

УДК 644.65:628.16(476.6)

О. К. Новикова, А. Б. Невзорова

Белорусский государственный университет транспорта

**СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ:
ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ И ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ**

Дана оценка обеспеченности малых населенных пунктов Республики Беларусь системами канализации. Приведены результаты базового обследования систем канализации населенных пунктов Мостовского района Гродненской области. Дана оценка продолжительности эксплуатации канализационных сетей, технического состояния существующих очистных сооружений. На основании комплексного обследования систем канализации района разработаны предложения по снижению отрицательного воздействия на окружающую среду от сброса сточных вод и рекомендации по реконструкции существующих канализационных сетей и модернизации очистных сооружений. Приведено сопоставление самотечной (гравитационной), напорной, вакуумной канализации с точки зрения оценки преимуществ и недостатков, которые необходимо учитывать при выборе системы канализации. Предложены направления устойчивого развития существующих систем канализации и устройство новых в малых населенных пунктах Республики Беларусь с учетом особенностей канализируемого объекта и потребностей населения.

Ключевые слова: системы канализации, сточные воды, очистные сооружения, управление водными ресурсами.

O. K. Novikova, A. B. Neuzorava

Belarusian State University of Transport

**SEWERAGE SYSTEMS FOR SMALL-POPULATED CITIES:
CURRENT SITUATION AND PROBLEM ASPECTS**

The assessment of the provision of small settlements of the Republic of Belarus with sewerage systems is given. The results of the basic survey of Sewerage systems in Mostovsky district of Grodno region are presented. The estimation of the duration of operation of sewer networks and the technical condition of existing treatment facilities is given. Based on a comprehensive survey of the district's sewerage systems, proposals have been developed to reduce the negative impact on the environment from wastewater discharge and recommendations for the reconstruction of existing sewer networks and modernization of treatment facilities. A comparison of gravity, pressure, and vacuum sewers is given in terms of evaluating the advantages and disadvantages that must be taken into account when choosing a sewer system. The directions of sustainable development of existing sewerage systems and the construction of new ones in small localities of the Republic of Belarus are proposed, taking into account the characteristics of the object being sewerage and the needs of the population.

Key words: sewage systems, wastewater, treatment plants, water management.

Введение. Одним из элементов, определяющих качество жизни населения, является уровень доступа к водоснабжению и канализации.

Канализование селитебной территории и очистка сточных вод являются одними из приоритетных направлений развития водохозяйственного комплекса Республики Беларусь [1]. Государственные программы и нормативно-правовые акты направлены на снижение антропогенного воздействия сточных вод на окружающую среду. По данным, приведенным в Государственной программе «Комфортное жилье и благоприятная среда на 2016–2020 годы», обеспеченность централизованными и местными системами хозяйственно-бытовой канализации городского населения составляет 91,1%, сельского населения – 37,9% [2]. С учетом неполного охвата системами канализации площа-

ди городской застройки и их отсутствие в ряде отдельно расположенных объектов, количество населения, не имеющего такого доступа, будет намного больше.

В Республике Беларусь в небольших городах, поселках городского типа и селах, которые можно отнести к малым населенным пунктам, проживает более 60% населения. Сегодня всего около 3% сельских населенных пунктов имеют централизованную хозяйственно-бытовую канализацию, что представляет большую опасность для окружающей среды и санитарной обстановки в стране.

Строительство систем канализации в малых населенных пунктах и отдельно расположенных объектах отстает от потребности в них сельского населения и агропромышленных комплексов.

Основная часть. Планирование устройства систем канализации в малых населенных пунктах должно базироваться на комплексной оценке эффективности управления водными ресурсами в каждом районе республики.

При проведении базового исследования водных ресурсов Мостовского района в рамках проекта «Участие общественности и эффективное управление водными ресурсами в Мостовском районе» [3] установлено, что только 13 из 154 населенных пунктов канализованы. Система канализации – неполная раздельная: устроена одна канализационная сеть для отведения хозяйственно-бытовых сточных вод, поверхностные сточные воды стекают по рельефу местности. Протяженность канализационных сетей Мостовского района составляет 37,63 км. Свыше 30 лет в эксплуатации находится 68% сетей (рисунок).

