

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ ГОСПОДАРЬСЬКО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД НА ФІЛЬТРАХ З ВОЛОКНИСТО-ПІНОПЛАСТОВИМ ЗАВАНТАЖЕННЯМ

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Запропоновано схему очистки господарсько-побутових стічних вод малих населених пунктів на установках з фільтрами, які мають волокнисто-пінопластове завантаження. Отримані результати дали можливість підтвердити доцільність використання волокнистого завантаження типу «ВІА» у біореакторах та пінопластового завантаження контактано-освітлювального фільтру для біологічної очистки стічних вод.

Ключеві слова: очистка стічних вод, біореактор, установки малої продуктивності, анаеробна, аеробна.

Вступ

В сучасних умовах посиленого антропогенного навантаження на довкілля з кожним роком все більше загострюється проблема очищення господарсько-побутових стічних вод на неканалізованих територіях, викликана необхідністю приведення якості очищених стічних вод до нормативних вимог скидання їх у водойми рибогосподарського призначення.

Неочищені стічні води, що містять біогенні речовини, при скиданні їх у водойми сприяють розвитку синьо-зелених водоростей, в результаті чого знижується кількість розчиненого кисню та погіршується якість води в природних водоймах, порушуються нормальні умови життєдіяльності гідробіонтів, гинуть підводні мешканці. Тому однією з основних задач охорони навколишнього середовища в Україні є захист довкілля від забруднень стічними водами.

У зв'язку із зростанням будівництва котеджів, невеликих виробництв, баз відпочинку в неканалізованих районах місцевості, віддалених від міст та інших населених пунктів, проблема очищення господарсько-побутових стічних вод на таких об'єктах набула дуже важливого значення. Внаслідок різкого коливання витрат стічних вод малих населених пунктів та відсутності кваліфікованого персоналу для обслуговування очисних споруд зросла потреба у створенні науково-обґрунтованих, надійних, компактних, високоефективних і енергоощадних технологічних схем і конструкцій установок малої продуктивності (УМП).

Відомі конструкції УМП не завжди в повній мірі забезпечують нормативну якість очищених стічних вод та вимагають присутності висококваліфікованого персоналу, а тому актуальним нині є удосконалення існуючих і розробка більш ефективних УМП для очищення господарсько-побутових стічних вод.

Вирішенню окреслених питань сприяє застосування технологічної схеми біологічного очищення стічних вод шляхом прямого їх проходження в установці, основними елементами якої є біореактори (БР) з волокнистим і контактано-освітлювальні фільтри (КОФ) з пінопластовим фільтрувальними завантаженнями. Використання БР із прикріпленими мікроорганізмами та висхідного фільтрування стоків через фільтри з плаваючим завантаженням значно підвищує ефективність очищення води, спрощує експлуатацію споруд та зменшує їх вартість. Актуальною задачею оптимізації запропонованої УМП є теоретичне обґрунтування та встановлення в ході експериментальних досліджень оптимальних конструктивних і технологічних параметрів всіх елементів установки.

Розроблена схема автономної очисної станції «Віапласт». Запропонована технологія 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.

Компактные очистные установки, анаэробная и аэробная очистка сточных вод.

Хоружий В.П. , д.т.н., професор, **Недашковський І.П.** , асистент,
Ніколова Р.А., пр. доцент, **Ісмаїлова Н.П.**, асистент (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

БИОЛОГИЧНА ОЧИСТКА СТИЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ КАПРОНОВИХ НИТОК ТИПУ “ВІЯ” І ПІНОПЛАСТУ

Розроблена лабораторна установка, яка дозволяє провести наукові дослідження в області біологічного очищення стічних вод на фільтрах з волокнисто – пінопластовим завантаженням.

The laboratory setting, which allows conducting scientific researches in the region of the biological cleaning of sewer water, is developed on filters from fibred - by a foam plastic load.

Однією з основних задач наукових досліджень в галузі водного господарства є розробка економічних і ефективних способів очистки стічної води, тому що в наш час дуже актуальною є проблема охорони природних вод від забруднень. Зростання населення, розширення старих і виникнення нових міст значно збільшили надходження побутових стоків у внутрішні водойми

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 создания научно-обоснованных, надежных, малоэнергоёмких, 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 здоровья 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» (рис.1), состоящей из фильтров с волокнисто-пенопластовой загрузкой. В отличии 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.

