

УДК 628.16

**И.П.НЕДАШКОВСКИЙ**

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

**АВТОНОМНАЯ ОЧИСТНАЯ СТАНЦИЯ «ВИЯПЛАСТ»**

Разработана схема автономной очистной станции «Вияпласт». Предложена технология очистки сточных вод малых населённых пунктов.

Розроблено схему автономної очисної станції «Віяпласт». Запропоновано технологію очищення стічних вод малих населених пунктів.

Is created the plan of the autonomous cleansing station of «VIAPLAST». Is offered technology of cleaning sewer waters of small settlements.

*Ключевые слова:* компактные очистные установки, анаэробная и аэробная очистки сточных вод.

Природная вода – не только источник водоснабжения и транспортное средство, но и среда обитания животных и растений. Круговорот воды в природе создает необходимые условия для жизни человечества на Земле, поэтому неизбежные отходы жизнедеятельности человечества должны попадать в окружающую среду в безвредной форме и концентрации.

Одной из основных задач охраны окружающей среды в Украине является решение проблемы сохранения естественных водоемов и подземных водоисточников от загрязнения сточными водами.

С ростом строительства коттеджей, небольших производств, баз отдыха в неканализованных районах, возросла потребность в создании научно обоснованных, надежных, малозергоемких, компактных технологических схем и конструкций установок малой производительности (УМП). Применяемые процессы очистки в УМП должны быть простыми и устойчивыми в эксплуатации, сохранять чистоту окружающей среды, следовательно, не оказывать вредного воздействия на здоровье людей.

Как правило, тип сточных вод от жилых домов малых населённых пунктов – это хозяйственно-бытовые сточные воды, которые содержат большое количество микроорганизмов (среди них могут быть и патогенные). Особенностью таких сточных вод является относительное постоянство их состава. Основная часть загрязнений таких вод представлена белками, жирами, углеводами и продуктами их разложения, а также неорганические примеси – частицы кварцевого песка, глины, соли, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека. К последним относят фосфаты, гидрокарбонаты, аммонийные соли (продукты гидролиза мочевины). Из общей массы загрязнений бытовых сточных вод на долю органических веществ приходится 45-58% [1].

На основании научных исследований биологической очистки сточных вод на лабораторной установке [2] нами была разработана схема автономной канализационной очистной станции «Вияпласт» (рисунок), состоящей из фильтров с волокнисто-пенопластной загрузкой. В отличие от лабораторной установки, «Вияпласт» расположена ниже уровня земли, имеет датчики контроля уровня воды и прибор автоматического управления (ПАУ), осуществляет полную биологическую очистку сточных вод летом и зимой, является компактной и простой в эксплуатации.

Очистная станция «Вияпласт» осуществляет анаэробно-аэробную биологическую очистку хозяйственно-бытовых сточных вод при помощи сообщества прикрепленных и свободноплавающих микроорганизмов. Очистка осуществляется в анаэробном и аэробном биореакторах и контактно-осветляющем фильтре с предварительным отстаиванием стоков в ёмкости отстаивания.

Ёмкости 3 и 8 оборудованы минимальным, максимальным, и промежуточным датчиками контроля уровня воды. В ёмкости 8 над насосом 13 имеется монтажный люк. Промежуточный датчик в ёмкости 3 включает в работу по очереди один из насосов 11 или 12, который работает и подает расчетную среднесуточную подачу воды в анаэробный биореактор 5. На биологическую очистку непрерывно поступает среднесуточная подача воды. КОФ 7 оснащен датчиком минимального уровня воды. Аэробный биореактор 6 оснащен датчиком максимального уровня воды. В анаэробном биореакторе 5 и аэробном биореакторе 6 на расстоянии 80 см от верха и 20 см от низа установлена волокнистая загрузка типа «Вия» из капроновых нитей длиной 2 м, прикрепленная внизу и наверху к зафиксированным колосниковым решеткам. КОФ имеет загрузку в виде пенопластовых шариков диаметром от 2 до 6 мм. КОФ имеет также сетку, которая удерживает загрузку при работе фильтра и сетку, которая удерживает загрузку при промывке фильтра. Аэробный биореактор и КОФ в верхней части имеют вентиляционные трубы – вытяжки, которые выполняют роль воздухоотделителя для предотвращения пузырьковой коагуляции загрузки КОФ.

Автономная очистительная станция «Вияпласт» простая в конструктивном исполнении и не требует особенных усилий при эксплуатации. Корпус станции разделен перегородками на ёмкости, имеет прямоугольную форму в плане высотой 3 м, выполненный из полипропилена, у которого срок службы минимум пятьдесят лет. Материал, использованный для загрузки фильтров, не меняет своих свойств под воздействием сточных вод.

