

# ВОЗМОЖНОСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТЕПЛОСАНТЕХНИЧЕСКИМ УСТРОЙСТВАМ МЕТРОПОЛИТЕНА

## OPPORTUNITIES OF ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF HEAT AND SANITARY FACILITIES OF THE METRO

В. А. Маслак, Е. К. Левина, С. С. Мощин, ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»

С. Л. Михайлов, группа компаний ДОМАП

V. A. Maslak, E. K. Levina, S. S. Moshchin, Lenmetrogioprotrans

S. L. Mikhailov, DOMAP Group of Companies



Статья рассматривает применение тепловых насосов в станционных комплексах с двухпутными тоннелями. Приведено описание схемы с тепловым насосом для систем отопления, ГВС и кондиционирования станции и расчёт их энергоэффективности.

*This paper considers the application of heat pumps in the double-track station systems, provides a description of the heat pump-based scheme for the heating, hot water supply and air conditioning systems of the stations and the calculation of their energy efficiency.*

Предлагаемые к рассмотрению новые проектные решения относятся к повышению энергоэффективности систем основной (тоннельной) вентиляции и местных систем отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования для новых линий метрополитенов с двухпутными тоннелями.

Опыт эксплуатации метрополитенов показывает, что чаще всего основной вредно-

стью является тепло, поступающее в тоннели от трансформации энергии движущихся поездов и работы оборудования. Использование вторичного тепла большого объема воздуха тоннельной вентиляции осложняется конструктивными особенностями подземных сооружений, их автономностью и повышенными требованиями безопасности, что затрудняет применение удаляемого тепла на других городских объектах, но не

исключает их применения для устройств самого метрополитена.

Ранее в своих проектах институтом «Ленметрогипротранс» был предложен способ вентиляции для линий метрополитена с двухпутным тоннелем, под сводом которого предусмотрен вентиляционный канал. Сохраняя схему вентиляции в соответствии с положениями СП120.1330.2012 «Метрополитены. Актуализированная ре-

