

После реализации плана эксперимента и обработки данных на ПЭВМ были получены уравнения, отражающие влияние концентрации компонентов на ударную вязкость (1) и интенсивности изнашивания (2) композита:

$$a \cdot 10 = 232,4 + 1,164X_1 - 49,03X_2 - 6,919X_3 + 0,666X_1X_2 - 1,372X_1X_3 - 3,646X_2X_3 - 4,371X_1^2 + 10,43X_2^2 - 2,376X_3^2; \quad (1)$$

$$I \cdot 10^9 = 1,620 + 0,073X_1 + 0,134X_2 + 0,275X_3 - 0,013X_1X_2 + 0,016X_1X_3 + 0,06X_2X_3 - 0,242 - 3X_1^2 + 0,037X_2^2 - 0,011X_3^2 + 0,071X_3^2. \quad (2)$$

Экспериментальные значения критерия Фишера и доверительные интервалы коэффициентов уравнений регрессии составляют:

– для уравнения (1) –

$$F_3 = 5,176; \Delta b_i = 3,149; \Delta b_{ii} = 3,068; \Delta b_{ij} = 4,117;$$

– для уравнения (2) –

$$F_3 = 2,154; \Delta b_i = 0,02034; \Delta b_{ii} = 0,01982; \Delta b_{ij} = 0,02659.$$

Из сравнения экспериментальных и табличных значений критериев Фишера видно, что уравнение (1) является близким к адекватному, а уравнение (2) адекватно математическим моделям ударной вязкости и износостойкости композиционного материала на основе вторичного полиэтилена.

С учётом значимости коэффициентов и после перехода к натуральным переменным уравнения (1)–(2) принимают вид

$$a \cdot 10 = 374,9 + 3,959C_1 - 3,726C_2 + 0,563C_3 + 0,533 \cdot 10^{-2}C_1C_2 - 0,011C_1C_3 - 0,583C_2C_3 - 0,017C_1^2 + 0,017C_2^2 - 0,38 \cdot 10^{-2}C_3^2; \quad (3)$$

$$I \cdot 10^9 = 1,390 + 0,014C_1 - 0,557 \cdot 10^{-2}C_2 - 0,747 \cdot 10^{-2}C_3 - 0,11 \cdot 10^{-3}C_1C_2 + 0,13 \cdot 10^{-1}C_1C_3 + 0,967 \cdot 10^{-4}C_2C_3 - 0,969 \cdot 10^{-5}C_1^2 + 0,6 \cdot 10^{-4}C_2^2 + 0,113 \cdot 10^{-3}C_3^2. \quad (2)$$

В процессе эксплуатации путевые прокладки подвергаются в основном износу, однако изготовление композита по оптимальному составу (4) при минимизации интенсивности изнашивания I приводит к снижению ударной прочности материала. Поэтому необходимо решить компромиссную задачу повышения ударной прочности при незначительном снижении интенсивности изнашивания материала. Решив совместно два уравнения (3) и (4), получим новый состав композиционного материала.

По разработанной технологии переработки отходов обувной промышленности выпущены комплекты прокладок для защиты деревянных стрелочных брусьев от механического износа, которые уложены на 2300 стрелочных переводов типа Р65 марки 1/11 во всех дистанциях пути Белорусской железной дороги.

УДК 621.311:628.1/2

ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ОТ ЗАМЕНЫ ТРУБЧАТЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ ОБОГРЕВА СКВАЖИН В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖКХ НА САМОРЕГУЛИРУЮЩИЕСЯ ГРЕЮЩИЕСЯ КАБЕЛИ

А. А. КАПАНСКИЙ

Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Республика Беларусь

Участки водопроводной сети, находящиеся в скважинах, нуждаются в подогреве. В противном случае при низкой нагрузке насосных агрегатов станций первого подъема воды возникает риск промерзания водоводов в период сильных холодов и прекращения водоснабжения. Для обогрева трубопроводов, находящихся в скважинах, на водоканалах, как правило, используются нерегулируемые трубчатые электронагреватели (ТЭН). В работе рассмотрен способ оценки потенциала энергосбережения от замены ТЭНов на саморегулирующийся греющийся кабель.

Для определения необходимой мощности греющего кабеля, Вт, производится расчет потерь тепловой энергии через теплоизоляцию водовода [1]:

$$P_{\text{тр}} = 2\pi\lambda L_{\text{тр}}(t_{\text{вн}} - t_{\text{нв}}^{\circ})k / \ln\left(\frac{D}{d}\right), \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности теплоизоляции, принимается 0,05 Вт/(м·°С); $L_{\text{тр}}$ – длина участка трубы, м; $t_{\text{вн}}$ – температура жидкости внутри трубы, °С (для воды принимается значение +5 °С); $t_{\text{нв}}^{\circ}$ – минимальная температура окружающей среды, определяется по данным строительной климатологии и составляет для наиболее холодной пятидневки минус 24 °С; k – коэффициент запаса, принимается 1,3; D – наружный диаметр трубы с теплоизоляцией, м; d – наружный диаметр трубы, м.

Требуемая длина кабеля рассчитывается по формуле

$$L_{\text{к}} = P_{\text{тр}} / p_{\text{уд}}, \quad (2)$$

где $p_{\text{уд}}$ – удельная мощность кабеля, составляет 17 Вт/м.