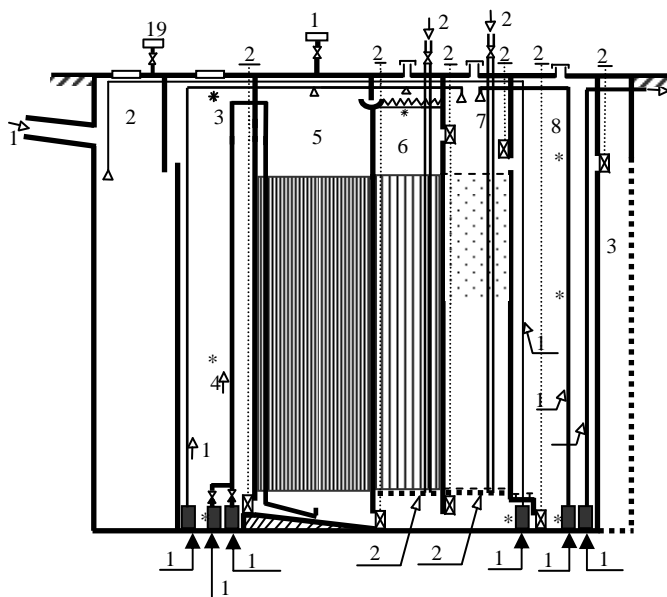


Схема очистной станции «Вияпласт»:

1 – трубопровод самотечной подачи сточных вод; 2 – ёмкость отстаивания; 3 – ёмкость сбора очищенной воды, она же регулирующая ёмкость; 4 – трубопровод подачи отстойной воды в анаэробный биореактор (5); 5 – анаэробный биореактор с волокнистой загрузкой типа «Вия»; 6 – аэробный биореактор с волокнистой загрузкой типа «Вия»; 7 – контактно-осветляющий фильтр (КОФ) с загрузкой в виде пенопластовых шариков; 8 – ёмкость для сбора очищенной воды; 9 – трубопровод, по которому отводится очищенная вода за пределы станции; 10 – насос, подающий отстоянную воду для промывки фильтров; 11, 12 – насосы, которые по очереди подают отстоянную воду в анаэробный биореактор (5); 13 – насос, откачивающий осадок и промывную воду с фильтров (5-7); 14 – насос, подающий очищенную воду для промывки КОФ; 15 – насос, откачивающий очищенную воду за пределы станции; 16 – трубопровод, по которому отводится осадок и промывная вода с фильтров (5-7) в ёмкость отстаивания (2); 17 – трубопровод, по которому подаётся отстоянная вода для промывки фильтров (5-7); 18 – трубопровод, по которому подаётся очищенная вода для промывки КОФ; 19 – газоотделитель; 20 – трубопровод с регулирующим вентилем, по которому подаётся воздух от компрессора в воздухораспределительную систему аэробного биореактора; 21 – трубопровод с регулирующим вентилем, по которому на первом этапе промывки подаётся воздух от компрессора в воздухораспределительную систему контактно-осветляющего фильтра; 22, 23 – воздухораспределительные системы; 24 – шибер, необходимый в период аварийного режима работы станции; 25-27 – шиберы, необходимые во время промывки фильтров; 28 – шибер, необходимый для опорожнения ёмкостей (3, 5-8); 29 – шибер для подачи очищенной воды в ёмкость с фильтрационными окнами (30); 30 – ёмкость с фильтрационными окнами.

После запуска очистительной станции на капроновых нитях типа «Вия» в анаэробном и аэробном биореакторах увеличивается объем биомассы микроорганизмов, которые содержатся в сточной воде. При увеличении объема биомассы будет увеличиваться эффект очистки до определенного значения. После того, как эффект очистки достигнет максимального значения можно считать, что очистительная станция уже работает в рабочем режиме.

Очистительная станция «Вияпласт» работает таким образом. В процессе работы станции самотёком поступает сточная вода по трубопроводу 1 в ёмкость отстаивания 2, где оседают взвешенные вещества, потом очищенная от взвешенных веществ вода поступает в ёмкость для сбора отстоянной воды 3, после ее наполнения до датчика промежуточного уровня включается насос 11 или 12, которые работают по очереди, меняясь каждые 30 мин. Насос 11 осуществляет по трубопроводу 4 постоянную среднесуточную подачу воды ( $V = \text{const}$ ) в анаэробный биореактор 5. Движение воды в анаэробном биореакторе 5 происходит снизу вверх с постоянной скоростью, проходя через вертикально расположенные капроновые нити типа «Вия». Потом вода перетекает из анаэробного биореактора 5 в аэробный 6 через затопленный полукруглый поперечно расположенный лоток, который играет роль водяного затвора между биореакторами. Из поперечно расположенного лотка вода попадает в продольно расположенные лотки с двухсторонними зубчатыми гранями, из которых вода равномерно падает на отметку уровня воды в аэробном биореакторе 6. При движении сточных вод происходит их естественное насыщение кислородом. В аэробном биореакторе 6 вода движется сверху вниз с постоянной скоростью, проходя через вертикально расположенные капроновые нити типа «Вия». Навстречу потоку снизу вверх происходит насыщение сточных вод кислородом от воздухораспределительной системы. Из аэробного биофильтра 6 вода под перегородкой попадает в КОФ 7, где движение воды происходит снизу вверх с постоянной скоростью, проходя через слои сжатого в отфильтрованном пространстве осадка и плавающей пенопластной загрузки. Из КОФ 7 вода через отверстие в перегородке попадает в ёмкость сбора очищенной воды 8, откуда при достижении максимального уровня воды в ёмкости 8 с помощью датчика включается насос 15, который перекачивает очищенную воду по трубопроводу 9 за пределы станции до тех пор, пока уровень воды не упадет до промежуточного датчика.

