

«Слепянка») и многочисленными мелкими коллекторами, которые либо впадают в магистральные коллекторы, либо имеют самостоятельные выпуски малого диаметра практически по всей длине реки в черте города.

На ближайшие годы запланировано строительство второй и третьей ниток коллектора «Центр», что позволит продолжить реализацию программы по оздоровлению р. Свислочь в части перехвата дождевых сточных вод с Фрунзенского, Центрального, частично Московского района с направлением их за черту города на очистные сооружения промузла «Колядичи», что в свою очередь значительно уменьшит антропогенную нагрузку на водную среду реки.

Анализ данных за 4-летний период показал, что значительных изменений качества речных вод не произошло. Согласно индексу загрязненности вод, вода Свислочи выше Минска характеризуется как относительно чистая, на территории города и ниже его на участке до МОСА – как умеренно загрязненная, у н.п. Королицевичи (ниже МОСА) – очень грязная, а около н.п. Свислочь – снова как умеренно загрязненная.

### *Литература*

1. Материалы к Единому дню информирования 16 октября 2008 года по дополнительной теме для г. Минска: «Проблемы экологии городской среды» (по информации Минского научно-исследовательского института социально-экономических проблем и Минского городского комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды).
2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь. РУЛ «Бел НИЦ «Экология».

## **ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ**

*Макаревич М. В., Копыркин А. И.*  
(научный руководитель Костюкович П. Н.)  
БНТУ, Минск, Беларусь

Тепловые насосы – это экологически чистые компактные со-ле/водяные установки, позволяющие получать тепло для отопления

и горячего водоснабжения за счет использования тепла низкопотенциального источника (тепло грунтовых, артезианских вод, озёр, морей, грунтовое тепло, тепло земных недр) путем переноса его к теплоносителю с более высокой температурой.

С развитием цивилизации вопрос об использовании возобновляемых источников энергии становится все более актуальным. Энергия земли, воды, ветра или солнца – вот отличное решение энергетической задачи экологии. Одним из самых ярких примеров применения нетрадиционной энергетики могут служить высокоэффективные геотермальные тепловые насосы, использующие в качестве «топлива» тепло земли.

Принцип теплового насоса описан в работе Сади Карно в 1824 г. Сама концепция тепловых насосов была разработана в 1852 году британским физиком и инженером Уильямом Томсоном (Лордом Кельвином) и в дальнейшем усовершенствована и детализирована австрийским инженером Петером Риттер фон Риттингером (Peter Ritter von Rittinger). Практическое применение тепловой насос приобрел в 40-х годах XX столетия, когда изобретатель-энтузиаст Роберт Вебер (Robert C. Webber) экспериментировал с морозильной камерой. Однажды у Вебера появилась идея получать тепло из земли, где температура не слишком изменялась в течение года. Он поместил в грунт медные трубы, по которым циркулировал фреон, который «собирал» тепло земли. Газ конденсировался, отдавал свое тепло в доме, проходил через змеевик и трубы назад в землю, затем процесс повторялся вновь. Широкое применение тепловые насосы получили только 15–20 лет назад в связи с ростом цен на сырьевые энергоносители.

Работа геотермального теплового насоса основана на сборе тепла из почвы или воды, и передаче в систему отопления здания. Термодинамически тепловой насос очень похож на обычный холодильник, только с высокой энергоэффективностью и мощностью. В холодильнике тепло отбирается морозильной камерой из продуктов и выбрасывается в кухню, при этом задняя стенка холодильника нагревается.

В зависимости от источника отбора тепла геотермальные тепловые насосы подразделяются: водные, горизонтальные, вертикальные. [1].

Геотермальный тепловой насос может работать зимой на отопление, а летом на охлаждение здания. Но при этом в нем должен быть реверсивный клапан, именно он позволяет тепловому насосу работать в обратном режиме.

Эффективность теплового насоса характеризует его коэффициент полезного действия, представляющий собой отношение тепла в кВт, полученного в тепловом насосе, к затратам мощности на привод теплового насоса. КПД установки 400–500 %. Теплонасосы оснащены циркуляционными насосами – как для контура рабочей жидкости, так и для водяного контура системы отопления, именно для этого элемента требуется электричество, все остальные части полностью энергетически автономны. Таким образом, при потреблении тепловым насосом, например 1 кВт электрической энергии на выходе получаем 4–5 кВт тепловой энергии. Тепловые насосы идеально подходят для низкотемпературных систем отопления.

Главной проблемой в распространении геотермальных насосов является дороговизна системы. Стоимость всех работ, включая всё необходимое оборудование: для водной системы – 17 000 €, для горизонтальной – 14 000 €, для вертикальной – 21 000 € [4]. Срок службы геотермального теплового насоса может достигать 100 лет (для вертикальной системы), через 15–20 лет требуется замена компрессора, а в закрытых системах и теплоносителя. Срок окупаемости геотермального теплового насоса в Западных странах составляет около 5–8 лет, что является отличным результатом. Добиться такого срока окупаемости в нашей стране не получится, в связи с достаточно низкими ценами на основные виды энергоносителей: цена кубометра газа для Беларуси – 165,5 \$, для Германии – 445 \$. Но учитывая неуклонный рост мировых цен на топливо, смысл установки геотермального теплового насоса в нашей стране есть.

Тепловые насосы – это новейшие компактные экономичные и экологически чистые системы отопления. Тепловые насосы широко распространены в США, Японии и странах ЕС, применяются – и в быту, и в промышленности. Сегодня в Японии, например, эксплуатируется около 3 миллионов установок, в Швеции около 500 000 домов обогревается тепловыми насосами различных типов. По прогнозам Мирового Энергетического Комитета к 2020 году доля геотермальных тепловых насосов в отоплении составит 75 %.

### *Литература*

1. [www.waermepumpe.de](http://www.waermepumpe.de).
2. [www.ochsner.de](http://www.ochsner.de).
3. [www.zm-online.de](http://www.zm-online.de).