката за пуск на метантанк има експлозия и жертва. Понастоящем първичната и вторичната утайка се третира чрез гравитачно уплътняване, обезводняване и сушене на открито т.е. получените утайки се депонират в района на ГПСОВ, което не отговаря на европейските хигиенни и екологични стандарти.

Преценката на наши и чужди експерти е, че ГПСОВ Пловдив може да се реконструира с цел да отговори на Директива 91/271/ЕЕС за пречистването на отпадъчните води от населени места. За да се постигнат

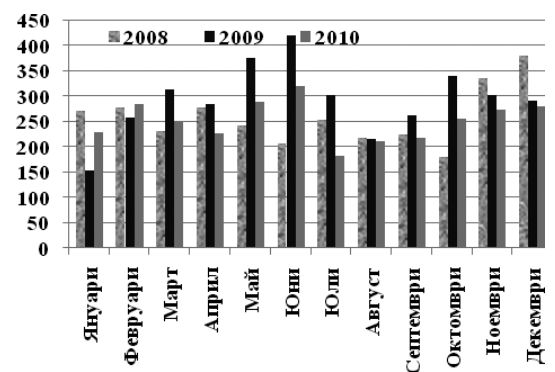
нормативните стойности на азот и фосфор в пречистените отпадъчни води, трябва да се добавят процеси като денитрификация и отстраняване на фосфор. Необходимо е да се предвиди и стабилизиране на утайката, позволяващо и нейното оползотворяване впоследствие. Новият технологичен режим на пречистване на отпадъчните води определя и начина на третиране на утайките, който зависи от качеството на подлежащите на пречистване отпадъчни води и избраните съоръжения по пътя на вода.

От данните за качеството на постъпващите смесени отпадъчни води към ГПСОВ Пловдив през 2008, 2009 и 2010 г. (Фиг. 3) се получава средна стойност за трите години по отделните показатели, която е твърде ниска и е както следва: БПК₅ - 88,42 mg O₂/l, ХПК - 317,33 mg O₂/l, неразтворени вещества – 103,72 mg/l, общ азот – 28,75 mg/l и общ фосфор – 3,04 mg/l.

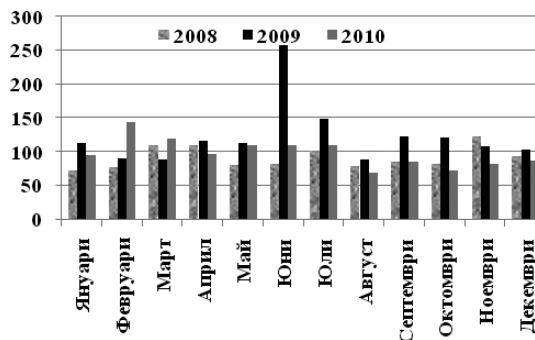
БПК₅ на вход ГПСОВ Пловдив, mg O₂/l



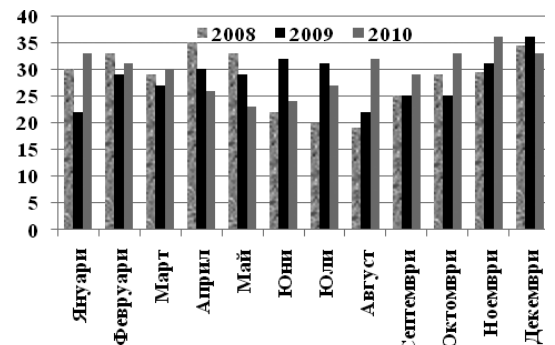
ХПК на вход ГПСОВ Пловдив, mg O₂/l



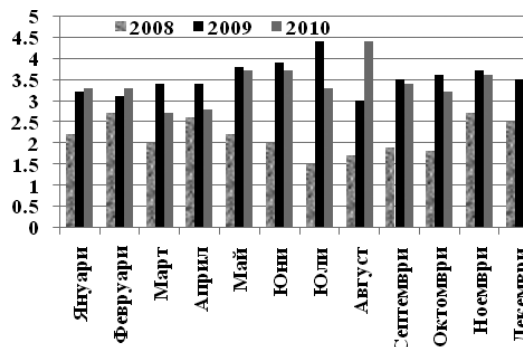
Нер. вещества на вход ГПСОВ Пловдив, mg/l