При проведении обследования очистных сооружений установлено, что во всех населенных пунктах Мостовского района, обеспеченных системой канализации, очистка сточных вод реализуется на полях фильтрации (табл. 1).



Таблица 1

Характеристика очистных сооружений населенных пунктов Мостовского района

Населенный пункт	Оценка очистных сооружений
Д. Голубы	ПФ проектной производительностью 50 м ³ /сут не функционируют. Вывоз сточных вод осуществляется ассенизационной машиной
Аг. Гудевичи	Сточные воды проходят сооружения МО и поступают на ПФ. Проектная производительность ОС – 50 м ³ /сут. Конструкции сооружений разрушены, требуется капитальный ремонт
Аг. Мосты Правые	Сточные воды проходят сооружения МО и поступают на ПФ. Проектная производительность ОС – 50 м ³ /сут. Конструкции сооружений разрушены, поля фильтрации заросли. Требуется полная модернизация
Аг. Хартица	Сточные воды проходят МО и поступают на ПФ. Производительность ОС составляет 200 м ³ /сут. ОС находятся в удовлетворительном состоянии
Аг. Дубно	Сточные воды проходят сооружения МО и поступают на ПФ. Проектная производительность ОС составляет 200 м ³ /сут. ОС находятся в удовлетворительном состоянии
Аг. Лунно	Сточные воды поступают на ПФ (4 карты) производительностью 55 м ³ /сут. Разрушены лотки, транспортирующие сточные воды на поля фильтрации. Необходима реконструкция лотков и пересчет сооружений на пропуск фактического расхода
Аг. Пацевичи	Отсутствует напорный коллектор из приемного колодца на поля фильтрации производительностью 63 м ³ /сут. Необходимо закончить строительство
Аг. Куриловичи	Очистные сооружения производительностью 62 м ³ /сут, включающие МО и ПФ, находятся в удовлетворительном состоянии
Аг. Б. Рагозница	Сточные воды поступают на поля ПФ крахмального завода
Аг. Милевичи	ОС производительностью 62 м ³ /сут, включающие МО и ПФ, находятся в удовлетворительном состоянии
Аг. Б. Озерки	ОС производительностью 50 м ³ /сут, включающие МО и ПФ, находятся в удовлетворительном состоянии. Фактический расход сточных вод меньше проектного. ОС не заполнены
Д. Ковшово	С приемного резервуара сточные воды отводятся на ПФ аг. Хартица
Аг. Микелевщина	Отсутствует поступление сточных вод на поля фильтрации

Условные обозначения: ОС – очистные сооружения; ПК – приемный колодец; ПФ – поля фильтрации; МО – механическая очистка (решетки, песколовки, отстойники).

На поля фильтрации сточные воды поступают после предварительной механической очистки на решетках, песколовках, отстойниках или непосредственно после приемного колодца. Проектная производительность очистных сооружений составляет от 50 до 200 м³/сут, но фактический расход практически везде ниже проектного. Конструкции сооружений механической очистки разрушены, большинство полей фильтрации заросло и не обеспечивает требуемой степени очистки [4].

Незначительно отличается ситуация в других районах Республики Беларусь. Довольно распространенной практикой является устройство полей фильтрации без отводящей сети. При значительных нагрузках велика вероятность фильтрации сточных вод, содержащих значительное количество биогенных элементов, в грунт и далее в нижележащие водоносные горизонты [5]. В соответствии с требованиями норм проектирования Республики Беларусь [6] сточная вода перед направлением на поля фильтрации должна отстаиваться. В реальных условиях отстойники или не работают, или отсутствуют в технологической схеме очистки.

Поля фильтрации, построенные в 60–80 г. XX в., можно отнести к типу сооружений, которые в технологическом отношении морально устарели, а их применение оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду.

Малые населенные пункты Республики Беларусь можно разделить на три группы.

Первая – населенные пункты, в которых необходимо проведение модернизации существующей системы канализации с применением современных технологий очистки сточных вод с учетом поступления фактического расхода.

Вторая – населенные пункты, в которых система канализации отсутствует, но с учетом потребностей населения и развития инфраструктуры необходимо строительство сетей канализации и очистных сооружений.

