

- формирование благоприятной экологической обстановки как фактора улучшения среды обитания человека;
- формирование экологоориентированной экономики, характеризующейся минимальным негативным воздействием на окружающую среду, высокой ресурсо- и энергоэффективностью;
- обеспечение глобальной устойчивости биосферы.

1.Петросов В.А., Агаджанов Г.К., Василенко С.Л., Кобылянский В.Я. Эколого-экономическая безопасность хозяйственно-питьевого водоснабжения // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.55. – К.: Техніка, 2004. – С.9-19.

2.Пампура В.И. Многокритериальная оптимизация технологии предупреждения виртуальной экологической катастрофы из-за тяжелой аварии объекта // Доп. НАН України. – 2000. – №10. – С.200-206.

3.Петросов В.А., Василенко С.Л. Организация водоснабжения и экологической безопасности мегаполисов в условиях чрезвычайных ситуаций на очистных сооружениях // Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні технології управління екологічною безпекою, ресурсами та заходами у надзвичайних ситуаціях». – Ялта, 2002. – С.244-246.

4.Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

5.Климов А. История освоения и разрушения природной среды Харьковщины в XX столетии // Регион.– 1997. – №3. – С.76-78.

6.Об охране окружающей природной среды: Закон Украины от 25 июня 1991 г.

7.Хоружая Т.А. Оценка экологической опасности. – М.: Книга сервис, 2002. – 208 с.

8.Програма охорони навколишнього природного середовища м.Харкова на 2008-2012 р.р. від 10.09.2008 р. №249/08.

9.Выстробец Е.А. Атлас международного природоохранного сотрудничества. На русском и английском языках. – Москва - Гаага, 2001. – 52 с.

10.Боков В.А., Луцкий А.В. Основы экологической безопасности. – Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224 с.

11.Васильева М.И. Публичные интересы в экологическом праве. – М.: МГУ, 2003. – 296 с.

Получено 08.12.2009

УДК 628.356

А.И.ТЕТЕРЯ

ООО «UKRBIOTAL», г.Ровно

УСТАНОВКИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ МАЛЫХ ОБЪЕМОВ СТОЧНЫХ ВОД «BIOTAL»

Раскрыт вопрос особенностей биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод малых объемов. Сформулированы основные требования, которым должно соответствовать малое очистное сооружение. Дано описание технологии «BIOTAL» для биологической очистки малых объемов сточных вод.

Розкрито питання особливостей біологічної очистки господарсько-побутових стічних вод малих об'ємів. Сформульовано вимоги, яким повинна відповідати мала очисна споруда. Дано опис технології «BIOTAL» для біологічної очистки малих об'ємів стічних вод.

The article deals with the biological treatment of small volumes of household sewage water. The basic requirements to the small sewage water treatment plants are listed. The description of the "BIOTAL" technology for biological household sewage water treatment is given.

Ключевые слова: малые объемы сточных вод, малые очистные сооружения, автономная канализация, трехступенчатый SBR, автономная канализация, технология «BIOTAL»

Решение вопроса очистки малых объемов сточных вод сопряжено с преодолением ряда трудностей, в частности:

- отсутствия постоянного обслуживающего персонала;
- резких колебаний расхода сточных вод;
- длительного отсутствия поступления сточных вод;
- значительных колебаний концентрации загрязнений.

Это неполный перечень проблемных вопросов, которые необходимо решить при создании технологии очистки малых объёмов сточных вод. Большие очистные сооружения не имеют таких проблем, так как на них поступает более-менее равномерный сток, уже до 20% очищенный в канализационных сетях во время движения на очистные сооружения, разбавленный практически чистыми балластными водами, смешанный с производственными сточными водами, в которых, как правило, в отличие от бытовых сточных вод, недостаток азота и фосфора. В результате, такие сточные воды поступают на большие очистные сооружения в виде идеального по своему составу для бактерий активного ила субстрата, чего не бывает в малых очистных сооружениях. Именно поэтому последние должны быть сконструированы на более высоком технологическом уровне, чем большие, поскольку должны обеспечить требуемое качество очистки сточных вод в вышеперечисленных экстремальных условиях, без постоянного обслуживающего персонала, с минимальными затратами на их эксплуатацию (электрической и тепловой энергии и т.п.).

