

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЛЬТРОВ С ВОЛОКНИСТОЙ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ЗАГРУЗКОЙ ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

*И. А. Хамад, асп., В. П. Хоружий, докт. техн. наук (Одесская государственная академия строительства и архитектуры),
В. А. Бойко, инж. (Одесский государственный аграрный университет)*

Виконано аналіз існуючих установок з зернистим завантаженням для очистки стічних вод. Описано конструкцію установки для доочистки стічних вод.

Проблема загрязнения сточными водами водных и земельных объектов в настоящее время является очень актуальной. В связи с этим в Украине приняты законы [1, 2], предусматривающие осуществление мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов. Одним из таких мероприятий является строительство очистных сооружений. Очистные сооружения двухступенчатой очистки не всегда обеспечивают необходимое качество воды, сбрасываемой в водоемы. Даже при нормативной работе сооружений из вторичных отстойников выносятся молодые клетки микроорганизмов, которые находятся в стадии роста и еще не образовали крупных хлопьев ила, способных оседать. В связи с этим встала задача высокоэффективной очистки и доочистки сточных вод перед сбросом в водоемы.

В практике очистки и доочистки производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод используют сетчатые и зернистые фильтры.

Сетчатые барабаны и микрофильтры используют в тех случаях, когда необходимо удалить грубодисперсные взвешенные вещества или хлопья активного и мертвого ила, которые выносятся из вторичных отстойников. Исследования [1–8] показали, что несмотря на ряд положительных свойств, они имеют существенные недостатки:

1) задерживающая структура микроорганизмов по биологическим показателям невелика, биологический показатель кислорода (БПК) снижается на 50–60%, количество бактерий – на 10...50%;

2) микрофильтры практически не задерживают мелкие и коллоидные частицы, содержащиеся в сточных водах (снижение показателя по взвешенным веществам составляет 60...80 г);

3) корпуса микрофильтров и сетка подвергаются коррозии и механическим повреждениям;

4) при попадании в жидкость жировых веществ эффективность работы фильтров резко снижается;

5) стоимость очистки на микрофильтрах выше, чем на зернистых фильтрах [6].

В качестве загрузки зернистых фильтров используют такие фильтрующие материалы: кварцевые пески, керамзит, антрацит, гравий, шунгизит, гранулированный пенополистирол, пенопласт и др.

В [9] описано устройство для очистки сточных вод при помощи фильтра с зернистой загрузкой. Повышение эффективности работы фильтровальной установки достигается путем регулирования режима и интенсивности промывания. Установка состоит из напорного фильтра с фильтрующей загрузкой, гидropневматического бака, компрессора, грязеотстойника, водонапорного бака. Недостатками устройства является необходимость применения компрессора и сооружения грязеотстойника.

Устройство для очистки сточных вод [10] состоит из корпуса, разделенного водопроницаемой перегородкой на напорную и вихревую камеры хлопьеобразования и отстойную камеру с зернистым фильтром первого и второго ярусов. Несмотря на преимущества перед другими зернистыми фильтрами (уменьшение расхода промывочной воды), устройство имеет существенный недостаток – использование реагентов (первичных и вторичных), что влечет за собой необходимость устройства реагентного хозяйства.

Авторы [11–13] усовершенствовали работу устройств с зернистой загрузкой за счет удаления дренажных колпачков, что позволило снизить металлоемкость фильтров. Однако применение водопроводной промывки также влечет за собой необходимость установки компрессоров.

Предлагаются способы очистки воды фильтрованием через зернистую загрузку в виде гранулированного шлака от электротермической выплавки силикомарганца [14] и антрацитовой крошки [15]. Преимущество этих способов перед другими состоит в том, что количество очищаемой воды за фильтроцикл увеличивается на 40%. В [16] в качестве загрузки используют гранодиоритный отсев, который получают из гранодиоритных пород при производстве щебня.

Преимущества способов, предложенных в работах [13–17]: уменьшение гидравлического напора и увеличение продолжительности фильтроцикла. К недостаткам вышеперечисленных способов относится необходимость постоянной регенерации фильтра, что влечет за собой дополнительные затраты, а также образование в процессе эксплуатации цементированных комьев загрузки.

Зернистые фильтры с загрузкой имеют ряд недостатков:

предельное содержание взвешенных веществ в воде после очистки составляет 15...20 мг/л;

трудности при промывании (требуется горячая и хлористая вода);

большой расход электроэнергии вследствие применения полиреакторов;

необходимость отключения фильтров при промывании;

сложная водо-воздушная система промывки загрузки, требующая установки дополнительных насосов подкачки.