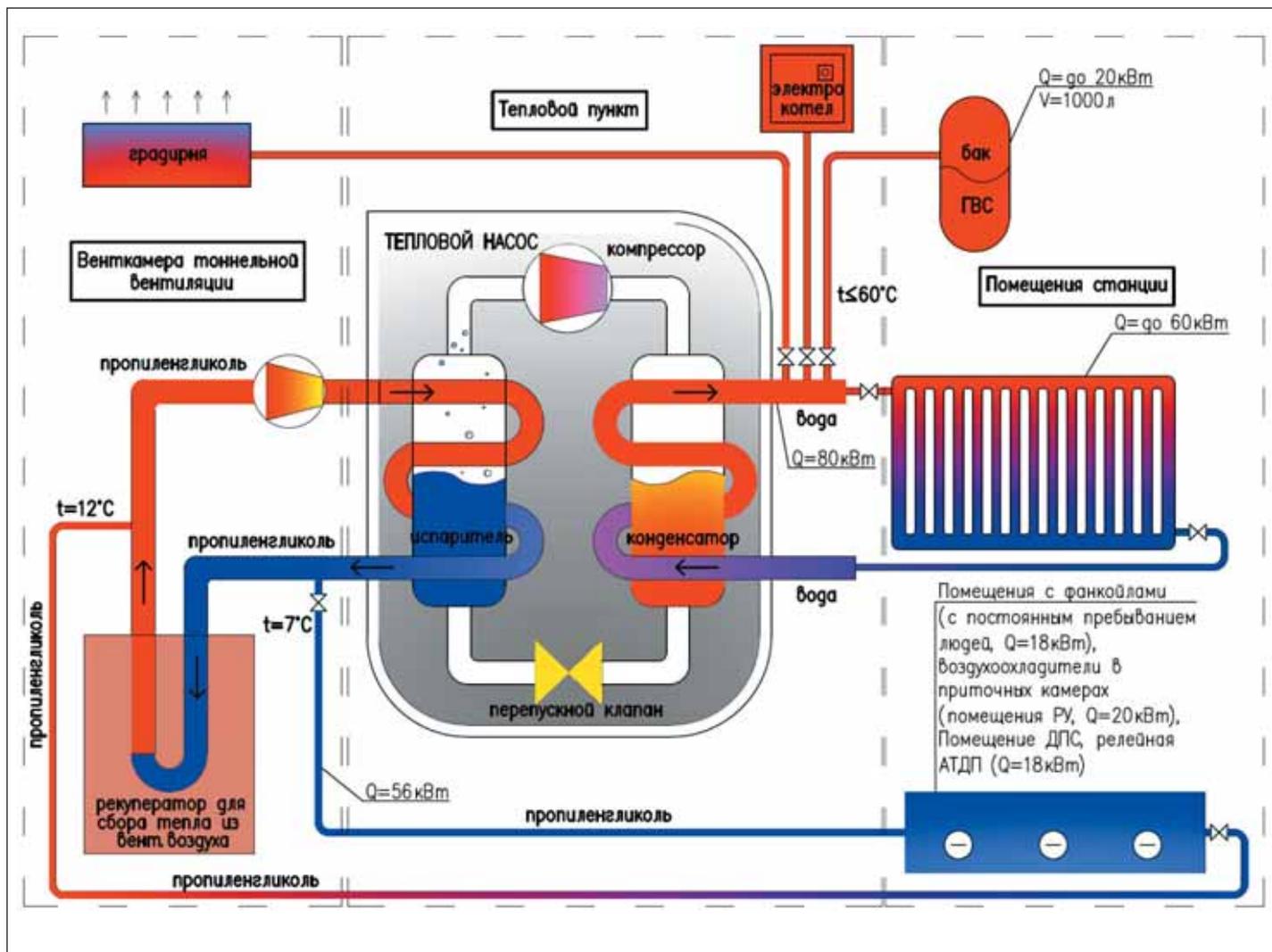


Рис. 1. Принцип работы Jäspi LTO для станций Московского метрополитена

дакция», а именно круглогодичная подача наружного воздуха на перегон и удалением со станции, был разработан способ вентиляции с возможностью повышения температуры подаваемого на перегон приточного воздуха в холодный период времени года [1].

*Библиографические данные: «Способ вентиляции двухпутных перегонных тоннелей метрополитена» патент РФ 2594025, 2016 г. Рос. Федерация: E21F1/00(2006.01).*

Система вентиляции с подогревом наружного воздуха теплом вытяжного внедрена на новом участке Невско-Василеостровской линии Санкт-Петербургского метрополитена, и также проектируется на новых линиях с двухпутными тоннелями Московского метрополитена на линиях КЖЛ, ТПК 3 и ТПК ЮЗ с двухпутными тоннелями (11 станций).

Это проектное решение стало возможным с наличием вентиляционного канала в перегонном тоннеле и учетом размещения приточной и вытяжной венткамеры единым блоком.

На базе нового конструктива станций и вентиляционного блока появилась возможность внедрения ещё одной современной технологии уже для местных систем отопления, ГВС и кондиционирования вестибю-

лей и служебных помещений станции с использованием системы теплового насоса [2], [3]. Проектные решения разрабатываются для станции линии ТПК Восток «Текстильщики». Применение теплового насоса полностью исключает необходимость подключения к централизованным сетям теплоснабжения и повышает возможность поддержания оптимальных параметров микроклимата в служебных и технических помещениях станции.

Проектом предлагается осуществлять отбор тепла уходящего воздуха тоннельной вентиляции станции системой Jäspi LTO (Финляндия) [4], [5] с тепловым насосом мощностью 60 кВт (рис. 1). Выбор обусловлен опытом эксплуатации оборудования данного производителя в части электрических автоматизированных котлов на объектах отечественных метрополитенов более 25 лет, а также внедрением системы с тепловым насосом Jäspi LTO [4], [5] в рамках реконструкции (2019–2020 г.) на действующих станциях Санкт-Петербургского метрополитена.

Проектируемая система с тепловым насосом на станции обеспечивает работу:

- водяной системы отопления служебных и технических помещений вестибюля в отопительный период [6];

- системы ГВС помещений вестибюля и БСК круглогодично [6];
- систем кондиционирования помещений с постоянным пребыванием людей, аппаратной АТДП, блока ДПС круглогодично и трансформаторного блока ТПП в теплый период года [7].