Третья – населенные пункты, в которых система канализации отсутствует и отмечается существенное уменьшение количества жителей. Устройство системы канализации в них с экономической точки зрения нецелесообразно.

Удаленность отдельных объектов канализования (малых населенных пунктов) на значительном расстоянии друг от друга и от крупных городов усложняет своевременный доступ высококвалифицированного персонала и обуславливает необходимость поиска технических решений отведения и очистки сточных вод, которые при соответствующем уровне санитарной и экологической безопасности характеризовались бы приемлемыми технико-экономическими показателями.

Выбор системы канализации должен базироваться на технико-экономическом обосновании с учетом особенностей канализуемого объекта, а также сопоставления преимуществ и недостатков рассматриваемых систем (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение систем канализации

Преимущества	Недостатки
Самотечная	
Простота устройства и подключения канализуемых объектов	Небольшой расход электроэнергии. Большое заглубление сети или увеличение диаметра
Напорная	
Возможность прокладки сети на минимальных глубинах. Предотвращение газовой коррозии вследствие гидролиза примесей в сточной воде	Необходимость устройства значительного количества насосных установок и их обслуживания. Значительный расход электроэнергии
Вакуумная	
Не происходит засорение труб благодаря высокой скорости движения сточных вод. Использование гибких труб обеспечивает возможность обхода препятствий при прокладке сетей, что позволяет сократить стоимость. Возможность прокладки канализационных сетей рядом с дождевой канализацией, водопроводом и в водоохранной зоне обосновывается отсутствием запахов, инфильтрации и утечек сточных вод. Предотвращение газовой коррозии. Электричество необходимо только для работы центральной вакуумной станции	Ограничение протяженности канализационной сети (при плоском рельефе 3–4 км) из-за потери напора. Обеспечение герметичности канализационных трубопроводов. Необходимость применения биологической очистки воздуха (эксплуатация центральной вакуумной станции сопровождается выделением сероводорода). Постоянное профилактическое обслуживание и своевременная замена изношенных деталей вакуумного клапана. Привлечение специалистов высокого уровня для проектирования, строительства и эксплуатации системы
Децентрализованная	
Отсутствие необходимости строительства и эксплуатации протяженных канализационных сетей	Необходимость устройства очистных сооружений на каждом объекте

На основании анализа работы систем канализации в населенных пунктах Мостовского района установлено, что для интенсификации их работы и снижения отрицательного воздействия на окружающую среду от сброса сточных вод необходимо:

- выполнить полную модернизацию очистных сооружений в аг. Мосты Правые;
- произвести реконструкции лотков, транспортирующих сточные воды на поля фильтрации, и пересчет сооружений на пропуск фактического расхода в аг. Лунно. При обосновании

часть полей фильтрации может быть выведена из эксплуатации;

- закончить в аг. Пацевичи строительство напорного коллектора из приемного колодца на поля фильтрации;
- организовать в аг. Микелевщина поступление сточных вод на поля фильтрации (в ПК установить насос и проложить трубопровод);
- в развивающихся населенных пунктах района рассмотреть возможность устройства системы канализации со строительством очистных сооружений с применением инновационных технологий [4].

