



УДК 628.32:628.35

ЛОКАЛЬНЫЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ КОТТЕДЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Е.Ю. Курочкин

LOCAL WATER PURIFICATION FACILITIES FOR COTTAGE DEVELOPMENT

E.Yu. Kurochkin

Аннотация. В статье выполнено экономическое сравнение вариантов очистки бытовых сточных вод при малых расходах. Выделен как наиболее оправданный с экономической точки зрения метод очистки в аэрационном очистном сооружении. Рассмотрен вопрос расчета двухступенчатой схемы очистки бытовых сточных вод при малом расходе сточных вод в аэрационных очистных сооружениях. Предложенная схема очистных сооружений позволяет значительно уменьшить объем очистного блока, что позволит снизить стоимость всей аэрационной очистной станции.

Ключевые слова: двухступенчатая очистка сточных вод; локальные канализационные очистные сооружения; стоимость канализационных сооружений.

Abstract. The article presents an economic comparison of different options for cleaning domestic sewage at low costs. Isolated as the most economically justified method of cleaning in an aeration treatment plant. The problem of calculation of a two-stage scheme for the purification of domestic wastewater with a small consumption of waste water in aeration treatment plants is considered. The proposed scheme of treatment facilities can significantly reduce the volume of the treatment unit, which will reduce the cost of the entire aeration treatment plant.

Key words: two-stage wastewater treatment; local sewage treatment facilities; cost of sewerage facilities.

Интенсивное развитие строительства коттеджной малоэтажной жилой застройки и мелких подсобных хозяйств, не обладающих собственными очистными сооружениями сточных вод, на всей территории РФ негативно влияют на экологическую обстановку. В связи с этим все более актуальным становится вопрос о строительстве локальных канализационных очистных сооружений. Этим объясняется широкий спектр фирм, предлагающих поставку и шеф-монтаж индивидуальных локальных очистных сооружений различной конструкции и ценовой характеристики.

Рассмотрим вариант очистки сточных вод, отводимых от индивидуального коттеджа, в котором проживает семья из пяти человек. При этом нормируемые величины расходов не должны превышать (величины расходов определены в соответствии с [1]):

- суточный объем стоков $Q_{сут} = 1,05 \text{ м}^3/\text{сут}$;
- максимальный секундный расход – 0,46 л/с;
- максимальный часовой расход – 0,5 $\text{м}^3/\text{ч}$;
- средний часовой расход – 0,044 $\text{м}^3/\text{ч}$.

Достаточно широкое распространение нашли три варианта очистки загрязненных бытовых сточных вод:

- механическая;
- химическая;
- биологическая.

Однокамерные септики применяются при числе жителей до 5 человек [2, п. 9.2.14]. В таких септиках наблюдается только механическая очистка загрязненных сточных вод. Согласно [2, п. 9.2.13 и 9.2.13.3] септик относится к сооружениям для очистки сточных вод малой производительности, которые рекомендуется применять для предварительной

механической очистки с последующей доочисткой либо откачной сточной воды на очистные сооружения. По капитальным затратам установка септика является одним из самых дешёвых вариантов. Так, установка септика для коттеджа из расчета 5 человек, выполненного из сборных железобетонных элементов объемом $2,8 \text{ м}^3$ стоит 22,8 тыс. руб. [3]. Выбирая данное сооружение необходимо учитывать эксплуатационные расходы на вывоз раз в три дня осветленной сточной воды (ОСВ) на очистные сооружения. Вывоз ассенизаторной машиной сточных вод на территории Калининградской области стоит 900-1400 руб. в зависимости от места забора ОСВ. Приняв среднюю величину вывоза ОСВ 1150 руб. и количество вывозов в год $365:3 \approx 122$, мы получив величину годовых затрат на эксплуатацию септика объемом $2,8 \text{ м}^3$ рассчитанного на 5 жителей: $1150 \cdot 122 = 140,3$ тыс. руб.

Таким образом, суммарные годовые затраты на сооружение и эксплуатацию септика при числе жителей 5 человек составляют величину $140,3 + 22,8 = 163,1$ тыс. руб./год.