Принципиальная схема обвязки и размещения оборудования представлена на рис. 2.

Эффективность любой технологии, в которой применяется тепловой насос, измеряется коэффициентом теплопреобразования (КТП) и холодопреобразования (КХП) или COP (*англ.*). При определении величины COP мы соотносим количество затрачиваемой энергии к количеству выбранной. Зная этот параметр, легко можно определить во сколько раз меньше затрачивается энергии после внедрения теплового насоса.

Возьмём за средний срок отопления период равный семи месяцев в году. Также мы имеем данные о том, что нам требуется кондиционирование в течение 12 месяцев. На основе этих данных получаем:

- ежегодный расход на отопление электричеством в год:  $60 \text{ кВт} \times 24 \text{ ч} \times 30 \text{ дней} \times 7 \text{ мес} = 302400 \text{ кВт ч/год}$ ;

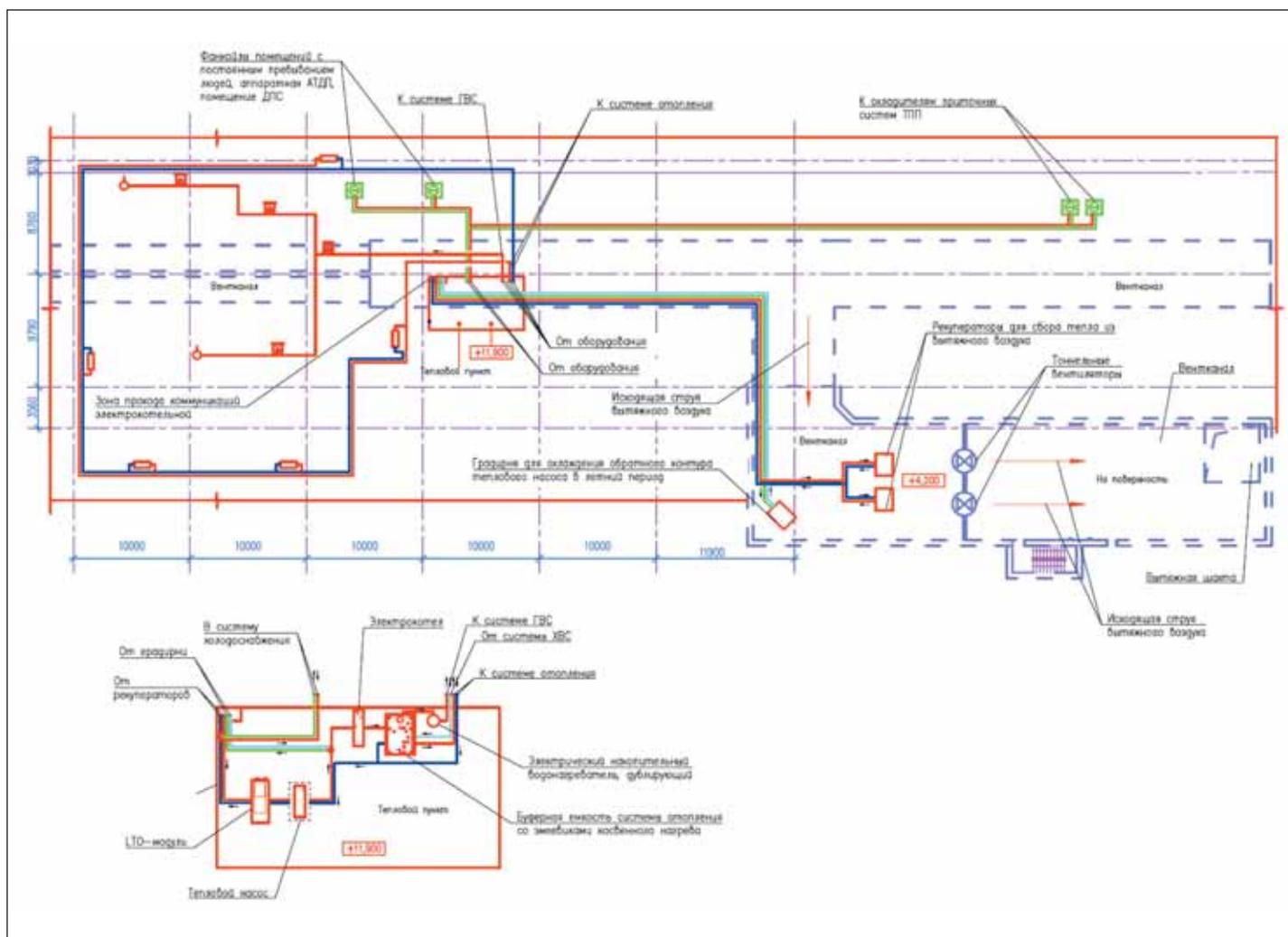


Рис. 2. Принципиальная схема теплового насоса на станциях с двухпутными тоннелями

• ежегодный расход на кондиционирование:  $42 \text{ кВт} \times 24 \text{ ч} \times 30 \text{ дней} \times 12 \text{ мес} = 362880 \text{ кВт ч/год}$ .

Итого на отопление и кондиционирование мы затрачиваем  $665280 \text{ кВт ч/год}$ .

В нашем случае, при использовании системы Jäspi LTO с КТП-3,5 и КХП-6 мы делим затраты на эти значения:

$302400 \text{ кВт ч/год} : 3,5 = 86400 \text{ кВт ч/год}$  – количество энергии, затрачиваемое на отопление;

$362880 \text{ кВт ч/год} : 6 = 60480 \text{ кВт ч/год}$  – количество энергии, затрачиваемое на кондиционирование.

Итого с тепловым насосом –  $146880 \text{ кВт ч}$  в год.

Таким образом, применяя данную технологию в указанной комплектации, мы имеем следующие плюсы: мощность отопления  $60 \text{ кВт}$ , одновременно мощность кондиционирования  $42 \text{ кВт}$ . Тогда затрачиваемая мощность в режиме отопления  $60 : 3,5 = 17 \text{ кВт ч}$ , а в режиме кондиционирования  $60 : 6 = 10 \text{ кВт ч}$ .

