

Хабиров Ю.М., Соловьев Р.А., Хамидуллин И.С., Важдаев К.В.

**ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ РЕКУПЕРАЦИИ
ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ СТОЧНЫХ ВОД**

*Уфимский государственный нефтяной технический университет,
Хабиров Ю.М., магистрант; Соловьев Р.А. доцент, к. т. н.; Хамидуллин И.С. доцент;
Важдаев К.В., заведующий кафедрой «Водоснабжение и водоотведение», доцент,
к. т. н.*

Деятельность человека неизбежно сопряжена с постоянным использованием горячей воды в бытовых и санитарно-гигиенических целях. Затрачивая тепловую энергию на нагрев воды в системах горячего водоснабжения, при ее последующем сбросе со сточными водами в канализационные системы происходит безвозвратная потеря энергетических ресурсов. Рекуперация является эффективным и инновационным способом использования теплового потенциала, который обычно теряется в сточных водах. Разработка и широкое использование тепловых насосов, позволяющих извлекать теплоту низкопотенциальных источников, делают внедрение систем рекуперации тепловой энергии сточных вод возможным и более доступным [1].

Существует большое количество работ, посвященных разработке способов утилизации тепловой энергии сточных вод [2-12]. Тепло сточных вод может рекуперироваться в различных зонах системы водоотведения, а способ рекуперации зависит от температуры и объема сточных вод. Отбор тепловой энергии сточных вод может осуществляться непосредственно у источника (в зданиях и сооружениях), на этапе транспортировки (в канализационных коллекторах и насосных станциях), на очистных сооружениях.

Как правило, стоки с наибольшей температурой находятся в непосредственной близости от их источника, поэтому заметное распространение получили системы рекуперации тепловой энергии бытовых сточных вод, устанавливаемых в индивидуальных и многоквартирных домах [7-9]. Эксплуатация таких систем сопряжена с трудностями, связанными с наличием в стоках взвешенных частиц, приводящих к засорению стандартных теплообменных агрегатов. Это требует разработки и производства специальных теплообменников, что приводит к удорожанию системы рекуперации. Образующиеся на теплообменных поверхностях биопленки ослабляют эффект теплопередачи и требуют проведения профилактической очистки [9]. Другими недостатками подобных систем является зависимость от колебаний температуры и расхода воды, трудность обеспечения пиковой потребности в горячем водоснабжении.

Большой объем сточных вод средней температуры концентрируется в коллекторах сточных вод и на канализационных насосных станциях, что позволяет создавать более мощные системы рекуперации, способные снабжать тепловой энергией несколько зданий или небольшие кварталы [10]. В этих случаях внутри канализационных труб встраиваются различные теплообменные конструкции, позволяющие осуществить утилизацию тепловой энергии стоков с последующей передачей на тепловые насосы. Монтаж таких систем требует серьезного вмешательства в работу водоотводящих сетей, проведения значительного количества земляных работ, а также больших первоначальных затрат. При этом количество утилизируемой тепловой энергии будет зависеть от протяженности канализационной сети, мощности и характера источников сточных вод. Попадание в коллекторы смешанной канализации талых вод в весенний период приводит к уменьшению температуры сточных вод, что снижает потенциал системы рекуперации. Как и в предыдущем варианте, использование неочищенных сточных вод внутри оборудования обуславливает необходимость постоянного технического обслуживания.

Значительным недостатком выше рассмотренных методов рекуперации является снижение температуры сточных вод в зимний период, что оказывает негативное воздействие на работу очистных сооружений, так как при этом замедляется процесс биологической очистки [11]. По этой причине может происходить сброс неочищенных сточных вод в водоемы.