На рисунке 1 приведена схема трубы с изоляцией, используемая при расчете теплопотерь.

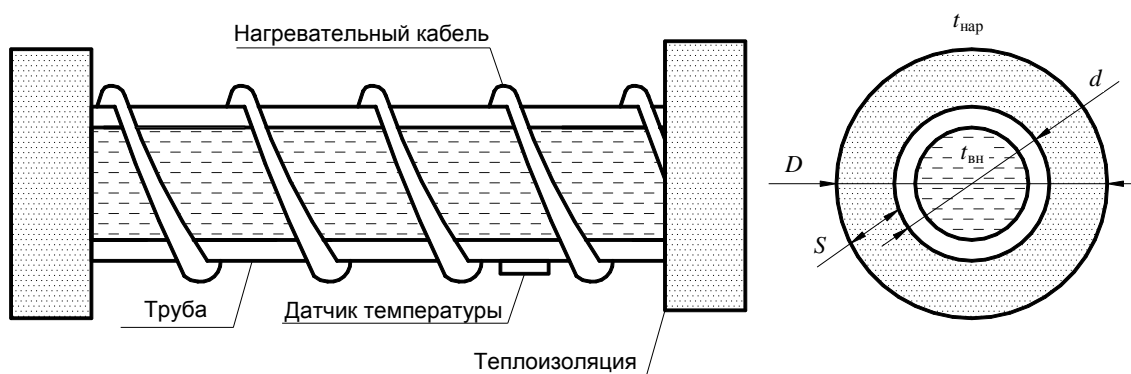


Рисунок 1 – Схема участка водовода с теплоизоляцией

Потребление электроэнергии, кВт·ч, при работе в существующем режиме обогрева электронагревателями определяется по формуле

$$W_1 = P_{\text{уст}} k_3 T_{\text{год}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{уст}}$ – установленная мощность электронагревателей, кВт; k_3 – коэффициент загрузки; $T_{\text{год}}$ – продолжительность работы электронагревателей за расчетный период, ч.

Расчетное время работы электронагревателей определяется по фактическому годовому количеству дней с отрицательной температурой наружного воздуха на основании статистических наблюдений Гидрометцентра Республики Беларусь. На рисунке 2 приведена динамика изменения температуры наружного воздуха за 2014 г. на примере г. Гомеля.

Расчетное время работы, ч, при эксплуатации трубчатых электронагревателей

$$T_{\text{год}} = k_{\text{п}} N T_{\text{сут}}, \quad (4)$$

где $k_{\text{п}}$ – коэффициент определяющий погрешность, связанную с инертностью отключения ТЭНов в области положительных температур наружного воздуха; N – количество дней с отрицательной температурой наружного воздуха; $T_{\text{сут}}$ – количество часов работы в сутках, ч.

Расчет фактической мощности $P_{\text{ф}}$ при работе греющего кабеля с установленным температурным датчиком определяется по формуле (1), используя среднюю температуру наружного воздуха в области отрицательных температур вместо минимальной температуры окружающей среды $t_{\text{нв}}^{\circ}$.



Рисунок 2 – Динамика изменения температуры наружного воздуха г. Гомеля

Расчет электрической энергии при работе саморегулирующегося греющего кабеля производится по формуле

$$W_2 = P_{\phi} T'_{\text{год}}, \quad (5)$$

где $T'_{\text{год}}$ – годовое время работы в зоне отрицательных температур, ч, определяется по формуле (4) без учета погрешности отключение кабеля в теплый период $k_{\text{н}}$, что связано с установкой температурного датчика на трубопроводе.

Экономический эффект в топливном выражении

$$\Delta B = (W_1 - W_2) \left(1 + \frac{k_{\text{пот}}}{100} \right) b_3, \quad (6)$$

где $k_{\text{пот}}$ – коэффициент, учитывающий потери в электрических сетях; b_3 – топливный эквивалент, выражающий количество условного топлива, необходимого для отпуска потребителю единицы электрической энергии от источника энергоснабжения, т у.т./тыс. кВт·ч.

Годовой потенциал энергосбережения при внедрении греющего кабеля с установкой датчика температуры в среднем оценивается в размере 2 тыс. кВт·ч на скважину [2].

Список литературы

- 1 Ермуратский, В. В. Расчёт внутреннего теплового сопротивления рабочих тел аккумуляторов явного и скрытого тепла / В. В. Ермуратский, М. А. Грицай // Проблемы региональной энергетики. – 2013. – № 3 (23).
- 2 Грунтович, Н. В. Оценка текущего состояния энергоэффективности технологических систем водоснабжения и водоотведения / Н. В. Грунтович, А. А. Капанский // Энергоэффективность. – 2016. – № 8. – С. 20–24.

УДК 697.7

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ ОТ ИНСОЛЯЦИИ В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЯХ

С. Н. КОЛДАЕВА, В. В. ПРОНСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время теплофизические свойства таких элементов ограждающих конструкций, как стены и окна, существенно различаются. Теплотери через светопрозрачные элементы более чем в 5 раз превышают теплотери через стены [1]. С другой стороны, основное назначение светопрозрачных конструкций – пропускание естественного света в помещения, – в настоящее время теряет свое приоритетное значение. Появление нового поколения светильников и расширение их спектрального диапазона позволяет снизить потребность в естественном освещении. Сейчас при проектировании энергоэффективных зданий основной акцент делается на максимальное сбережение теп-