## Выводы

Применение теплового насоса системой Jäspi LTO на станциях с двухпутными тоннелями позволяет:

• повысить энергоэффективность в 4–4,5 раз [8];

• использовать не только для систем отопления и ГВС, но и для систем кондиционирования в течение всего года;

• разместить оборудование в существующих помещениях венткамер и теплового пункта;

• выполнить транзитные прокладки технологических трубопроводов системы по станционным вентканалам;

• свободный доступ для эксплуатации при работе метрополитена;

• стоимость оборудования системы Jäspi LTO для станции сопоставима с оборудованием тоннельной вентиляции, располагаемой на станции.

## Список литературы

- СП 120.13330.2012. Метрополитены. Актуализированная редакция. СНиП 32-02-2003.
- Рей Д. А., Макмайкл Д. Тепловые насосы./ 1982. Московская типография № 4, 221 с.
- П. Ландквист. Эволюция тепловых насосов/Энергосбережение –2011. -№ 5. –С. 72–76.
- OPAS 1 Jäspi LTO LVI-SUUNNITTELIJAN KÄSIKIRJA. ГИД 1 руководство проектировщика НРАС для системы Jäspi LTO/Финляндия, 100 с.
- OPAS 2 Jäspi LTO SÄHKÖSUUNNITTELIJAN KÄSIKIRJA ГИД 2 руководство электропроект-

тировщика для системы Jäspi LTO/Финляндия, 105 с.

Б. Н. В. Шилкин. Системы отопления на базе теплонасосных установок. Подмосковный опыт//Сантехника –2012. –№ 4. –С. 16–24.

7. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

8. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).

## Ключевые слова

Тепловой насос, теплосантехнические устройства метрополитена.

Heat pump, heat and sanitary facilities of the metro.

## Для связи с авторами

Маслак Владимир Александрович  
lmg@lenmetro.ru  
Левина Елена Константиновна  
lmg@lenmetro.ru  
Мошин Сергей Сергеевич  
lmg@lenmetro.ru  
Михайлов Сергей Леонидович  
lmg@lenmetro.ru