Химические методы очистки бытовых сточных вод используют достаточно давно. Среди популярных препаратов этого типа можно отметить: формальдегид; хлорную известь; аммониевые соединения; азотные удобрения. Ввиду того, что все эти вещества достаточно агрессивны и опасны для здоровья людей, био- и гидросферы, в настоящее время использование данного метода очистки становится все более редким.

К преимуществам локальных канализационных очистных сооружений, использующих биологический метод, очистки относятся:

- высокие эффективность и степень очистки – до уровня, позволяющего сбрасывать воды на выходе установки в природный водоем;
- сравнительно компактные размеры установок;
- возможность размещать установки в непосредственной близости от строений и любых других объектов;
- возможность эксплуатировать установки в режимах как постоянного проживания, так и периодических посещений загородного дома;
- удобство монтажа и обслуживания.

Рассмотрим основные факторы конструктивных особенностей очистки стоков при малых расходах:

- залповый приток сточных вод (за несколько минут на сооружения может поступить до 30 % суточного притока);
- залповое поступление концентрированного стока, в котором количество органических веществ, азота и фосфора не соответствует оптимальному соотношению для биологической очистки;
- длительное отсутствие притока сточных вод на установку, что приводит к самоокислению (отмиранию) биомассы;
- поступление со сточными водами поверхностно-активных веществ, токсичных для микроорганизмов активного ила;
- отсутствие обслуживающего персонала.

С учетом всех перечисленных особенностей локальные очистные сооружения должны быть сконструированы на высоком технологическом уровне, так как должны обеспечить требуемые показатели очистки, без постоянного обслуживающего персонала и с минимальными затратами на их эксплуатацию.

При изучении представленных на российском и европейском рынках локальных очистных сооружений, таких как Юнинос, Топас, Евробион было установлено, что у всех установок очень схожая схема очистки в одну ступень, конструктивная схема исполнения. Отличия наблюдаются в количестве компрессоров, выборе материала корпуса, элементов и цены. Обзор рынка показывает, что все рассматриваемые станции биологической очистки при одинаковой производительности находятся в одном ценовом диапазоне. В таблице 1 представлены параметры очистных сооружений, а также ценовые характеристики, приведенные к единице объема сооружения.

Таблица 1 - Характеристики аэрационных очистных сооружений, рассчитанных на 5 человек

Марка	Габариты, м	Объем, м ³	Цена, тыс. руб.	Приведенная стоимость на 1 м ³ сооружения, руб./м ³
Топас 5	1,15x1,17x2,5	3,36	103	30,65
Юнилос "АСТРА 5"	1,03x1,12x2,36	2,72	90	33,09
Евробион - 5	Ø 1,08; h 2,64	2,42	107	44,21
Усредненные характеристики		2,83	100	35,98

Рассмотрим особенности очистки стоков при малых расходах методом биологической очистки на аэротенках. Очистка сооружения от избыточного активного ила производится 1-2 раза в год. Стоимость полной очистки сооружения составляет 1700 руб. Потребление электроэнергии составляет 40 Вт·час. При тарифе 3,92 руб./кВт·час годовая плата за потребление электроэнергии составит $0,04 \cdot 24 \cdot 365 = 350$ руб./год.

Таким образом, годовые эксплуатационные расходы на обслуживание локальных очистных сооружений составят 2050-3750 руб./год.

Сравнивая ценовые показатели строительства и эксплуатации локальных аэрационных очистных сооружений и септиков можно сделать вывод, что хотя капитальные затраты на строительство септика значительно ниже, чем аэрационных очистных сооружений, но применение септиков с эксплуатационной точки зрения является проигрышным вариантом.

Рассмотрим вариант оптимизации устройства аэрационных очистных сооружений как наиболее перспективных с экономической и экологических точек зрения при малых расходах для коттеджной застройки.

Концентрацию загрязняющих веществ определим из удельного водоотведения на одного жителя:

$$L_{ex} = \alpha / q_n \quad (1)$$

где α – количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сут., определяем по табл. 19 [2]; q_n – норма водоотведения на одного жителя, принятая 210 л/сут. [1, табл. А.2]; L_{ex} – начальная концентрация загрязнений на входе в очистные сооружения.