Общ азот на вход ГПСОВ Пловдив, mg/l



Общ фосфор на вход ГПСОВ Пловдив, mg/l



Фиг. 3. Средномесечни стойности за качеството на смесените отпадъчни води на вход на ГПСОВ Пловдив за 2008 г., 2009 г. и 2010 г. (Източник: ГПСОВ Пловдив)

Със средна стойност на БПК₅ под 100 mg O₂/l и на неразтворени вещества около 100 mg/l в постъпващите към ГПСОВ Пловдив отпадъчни води, първичните утайтели няма да осигурят достатъчно органично вещество чрез първичната утайка за ефективно производство на метан (биогаз) в метантанковете. Прилагането на съвре-

менни технологии за отстраняването на хранителните вещества (азот и фосфор) изисква допълнително увеличаване на възрастта на утайката при денитрификация. В резултат на нарастване възрастта на утайката, органичното вещество в излишната утайка намалява в по-голяма степен, което предопределя ниско производство на

биогаз в анаеробните изгниватели от излишната утайка след биологичното стъпало.

Например, за правилното протичане на денитрификацията, съотношението БПК₅ : N трябва да бъде по-голямо от 3,5 - 4,0. В периода 2008-2010 г. това съотношение на входа на ГПСОВ Пловдив е средно 3,08 (88,42 : 28,75), което е по-ниско от необходимото. Съгласно немските норми ATV, след първичното утаяване БПК₅ намалява с 20 %, а азота с 5 %, при което на входа на биологичното стъпало това съотношение ще бъде 2,6 (70,74 : 27,31). Тази ниска стойност предполага допълнителни разходи за дозиране на реагенти (метанол) при денитрификация.

Тези изчисления по данните за ГПСОВ Пловдив водят до следните изводи:

- запазването на първичните утайки при една бъдеща реконструкция на станцията е погрешно, тъй като ще се наруши необходимото съотношение между биологически потребния кислород и азота – важно условие за правилното протичане на последващата денитрификация. За поддържане на приемливо съотношение БПК₅ : N се препоръчва отпадането на първичните утайки, при което ще отпадне и първичната утайка, захранваща метантанковете;

- при добре протичаща нитрификация/денитрификация в биологичното стъпало след реконструкция ще се получи стабилизирана излишна утай-

ка, в която количеството на органичното вещество е ниско т.е. излишната утайка от ГПСОВ Пловдив не е достатъчна за ефективно производство на метан (биогаз) в метантанковете.

От гореизложеното е видно, че една бъдеща реконструкция на съществуващите метантанкове в ГПСОВ Пловдив е неоправдана, тъй като изисква и допълнителни средства за оползотворяването на получения остатък. Необходимо е да се търсят други алтернативи за третиране на излишните утайки от ГПСОВ Пловдив. При избора да се имат предвид физико-химичните показатели на прясно обезводнените утайки за периода 2008-2010 г., което ще предопредели и тяхното оползотворяване впоследствие. По данни на лабораторията на действащата станция арсенът е с отклонения над пределно допустимата концентрация (ПДК). През 2008 г. концентрацията му е 35,3 mg As в 1 kg сухо вещество от утайката при ПДК 25 mg As/kg с.в. В следващите 2009 г. и 2010 г. максималните стойности на изследваните показатели на утайката са в рамките на ПДК за тежки метали, арсен и устойчиви органични замърсители в утайките, предназначени за употреба в земеделието, съгласно Наредбата за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието (Обн. ДВ бр. 112/23.12.2004, изм. ДВ бр. 29/08.04.2011) (Таблица 3).

