

ПРЕЧИСТВАНЕ НА БИТОВИ ОТПАДЪЧНИ ВОДИ ОТ МАЛКИ ОБЕКТИ

TREATMENT OF DOMESTIC WASTEWATER FROM SMALL OBJECTS

доц. д-р инж. Пенчо Стойчев
 ТУ – Габрово

Abstract

The aim of the study is studying the possibilities for construction and operation of treatment plants for small sources of municipal wastewater (houses, cottages, camping sites, rest homes, sanatoriums, motels, etc.).

Keywords: wastewater; treatment.

ВЪВЕДЕНИЕ

Водните ресурси на България се формират от оттока на вътрешните реки, подземните води и част от водите на река Дунав. Средногодишното количество за жител е около 2300-2400 m³, а използваемата част от него е 800-1000 m³/жител/год. Ползването на достъпните води се ограничава от влошените им качества в резултат на замърсяването им с битово-фекални и промишлени отпадъчни води и от дифузни източници. При съществуващата тенденция за нарастване на водопотреблението се очаква дефицитът на водата да расте. По тази причина, пречистването на отпадъчните води и опазването на природния воден ресурс има изключително актуално значение. Динамиката на развитието на пазарното стопанство и постоянно растящите изисквания към качеството на най-модерните технологии предизвикват пълен анализ на недостатъците на досегашните пречиствателни технологии и остарели строителни решения и солидна селекция на най-прогресивните решения в света.

Целта на изследването е изучаване на възможностите за изграждане и експлоатиране на пречиствателни станции за малки източници на битови отпадъчни води (къщи, вили, къмпинги, почивни станции, санаториуми, мотели и др.).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Изследваната пречиствателна станция за биологично пречистване на отпадъчни води е разработена за пречистване на малки източници на битови отпадъчни води и някои малки промишлени производства с капацитет до 10 еквивалентен брой жители.

Биологичната пречиствателна станция в “ДИОМЕКС” ЕООД - Габрово е изработена изцяло от конструкционни полимери, разделена с прегради на отделни части, съответстващи на различни технологични процеси.

Състои се от:

- груба решетка;
- дробилка за едрите замърсители;
- биологично стъпало за отстраняване

на биогенни елементи – въглерод, азот и фосфор;



Фиг. 1. Технологична схема на пречистването на отпадъчните води

- аеробен стабилизатор за стабилизация на утайката;
- аерационна система, състояща се от компресор, разпределителна мрежа за въздух и аериращи елементи;
- ерлифтна помпа за рециркуляция на активната утайка в денитрификатора;
- ерлифтна помпа за прехвърляне на излишната активна утайка в аеробния стабилизатор;
- система за разбъркване на сместа отпадъчна вода-утайка в денитрификатора;
- помпа за изваждане на продуцираната излишна активна утайка от аеробния стабилизатор и прехвърлянето ѝ за механично обезводняване;
- ламелен вторичен утаител, вграден в нитрификационната зона;
- зона за обеззаразяване на пречистената отпадъчна вода (UV дезинфекция/ хлориране - по преценка на инвеститора и при изискване от РИОСВ);
- резервоар за съхранение на FeCl_3 за отстраняване на фосфора;
- дозираща помпа за FeCl_3 ;
- съоръжение за механично обезводняване на утайките;
- автоматизирана система за управление и контрол на пречиствателната станция.

Действието на пречиствателната станция се контролира от микропроцесор, инсталиран в контролното табло на станцията. В зададените времеви интервали се включват електромагнитни вентили, чрез които се регулират въздушните потоци за осигуряване на разтворения кислород в системата и работата на ерлифтните помпи. При това се осигуряват:

- икономично действие на инсталацията;
- възможност за променяне режима на работа на инсталацията според различните параметри на отпадъчните води;
- отстраняване на всички плаващи замърсители;
- опростено обслужване.

Пречистената отпадъчна вода отговаря на екологичните стандарти при значително по-ниска цена от конвенционалните съоръжения.

Качествените параметри на пречистените отпадъчни води позволяват те да бъдат

използвани за поливане на тревни площи в паркове и градини, миене на улици и пътища, гасене на пожари и др.

Пречиствателната станция осигурява следните ефекти:

- липса на неприятни миризми;
- минимален обем на излишната активна утайка;
- отделяната активна утайка се стабилизира в аеробни условия, което позволява те да бъдат използвани за наторяване;
- ниски експлоатационни разходи;
- минимум експлоатационни изисквания;
- гарантирано качество на пречистените отпадъчни води;
- обслужването на станцията се отличава с простота и не изисква обучен персонал;
- съоръжението има множество модификации, които са способни гъвкаво да се пригледят към конкретните изисквания на потребителя.



