

УДК 004.383:62-71:536.24

ОХЛАЖДЕНИЕ АППАРАТУРЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ АККУМУЛИРОВАННЫМ ПРИРОДНЫМ ХОЛОДОМ

Д. т. н. И. И. Пуховой¹, д. т. н. Ю. Е. Николаенко¹, к. ф.-м. н. Т. Ю. Николаенко²

¹НТУУ «Киевский политехнический институт»,

²Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

Украина, г. Киев

yunikola@ukr.net, nirtef@kpi.ua

Предложены схемы воздушных систем охлаждения аппаратуры вычислительных средств с использованием аккумулированного природного холода. Запасы льда, намороженного в зимнее время и сохранившегося в теплоизолированном хранилище, позволяют использовать его для охлаждения воздуха, подаваемого в вентиляционные каналы аппаратных стоек, что снижает энергозатраты на работу систем охлаждения за счет отказа от использования для этих целей компрессорных холодильных машин и кондиционеров.

Ключевые слова: вычислительные средства, охлаждение, аккумулированный холод, лед.

Современные вычислительные средства с энергетической точки зрения представляют собой преобразователь электрической энергии в энергию полезных сигналов и энергию тепловых потерь, выделяемую в окружающую среду при работе электронной аппаратуры. Происходящее при этом повышение температуры воздуха в помещении, где установлена электронная аппаратура вычислительных средств, приводит к росту температуры ее элементной базы (процессоров, сверхбольших и больших интегральных схем и др.) и, соответственно, к снижению надежности их работы. В связи с этим, обеспечение нормального теплового режима электронной аппаратуры вычислительных средств является актуальной проблемой.

Как правило, для обеспечения нормального теплового режима электронной аппаратуры вычислительных средств с мощностью тепловыделения до 5 кВт на одну аппаратную стойку используются воздушные системы фальшпольного охлаждения с кондиционерами [1], а при более высоком тепловыделении, например в аппаратуре мощных суперкомпьютеров, применяются жидкостные или комбинированные системы охлаждения [2]. В научных организациях, учебных заведениях и промышленных предприятиях в настоящее время наиболее распространены вычислительные средства (серверы) с воздушным охлаждением. Охлаждение воздуха, подаваемого в их вентиляционные каналы и серверное помещение, осуществляется компрессорными холодильными установками или кондиционерами, что приводит к значительным затратам электрической энергии.

Целью данной работы является поиск новых способов охлаждения воздуха и схемных решений их реализации, которые позволили бы полностью или частично (в наиболее жаркие месяцы года) отказаться от использования холодильных машин и кондиционеров для охлаждения воздуха.

Для достижения поставленной цели предлагается использовать природный холод путем замораживания воды в зимнее время тепловыми трубами с разветвленной зоной испарения в теплоизолированном хранилище и организации теплообмена между полученным льдом и воздухом, подаваемым в вентиляционные каналы аппаратных стоек. Возможны несколько схем реализации предложенного способа. Одна из них показана на рисунке. Требуемый расход воздуха по подводящему патрубку через фильтр-осушитель подается нагнетающим вентилятором в теплообменник, расположенный в массиве льда, охлаждается и по магистрали охлажденного воздуха подается в приточный воздуховод, коллекторы и далее — в вентиляционные каналы герметичных аппаратных стоек.

Расчеты показывают, что для охлаждения электронной аппаратуры с мощностью тепловыделения в стойке, например, 2 кВт необходимо обеспечить подачу охлаждающего воздуха с температурой на входе в серверную 15°C при допустимом перегреве 20°C с расходом 300 м³ в час. Для охлаждения

воздуха с начальной температурой 30°C до температуры 15°C при таком расходе на протяжении четырех наиболее жарких месяцев в году необходимо отобрать от него $15,55 \cdot 10^9$ Дж теплоты. Учитывая, что удельная теплота плавления льда составляет 333,7 кДж/кг, количество льда, при плавлении которого поглотится такое количество теплоты, составляет $46,6 \cdot 10^3$ кг или при плотности льда 900 кг/м^3 — $51,8 \text{ м}^3$. С учетом принятого КПД аккумуляирования малых объемов льда, равного 0,5, необходимый объем льда в хранилище составляет $103,6 \text{ м}^3$. При увеличении количества стоек или изменении мощности тепловыделения в стойке необходимый объем льда в хранилище определяется аналогичным образом.