Поскольку решить эти проблемы в рамках малого очистного сооружения сложно, в странах Европы, Америки и в Австралии были снижены нормы очистки малых объемов сточных вод, в связи с чем не велось разработок в этом направлении.

В то же время нормы в СССР (теперь в странах СНГ), независимо от объема сточных вод, – достаточно строгие (таблица).

Несмотря на это, самым распространенным сооружением для очистки сточных вод малых объемов остается септик с дренажом.

Простое масштабирование технологических решений для очистки больших объемов сточных вод не может эффективно решать проблему очистки сточных вод от коттеджей, маленьких гостиниц и АЗС, так как

в сложных условия технологии очистки больших объемов сточных вод неэффективны.

Требования к очистке сточных вод малыми очистными сооружениями в странах Европы

Показатель	Чехия [14]	Германия [15]	Ирландия, Вексфорд [13]	Австралия [12]	Украина [1]
БПК ₅ , мг/л	60-80	40	10	30	3,0 - 6,0
ХПК, мг/л	Не норм.	150	-	-	15,0 - 30,0
Взвесь, мг/л	50-65	-	10	45	
Азот аммонийный, мг/л	Не норм.	Не норм.	4,0 - 5,0	Не норм.	0,5 - 2,0
Фосфаты, мг/л	Не норм.	Не норм.	4,5	Не норм.	3,5

Таким образом, основными требованиями, предъявляемыми к работе установки для очистки малых объемов сточных вод являются:

- возможность очистки в условиях отсутствия обслуживающего персонала;
- полная автоматизация процессов очистки;
- автоматическое удаление, стабилизация и обезвоживание избыточного активного ила;
- автоматическое регулирование мощности в зависимости от поступления сточных вод;
- очистка сточных вод до нормативов сброса в водоем;
- сигнализация нарушения работы;
- возможность удаленного контроля.

В основу технологии «BIOTAL» положена концепция, отличная от классической, а именно: очистить сточные воды и утилизировать продукты очистки до состояния продуктов потребления – техническую воду и органоминеральное удобрение. Хорошо очищенные сточные воды частично решают проблему водоснабжения, так как их можно использовать в технических целях, в отличие от плохо очищенных сточных вод, которые требуют решения вопроса отведения и, в конечном итоге, загрязняют окружающую среду.

Для соответствия этим требованиям для очистки сточных вод в объемах свыше 6 м³/сут. была создана полностью автоматизированная, 8-ступенчатая, 3-иловая, самоуправляемая гидропневмо-биологическая система с четырехконтурной возвратной рециркуляцией активного ила – установка полной биологической очистки сточных вод «BIOTAL» [5, 8-10].

Технология установки BIOTAL производительностью от 1,5 до 6 м³/сут., размещенная в одном цилиндрическом корпусе (рис.1), проще, хотя и решает основные технологические задачи. Это 7-

ступенчатая, 2-иловая система с 3-контурной рециркуляцией возвратного активного ила, работающая по одной из шести программ, автоматически переключаемых в зависимости от количества поступающих на неё сточных вод.

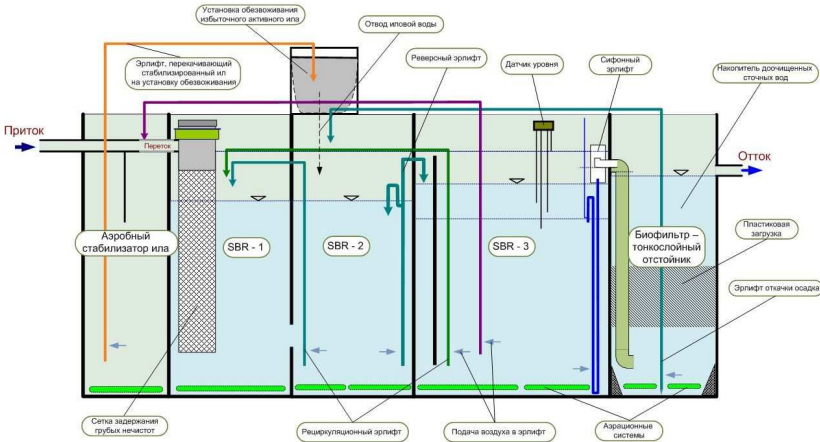


Рис.1 – Технологическая схема установки «BIOTAL» производительностью 1,5-6 м³/сут.