Сн. 1. Вход на отпадъчната вода към аеробната част

Пречиствателната станция е разработена с оглед на индивидуалните потребности за различни условия на експлоатация. Системата е с голяма производителност ($>2 \text{ m}^3/\text{day}$) и позволява пречистване на отпадъчните води на обекти за обществено ползване: ресторанти, хотели, вилни селища, училища, спортни клубове, заведения за обществено хранене и др. С цел механично пречистване отпадъчните води от канализирания обект се включват в съоръжението за пречистване и попадат първо върху грубата решетка. Задържаните върху решетката по-едри примеси трябва периодично да се отстраняват. Преманалите през решетката едри частици се раздробяват в периодично включваща се механична дробилка.

В пречиствателната станция за отпадъчни води ще постъпват битови отпадъчни води от самия терен на разположение. Те ще бъдат транспортирани до площадката на ПСОВ по канализационна мрежа - тип разделна, като в пречиствателната станция по време на дъжд ще се подава количество равно на отпадъчното водно количество в сухо време.

Технологичната схема на ПСОВ включва:

- механично пречистване – груба решетка, помпа, дробилка;
- денитрификационна зона - анаеробна (безкислородна) среда за отстраняване на образуваните нитрати и частично снижение на органичното замърсяване по показателя БПК;
- нитрификационна зона - аеробна среда за окисление на амониевия азот до нитрати, пълно отстраняване на органичното замърсяване по показателя БПК и химично отстраняване на фосфора, когато това е необходимо;
- вторичен ламелен утайтел;
- зона за обеззаразяване на отпадъчни води – с UV или хлор;
- аеробен стабилизатор за утайки.

Постъпващата отпадъчна вода минава най-напред през входна шахта с груба решетка. Механичното пречистване на отпадъчната вода се осъществява първо с решетка, която служи за отстраняване на по-едриите влачени от водата примеси. Отделените и извадени на нивото на пътя отпадъци се изхвърлят в контейнер. За раздробяването и прецеждането на отпадъците преминали през решетката се използва помпа-дробилка. Те задържат и раздробяват всичко което не е задържано от решетката и го прехвърлят заедно с водния поток в следващата зона за пречистване. При използването на комбинираната схема решетка-дробилка отпада необходимостта от отделна дробилна машина със съответните допълнителни устройства, ликвидира се ръчният труд, подобряват се санитарните условия на станцията, като системата е напълно систематизирана.

Следващото стъпало на третиране представлява биологично пречистване на отпадъчните води, като се използва способност-

та на микроорганизмите да усвояват най-разнообразни вещества като източник на енергия и биогенни елементи за клетъчната им структура, бързо да се размножават и лесно да се приспособяват към обкръжаващите ги условия.

Денитрификационната зона е разположена в предната част на съоръжението, непосредствено след решетката. По този начин се осигуряват най-благоприятни условия за денитрификация (трансформацията на нитратите до газообразен азот), при което в тази зона се прехвърля активната биомаса от нитрификационния басейн, съдържаща нитрати.



Сн. 2. Анаеробната част с вграден утайтел

Процесът на нитрификация протича във втората обособена в технологичната схема на съоръжението зона. Нитрификацията е завършваща фаза на биохимичното разграждане на органичните замърсители с окисление на азотните съединения до нитрати. Крайните продукти на разграждането – нитрати рециркулират в зоната за денитрификация, където окончателно се разграждат до газообразен азот. Рециркулацията на утайката се осъществява с помощта на ерлифт. Като източник за кислород, необходим за пълноценното протичане на окислителните процеси, служат монтирани на дъното на съоръжението аератори за фино диспергиране на въздуха. Фосфорът се отстранява под формата на алуминиев фосфат, който се отделя периодично заедно с излишната биомаса. Пречистените отпадъчни води се отделят от образуваната утайка в сепаратор и се изливат чрез изходна тръба и канал в мястото на заустване.

Изследването показва, че редуцията на основните замърсители в отделните технологични стъпала е както следва:

- в денитрификатора – 20% снижение на БПК₅; 85.5% снижение на общ азот (чрез анаеробна редукция на нитратите, прехвърлени от нитрификатора);
- в нитрификатора – 75% снижение на БПК₅; 95.8% редукция на общ азот до нитрати; 74.7% снижение на общ фосфор чрез химично третиране; 95.1% снижение на неразтворени вещества;
- в зоната за обеззаразяване – снижение на бактериалното замърсяване (по *Esheria Coli*) – 99.9%.