Поэтому в последнее время применяются фильтры с пенополистирольной загрузкой, которые обладают высокими адсорбционными свойствами и большой грязеемкостью.

Анализ эффективности работы очистных систем [18] и их экономических показателей показывает, что после биологической или физико-химической очистки сточных вод их лучше доочищать на зернистых и/или волокнистых фильтрах.

В [18] описан полистирольный фильтр, включающий корпус с перфорированной перегородкой, под которой расположена фильтрующая загрузка, трубопроводы подачи воды для очистки и отвода фильтрата, патрубков удаления осадка за счет дополнительного оборудования аэрационной системой из подводящего газопровода. Предложенное техническое решение позволяет сократить расход регенерационной воды и использовать весь объем насадки.

Известны устройства [19–21], в которых в качестве загрузки используются насадки в виде волокон, что позволяет увеличить грязеемкость фильтра. Однако в процессе эксплуатации таких устройств необходимо часто менять волокна.

Анализ результатов исследований [22] показывает, что пенополистирольные фильтры нашли широкое практическое применение. На основании результатов исследований пенополистирола, проведенных Киевским НИИ коммунальной гигиены, были сделаны следующие выводы:

после промывки пенополистирола в проточной водопроводной воде в течение 1,5 ч при последующем контакте воды с гранулами на протяжении 18 ч показатели качества воды не изменились;

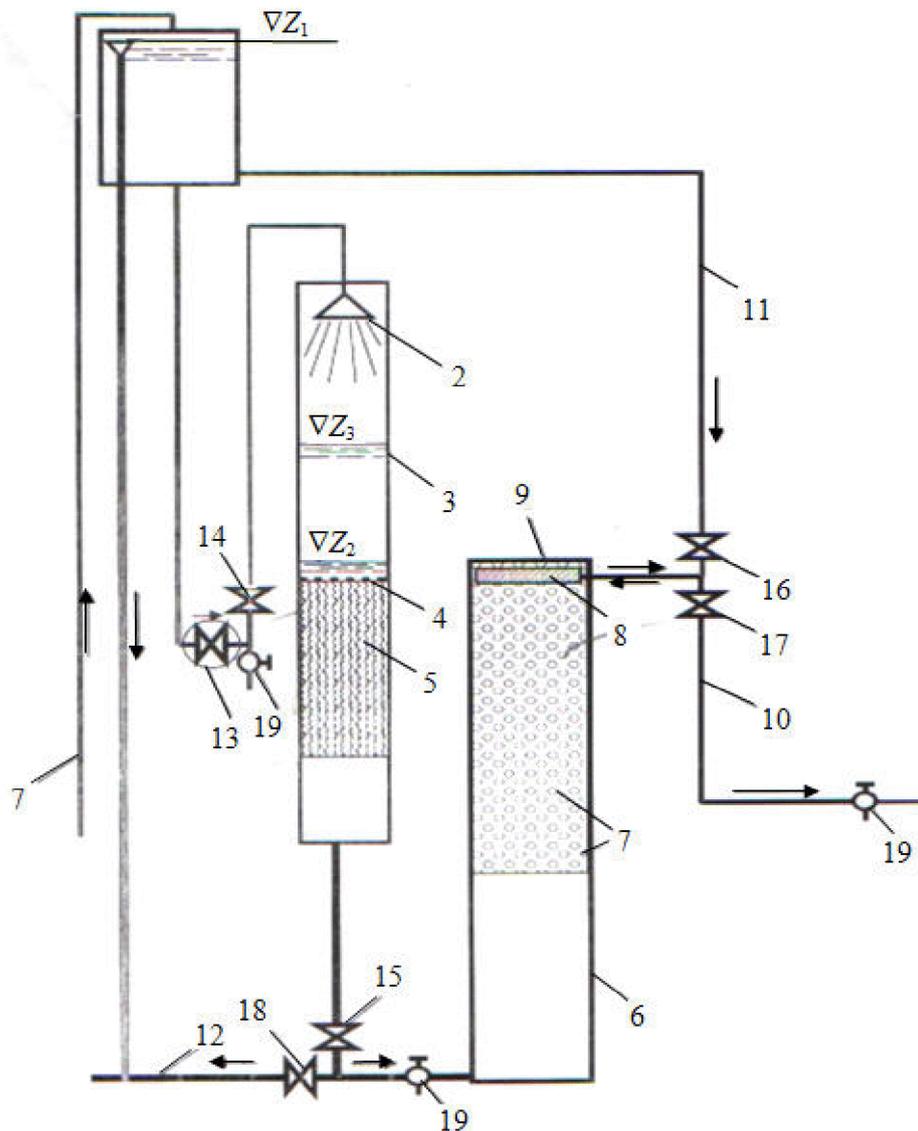
гранулы пенополистирола, находящиеся ранее в эксперименте, с первого дня контакта с водой не оказывали отрицательного влияния на ее качество.