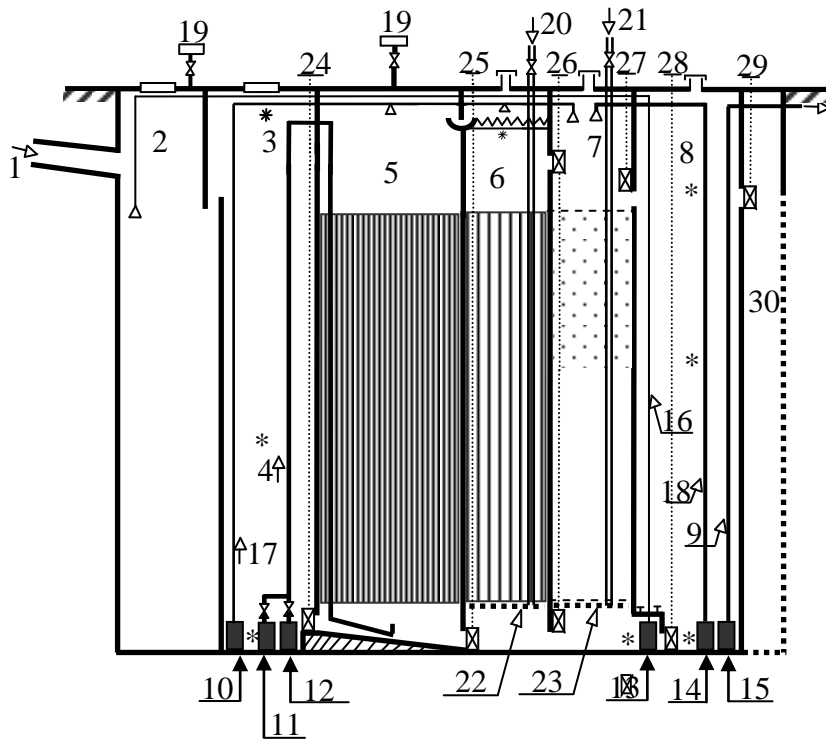


Рис. 1 Схема очистной станции «Вияпласт».

1 – трубопровод самотечной подачи сточных вод; 2 – ёмкость отстаивания; 3 – ёмкость сбора очищенной воды, она же регулирующая ёмкость; 4 – трубопровод подачи отстоянной 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 (5,6,7); 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 (5,6,7) в ёмкость отстаивания (2); 17 – трубопровод по которому подаётся отстоянная вода для промывки фильтров (5,6,7); 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, необходим в период аварийного режима работы станции; 25,26,27 – шибера, необходимые во время промывки фильтров; 28 – шибер, необходимый для опорожнения ёмкостей (3,5,6,7,8); 29 – шибер для подачи очищенной воды в ёмкость с фильтрационными окнами (30); 30 – ёмкость с фильтрационными окнами.

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

Ёмкость (3) и (8) оборудованы минимальным, максимальным, и промежуточным датчиками контроля уровня воды. В ёмкости (8) над насосом (13) есть 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, прикрепленное 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 воздуха-отделителя для предотвращения пузырьковой коагуляции загрузки КОФ.

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

После запуска очистительной станции в работу, на капроновых нитях типа «Вия» в анаэробном биореакторе и аэробном биореакторе 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 так. В процессе работы станции, самотёком поступает сточная вода по трубопроводу (1) в ёмкость отстаивания (2), где оседают взвешенные вещества, потом очищенная вода от взвешенных веществ поступает в емкость для сбора отстаиванной воды (3), после ее наполнения до датчика промежуточного уровня включается насос (11) (11 или 12, которые работают по очереди, меняясь каждые 30 минут). Насос (11) подает по трубопроводу (4) постоянную среднесуточную подачу воды ($V = \text{const}$) в анаэробный биореактор (5). Движение воды в анаэробном биореакторе (5) 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 двусторонними зубчатыми гранями, из которых вода равномерно падает на отметку уровня воды в аэробном биореакторе (6). При падении сточных вод происходит естественное насыщение их 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 воздухо-распределительной системы. Из аэробного биофильтра (6) вода под перегородкой попадает в КОФ (7), где движение воды снизу вверх с постоянной скоростью, проходя через слои сжатого в отфильтрованном пространстве осадка и плавающей пенопластной загрузки. Из КОФ (7) вода через отверстие в перегородки попадает в ёмкость сбора очищенной воды (8), откуда при достижении датчика максимального уровня воды в емкости (8), включается насос (15), который перекачивает очищенную воду по трубопроводу (9) за пределы станции, до тех пор уровень воды не упадет к промежуточного датчика.

В анаэробном биореакторе происходит процесс окисления органических веществ кислородом, который содержится в различных соединениях, потому этот процесс протекает медленно с выделением разных газов, которые попадают в газоотделитель (19). Так же появляется большого числа 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, и 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) с верха во все фильтры (5,6,7). Насос (13) откачивает промывную воду с осадком в емкость 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 датчиком, 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 мы считаем промывку завершенной. После промывки в регулирующей емкости – емкости сбора очищенной воды (3) увеличивается уровень воды на объем промывной воды, которая поступила из емкости (8). Следовательно, после промывки включаются одновременно насосы (11) и (12) пока уровень воды не упадет к датчику промежуточного уровня. Далее очистная станция переходит в рабочий режим очистки сточных вод.

Возможно, в теплые месяцы перекачивать очищенную воду для полива зеленых насаждений, а в холодные зимние месяцы открывается шибер (29) и очищенная вода попадает к ёмкости с фильтрационными окнами (30) и фильтрует в грунт. В случае отключения электроэнергии на некоторое время очистная станция может принять небольшой объем стоков. А также наличие автономного питания ПАУ дает возможность, когда вода достигнет 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), включает подачу воздуха от компрессора, а дальше дает такие же команды, как после промывки. При необходимости опорожнения емкостей (3,5,6,7,8) открывается шибера (28,24) и вся вода откачивается насосом (15).

Очистительная станция, найдет 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. учебник для вузов “Водоотведение и очистка сточных вод” – 2004 – с. 157 (всего 704 стр.)
2. Хоружий В.П., Недашковский И.П. стаття у збірнику наукових праць НУВГП “Біологічна очистка стічних вод з використанням капронових ниток типу “Вія” і пінопласту” – 2008 – 1(41) - с. 291-296