

УДК 628.35

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ  
МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ****С.В. СЕДЛУХА, Д.С. ЕРОМЕНОК***(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.Д. Ющенко; Е.С. Велюго)*

*Для малых населенных пунктов при проектировании очистных сооружений приходится искать компромиссные решения, которые удовлетворяли бы природоохранным и санитарным требованиям, но были бы достаточно доступны в строительстве и эксплуатации по экономическим параметрам.*

**Введение.** В последние годы динамика развития водопроводно-канализационного хозяйства Витебской области направлена на решение вопросов отвода сточных вод из централизованных систем водоотведения [1]. Наиболее остро проблема водоочистки стоит перед малыми населёнными пунктами, для которых характерен объем сточных вод до 1,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Учитывая требования, в настоящей работе основное внимание уделяется биостанциям малой пропускной способностью: конструктивные особенности, условиями их функционирования, что позволяет усовершенствовать технологию водоподготовки малых объектов. Особенностью этих систем является неравномерность водоотведения по времени, как по части расходов, так и загрязнений, что при вводе в эксплуатацию новых объектов – источников сточных вод.

**Целью** данной работы является изучение и проработка вопросов особенностей проектирования систем канализации малых населенных пунктов в современных условиях.

В настоящее время повсеместно функционирует множество малых населенных пунктов, отдаленных от крупных централизованных систем водоотведения, с собственными биологическими очистными сооружениями.

Из характерных особенностей малых канализационных очистных сооружений вытекают следующие требования к их проектированию и строительству:

- малые очистные сооружения не могут быть просто уменьшенными по размерам копиями больших сооружений;
- регулирование и усреднение притока сточной воды на очистку может быть более важным для обеспечения эффективности очистки, чем применение самых высокотехнологичных методов очистки;
- предпочтение должно отдаваться простым универсальным конструкциям по сравнению со сложными многоступенчатыми конструкциями;
- сооружения должны быть простыми в исполнении и обслуживании с надежными механическими устройствами, без применения сложной автоматики;
- эксплуатационная безопасность и удобство технического обслуживания должны быть приоритетными в сравнении с достижением высоких показателей производительности.

Выбор систем и схем канализации объекта и степень их централизации следует производить с учетом требований к степени очистки сточных вод и условиям их отведения, рельефа местности, климатических, геологических и гидрологических условий [2].

Перечисленные особенности предопределяют выбор метода очистки и технических решений установок малой канализации: они должны быть эффективными, простыми, надёжными в работе, должны иметь высокое качество и одновременно низкую стоимость за счет индустриальности строительства. В местных и малых системах канализации в основном применяются механические и биологические методы очистки, а в случае необходимости предусматривается и доочистка сточных вод [2].

Важной характеристикой сточных вод являются степень равномерности их образования и поступления в водоотводящие системы. Обычно она определяется неравномерностью поступления сточных вод по часам суток в году. Эти характеристики учитываются при проектировании водоотводящих систем.

В последние годы, в связи с ужесточением требований к сбросу сточных вод в водоемы, не все действующие очистные сооружения могут обеспечить требуемую степень очистки. В связи с изменением категорий водоемов ужесточились требования на сброс сточных вод, поэтому фактические концентрации очищенных сточных вод стали превышать предельно допустимые по показателям: БПК, содержание взвешенных веществ, концентрация соединений азота и фосфора.

**Основная часть.** При их проектировании малых населенных пунктов выбирается одна из возможных схем водоотведения. Желательно использовать наиболее целесообразную (зависит от опыта проектировщика), при этом схему, которую очень часто, необходимо дополнять сооружениями для очистки сточных вод.

Под проектированием понимается процесс составления описания, необходимого для создания еще не существующего объекта, основанный на творческой способности человека, его воображения, интуи-

ции и опыта, поиска и принятия решения для последующей реализации воплощенного замысла. Проектирование систем водоснабжения и канализации ведут поэтапно. Первым делом необходимо собрать исходную информацию об объекте проектирования. Предполагаемое место строительства объекта, его функции, геологические характеристики. После этого формируется задание на проектирование и составляется состав проект.

При разработке проектной документации и согласовании следует руководствоваться требованиями нормативных правовых актов (далее – НПА) и ТНПА Республики Беларусь, настоящим техническим кодексом, иными документами, регулирующими инвестиционную деятельность [3].

При наличии особых условий размещения объекта (исторические зоны городов, оползневые территории и др.) необходимо по указаниям органов градостроительства и архитектуры согласовать проектную документацию с соответствующими организациями.

При проектировании систем водоснабжения и водоотведения широко используются средства вычислительной техники для расчетов и моделирования, что позволяет сократить сроки и повысить качество проектирования. Завершающим этапом проектной документации является экспертиза.

Если рассматривать опыт очистки сточных вод отдельных объектов и предприятий в нашей стране, то традиционными очистными сооружениями в таких случаях являлись поля фильтрации, подземные поля фильтрации, фильтрующие траншеи, песчаногравийные фильтры и подобные сооружения.