Легкость, подвижность и способность гранул пенополистирола сортироваться в потоке промывной воды делают плавающую загрузку универсальной с точки зрения ее размещения в корпусах других сооружений очистки воды: отстойниках, осветлителях со взвешенным осадком и т.д.

Сочетание в одном корпусе нескольких технологических процессов водоочистки, обеспечивающее глубокую доочистку воды фильтрованием через плавающую зернистую загрузку, является более эффективным и конкурентоспособным решением по сравнению с двух- или многоступенчатыми процессами очистки, которые осуществляются на отдельно расположенных сооружениях.

Процесс интенсификации доочистки сточных вод должен развиваться в направлении разработки установок, которые обеспечивали бы насыщение сточной воды кислородом для поддержания аэробных процессов в фильтрующей загрузке.

Этим требованиям отвечает установка, разработанная с участием авторов (рисунок).



Установка для очистки сточных вод на фильтрах с волокнистой пенополистирольной загрузкой: 1 – линия подачи сточной воды; 2 – аэратор; 3 – биореактор; 4 – решетка; 5 – волокнистая загрузка; 6 – осветлительный фильтр; 7 – пенополистирольная загрузка; 8 – дренажная система; 9 – крышка; 10 – линия отвода очищенной сточной воды; 11 – линия подачи исходной воды на промывку; 12 – сброс промывочной воды; 13...18 – задвижки; 19 – пробоотборники

Установка работает следующим образом. Сточная вода после механической и биологической очистки собирается из вторичного отстойника канализационным насосом и подается по трубе 1 в бачок с постоянным уровнем емкостью 80 л. Уровень воды в бачке поддерживается на отметке ∇Z_1 , а излишек сточной воды сбрасывается по переливной трубе в канализацию. С бачка по трубе через аэратор 2 сточная вода подается на биореактор 3.

Биореактор 3 выполнен из пластмассовой трубы диаметром 200 мм и длиной 4 м. На расстоянии 2,5 м от верха трубы установлена волокнистая загрузка 5 типа «Вия» с длиной нити 1 м и расстоянием между нитями 7 мм. На

поверхности волокон образуется биопленка с микроорганизмами. В биореакторе происходят процессы аэрации сточных вод, сорбции примесей из нее и биохимического очищения органических веществ. Кроме того, биореактор выполняет роль воздуходувки для предотвращения коагуляции контактного осветлительного фильтра 6 и регулятора скорости фильтрования. При загрязнении волокнистой 5 и пенополистирольной 7 загрузок уровень воды в биореакторе уменьшается от ∇Z_2 (после промывки фильтра) до ∇Z_3 (перед промывкой), обеспечивая постоянную скорость фильтрования воды.

Контактный осветлительный фильтр 6, имеющий в плане квадратную форму со стороной 200 мм, выполнен из металла и стекла, его высота 2 м. В фильтре находится пенополистирольная загрузка с диаметром гранул 2...3 мм и высотой загрузки 1 м. Движение воды при фильтровании – снизу вверх.

Доочищенная сточная вода после прохождения по установке 1 собирается верхней дренажной системой 8 и отводится по трубопроводу 10. При фильтровании воды задвижки 13, 14, 15, 16 открыты, а задвижки 17, 18 закрыты.

Промывка контактного осветлительного фильтра осуществляется исходной водой, подаваемой по трубе 11. При этом фильтрующая загрузка 7 расширяется, а грязь отбрасывается с промывочной водой по трубопроводу 12. Промывка осуществляется в течение не менее двух минут с интенсивностью 15...17 л/см.

Пробы воды для анализов (исходная, после биореактора и после контактного осветлительного фильтра) отбираются с помощью трех пробоотборников. Исследования проводились при температуре сточных вод 18...32 °С и скоростях фильтрования 4, 8, 12 м/г. Анализы сточных вод выполнялись по таким показателям: БПК₅, ХПК, рН, растворенный O₂, взвешенные вещества.

Выводы

При небольших концентрациях загрязнений в сточной воде эффективность очистки с помощью описанной установки составляет 80...89%. Эти воды целесообразно использовать для технических целей на предприятиях или для орошения сельскохозяйственных культур.