Расчет начальных концентраций загрязняющих веществ представлен в таблице 2.

Очистка в две ступени производится по технологической схеме указанной на рисунке. Сточная вода последовательно проходит ряд сооружений:

- приемную камеру, предназначенную для приема сточной воды и гашения напора;
- аэротенк первой ступени – происходит изъятие легкоокисляемых органических веществ;
- вторичный отстойник, который выполняет две функции: удаление активного ила, а также азота (вторичный отстойник выполняет функцию аноксидной зоны);
- аэротенк второй ступени очистки, предназначенный для удаления из очищаемого стока трудноокисляемые органические соединения;
- в третичном отстойнике происходит отделение очищенной сточной воды и активного ила.

Расчет очистных сооружений произведен согласно требованиям [2].

Таблица 2 – Концентрации загрязняющих веществ в бытовых сточных водах

Показатель	Кол-во загрязняющих веществ на одного жителя, α , г/сут.	q_n , л/сут·чел	Начальная концентрация, L_{ex} , мг/л
Взвешенные вещества	65	210	310
БПК ₅ неосветленной жидкости	60		285
Азот общий	13		62
Азот аммонийных солей, N	10,5		50
Фосфор общий	2,5		12
Фосфор фосфатов P-PO ₄	1,5		7

В связи с тем, что методика расчета очистных сооружений не была изменена [2], произведем расчет очистных сооружений бытовых сточных вод в две ступени в соответствии с [4]. Примем, что концентрация БПК_{полн} в очищенных сточных водах составляет 15 мг/л.

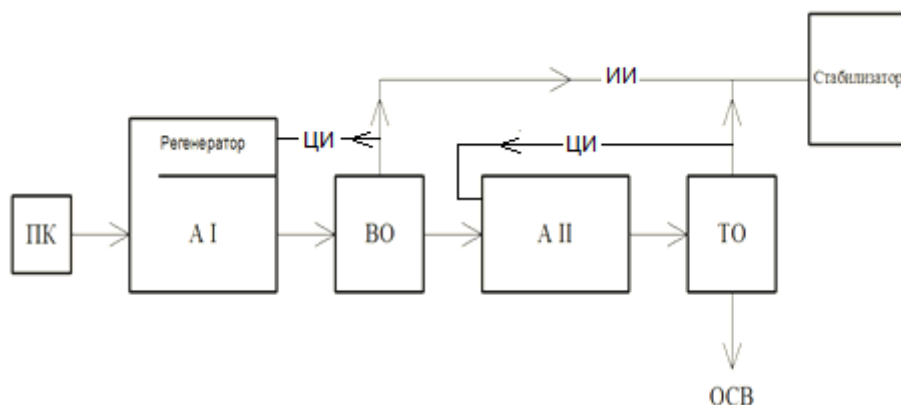


Рисунок – Технологическая схема очистки сточной воды: ПК – приемная камера; А I – аэротенк-смеситель первой ступени очистки; ВО – вторичный отстойник; А II – аэротенк-вытеснитель второй ступени очистки; ТО – третичный отстойник; ОСВ – очищенные сточные воды; ИИ – избыточный ил; ЦИ – циркулирующий ил.

В работе [5] показано, что при биологической очистке хозяйственно-бытовых сточных в две ступени значительно уменьшается период аэрации, продолжительность окисления, а также продолжительность пребывания воды в аэротенке.

Задаваясь эффектом очистки первой ступени 30, 50, 70 и 90 процентов с последующей доочисткой на аэротенке-вытеснители второй ступени до концентрации 15 мг/л по показателю вредности БПК_{полн} выполним расчет рабочего объема аэрационных сооружений. Сравнив полученные данные с расчетным объемом аэротенка, работающего в одну ступень, мы выявили:

- суммарный объем аэрационных сооружений при двухступенчатой очистке всегда меньше, чем объем сооружения при одноступенчатой очистке;
- при эффективности очистки первой ступени 30% объем аэрационных сооружений уменьшается на 32%;
- при эффективности очистки первой ступени 50% объем аэрационных сооружений уменьшается на 36%;
- при эффективности очистки первой ступени 70% объем аэрационных сооружений уменьшается на 40%;
- при эффективности очистки первой ступени 90% объем аэрационных сооружений уменьшается на 25%.