В сравнении с выше рассмотренными способами утилизация тепловой энергии сточных вод на очистных сооружениях может быть реализована с применением стандартного теплообменного оборудования, что требует значительно меньших капитальных затрат. Согласно оценкам специалистов минимальная температура сточных вод, поступающая на очистные сооружения в зимний период может колебаться в пределах от 12-16 °С [12]. Постоянный расход воды делает рекуперацию наиболее простой в эксплуатации. Снижение температуры сточных вод перед сбросом в водные объекты позволит избежать теплового загрязнения последних. Однако низкая температура сточных вод и удаленность от потребителей тепловой энергии ограничивает возможности внедрения систем рекуперации на очистных сооружениях.

В настоящее время существуют примеры успешной реализации подобных решений, например, в городе Мальме (Швеция), где была реализована система

утилизации тепловой энергии очищенных сточных вод с применением аммиачных тепловых насосов. В результате была получена возможность отбора более 30 МВт энергии, соотношение получаемой тепловой и затрачиваемой электрической энергии составила 3,5 к 1 [10].

Список использованных источников

1. Хабиров, Ю.М, Хамидуллин И.С. Использование вторичной тепловой энергии в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения зданий и сооружений // XI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: ст. и тез. / УГНТУ. - Уфа, 2023. - С. 84-88.
2. Салихов Р. Б., Абдрахманов В. Х., Важдаев К. В. Система мониторинга удаленного управления температурным режимом, климатом и теплопотреблением / Актуальные проблемы электронного машиностроения (АПЭП - 2016). Труды XIII международной научно-практической конференции. В 12 томах. 2016. с. 241-245.
3. Валиахметова Ю. И., Важдаев К. В., Мартяшева В. А., Латыпова Т. В., Газизова Л. И., Шарафутдинов А. И., Ульмасов Р. Р. Исследование различных комбинаций утепления пространства между стеной и сэндвич-панелью из минеральной ваты / Строительство и техногенная безопасность. 2020. № 19 (71). С. 27-35.
4. Юмалин Т. Т., Салихов Р. Б., Абдрахманов В. Х., Салихов Т. Р., Важдаев К. В., Мунтянова Т. Д. Беспроводная система контроля качества окружающей среды / Нефтегазовое дело. 2023. Т. 21. № 3. С. 232-242.
5. Салихов Р.Б., Гаскарова А.А., Важдаев К.В., Аллабердин А.Б. Разработка автоматизированной системы экологического мониторинга с применением технологий ИОТ // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 2. – С. 60-72.
6. Важдаев К.В., Иванова О.В., Халиков Р.М., Короткова Л.Н. Управление качеством функционирования технологической линии водоснабжения с использованием современных датчиков // Строительство и техногенная безопасность. – 2018. – № 13 (65). – С. 127-132.
7. Куницкий, В.А. Использование теплообменного аппарата для рекуперации тепловой энергии сточной душевой воды / В.А. Куницкий // Вестник вологодского государственного университета. Серия: технические науки. – 2020. – № 1(7). – С. 19 – 22.
8. Перепелица, Н.С. Экспериментальная методика исследования теплообменника для рекуперации тепла сточных вод // Лучшая студенческая статья 2021: сборник статей XXXIX Международного научно - исследовательского конкурса. - Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2021. – 302 с.
9. Аннаев М. Использование тепла канализационных стоков на нужды отопления студенческого общежития / М. Аннаев, Ш. Акмурадов // Материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. 125-летию со дня рождения П. О. Сухого), Гомель, – 2020.
10. Cipolla S.S., Maglionico M. Heat Recovery from Urban Wastewater: Analysis of the Variability of Flow Rate and Temperature in the Sewer of Bologna, Italy / Cipolla S.S., Maglionico M. // Energy and Buildings 69:122–130. — 2014. — № 69. — С. 122-130..
11. Кирсанов В.В. Влияние температуры в аэротенках на эффективность биоочистки основных ингредиентов промышленных сточных вод химического предприятия // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 24 (16). – С. 89-90.

12. ИТС 10-2015 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» [Электронный ресурс]: Доступ из справ. –правовой системы «КонсультантПлюс».