1. Журба М. Г. Основы процессов и техника доочистки сточных вод фильтрованием // Доочистка сточных вод. – Кишинев, «Молдагроинформ-реклама», 1990. – С. 4–38.

2. Гироль Н. Н., Журба М. Г., Семчук Г. М., Якимчук Б. Н. Доочистка сточных вод на зернистых фильтрах. Специальное издание. – СПОО “Типография Левобережная”. – 1998. – 92 с.

3. Дегремон А. Технические записки по проблемам воды: Пер. с англ / Под ред. Т. А. Карюхиной, И. Н. Чурбановой. – М.: Стройиздат, 1983. – Т. 1. – 607 с.

4. Гвоздяк П. И. Очистка промышленных сточных вод прикрепленными микроорганизмами // Химия и технология воды. – 1989. – 11, № 9. – С. 845–858.

5. Пат. 55060 України, МПК F 3/34 / П. І. Гвоздяк, Н. Ф. Могілевич, О. Д. Денис. – Опубл. 30.12.93, Бюл. № 1.

6. *Синев О. П.* Интенсификация биологической очистки сточных вод. – К.: Техніка, 1983. – 108 с.

7. *Худенко В. М., Тернопольская М. Г., Кравцова В. В.* Глубокая очистка и повторное использование сточных вод. – М.: ЦНИИС Госстроя СССР. – 1974. – 64 с.

8. *Якимчук Б. Н.* Опыт эксплуатации фильтровальных станций систем канализации // Доочистка сточных вод. – Кишинев: Молдагроинформреклама. – 1990. – С. 81–101.

9. *А. с. 776643 СССР*, МКИ В 03 D 3/02. Фильтр для очистки воды / Г. И. Сухоруков, С. М. Эпоян, В. Н. Коваленко, В. О. Попов. – Оpubл. 15.04.90, Бюл. № 14.

10. *А. с. 610540 СССР*, МКИ В 01 D 23/24. Устройство для очистки воды / А. В. Куралесин, В. Е. Тройнин, В. И. Уметский и Ю. А. Павлов (СССР). – Оpubл. 23.11.90, Бюл. № 43.

11. *А. с. 710580 СССР*, МКИ В 01 D 23/26 / В. Г. Куринной. – Оpubл. 15.08.90, Бюл. № 30.

12. *А. с. 874109 СССР*, МКИ В 01 D 23/20. Фильтр для очистки воды / В. Г. Векшин, А. Р. Ленский, В. С. Глазунов, Л. Л. Остроухов, Е. Б. Юрчевский. – Оpubл. 28.02.90, Бюл. № 8.

13. *А. с. 1368000 СССР*, МКИ В 01 D 23/10 / В. А. Скроба, В. И. Семенов. – Оpubл. 15.07.90, Бюл. № 26.

14. *А. с. 1214151 СССР*, МКИ В 01 D 23/24. Фильтр для очистки воды / В. А. Романенко, С. В. Зайцев, А. Н. Койда, Н. С. Соловьева. – Оpubл. 15.04.91, Бюл. № 14.

15. *А. с. СССР 963540*, МКИ В 01 D 35/06. Установка для очистки воды / Н. П. Бессмертный, И. А. Пашков, Т. Б. Ясинская. – Оpubл. 28.02.90, Бюл. № 8.

16. *Пат. 96354* України. Установка для очистки воды / Б. М. Борисов, В. С. Гедз, В. В. Байраков. – Оpubл. 17.12.2001, Бюл. № 11.

17. *Пат. 856352* України. Спосіб очистки стічної води / Б. М. Борисов, Ю. А. Манжосова. – Оpubл. 15.10.2001, Бюл. № 9.

18. *Пат. 236585* України. Спосіб очистки стічної води / Б. М. Борисов, И. П. Жуков. – Оpubл. 15.02.2001, Бюл. № 1.

19. *Пат. 764210* України. Установка для очистки воды / Б. М. Борисов, В. Л. Ходьков, Н. В. Григор'єва, В. О. Зайцев – Оpubл. 15.12.2003, Бюл. № 12.

20. *Пат. 359861* України. Установка для очистки воды О. Ю. Кулішенко, В. Т. Остапенко, О. І. Баранов. – Оpubл. 25.12.98, Бюл. № 6.

21. *СНиП 2.04.02-84.* Водоснабжение: Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат. – 1985. – С. 32–36.

22. *Кожин В. Ф.* Очистка питьевой и технической воды. – М.: Стройиздат. – 1971. – С. 124–132.