

Дов планеты хватило бы для компенсации годового потребления электроэнергии такого государства как Великобритания (340 TWh).

Список использованной литературы

1. <http://habrahabr.ru/company/mediagrus/blog/156047/>
2. <http://www.osp.ru/nets/2013/02/13034939/>

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Рыжих Д. А.

Кирвель П. И. – канд. геогр. наук, доцент

За последние годы плотность размещения оборудования в дата-центрах существенно увеличилась, а вместе с ней выросли и расходы на электропитание. В коммерческих дата-центрах одна стойка в среднем потребляет от 3 до 10 кВт — примерно столько же от нее приходится отводить тепла. При этом самый весомый «вклад» в общий ландшафт энергопотребления вносят системы охлаждения: их доля достигает 35-40 %.

Самое энергоемкое звено в традиционной схеме охлаждения — это компрессор и конденсаторные агрегаты. Отказ от этих компонентов в сочетании с использованием холода наружного воздуха (чаще употребляется англ. *freecooling*) стал первым революционным шагом на пути к оптимизированной, низкочастотной в отношении энергоресурсов системе охлаждения. Данный способ охлаждения эффективен в холодных регионах, однако вполне успешно применяется и в жарком климате. Примером может служить центр обработки данных (ЦОД) «Меркурий», который компания eBaу построила в американском городе Финикс, штат Аризона — в жаркой пустыне, где столбик термометра летом достигает 50 градусов С. Решением является применение системы *freecooling* в сочетании с адиабатным охлаждением.

Принцип действия адиабатической системы охлаждения состоит в распылении воды в виде мельчайших капель, которые впрыскиваются в горячий воздух. (Вода при этом должна быть очищена от всяческих примесей.) Вода, испаряемая в воздухе, способна охладить его до температуры, близкой к температуре мокрого термометра.

Подобные системы делают либо по принципу мокрых градирен, — то есть используют большую поверхность пластин, покрытую тонкой пленкой воды, — либо распыляют воду под давлением в несколько сот атмосфер, через микронные форсунки, очень мелкими каплями непосредственно в воздухопроводы.

Далее либо происходит обмен температурой с тем, что необходимо охладить, либо влажный воздух напрямую используется для охлаждения оборудования. Расход воды составляет около 2 Кг на 1 кВт/ч отводимого тепла. Поскольку испаряется большая часть воды, — соответственно растут требования к ее химическому составу, что требует использования ионнообменных фильтров или фильтров обратного осмоса.

Основу предлагаемой системы составляет роторный теплообменник. Он обеспечивает передачу холода от уличного воздуха к воздуху, который циркулирует во внутреннем контуре и служит для непосредственного охлаждения ИТ-залов (см. Рисунок 2). Теплообменник представляет собой массивную конструкцию из микроканалов, которая постоянно вращается между двумя потоками. Поступающий с улицы воздух проходит через двойную систему фильтрации: сначала через фильтр грубой очистки (G2) (фактически металлическую сетку), затем через фильтр тонкой очистки (G4). Для внутреннего воздуха, подаваемого в машинные залы, применяются фильтры класса F7, которые задерживают все микрочастицы размером более 2 мкм. Для подогрева поступающего с улицы воздуха в холодное время года предусмотрена камера смешения (см. Рисунок 1).

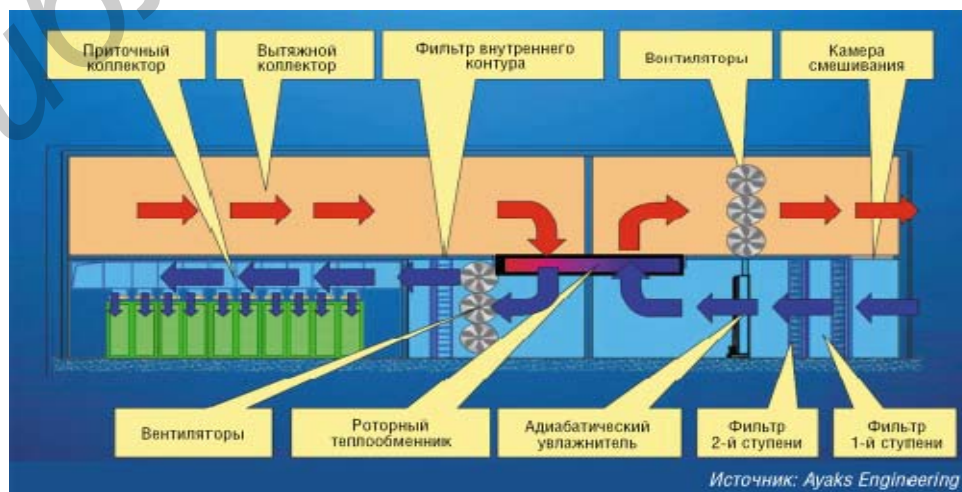


Рис. 1 – Схема системы охлаждения ЦОД

Для доохлаждения воздуха в жаркое время года дополнительно предусмотрена система адиабатического охлаждения, которая запускается при температуре наружного воздуха свыше +21°C .