В анаэробном биореакторе происходит процесс окисления органических веществ кислородом, который содержится в различных соединениях, поэтому этот процесс протекает медленно с выделением

разных газов, которые попадают в газоотделитель 19. Также появляется большое число анаэробных бактерий, которые размножаются на загрузке биореактора и принимают участие в процессе минерализации органических веществ. В аэробном биореакторе происходит процесс аэрации сточных вод, сорбции из нее загрязнений и биохимического окисления органических веществ. В КОФ протекают процессы биологического окисления органических загрязнений, выпадения части взвешенных веществ в осадок под действием сил гравитации, задержание взвешенных веществ фильтрованием воды через слои сжатого в отфильтрованном пространстве осадка и плавающей пенопластной загрузки, в результате чего происходит осветление и обесцвечивание воды.

Показателем начала промывки является увеличение уровня воды в аэробном биореакторе 6 до датчика максимального уровня воды, потому что увеличивается величина потери напора в фильтрах, из-за увеличения загрязнений в загрузке фильтров. После этого выключаются насосы 11 и 12 и очистная станция переходит в режим промывки.

Промывка фильтров очистительной станции “Вияпласт” происходит автоматически и последовательно исходной водой под контролем прибора автоматического управления (ПАУ). Открывается шибер 25, закрывается шибер 27, включается подача воздуха 21, включаются с одинаковыми характеристиками насосы 13, 10 и начинается сразу промывка анаэробного биореактора 5, аэробного биореактора 6 и КОФ 7. Насос 10 подает отстоянную сточную воду из ёмкости 3 по трубопроводу 17 сверху во все фильтры 5, 6, 7. Насос 13 откачивает промывную воду с осадком в ёмкость отстаивания 2, откуда отстоянная вода перетекает в ёмкость 3. Подавая воздух по трубе 21 в КОФ 7, происходит водовоздушное перемешивание загрузки КОФ, что приводит к скорейшему отделению налипших загрязнений от загрузки. После этого выключается подача воздуха 21, закрывается шибер 25 и шибер 26, который закрывает окно под перегородкой и открывает окно в верхней части перегородки. Идет более интенсивная водяная промывка только КОФ 7. После этого выключается насос 10 и включается насос 14, который подает запас очищенной воды, между промежуточным и минимальным датчиками на промывку КОФ 7 с той же интенсивностью. Насосы 10, 13, 14 имеют одинаковые характеристики. После того, как насос 14 полностью перекачает на промывку всю очищенную воду, он выключается, а также выключается насос 13, и промывка считается завершённой. После промывки в регулирующей ёмкости – ёмкости сбора очищенной воды 3 увеличивается уровень воды на объём промывной воды, которая поступила из ёмкости 8. Следовательно, после

промывки включаются одновременно насосы 11 и 12, пока уровень воды не упадет до датчика промежуточного уровня. Далее очистная станция переходит в рабочий режим очистки сточных вод.

В теплые месяцы года очищенную воду можно перекачивать для полива зеленых насаждений, а в холодные зимние месяцы открывается шибер 29 и очищенная вода попадает в ёмкость с фильтрационными окнами 30 и фильтрует в грунт. В случае отключения электроэнергии на некоторое время очистная станция может принять небольшой объем стоков. Наличие автономного питания ПАУ дает возможность при достижении водой максимального уровня в емкости 3 перевести очистную станцию в аварийный режим работы. Открываются шибера 24, 29 и подается кислород в аэробный биореактор из кислородного баллона. Идет неравномерная очистка сточных вод. После включения электроснабжения ПАУ закрывает шибера 24, 29 и включает подачу воздуха от компрессора, а дальше дает такие же команды, как после промывки. При необходимости опорожнения емкостей 3, 5-8 открываются шибера 28, 24 и вся вода откачивается насосом 15.

Такая очистительная станция может найти широкое применение при очистке хозяйственно-бытовых сточных вод населенных пунктов малой производительности. Очищенную воду и биогаз целесообразно использовать для технических нужд, а перегнивший осадок в качестве удобрения.

1.Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – 2004. – 704 с.

2.Хоружий В.П., Недашковський І.П. Біологічна очистка стічних вод з використанням капронових ниток типу “Вія” і пінопласту // Зб. наук. праць НУВГП. Вип.1 (41). – Рівне, 2008. – С.291-296.

*Получено 15.01.2010*

УДК 628.3

В.Г.ИВАНОВ, д-р техн. наук, Ш.Ш.ЭРГАШЕВ

*Петербургский государственный университет путей сообщения  
(Российская Федерация)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ГИДРАВЛИКИ ПОТОКА ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА В БЛОКЕ ТОНКОСЛОЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Получены теоретические уравнения для оценки распределения расхода в наклонном блоке тонкослойных элементов.

Отримано теоретичні рівняння для оцінки розподілу витрати в похилому блоці тонкошарових елементів.