DOI: 10.17117/na.2016.01.01.429

<http://ucom.ru/doc/na.2016.01.01.429.pdf>

Поступила (Received): 20.01.2016

Илиев А.Г., Занина И.А.

Применение теплового потенциала сточных вод в качестве греющего теплоносителя в условиях внедрения малоотходной системы теплотехнологий

Iliev A.G., Zanina I.A.

Use of the heat potential of waste water as the heating of the coolant in the conditions of introduction of low-waste system of heat technologies

В статье анализируется способ применения теплового потенциала промышленных сточных вод, образующихся при проведении комплекса уборочно-моечных работ на станции технического обслуживания транспортных средств

Ключевые слова: тепловой потенциал, сточные воды

The article analyzes the method of application of the heat potential of industrial wastewater generated during the complex cleaning-washing work station maintenance of vehicles

Key words: heat potential, waste water

Илиев Алексей Георгиевич

*Кандидат технических наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
г. Шахты, ул. Шевченко, 147*

Iliev Aleksey Georgievich

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Institute of service sector and entrepreneurship
(branch)
Shakhty, Shevchenko st., 147*

Занина Ирина Александровна

*Кандидат технических наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
г. Шахты, ул. Шевченко, 147*

Zanina Irina Aleksandrovna

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Institute of service sector and entrepreneurship
(branch)
Shakhty, Shevchenko st., 147*

Истощение запасов традиционного ископаемого топлива и экологический ущерб от его сжигания обусловили значительное повышение интереса к использованию нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) и вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Существенный потенциал ВЭР для применения в энергосберегающих системах теплоснабжения представляет собой тепловая энергия канализационных стоков.

В данной статье для решения задачи повышения эффективности использования теплового потенциала ВЭР рассматривается применение теплоты промышленных сточных вод, образующихся при проведении комплекса уборочно-моечных работ (УМР) на станции технического обслуживания транспортных средств.

Для выполнения комплекса уборочно-моечных работ (УМР) подвижного состава, а в автотранспортных предприятиях и на СТОА используются разнообразное моечное оборудование и технологическая оснастка. На основе анализа технологии обслуживания автотранспорта удельная доля моечных работ составляет 55% для легковых автомобилей, 35% для автобусов, 65% для грузовых автомобилей от общей трудоёмкости УМР.

Процессы мойки автотранспортных средств могут рассматриваться как технологический процесс, состоящий из n этапов. Для осуществления каждого из этапов необходимо количество воды M_i при температуре t_i .

Для подогрева воды в основном используются рекуперативный теплообменник, в котором вода нагревается от температуры t_x до температуры t_r . При этом для этапов с номерами от $i=1$ до $i=m$ $t_i \geq t_r$, а от $i=m+1$ до $i=n$, $t_i < t_r$ (этапы нумеруются в порядке убывания температур). Температурная подготовка воды, используемой в уборочно-моечных работах происходит путем подогрева в рекуперативных и смесительных: в вариантах с парогенератором от температуры t_r до t_i для этапов $i > m$.

С целью определения возможного теплового потенциала промышленных стоков произведено обследование систем теплоснабжения и теплопотребления на предприятиях (фабриках-прачечных) различной производительности (от 400 кг/смену до 1 т/смену). На основе анализа технологических карт стирки белого хлопчатобумажного белья установлено: средняя температура промстоков составляет 40 – 65 °С, расход воды на 1 кг стирки белья $g = 40$ л.

Тепловой потенциал промстоков вторичных энергоресурсов (ВЭР) предприятий сервиса определяется средневзвешенной температурой и количеством промстоков.

На основе системного анализа технологических режимных карт мойки легковых и грузовых автомобилей сделаны следующие выводы:

- расход воды на мойку одного автомобиля в комплексе портального типа составляет от 85 до 250л, соответственно и количество горячих промстоков 75-230 л;

- средневзвешенная температура промстоков комплекса уборочно-моечных работ составляет 50-60°С и от участка уборочно-моечных работ грузового автотранспорта 60-65 °С.

Средняя температура промстоков t_{CP} на предприятиях сервиса т.е. температуры сточных вод образовавшихся в результате мойки автомобиля определяется по формуле (1):

$$t_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \tau_i}{\sum_{i=1}^n \tau_i} \quad (1)$$

где, t_i – температура промышленных стоков на отдельных этапах, °С;

τ_i – время протекания теплоиспользующего технологического процесса.

Использование этих тепловых отходов, т.е. низкопотенциальной теплоты, обуславливает снижение расходов тепловой энергии, себестоимости услуг и рентабельности предприятия в целом.

Для использования теплового потенциала горячих промышленных сточных вод, образующихся в результате осуществления теплоиспользующих технологических процессов предприятий сервиса, возможно применение малоотходной системы теплотехнологии (МСТТ) с применением дополнительного энергосберегающего оборудования виде рекуперативного теплообменника сточных вод. Исходными данными для выбора дополнительного теплообменника являются тепловая производительность предприятия, температурные режимы технологических процессов, таким образом, чтобы конструктивные параметры дополнительного теплообменного аппарата, обуславливали высокие коэффициенты теплообмена оптимальную скорость теплоносителей и минимальные конструктивные и эксплуатационные затраты.