Установка BIOTAL от 1,5 до 6 м³/сут. представляет собой цилиндрический пластиковый резервуар, разделённый перегородками на зоны очистки (рис.2). Установка включает семь зон обработки сточных вод: 1 – сетка для задержания грубых нечистот; 2 – реактор SBR первой ступени; 3 – реактор SBR второй ступени; 4 – реактор SBR третьей ступени; 5 – аэрируемый биологический фильтр; 6 – тонкослойный отстойник; 7 – накопитель очищенных сточных вод – контактный резервуар и две зоны обработки избыточного активного ила; 8 – аэробный стабилизатор избыточного активного ила; 9 – блок обезвоживания.

Сточные воды поступают в приемную камеру, представляющую собой большую нержавеющую сетку, расположенную на определённом расстоянии от дна SBR-1. Под ней установлен аэратор, который, одновременно с аэрацией реактора SBR-1, производит аэрацию сетки, разбивая находящиеся в ней грубые нечистоты, и препятствует её забиванию. Сточные воды, избавленные от грубых нечистот, стекают в реактор SBR-1, куда также подаётся эрлифтами возвратный активный ил из реакторов SBR-2 и SBR-3. В SBR-1 сточная вода частично биологически очищается, подвергаясь многократным, циклически повто-

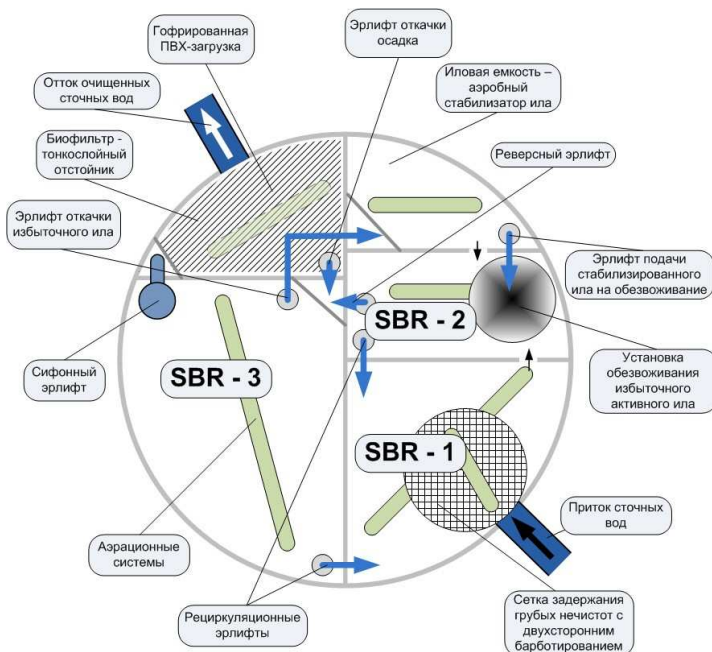


Рис.2 – План-схема установки «BIOTAL» производительностью 1,5-6 м³/сут.

ряющимся, процессам аэрации и перемешивания при дефиците воздуха, благодаря чему здесь также происходит процесс денитрификации при наличии нитритов и нитратов, поступивших с возвратным активным илом из SBR-2 и SBR-3 и легкоокисляемой органики, поступившей со свежими сточными водами. Сточные воды, прошедшие обработку в SBR-1, перетекают самотеком в SBR-2, куда также отдувается реверсными эрлифтами, при перекачке иловой смеси в SBR-3, пена, что ограждает SBR-3 от негативного влияния сапонатов. В SBR-2, аналогично с SBR-1, иловая смесь подвергается многократным, циклически повторяющимся, процессам аэрации и перемешивания. Поскольку в SBR-1 окисляется более 50% органики, то в SBR-2, параллельно с дальнейшим окислением органики, начинается процесс нитрификации. По мере окисления органики процесс нитрификации начинает доминировать. Частично очищенные сточные воды из SBR-2 перекачиваются реверсными эрлифтами в SBR-3. В SBR-3 происходит окисление трудноокисляемой органики и нитрификация. Процесс очистки ведется так, чтобы окисление аммонийного азота происходило преимущест-