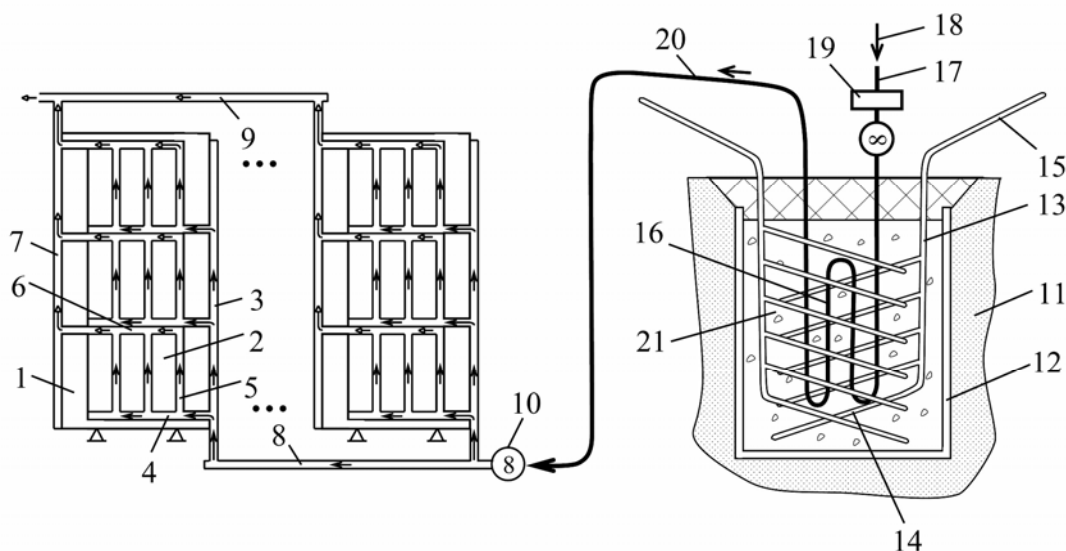


Схема охлаждения электронной аппаратуры вычислительных средств с использованием аккумуляированного природного холода:

1 — герметичная стойка; 2 — блок электронной аппаратуры; 3 — коллектор охлажденного воздуха; 4 — раздающий коллектор этажа; 5 — вентиляционный канал; 6 — собирающий коллектор этажа; 7 — коллектор нагретого воздуха; 8 — приточный воздуховод; 9 — вытяжной воздуховод; 10 — нагнетающий вентилятор; 11 — грунт; 12 — теплоизолированное хранилище; 13 — тепловая труба; 14 — зона испарения тепловой трубы; 15 — зона конденсации тепловой трубы; 16 — теплообменник; 17 — подводящий патрубок для забора воздуха; 18 — входящий воздушный поток; 19 — фильтр-осушитель; 20 — магистраль охлажденного воздуха; 21 — лед

Таким образом, предложенный способ позволяет использовать сезонный аккумулятор природного холода, накапливаемого в зимнее время путем замораживания воды в лед в теплоизолированном хранилище, для охлаждения воздуха, подаваемого в наиболее жаркие месяцы года в вентиляционные каналы аппаратуры вычислительных средств вместо воздуха, охлаждаемого с помощью компрессорной холодильной машины или кондиционера, что снижает общие затраты энергии на охлаждение вычислительных средств.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Балкаров М. А. Охлаждение серверных и ЦОД. Основы.— Киев: ИД «Аванпост-Прим», 2011.
2. Резников Г. В. Расчет и конструирование систем охлаждения ЭВМ.— Москва: Радио и связь, 1988.

I. I. Pukhovyi, Yu. E. Nikolaenko, T.Yu. Nikolaienko

Cooling equipment for computing tools utilizing accumulated natural cold.

Schemes of air apparatus for computing devices cooling using natural accumulated cold are proposed. Ice deposits frozen in winter and stored in a heat-insulated storage allow their use for cooling the air supplied to air ventilation duct of hardware bays, which reduces the energy consumption of cooling systems by eliminating the use of compressor chillers.

Keywords: *computational tools, cooling, accumulated cold, ice.*