За справяне с аварийни ситуации при експлоатацията на пречиствателната станция се предвижда двойно електрозахранване – от републиканската електрическа мрежа и от собствен източник на електрически ток. Последният може да бъде включван автоматично или от оператор при прекъсване на нормалното електрозахранване. Предвиждат се и аератори с еластични микроперфорирани мембрани, затварящи автоматично отворите си при спиране на подаването на сгъстен въздух от компресора.

За предотвратяване на хидравличното претоварване на пречиствателната станция, което би влошило нейния пречиствателен ефект, се предвиждат следните мерки:

- проверка на функционалното състояние и ако е необходимо – оперативна корекция на затворните органи в разпределителната / преливната шахта на канализационния колектор непосредствено пред пречиствателната станция – 4 пъти годишно;
- отстраняване на задържаните върху решетката материи – ежедневно или при подаден автоматично звуково-светлинен сигнал.

Управлението на биологичните процеси в пречиствателната станция са изцяло автоматизирани.

Комплексни технологични решения при пречистване на по-големи количества отпадъчни води

Главни недостатъци, които е необходимо да бъдат преодоляни от гледната точка

на строително-техническите решения са следните:

- раздробеност на пречиствателните станции в много блокове и с това многократно повтарящи се строителни процеси като напр. изкопи, армиране, бетониране, взаимно свързване със сложни системи са осъществявали сградите като цяло;

- използване на големи строителни площи и с тях свързаната „разтегливост и комплицираност“ на навързващите се блокове за пречистване;

- висок дял на инфраструктура - това означава множество достъпни вътрешни пътища, канализация, тръбопроводи, електрически системи и с това свързаната сложност на управление и мониторинг на цялата система.

Новите пречиствателни станции са интегрирани в един железобетонен обект, в който протичат всички технологични процеси, от управление, действие и манипулация с отпадъчните продукти. Отделните функционални части са в съседство, делят ги само железобетонни или пластмасови стени. Взаимната комуникация на почистващата култура, пречистената вода, възникващите утайки и всички енергетични и материални потоци (сгъстен въздух, електрическа енергия и вода) са на едно място и значително улеснени.

Биологичното пречистване е решено според нуждите, като едностъпална или двустъпална комбинация, с което се увеличава стабилността на процесите. Вграждането на твърди пластмасови носители на биокултура вътре в активната система повишава пречистващия ефект и увеличава авторегулационните качества на пречистващите станции.

Подземната част на строежа се реализира с високо качествени монолитни железобетонни конструкции. Надземната част е решена като просторен остъклен павилион от алуминиеви панели (сандвич). Естетическото въздействие на интериора и екстериора засилва позитивното възприемане на пречиствателната станция от самите жители.

Входящата вода преминава през сепаратор от неръждаема стомана, в който грубите нечистотии и плаващи замърсители се отстраняват. Замърсителите се отводняват

чрез пресоване и се отвеждат в контейнер с голям капацитет. В собствено пространство се извършва сепарацията на минералната част от замърсяването-пясък и малки камъчета, които след изцеждане се извеждат навън от сепаратора в пясъчния контейнер. Цялостният процес се управлява от собствен процесор.

Превключване в случай на авария преливане се осъществява с помощта на неръждаем барабанен филтър, който при нормални условия е в положение на готовност. След което водата тече към многостъпален тристепенен или четиристепенен) оксидационен селектор, чието задача е да затормози растежа на влакнестите бактерии, които причиняват изплуването на части от активната утайка (така наречената биологична пяна образуваща се във вторичните утаители).

Отпадъчната вода, втичаща се в селектора се смесва с аеробно “регенерираната активна” утайка, която е изпомпвана от дъното на вторичните утаители през регулируеми пневмохидропомпи (air lifts). Следващата регенерация подобрява нейните физиологически качества и обуславя добрата кондиция на активната утайка за следващ процес на пречистване. Сместа от отпадъчните води и пречистващите биокултури след това се влива в денитрификационния басейн, където в аноксидационна среда (това означава среда, в която единствен източник на кислород е самият кислород, съдържащ се в нитратите в достатъчно количество) биологично лесно разлагащото се замърсяване преминава през биологична денитрификация. Водата в денитрификационния басейн се разбърква и в случай на евентуално намаление на температурата под 10°C е оборудван с аериращи дифузьори. Главният поток след това преминава в областта на активната зона - активация, която се смята за “сърце” на биологичното пречистване. В активацията има инсталиран предварително подбран (изчислен) обем на биологичните филтри (твърди пластмасови носители на биомаса), които в периодични интервали се регенерират.

