

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СТОКОВ НА НУЖДЫ ОТОПЛЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКОГО ОБЩЕЖИТИЯ

М. Аннаев, Ш. Акмурадов

Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары

Нагрев воды для нужд горячего водоснабжения составляет 20–25 % от общего потребления энергии в стандартном доме, и большая часть нагрузки приходится на подогрев воды для принятия ванны или душа.

Методика исследований заключается в определении с помощью нормативной, технической литературы количества стоков, их температуры, сравнении количества тепла, производимого ТН с теплотребностью системы отопления.

Для студенческого общежития в Государственном энергетическом институте Туркменистана, где проживают 282 студента, в период с 25 августа по 25 сентября 2020 г. по данным измерений были получены следующие результаты: в будни (с понедельника по пятницу) в учебный период года среднее потребление питьевой воды составило 116,9 л/сут на человека (соответственно 28,53 м³/сут), а средняя температура сточных вод – 24,9 °С. Средняя температура холодной питьевой воды составила около 11,8 °С в течение периода измерения.

В каждом блоке установлены ванна с душем, умывальник, раковина, унитаз со смывным бачком. Данные по расходу воды студентами принимаем согласно [1].

Согласно [1, пп. 3.12] суточный расход стоков необходимо принимать равным водопотреблению без учета расхода воды на поливку:

$$q_s = q_{tot},$$

где q_s – суточный расход стоков; q_{tot} – суммарное водопотребление горячей и холодной воды.

Для определения количества и температуры сточных вод необходимо определить расход отдельно холодной и горячей воды.

По данным [1, приложение 3] определяем два показателя водопотребления: первый – для максимально нагруженных часов водоразбора (утро, вечер), второй – среднее водопотребление за сутки:

– час наибольшего водопотребления, л/ч:

$$Q_{hr,u} = q_{hr,u}U,$$

где $Q_{hr,u}$ – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления на одного человека, $q_h = 8,2$ л/ч – горячей; $q_{hr,u}^c = 4,3$ л/ч – холодной, определяется согласно [1, приложение 3]; U – количество потребителей, чел.;

– средние сутки водопотребления, л/сут:

$$Q_{u,m} = q_{u,m}U,$$

где $q_{u,m}$ – норма расхода воды в средние сутки водопотребления на одного человека, $q_h = 60$ л/чел. – горячей; $q_{u,m}^c = 50$ л/сут · чел. – холодной, определяемая согласно [2, приложение 3]; U – количество потребителей, чел.

Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика 183

Рассчитываем температуру стоков отдельно для двух этих показателей по формуле

$$t_{\text{см}} = \frac{t_c m_c + t_h m_h}{m_c + m_h},$$

где $t_{\text{см}}$ – результирующая температура смеси, °С; t_c – температура холодной воды, равная 5 °С; t_h – температура горячей воды, равная 60 °С; m_c – масса стоков холодной воды, кг; m_h – масса стоков горячей воды, кг.

Результаты расчета сводим в таблицу.

Показатель	Расход горячей воды Q_h , м ³ /ч	Расход холодной воды Q_c , м ³ /ч	Температура смеси $t_{\text{см}}$, °С
Час наибольшего водопотребления	2,3	1,2	41,2
Средние сутки водопотребления	16,9	14,1	35

Периоды с 6.00 до 8.00 и с 18.00 до 22.00 наиболее нагруженные, достигается максимальный часовой расход стоков ($Q = 3,525$ м³/ч). Периоды с 9.00 до 18.00 и с 22.00 до 6.00 расход стоков среднесуточный ($Q = 31,02$ м³/ч). Из-за высокого уровня температуры сточные воды могут быть классифицированы как идеальный источник тепла для системы с тепловым насосом. Как показано на рис. 2, бак для накопления сточных вод компенсирует колебания количества поступающей сточной воды в течение дня и служит в то же время местом установки одностороннего теплообменника, который поглощает тепло из сточных вод. Тепловой насос передает полученную тепловую энергию теплообменнику, служащему для нагрева воды. Система предназначена для двухступенчатого нагрева воды: тепловой насос совершает предварительный нагрев питьевой воды, после чего второй генератор тепла (например, обычный газовый котел) поднимает температуру предварительно нагретой воды до уровня температуры, необходимой для горячего водоснабжения – 60 °С. Это делается для того, чтобы предотвратить размножения бактерий легионеллы и обеспечить санитарно-гигиенические требования для систем ГВС.