Главным плюсом указанных сооружений была простота их устройства. Положительной особенностью полей фильтрации является тот факт, что эксплуатация таких сооружений не требует применения электромеханического оборудования, поэтому и практика их применения для объектов с небольшими расходами сточных вод остается довольно распространенной.

Совместно с тем в настоящее время поля фильтрации возможно отнести к типу сооружений, которые неактуальны в технологическом отношении, и их применение оказывает важное негативное воздействие на окружающую среду. Введение в 2010 г. новых строительных норм проектирования сократило область применения таких сооружений. Их применение возможно для объектов, расположенных вне населенных пунктов, при расходе сточных вод, не превышающем 200 м<sup>3</sup>/сутки, и дальности транспортирования очищенных сточных вод до водотока-приемника, превышающей 1 км. В дальнейшей Водной стратегией Республики Беларусь на период до 2020 года ставилась задача сокращения использования полей фильтрации в Беларуси на 50 %.

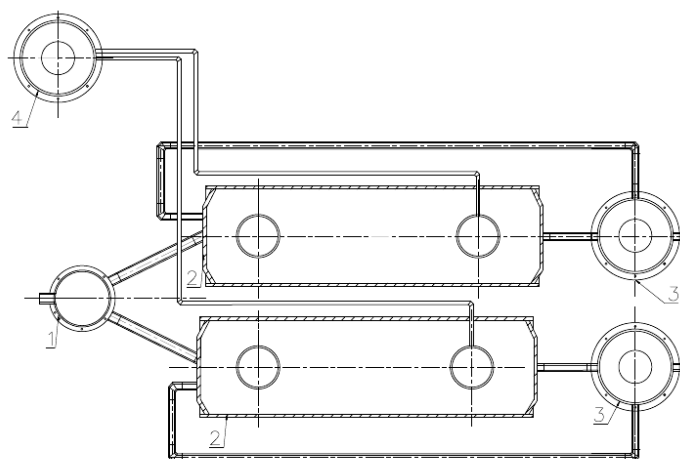
В связи с этим актуальной становится задача разработки и поиска технических решений, которые могут заменить эти традиционные сооружения и обладают надежностью, простотой в эксплуатации и экономичностью, обеспечивая при этом современные санитарные и природоохранные требования. Обычной практикой при выводе полей фильтрации из эксплуатации является строительство очистных сооружений с биологической очисткой в искусственно созданных условиях, с применением биофильтров или аэротенков. В Беларуси такой подход применялся при реконструкции систем отведения ряда населенных пунктов. Следует отметить, что все белорусские города имели такой вид очистки, как поля фильтрации, и в последующем переходили на более мощные сооружения. Например, в Минске станция аэрации запущена в эксплуатацию в 1963 г., в других городах такая замена производилась несколько позднее.

Для объектов с небольшими объемами водоотведения строительство типовых сооружений биологической очистки может быть нецелесообразным, и отказ от полей фильтрации может реализоваться за счет применения очистных сооружений заводского изготовления.

На основании исходных данных и поставленной задачи для биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и близких к ним по составу производственных стоков разработана в УП «Полимерконструкция» при участии Седлуха С.В. установка заводского заглубленного типа «Кристалл-БИО-П» (рисунок 1).

Установка очистки работает по технологии полного окисления и предназначена для полной биологической очистки сточных вод с достижением качества очищенной сточной воды по требованиям ПДК (постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ от 26 мая 2017. № 16). Преимущества установки «Кристалл-БИО-П» (продленная аэрация): минимальные эксплуатационные затраты; отсутствие реагентного хозяйства; длительный срок службы – не менее 30 лет; работа установки без постоянного присутствия обслуживающего персонала; малое количество избыточного активного ила за счет его минерализации; отсутствие запаха. В состав установки «Кристалл-БИО-П» входит распределительный колодец с решеткой механической очистки, биоблок, вторичный отстойник, воздушная станция.

На первом этапе очистки сточная вода под напором поступает в распределительный колодец, в котором установлена решетка ручной очистки с величиной прозоров 16 мм и контейнер для сбора отбросов (в колодце). Биологическая очистка сточных вод осуществляется по принципу продленной аэрации (метод полного окисления).



1 – колодец распределительный; 2 - биоблок; 3 – вторичный отстойник; 4 – воздуходувная установка.

Рисунок 1. – Установка «Кристалл-БИО-П»

Полное окисление органических загрязнений протекает в три фазы. В первой фазе наличия большого количества в сточной воде органических веществ обеспечивает быстрое размножение микроорганизмов с непрерывным прогрессированием общего их количества. Во второй фазе нагрузка по органическим загрязнениям на активный ил значительно ниже, и из-за недостаточного количества этих загрязнений размножение микроорганизмов несколько сдерживается. Устанавливается определенное соотношение между количеством поступивших органических веществ и приростом ила. В третьей фазе размножение микроорганизмов активного ила замедляется из-за недостатка органических загрязнений. Ил как бы находится в «голодном» состоянии. Это заставляет микроорганизмы активного ила использовать не только органические вещества, поступившие со сточными водами, но и большую часть органических веществ отмерших микроорганизмов, т. е. минерализовать органическую часть самого активного ила. В результате полного окисления органических загрязнений прирост активного ила настолько мал, что его можно удалять из сооружений через 1–4 месяца.