Таким образом, приняв двухступенчатую схему очистки сточных вод при соблюдении условия, что аэротенк первой ступени изымает до 70 % загрязнений, можно суммарный объем аэрационных очистных сооружений уменьшить на 40%. Однако, ввод второй ступени аэрационных сооружений приводит к необходимости выделения объема в очистной станции под третичный отстойник. При расчете третичного отстойника на среднечасовой расход сточных вод ($0,044 \text{ м}^3/\text{ч}$) мы получаем, что объем очистных сооружений увеличится на величину не более $0,1 \text{ м}^3$.

Таким образом, объем локальных очистных сооружений по усредненному показателю объема очистных сооружений (таблица 1) с учетом двухступенчатой очистки уменьшится на 37% и составит величину $2,83 \cdot (1 - 0,37) = 1,8 \text{ м}^3$. При приведенной стоимости за 1 м^3 сооружения $35,98 \text{ руб./м}^3$ (таблица 1) стоимость очистных сооружений, работающей при двухступенчатой очистке составит 64 тыс. руб., что значительно ниже ценового уровня локальных канализационных очистных сооружений, представленных на рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Утвержден приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 626. Дата введения 1 января 2013 г.
2. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Утвержден приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 635/11. Дата введения 1 января 2013 г.
3. Септик купить в Калининграде, включая монтаж [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sknosorog.ru/uslugi/septiki> (дата обращения: 09.12.2017).
4. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений: учебное пособие для вузов. Москва: Стройиздат, 1987. 255 с.
5. Курочкин Е.Ю., Баталова Д.А. О конструктивных особенностях очистки хозяйственно-бытовых стоков при малых расходах // Фундаментальные и прикладные науки сегодня. Материалы IV международной научно-практической конференции. North Charlston, USA: CreateSpace, 2014. С. 152.

REFERENCES

1. SP 30.13330.2012. *Vnutrennij vodoprovod i kanalizaciya zdaniy*. [Russian Set of Rules SP 30.13330. Internal water supply and sewerage of buildings]. *Utverzhdjen prikazom Ministerstva regional'nogo razvitiya RF ot 29 dekabrya 2011 g. № 626. Data vvedeniya 1 yanvarya 2013 g.*
2. SP 32.13330.2012. *Kanalizaciya. Naruzhnye seti i sooruzheniya*. [Russian Set of Rules SP 32.13330.2012. Sewerage. External networks and facilities]. *Utverzhdjen prikazom Ministerstva regional'nogo razvitiya RF ot 29 dekabrya 2011 g. № 635/11. Data vvedeniya 1 yanvarya 2013 g.*
3. *Septik kupit' v Kaliningrade, vklyuchaya montazh* [Septic buy in Kaliningrad, including installation]. Available at: <https://sknosorog.ru/uslugi/septiki> (date accessed: 09.12.2017).
4. Laskov Yu.M., Voronov Yu.V., Kalicun V.I. *Primery raschetov kanalizacionnyh sooruzhenij: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Sample calculations of sewage systems: textbook for universities]. Moscow: Strojizdat, 1987. 255 p.
5. Kurochkin E.Yu., Batalova D.A. *O konstruktivnyh osobennostyah ochistki hozyajstvenno-bytovyh stokov pri malyh raskhodah* [On the design features of the treatment of domestic sewage at low costs] // *Fundamental'nye i prikladnye nauki segodnya. Materialy IV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. North Charlston, USA: CreateSpace, 2014. p. 152.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Курочкин Евгений Юрьевич

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, г. Калининград, Россия,
кандидат технических наук, доцент, заведующий отделением «Строительство»

E-mail: viv653521@mail.ru

Kurochkin Evgeny Yurievich

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Construction»

E-mail: viv653521@mail.ru

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с автором статьи:

236038, Калининград, ул. Ю. Гагарина, 101, кв. 284. Курочкин Е.Ю.

8(4012) 313-375, 89114802006