В контексте исследовательского проекта разные схемы технических решений проанализированы в отношении их экологических и экономических преимуществ по расчетам моделирования, где гидрографы энергоемкости профилей сточных вод служат в качестве входных величин для моделирования [2]. Следующие результаты моделирования представлены на примере студенческого общежития с 282 студентами для системы теплового насоса, в которой тепловой насос обеспечивает предварительный нагрев горячей воды до 45 °С, и затем при помощи газового котла температура горячей воды повышается до 60 °С. Также при измерениях были заданы следующие значения:

- обеспечение температуры горячей воды: 60 °С;
- подогрев горячей воды через тепловой насос: 45 °С;
- внутренняя температура холодной воды: 10 °С;
- объем водонагревателя: 5 м³;
- объем хранения сточных вод: ~ 5 м³;
- тепловая мощность теплового насоса: 24 кВт;
- термическая дезинфекция водонагревателя: один раз в день с помощью газового котла.

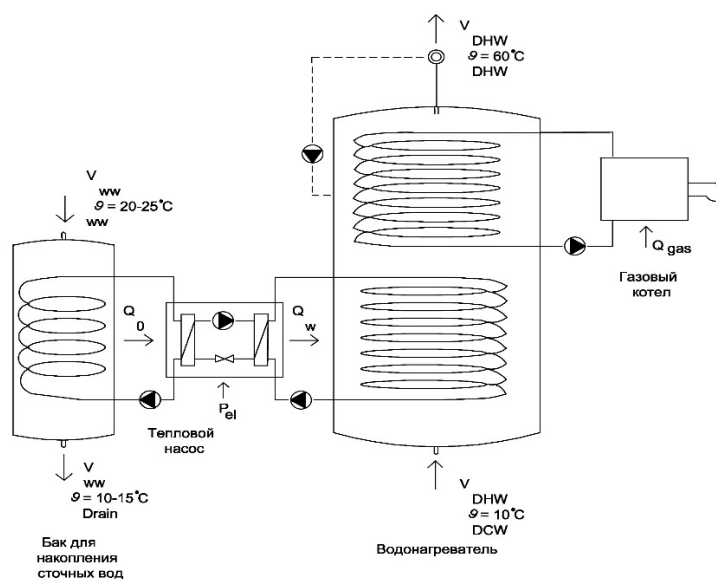


Рис. 2. Возможность использования энергии сточных вод для нагрева питьевой воды с помощью теплового насоса

Из-за насыщенности питательной среды сточных вод, как и ожидалось, произошло формирование биопленок на всех контактных поверхностях. Особый интерес здесь представляет образование биопленки на той части теплообменника, которая контактирует со сточными водами, поскольку биопленка обладает низкой теплопроводностью и таким образом имеет изолирующее действие, что может значительно снизить теплопередачу теплообменника. При моделировании биопленки со средней толщиной 1 мм, при которой требуется регулярная очистка теплообменника для сточных вод в однодневный интервал:

- толщина биопленки на теплообменнике, контактирующем со сточными водами: 1 мм;
- теплопроводность биопленки: 0,5 Вт/мК.

Исследование показало, что для эффективной работы системы необходимо сократить формирование биопленки на контактирующей со сточными водами части теплообменника, например, с помощью инновационных и автоматизированных методов очистки. Основная цель исследовательского проекта – использование сточных вод в качестве источника тепла. Рекуперацию тепла сточных вод непосредственно в здании можно рассматривать как перспективную технологию, которая позволяет увеличить энергетическую и ресурсную эффективность нагревательных приборов в зданиях.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что утилизация и повторное использование большей части энергии сточной воды позволит сэкономить тепловую энергию и снизить общую стоимость горячей воды.

Л и т е р а т у р а

1. СНиП 2.04.01–85. Внутренний водопровод и канализация зданий.
2. Гершкович, В. Ф. Исследование работы теплового насоса, использующего теплоту грунта и канализационных стоков, в системе горячего водоснабжения / В. Ф. Гершкович // Энергосбережение в зданиях. – 2007. – № 3 (34).