венно до нитритов (редокс-потенциал - до 100), что позволяет провести более быстро и эффективно денитрификацию в SBR-1 (цепочка редукции нитритов до газообразного азота в этом случае короче, чем от нитратов). В SBR-3 иловая смесь подвергается аэрации с последующим отстаиванием и откачкой очищенных сточных вод сифонным эрлифтом в аэрируемый биологический фильтр-тонкослойный отстойник на доочистку. Перед откачкой очищенных сточных вод из SBR-3 в БФ-ТО происходит откачка избыточного активного ила из SBR-3 в аэробный стабилизатор, из БФ-ТО в SBR-2 и из аэробного стабилизатора в иловые мешки на обезвоживания, при этом иловая вода стекает в SBR-2. После завершения цикла отстаивания в SBR-3 и откачки избыточного активного ила, производится откачка очищенных сточных вод из SBR-3 на БФ-ТО, где ранее очищенные сточные воды подвергались доочистке. Откачиваемые из SBR-3 очищенные сточные воды поступают в нижнюю часть БФ-ТО, вытесняя при этом ранее доочищенные сточные воды в направлении снизу-вверх. При этом аэрация в БФ-ТО не происходит и пластиковая загрузка, ранее игравшая роль пластиковой загрузки биофильтра, начинает играть роль наклонных пластин тонкослойного отстойника, эффективно задерживая мелкую взвесь. Окончательно доочищенные сточные воды оттекают из установок. При необходимости насосной откачки доочищенных сточных вод, ввиду высокого уровня грунтовых вод, насос устанавливается над загрузкой БФ-ТО, где накапливаются доочищенные сточные воды.

Установка BIOTAL производительностью свыше $8 \text{ м}^3/\text{сут.}$ включает восемь зон обработки сточных вод: 1 – решётка для задержания грубых нечистот; 2 – приемная камера-денитрификатор; 3 – реактор SBR первой ступени; 4 – реактор SBR второй ступени; 5 – реактор SBR третьей ступени; 6 – аэрируемый биологический фильтр; 7 – тонкослойный отстойник; 8 – контактный резервуар и две зоны обработки избыточного активного ила; 9 – аэробный стабилизатор избыточного активного ила; 10 – установка обезвоживания (рис.3).

Сточные воды поступают через решётку, где задерживаются грубые нечистоты. Потом сточные воды перетекают в приемную камеру-денитрификатор [6], работающую в режиме реактора SBR, как накопитель, принимающий неравномерные сбросы поступающих сточных вод, и денитрификатор первой ступени. В ПК-Д находятся: самоочищаемые нержавеющие сетки с двухсторонним барботажем для задержания и разбивания мелких нечистот, системы аэрации и перемешивания, электродные самоочищающиеся датчики уровня и насосы перекачки в первый реактор SBR. Поступившие в ПК-Д сточные воды смешиваются с возвратным активным илом из третьего реактора, содер-

ются управляемыми эрлифтами в реактор SBR-3, при этом они отдувают назад в SBR-2 пену, что ограждает микроорганизмы активного ила реактора SBR-3 от негативного влияния сапонатов. Во время работы управляемых эрлифтов, перекачивающих иловую смесь из второго в третий реактор SBR, осуществляется возвратная рециркуляция активной смеси из 3-го реактора в реактор SBR-1 и ПК-Д. Реактор SBR-3 работает сначала как аэротенк, где происходят процессы окисления трудноокисляемой органики и вторая ступень нитрификации, а потом, после отключения аэраторов и эрлифтов, начинает работать как вторичный отстойник. В реакторе SBR-3 происходят последовательно аэрация, отстаивание и последующая откачка управляемым сифоном [4] очищенных сточных вод на БФ-ТО, и откачка избыточного ила в аэробный стабилизатор избыточного активного ила с последующей подачей его (после стабилизации) на обезвреживание. В период аэрации SBR-3 происходит аэрация центральной части загрузки БФ-ТО, этим создаётся эрлифтный эффект в ячеистой загрузке, приводящий к рециркуляции доочищаемых сточных вод по следующему принципу: в тех ячейках, в которые попадает воздух, происходит (за счёт эрлифтного эффекта) движение воды вверх, а в тех ячейках загрузки БФ-ТО, куда воздух не попадает, вода движется сверху-вниз. Пластиковая загрузка БФ-ТО покрыта биоплёнкой, только та её часть, в которую попадает воздух, работает на окисление (доокисление трудноокисляемой органики и нитрификация третьей ступени), а ячейки пластиковой загрузки БФ-ТО, куда воздух не попадает, работают как денитрификатор третьей ступени. Очищенные сточные воды из третьего реактора SBR сбрасываются в нижнюю часть БФ-ТО, после остановки аэрации БФ-ТО, отстаивания и откачки избыточного ила с БФ-ТО. Очищенные сточные воды, двигаясь снизу-вверх в БФ-ТО, вытесняют доочищенные сточные воды из БФ-ТО в КР через ячейки пластиковой загрузки, которая в этом случае начинает работать не как пластиковая загрузка БФ, а как тонкослойный отстойник [7]. Этим обеспечивается эффект задержания взвеси в пять раз выше, чем при классическом отстаивании [11]. В свою очередь, вытесняемые, доочищенные в БФ-ТО, сточные воды, перетекают через гидравлический переток в нижнюю часть КР на обеззараживание, откуда вытесняют на отток из установки доочищенные и обеззараженные сточные воды.