При внедрении МСТТ, как правило, по заданным температурам теплоносителей на входе в дополнительный теплообменный аппарат в малоотходной системе теплотехнологии теплообменный аппараты t_1^I и t_2^I известным поверхностью теплообмена F и коэффициенту теплопередачи k приходится определять конечные температуры теплоносителей и тепловую производительность Q . Такую задачу приходится решать при поверочном расчете, когда теплообменник уже имеется или, по крайней мере, спроектирован. В основе расчетов лежат те же уравнения теплового баланса и теплопередачи, т.е.

$$Q = C_1 \Delta t_1 = C_2 \Delta t_2 \quad (2)$$

$$Q = k \Delta t F \quad (3)$$

При этом известными являются следующие величины: поверхность теплообмена F из уравнения теплопередачи, м²:

$$Q_{ВЭР} = \varphi_{ТО} \cdot k \cdot F \cdot \Delta t \quad F = \frac{\varphi_{ТО} \cdot Q_{ВЭР}}{k \cdot \Delta t}; \quad (4)$$

где $\varphi_{ТО}$ – коэффициент запаса, принимается 10-15%

k – коэффициент теплопередачи, Дж/м²·К·ч;

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}} \quad (5)$$

Δt – среднелогарифмический температурный напор, К.

$$\Delta t = \frac{t_{г} - t_{х}}{\ln \frac{t_{с} - t_{х}}{t_{с} - t_{г}}}, K \quad (6)$$

$t_{г}$ – температура горячего теплоносителя, К.

$t_{х}$ – температура холодного теплоносителя, К.

$t_{с}$ – температура пара или продуктов сгорания, нагревающих воду К.

Теплоемкости массовых расходов теплоносителей C_1 и C_2 и начальные температуры t_1^I и t_2^I . Искомыми величинами являются конечные температуры t_1^{II} и t_2^{II} и количество переданного тепла Q .

$$Q = \frac{t_1^I - t_2^I}{\frac{1}{kF} + \frac{1}{2C_1} + \frac{1}{2C_2}}; \quad (7)$$

Вычислив по формуле значение Q , найдем искомые температуры теплоносителей на выходе из аппарата.

В общем случае характер изменения температур теплоносителей не является линейным, а зависит от теплоемкостей массовых расходов C_1 и C_2 , площади поверхности теплообмена и схемы движения теплоносителей. Поэтому для прямотока и противотока такие формулы будут разными.

Исходными данными для выбора теплообменника, применяемого в составе МСТТ, являются тепловая производительность (количество тепловых отходов), температурные режимы (параметры вторичных теплоносителей), алгоритм для определения которых предлагается в работах, что подтверждает не только наличие опыта в создании энергосберегающего оборудования, но и необходимость его дальнейшего совершенствования.

На основании вышеизложенного предлагается, в качестве энергосберегающего оборудования в точках теплopotребления вторичных теплоносителей, например горячих промстоков рекуперативные теплообменники, так называемые рекуператоры горячих промышленных стоков (РГПС). При этом для его расчёта известны тепловая нагрузка – это тепловые ВЭР, расходы и параметры промстоков, требуемые механические, теплофизические и коррозионно-стойкие свойства материалов, а так же другие сведения, необходимые для проектирования аппарата.

Подводя итог, можно сказать, что экономическая эффективность внедрения системы энергосбережения, с использованием теплового потенциала горячих промышленных сточных вод в качестве вторичных энергетических ресурсов зависит от суммы затрат на основное теплообменное оборудование, затрат на дополнительный теплообменный аппарат, стоимости пара, израсходованного для подогрева теплоносителя в основном теплообменнике.

Список используемых источников:

1. Занина И.А., Илиев А.Г. Определение возможного теплового потенциала сточных вод предприятий сервиса с учетом потерь тепловой энергии // Сборник научных трудов Sworld. Вып. 4. Т. 16. Одесса: Купrienko С.В., 2013. С. 98-102.
2. Занина И.А., Илиев А.Г. Влияние конструктивных параметров теплообменного аппарата на эффективность использования теплового потенциала горячих промышленных сточных вод в качестве вторичных энергоресурсов // Наука и Образование в XXI веке. Ч. IV. М. 2013. С. 144-148.
3. Голик В.И., Прокопов А.Ю., Базавова О.В. Разработка основ высокоэффективной технологии утилизации отходов горно-обогатительной переработки руд КМА // Инженерный вестник Дона, 2013. №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2168
4. Илиев А.Г. Определение ПДВ и способы очистки дымовых газов при осуществлении нагрева рабочего теплоносителя в системе отопления предприятий сервиса // Achievement of high school. 2013. Т. 46. С. 52-58.

© 2016, Илиев А.Г., Занина И.А.

Применение теплового потенциала сточных вод в качестве греющего теплоносителя в условиях внедрения малоотходной системы теплотехнологий

© 2016, Iliev A.G., Zanina I.A.

Use of the heat potential of waste water as the heating of the coolant in the conditions of introduction of low-waste system of heat technologies