Таблица 3. Максимални стойности на физико-химични показатели на прясно обезводнените утайки на ГПСОВ Пловдив за периода 2009-2010 г. (Източник: ГПСОВ Пловдив)

№	Показател	ПДК за употреба в земеделието	2009 г.	2010 г.
1.	Кадмий, mg/kg с.в.	30	1,5	3,38
2.	Мед, mg/kg с.в.	1600	435	270
3.	Никел, mg/kg с.в.	350	16,8	49
4.	Олово, mg/kg с.в.	800	165	403
5.	Цинк, mg/kg с.в.	3000	650	930
6.	Живак, mg/kg с.в.	16	1,3	1,924
7.	Хром, mg/kg с.в.	500	38	170
8.	Арсен, mg/kg с.в.	25	1,65	3,45
9.	Полициклични ароматни въглероди (ПАВ), mg/kg с.в.	6,5	5,532	1,64
10.	Полихлорирани бифенили (PCB), mg/kg с.в.	1	0,041	0,66
11.	pH		7,1 – 8,2	6,27 – 7,71

Заклучение

В заключение, може да се приеме, че изграждането на анаеробни изгниватели (метантанкове) у нас изисква позадълбочени проучвания за съдържанието на органичното вещество в утайките на ГПСОВ – основна суровина при получаването на метан (биогаз). Увеличаване рентабилността на действащите инсталации за производство на биогаз може да се постигне след добавяне на отпадъци с високо съдържание на органично вещество към утайките от ГПСОВ. Но това нарушава договорните, проектните и финансовите условия, при които са изградени повечето инсталации за производство на биогаз от утайките, получени след пречистване на отпадъчните води. За намаляване на инвестиционните и експлоатационни разходи при третирането на утайките и увеличаването на възможността за тяхното последващо оползотворяване (50-60% в земеделието и за рекултивация) предполага метантанковете да бъдат заменени с други методи на третиране на утайките още при проектирането на нови или реконструиране на стари ГПСОВ у нас. Проучването на добрите практики за третиране на утайките (например, в Испания, Ирландия и Португалия), позволяващи тяхното разпръскване върху почвата, би бил полезен за проектантите и вземащите решения при одобряването на бъдещи проекти за пречистване на отпадъчни води.

Литература

Велкова Д., Г. Бърдарска Г., Я. Кирилова. 2011. Поносимост на ВиК услугите и добри практики за водно подпомагане. Водно дело, 5/6, 2-11 ISSN 0204 5745

Европейска сметна палата. 2009. Специален доклад № 3 „Ефективност на разходите за пречистване на отпадъчни води в рамките на структурните мерки за програмните периоди 1994-1999 г. и 2000-2006 г.”. стр. 45, www.eca.europa.eu

Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието. Обн. ДВ бр. 112/23.12.2004, изм. ДВ бр. 29/08.04.2011

НСИ. 2011. Околна среда 2009. С., стр. 158

МОСВ. 2009 (актуализирана септември 2010). Национална програма за управление на дейностите по отпадъците за периода 2009-2013 г. С., стр.176

Шопов Г. 2006. Социалната поносимост на водните услуги за населението. в. “Икономически живот”, бр. 50

ФЕДЕРАЦИЯ НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИТЕ СЪЮЗИ (ФНТС)

ИСКАТЕ ЛИ ДА ОТГОВОРИТЕ НА ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВОТА НА ВРЕМЕТО? ПОТЪРСЕТЕ ФНТС ЗА:

Научно – технически конференции, симпозиуми, панаири и други изяви у нас и в чужбина;

Семинари, курсове и школи за професионална квалификация и преквалификация;

Информационна и издателска дейност на високо професионално равнище;

Ползване на конферентни и изложбени зали, симултантна и офис техника, научно – технически филми и др.

ДОВЕРЕТЕ СЕ НА ПРОФЕСИОНАЛИЗМА И КОМПЕТЕНТНОСТТА НИ! ЗА КОНТАКТИ С ФНТС:

1000 София, ул. Г. С. Раковски № 108
Тел: 987 72 30, факс 986 16 19, 987 93 60