Комбинацията на активната утайка и биокултура, закрепена на твърд носител има много технологични предимства, най-

важното от които е по-високата концентрация на пречистващата култура и от там стабилността на процеса срещу материални и хидравлични удари и действително много високия пречистващ ефект.

Биобасейните (активната зона) са оборудвани с разпределителни колектори от неръждаема стомана и аерационни дифузери от силикон, които имат не само висока дълготрайност, но преди всичко се характеризират с висок внос на кислород от въздуха в активните смеси, което в последствие означава по-ниски енергийни разходи. Голямо предимство на пречиствателните станции е тяхното технологично решение, което дава възможност за гъвкави промени на режима на експлоатация и то както в едностъпален, така и в двустъпален режим. Става въпрос за уникална технология, използваща и предимството на деление на преобладаваща биокултура в активната утайка. Някоя класическа пречиствателна станция не може да функционира добре без да се предвидят големи инвестиции за нейната реконструкция като двустъпална, и освен това и като комбинирана.

Поддръжката на правилни кислородни съотношения, както и рециклирането и отделянето на утайката, са решени чрез серия сензори и са управлявани от компютърна програма. Излишната активна утайка се изважда и подава в пространството за аеробно стабилизиране (средната част) и от там се отвежда към машинното отводняване, а утаената вода се рециклира обратно на входа на пречиствателната станция. Водата от вторичната седиментация преминава през микросито, което ограничава пропускането на частици по-големи от 17 μm навън. Сепарираната част се връща в простора за аеробната стабилизация на утайката.

Така пречистената вода тече в областта на третичните континуални филтри, където се пречиства до максимално възможно най-добро качество, след което се отправя към финалната дезинфекция. Собствена хигиенизация се провежда с помощта на най-съвременното средство (хлорен оксид) и е почти единствен най-препоръчван начин за дезинфекция на пречистени води. Автоматичните анализатори наблюдават качеството на изтичащата вода и регистрират

основните характеристики в предварително подготвените интервали. Архивацията на данните и едновременното визуализиране на най-важните възли е решено с помощта на пет камери, свързани с интернет, приведен на мониторно управление.

Автоматичното управление дава възможност за намеса в автоматичния процес и управлява всички електрически съоръжения. Следи производствените процеси и ги изобразява на монитора на оператора. В случай на повреда привежда в действие съответното резервно съоръжение. Дистанционният пренос на данни и информация за работата са по-нататък подавани в мрежата на GSM или интернет. Управляващата система освен това изпълнява и функцията на предпазно устройство.

Технологичното оразмеряване на пречиствателните съоръжения се извършва по методиката, установена от Международната асоциация по водите – IWA, наложена като световен стандарт. Допълнително се извършват симулационни изследвания със специализиран програмен продукт за прецизиране на технологичното оразмеряване на съоръженията и определяне на окончателните им размери.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целта на изследването е да предложи съвременни решения за третиране на отпадъчните води, водещи до постигане на балансирана, качествена жизнена среда и

устойчиво развитие на околната среда в унисон с изискванията на единното Европейско пространство.

В изследването са:

- Представени основните технологични схеми и методи за пречистване на битови отпадъчни води;
- Систематизирани възможностите на пречиствателните станции за битови отпадъчни води;
- Представени технически разработки за проектиране и инсталиране на биологични ПСОВ за обслужване на различен брой жители;
- Описано е действието на пречиствателната станция в “ДИОМЕКС” ЕООД – Габрово и са представени резултатите от изследване степента на пречистване на битовите отпадъчни води от фирмения персонал;
- Посочени са нови комплексни технологични решения при пречистване на големи количества отпадъчни води.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Игнатова, Н. Опазване чистотата на водите. Издателство Техника, София, 1992.
- [2] Дядовска, И., Й. Стефанов, Т. Гърданов. Опазване водните течения от замърсяване. Издателство Техника, София, 1988.
- [3] Цачев, Ц. Пречистване на отпадъчните води – част II, Мартилен, София, 1991.
- [4] Добревски, Ив. Технология на водата – част II. София, Техника, 1989.