Поскольку состав сточных вод и динамика их поступлений на различных МОС сильно отличаются, для оптимизации работы установки сервисная бригада может подстроить ее работу, учитывая специфику данного объекта. Можно также контролировать и менять параметры работы установки при аварийной ситуации из диспетчерской

службы через модемную связь.

Стандартные программы работы установок BIOTAL рассчитаны для бытовых сточных вод, поэтому необходимости их менять нет, может возникнуть необходимость подстраивать работу установки при очистке смешанных бытовых и промышленных сточных вод, а также при залповых сбросах сточных вод, в количестве, превышающем проектное.

На сегодняшний день установки BIOTAL производятся серийно. Опыт использования установок показывает, что установки не только полностью соответствуют строгим требованиям, выдвигаемым к оборудованию для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод малых объемов, но и для очистки специфических сточных вод от инфекционных отделений больниц, комплексной очистки сточных вод АЗС и небольших производств [2, 3].

1. СанПиН № 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М.: Минздрав СССР, 1988. – 70 с.

2. Висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи №05.03.02-04/81103 від 15.12.2009 на установку «BIOTAL» для глибокої біологічної очистки стічних вод.

3. Висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи № 05.03.02-07/75980 від 26.11.2009 на технологію очищення та знезараження господарсько-побутових стічних вод та схожих до них за складом виробничих стічних вод «BIOTAL».

4. Патент України №31610 від 10.04.2008. Установка для выдаления воды / А.Тетеря.

5. Патент України №32029 від 25.04.2008. Спосіб очистки стічної води / А.Тетеря.

6. Патент України №32033 від 25.04.2008. Спосіб попередньої очистки стічної води / А.Тетеря.

7. Патент України №32035 від 25.04.2008. Спосіб доочистки стічної води.

8. Патент України №42364 від 25.06.2009. Спосіб багатоступеневого біологічного очищення стічних вод / А.Тетеря.

9. Патент України №45841 від 25.11.2009. Установка біологічної очистки стічних вод із засобом зневоднення надлишкового активного мулу / А.Тетеря.

10. Патент України №87613 від 27.07.2009. Спосіб очистки стічної води (варіанти) та пристрій для його здійснення (варіанти), накопичувальна ємність для стічної води та пристрій доочистки стічної води / А.Тетеря.

11. Демур В.В. Проектирование тонкослойных отстойников. – К.: Будівельник, 1981. – 52 с.

12. Sewage Management Facility. Sewage Treatment Accreditation Guideline. Part 4. Sydney, May 2005.

13. Wexford County Council. Advice Note No.2: Guidelines for the Discharge of Effluent from Industrial, Commercial and Communal Housing (>2 Houses) Developments to Waters. – 1999.

14. Hlavínek P., Novotný D. Intenzifikace čistíren odpadních vod. – Brno, Noel 2000, 1996. – 268 p.

15. Karl i Klaus R. Imhoff. Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków. Poradnik. Projprzem-EKO, Bydgoszcz, 1996. – 450 p.

Получено 05.01.2010