Эффективность использования электроэнергии в ЦОДе принято измерять коэффициентом PUE (англ. Power usage effectiveness). Этот показатель рассчитывается как отношение электроэнергии, затрачиваемой на серверное оборудование, к общей электроэнергии, потребляемой ЦОДом. Для прецизионных кондиционеров DX среднегодового значение PUE=1,46-1,6.

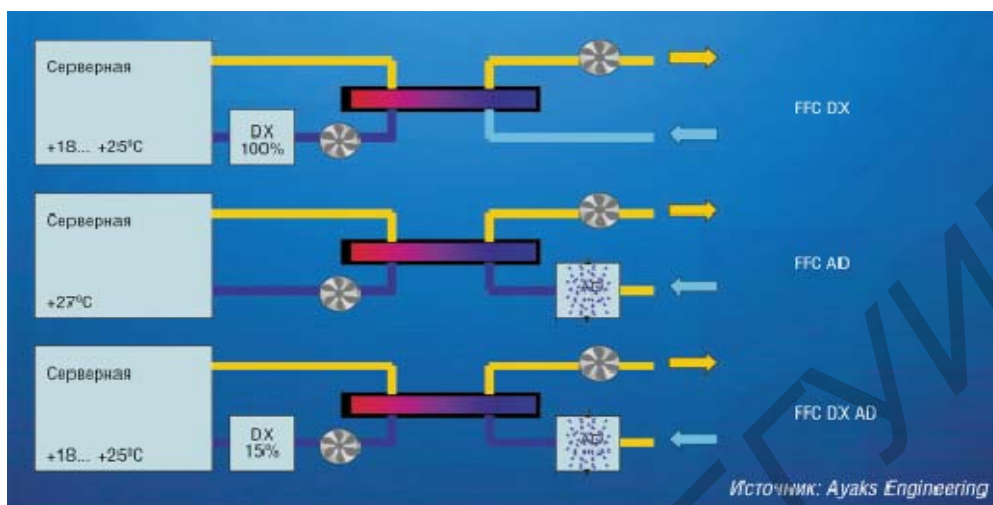


Рис. 2 - Три варианта системы охлаждения на базе роторного теплообменника: с адиабатическим охладителем во внешнем контуре (FFC AD), с фреоновым охладителем во внутреннем контуре (FFC DX), а также с адиабатическим и фреоновым охладителями (FFC DX AD).

Коэффициент EER (англ. Energy Efficiency Ratio) - коэффициент энергетической эффективности, который равен отношению производительности по холоду к полной потребляемой мощности при расчетных условиях работы:

$$EER = Q_{\text{холод}} / N_{\text{потр.}}$$

В табл. 1 приведены сравнительные характеристики рассмотренных вариантов на основе роторных теплообменников, а также традиционных чиллерных и фреоновых систем. Видно, что адиабатические воздушные системы имеют меньшие установленную мощность и стоимость при высокой эффективности. По стоимости решение с роторными теплообменниками приближается к фреоновым системам. Пожалуй, их главный минус — большие габариты, поэтому еще на этапе проектирования и строительства объекта необходимо предусмотреть соответствующие площади.

Таблица 1 - Сравнительные характеристики решений систем охлаждения ЦОД

1500 кВт ЦОД	Чиллер + free cooling	DX	FFC DX	FFC AD	FFC DX AD
Удельная стоимость системы, евро/кВт	1100	570	830	600	680
Установленная мощность системы охлаждения, кВт	850	690	600	228	485
Полный фрикулинг, количество времени в год	50%	0%	96%	100%	99%
Стоимость воды в год, руб.	0	0	0	30000	30000
PUE/EER*	1,29/5,07	1,46/2,2	1,11/10,6	1,05/11	1,08/10,8

*При 100-процентной нагрузке ЦОД

Источник: Ayaks Engineering

Список использованных источников:

1. Балкаров, М. А. Охлаждение серверных и ЦОД. Основы.— Киев: ИД «Аванпост-Прим», 2011.
2. Адиабатическое охлаждение ЦОД. URL: <http://habrahabr.ru/company/datapro/blog/200396/> (09.03.2015)
3. От PUE к WUE. URL: <http://www.osp.ru/lan/2014/01/13039318/> (09.03.2015)