Таблица 3

Сравнительный анализ очистных сооружений

Наименование	Преимущества	Недостатки
Биологические пруды	Простота устройства и высокая надежность работы при минимальном текущем обслуживании	Заиливание обуславливает необходимость проведения периодической чистки. Потребность в больших площадях для устройства прудов из-за низкой скорости окислительных процессов
Поля подземной фильтрации	Экономичность строительства и простота эксплуатации	Ограничение производительности фильтрующими свойствами грунта. Потребность в значительных площадях. Подвержены кольматации (накопление примесей и биомассы в фильтрующей загрузке, снижающей ее проницаемость). Значительный вынос загрязняющих веществ со сточной водой в грунт
Вентилируемые площадки подземной фильтрации	Выдерживают большие нагрузки, занимают меньшие площади в сравнении с биопрудами и полями подземной фильтрации. Простота конструкции и эксплуатации	Потребность для строительства в железобетонных конструкциях обуславливает увеличение капитальных затрат в сравнении с альтернативными вариантами. Подвержены кольматации. Значительный вынос загрязняющих веществ со сточной водой в грунт
Грунтово-растительные площадки	Отсутствие сложных систем управления. Простота конструкции. Широкое использование местных строительных материалов (грунт, песок, гравий)	Требуются значительные площади для размещения. Капитальные затраты на строительство больше в сравнении с сооружениями, в которых очистка сточных вод осуществляется в естественных условиях. Подверженность кольматации
Компактные установки заводского изготовления	Упрощение проектирования и строительства, поскольку тип установки выбирается по производительности, и после поставки и монтажа к нему подключаются коммуникации. Высокая степень очистки позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду и получить очищенную сточную воду, которая может использоваться в технических целях	Высокая стоимость оборудования. Потребность в техническом обслуживании (удаление избыточного активного ила, обслуживание компрессора). Потребность в подведении и потреблении электроэнергии
SBR-реакторы	Концентрация взвешенных веществ на выпуске может составить менее 10 мг/дм ³ , что не требует устройства вторичных отстойников. Уменьшается потребность в дополнительных площадях	Значительная стоимость оборудования. Потребность в использовании систем контроля. Меньшая стабильность процессов очистки

Действующие нормативно-правовые акты направлены на развитие централизованных систем, но небольшая плотность населения в сельской местности обуславливает малые значения расходов сточных вод в канализационных сетях, что приводит к увеличению уклонов и существенному заглублению сетей, а в некоторых случаях и к необоснованному строительству насосных станций.

С целью уменьшения уклонов могут закладываться трубы большего диаметра, что приводит к увеличению капитальных вложений на строительство системы.

Альтернативным вариантом самотечной системы может быть напорная или вакуумная системы канализации.

Устройство нецентрализованной системы целесообразно для объектов, которые должны быть канализованы в населенном пункте в первую очередь (детские сады, школы, административные здания, промышленные предприятия).

Отличительной особенностью сточных вод малых населенных пунктов является высокий коэффициент неравномерности расхода и концентраций загрязняющих веществ в их составе, большие удельные нагрузки по загрязняющим веществам.

На основании вышеизложенного считаем, что при выборе технических решений по очистке сточных вод малых населенных пунктов грубейшей ошибкой является интеграция принципов проектирования, характерных для больших и средних городов, или применение простейших очистных сооружений, которые морально устарели и могут принести вред окружающей среде.

Поэтому при реконструкции или строительстве новых очистных сооружений в сельской местности рекомендуется отдавать предпочтение:

- 1) простым универсальным конструкциям, а не сложным многоступенчатым технологиям;
- 2) эффективности и стабильности процесса очистки;

3) эксплуатационной безопасности, а не высокопроизводительной автоматике с сомнительным эффектом по энергосбережению.

Для каждого конкретного объекта канализования выбор технических решений очистки сточных вод должен производиться на основании технико-экономического обоснования с учетом оценки преимуществ и недостатков, возможных для применения сооружений (табл. 3).

Заключение. Планирование устройства систем канализации в малых населенных пунктах должно базироваться на комплексной оценке эффективности управления водными ресурсами в каждом районе республики.

Для обеспечения устойчивого развития существующих и планирования строительства новых систем канализации в малых населенных пунктах Республики Беларусь необходимо проведение исследований по оценке технического состояния канализационных сетей и сооружений, потребностей населения в канализовании территории.

Только комплексный подход к управлению водными ресурсами, базирующийся на выделении приоритетных направлений в области интенсификации работы систем водоснабжения и канализации, обеспечит устойчивое развитие водопроводно-канализационного хозяйства страны.

Благодарность. Данная исследовательская работа выполнена при поддержке Международного общественного объединения «Эко-партнерство» по проекту «Участие общественности и эффективное управление водными ресурсами в Мостовском районе» (период проекта: 01.02.2019–31.01.2022, донор: Европейский Союз). Авторы особенно благодарны исполнителю директору Алине Бушмович за ценные советы в процессе обсуждения полученных результатов. Также выражаем благодарность партнерам проекта: Мостовским райисполкомом и РУП ЖКХ, которые организовали натурное обследование системы канализации.