Для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов-минерализаторов в биоблоке обеспечивается непрерывная аэрация с помощью воздуходувок, которые установлены в подземном колодце, и постоянной рециркуляции активного ила из вторичного отстойника.

После отстаивания во вторичном отстойнике очищенная сточная вода самотеком поступает в выпуск очищенных стоков. Избыточный активный ил периодически откачивается, и вывозится на иловые площадки.

Установка очистки сточных вод заглубленного типа, полной заводской готовности типа «КРИСТАЛЛ-БИО-П» была применена при реконструкции детского санатория «Росинка» ОАО «Белогороздравица».

При ряде достоинств использование таких сооружений сопряжено с необходимостью организации энергоснабжения и технического обслуживания оборудования, удаления и обработки образующегося осадка, а также со значительными первоначальными затратами на приобретение, монтаж и наладку оборудования.

В последнее время интенсивно развивается альтернативное направление — использование усовершенствованных методов биологической очистки сточных вод в условиях близких к естественным, например, очистка на грунтово-растительных площадках [4].

К грунтово-растительным площадкам в настоящее время относят большое количество видов сооружений, различающихся по конструкции и принципу действия.

Во-первых, это пруды, как правило, небольших и средних размеров, в которых очистка сточных вод производится с применением биоценоза свободно плавающих растений, растений, произрастающих на грунте под водой и имеющих надводную часть, а также растений, произрастающих на берегах. Во-вторых, это сооружения, использующие для очистки сточных вод слой фильтрующей загрузки и влаголюбивую растительность, которая высаживается на почвенном слое над фильтрующей загрузкой. Если первая группа сооружений по принципу действия является близкой к биологическим прудам, то вторая – к сооружениям очистки сточных вод в грунте.

ТНПА Республики Беларусь детально не регламентируют правила проектирования грунтово-растительных площадок, но и не содержат запретов на применение таких сооружений. Так, согласно

ТКП 45-4.01 -202-2010 допускается применение методов биологической очистки сточных вод в условиях, близких к естественным, в т.ч. с помощью грунтово-растительных биофильтров. Согласно немецкому стандарту DWA-A 2625 для грунтово-растительных площадок с горизонтальным потоком общая фильтрующая площадь принимается  $A_F = 5 \text{ м}^2/\text{ЭН}$ , нагрузка по ХПК —  $1 \text{ б г}/(\text{м}^2 \times \text{сут})$ , гидравлическая нагрузка —  $40 \text{ л}/(\text{м}^2 \times \text{сут})$ . Для грунтово-растительных площадок с вертикальным потоком общая фильтрующая площадь принимается  $A_p = 4 \text{ м}^2/\text{ЭН}$ , нагрузка по ХПК —  $20 \text{ г}/(\text{м}^2 \times \text{сут})$ , гидравлическая нагрузка —  $80 \text{ л}/(\text{м}^2 \times \text{сут})$ . Указанные данные позволяют определить потребность в площадях для размещения таких сооружений.

Таблица 1. – Сравнительная характеристики очистных сооружений

Тип очистных сооружений	Биологический пруд	Грунтово-растительная площадка	Очистная установка заводского изготовления
Требуемая площадь для размещения	Очень большая (более 10 м <sup>2</sup> /ЭН)	Значительная (2-4 м <sup>2</sup> /ЭН)	Средняя
Уровень потребления энергии	Низкий	Низкий	Средний
Стоимость строительства	Низкая	Средняя	Высокая
Стоимость эксплуатации	Низкая	Низкая	Средняя
Потребность в квалифицированных специалистах для строительства и технического обслуживания	Низкая	Низкая	Средняя
Санитарная безопасность при обращении с очищенными сточными водами	Приемлемая	Приемлемая	Хорошая

**Заключение.** При проектировании очистных сооружений рассматриваются несколько разнозначных и равноценных вариантов, при которых используются разные архитектурные, планировочные, конструктивные, инженерные и другие решения. Использование высокотехнологичных установок для малых населенных пунктов может значительно удорожать строительство и эксплуатацию сооружений очистки стоков. Во многих случаях приходится искать компромиссные решения, которые удовлетворяли бы природоохранным и санитарным требованиям, но были бы достаточно доступны в строительстве и эксплуатации по экономическим параметрам. Упрощенная оценка возможностей применения очистных сооружений, приведенная в таблице, показывает, что сооружения с меньшими капитальными затратами требуют больших площадей для их размещения и это может быть определяющим фактором при анализе приемлемости того или иного варианта. Выбор конкретного технического решения в немалой степени определяется местными условиями (рельеф, грунты, доступность коммуникаций и т.д.), а также финансовыми возможностями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года. Проект, коллектив авторов, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Минск: 2010. – 43 с.
2. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: справочник проектировщика / под ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
3. Закон Республики Беларусь «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь» от 5 июля 2004 г. № 300-3.
4. Hallberg R.O., Martinell R. Vyredox - in-situ purification of ground water. J. Ground water. Vol. 4, 2, 1976.