Список литературы

1. Невзорова А. Б., Новикова О. К., Белоусова Г. Н. Водоснабжение и водоотведение сельских территорий. Гомель: БелГУТ, 2015. 265 с.
2. Государственная программа «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 21.04.2016, № 326. URL: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600326> (дата обращения: 11.01.2019).
3. Участие общественности и эффективное управление водными ресурсами в Мостовском районе. Проект. URL: <http://ecopartnerstvo.by/ru/projects/voda/uchastie-obschestvennosti-i-effektivnoe-upravlenie-vodnymi-resursami-v-mostovskom> (дата обращения: 11.01.2019).
4. Новикова О. К., Невзорова А. Б. Участие общественности и эффективное управление водными ресурсами в Мостовском районе (базовый обзор): отчет для ИПО «Экопартнерство». Минск, 2019. 156 с.
5. Ануфриев В. Н. Рекомендации по организации водоотведения в сельской местности. Минск, 2014. 59 с.

6. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-321-2018. Введ. 2018-10-01. Минск: М-во архитектура и стр-ва Респ. Беларусь, 2018. 87 с.

References

1. Neuzorava A. B., Novikova O. K., Belousova G. N. *Vodosnabzheniye i vodootvedeniye selitebnykh territoriy* [Water supply and sanitation of residential areas]. Gomel, BelGUT Publ., 2015. 265 p.
2. *Gosudarstvennaya programma "Komfortnoye zhil'ye i blagopriyatnaya sreda" na 2016–2020 gody* [The state program "Comfortable housing and a favorable environment" for 2016–2020: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus of 04.21.2016, no. 326] (In Russian). Available at: <http://www.pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600326> (accessed 11.01.2019).
3. *Uchastiye obshchestvennosti i effektivnoye upravleniye vodnymi resursami v Mostovskom rayone. Proyekt* [Public Participation and effective management of water resources in Mostovsky district. The project] (In Russian). Available at: <http://ecopartnerstvo.by/ru/projects/voda/uchastie-obschestvennosti-i-effektivnoe-upravlenie-vodnymi-resursami-v-mostovskom> (accessed 11.01.2019).
4. Novikova O. K., Neuzorava A. B. *Uchastiye obshchestvennosti i effektivnoye upravleniye vodnymi resursami v Mostovskom rayone (bazovyy obzor): otchet dlya IPO "Ekopartnerstvo"* [Public participation and effective management of water resources in Mostovsky district (basic review): report for IPO "Ecopartnerstvo"]. Minsk, 2019, 156 p. (In Russian).
5. Anufriev V. N. *Rekomendatsii po organizatsii vodootvedeniya v sel'skoy mestnosti* [Recommendations for the organization of sanitation in rural areas]. Minsk, 2014, 59 p.
6. *TKP 45-4.01-321-2018. Kanalizatsiya. Naruzhnyye seti i sooruzheniya. Stroitel'nyye normy proyektirovaniya* [TKP 45-4.01-321-2018. Sewerage. External networks and facilities. Building design standards]. Enter. 2018-10-01. Minsk, Ministerstvo arkhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus' Publ., 2018, 87 p.

Информация об авторах

Невзорова Алла Брониславовна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Экология и энергоэффективность в техносфере». Белорусский государственный университет транспорта (246053, г. Гомель, ул. Кирова, 34, Республика Беларусь). E-mail: anevzorova@mail.ru

Новикова Ольга Константиновна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Экология и энергоэффективность в техносфере». Белорусский государственный университет транспорта (246053, г. Гомель, ул. Кирова, 34, Республика Беларусь). E-mail: olanov2007@mail.ru

Information about the authors

Neuzorava Alla – DSc (Engineering), Professor, Professor, the Department of Ecology and Energy Efficiency in the Technosphere. Belarusian State University of Transport (34, Kirova str., Gomel, 246057, Republic of Belarus). E-mail: anevzorova@mail.ru

Novikova Olga – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Ecology and Energy Efficiency in the Technosphere. Belarusian State University of Transport (34, Kirova str., Gomel, 246057, Republic of Belarus). E-mail: olanov2007@mail.ru

Поступила 22.02.2020