

ОТСУТСТВИЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ С ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

1

2

Д-Р ЭСАН Б. ХАГИГИ (EHSAN B. HAGHIGHI, PHD),
СПЕЦИАЛИСТ ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ,
DANTHERM COOLING

Экспертный доклад

Отсутствие негативного влияния влажности при использовании систем естественного охлаждения для базовых станций с телекоммуникационным оборудованием, часть первая

Д-Р ЭСАН Б. ХАГИГИ (ENSAN B. HAGHIGI, PHD), СПЕЦИАЛИСТ ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ, DANTHERM COOLING

Естественное охлаждение является наиболее энергоэффективным способом охлаждения и обеспечивает наибольшую экономию среди систем охлаждения электронного оборудования.

Нас часто спрашивают, можно ли использовать системы естественного охлаждения в регионах с высокой относительной влажностью воздуха без риска повреждения оборудования, находящегося внутри охлаждаемого помещения.

Ответ: да.

ОТСУТСТВИЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ С ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ/ ЧАСТЬ ПЕРВАЯ



ЧТО НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ: КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ

- Нашим клиентам требуются веские доказательства того, что системы естественного охлаждения могут применяться в регионах с повышенной влажностью без риска увеличения относительной влажности внутри помещений до чрезмерно высоких значений.
- В этом экспертном докладе приводятся исследования относительной влажности на стандартном телекоммуникационном объекте при различных контрольных значениях температуры и при относительной влажности наружного воздуха 99 %.
- Исследование показывает, что системы естественного охлаждения могут применяться даже в условиях очень влажной погоды, так как при контакте с теплом внутри помещения относительная влажность окружающего воздуха уменьшается до уровня, рекомендованного Американским обществом инженеров отопления, охлаждения и воздушного кондиционирования (ASHRAE).

1. ВВЕДЕНИЕ

Большинство операторов связи предъявляют одинаковые запросы: им всем требуются максимально экономичные системы охлаждения. Естественное охлаждение остается наиболее энергоэффективным способом охлаждения и обеспечивает наибольшую экономию среди систем охлаждения электронного оборудования. Однако при использовании этой технологии возникают опасения за исправность оборудования, установленного в охлаждаемом помещении.

Эти опасения связаны с предположением, что при охлаждении влажным наружным воздухом внутри помещения возникает слишком высокая влажность. Эти опасения понятны, но излишни. На самом деле естественное охлаждение можно использовать даже при высокой влажности окружающего воздуха, однако мы понимаем, что клиентам требуются веские доказательства.

В данном докладе оцениваются уровни влажности воздуха в помещении телекоммуникационных объектов, оснащенных системами естественного охлаждения, при различных контрольных значениях температуры и при относительной влажности наружного воздуха 99 %.

2. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕОРЕТИЧЕСКИМИ РАСЧЕТАМИ

Приведенное ниже исследование основано на расчетах, которые выполнены в соответствии с законами термодинамики и с учетом допустимых и рекомендованных ASHRAE и ETSI классов окружающей среды для электронного оборудования, работающего на уровне моря. Значение относительной влажности, использованное в расчетах, составляет 99 %.

На рис. 1 показана рекомендуемая (меньший четырехугольник) и допустимые (другие четырехугольники) зоны для электронного оборудования различных классов: A1–A4 на уровне моря. К классу A1 относятся серверы, установленные в помещениях с жестко контролируруемыми параметрами окружающей среды. К классам A2, A3 и A4 относятся дисковые серверы, для которых требуется некоторый контроль параметров окружающей среды [1]. В таблице 1 показаны рекомендованные значения для электронного оборудования различных классов, которые основаны на стандартах ETSI [2]. В рамках этой серии докладов предполагается, что приемлемая относительная влажность воздуха находится в стандартном диапазоне от 20 до 80 %. Тем не менее можно видеть, что для некоторых классов допустимый диапазон относительной влажности является более широким (см. рис. 1 и табл. 1).

Принцип естественного охлаждения заключается в подаче прохладного наружного воздуха для снижения температуры в помещении до определенного требуемого значения. При входе в помещение наружный воздух будет нагреваться теплом, которое вырабатывается оборудованием, установленным в помещении. Этот процесс можно изобразить прямой линией на психрометрической диаграмме (синяя линия на рис. 1).

Предполагается, что в помещение с электронным оборудованием поступает воздух, имеющий относительную влажность 99 % и различную температуру (0–23 °C). Температура воздуха в помещении должна поддерживаться на уровне 25–27 °C. Взаимосвязь температуры сухого термометра (T), температуры точки росы (Td) и относительной влажности описывается видеоизмененной формулой Магнуса, показанной ниже [3].

$$T = \frac{b \left[\frac{aT_d}{b+T_d} - \ln\left(\frac{RH}{100}\right) \right]}{a + \ln\left(\frac{RH}{100}\right) - \frac{aT_d}{b+T_d}} \quad (1)$$

$$T_d = \frac{b \left[\ln\left(\frac{RH}{100}\right) + \frac{aT}{b+T} \right]}{a - \ln\left(\frac{RH}{100}\right) - \frac{aT}{b+T}} \quad (2)$$

$$RH = 100 \frac{\exp\left(\frac{aT_d}{b+T_d}\right)}{\exp\left(\frac{aT}{b+T}\right)} \quad (3)$$

Где $a = 17,625$, $b = 243,04$, T и T_d указаны в °C, а относительная влажность — в процентах. Наружный воздух (синяя линия на рис. 1) участвует в процессе с неизменной температурой точки росы. При таких условиях наружный воздух нагревается и его относительная влажность изменяется естественным образом. На рис. 2 показаны значения относительной влажности воздуха в помещении, рассчитанные с помощью формул (1)–(3).

Как видно из результатов расчета, относительная влажность почти во всех случаях находится в выбранном допустимом диапазоне (20–80 %). В отдельных случаях, когда относительная влажность выходит за пределы этого диапазона, требуется установка кондиционера или обогревателя, чтобы получить нужные параметры микроклимата в помещении.

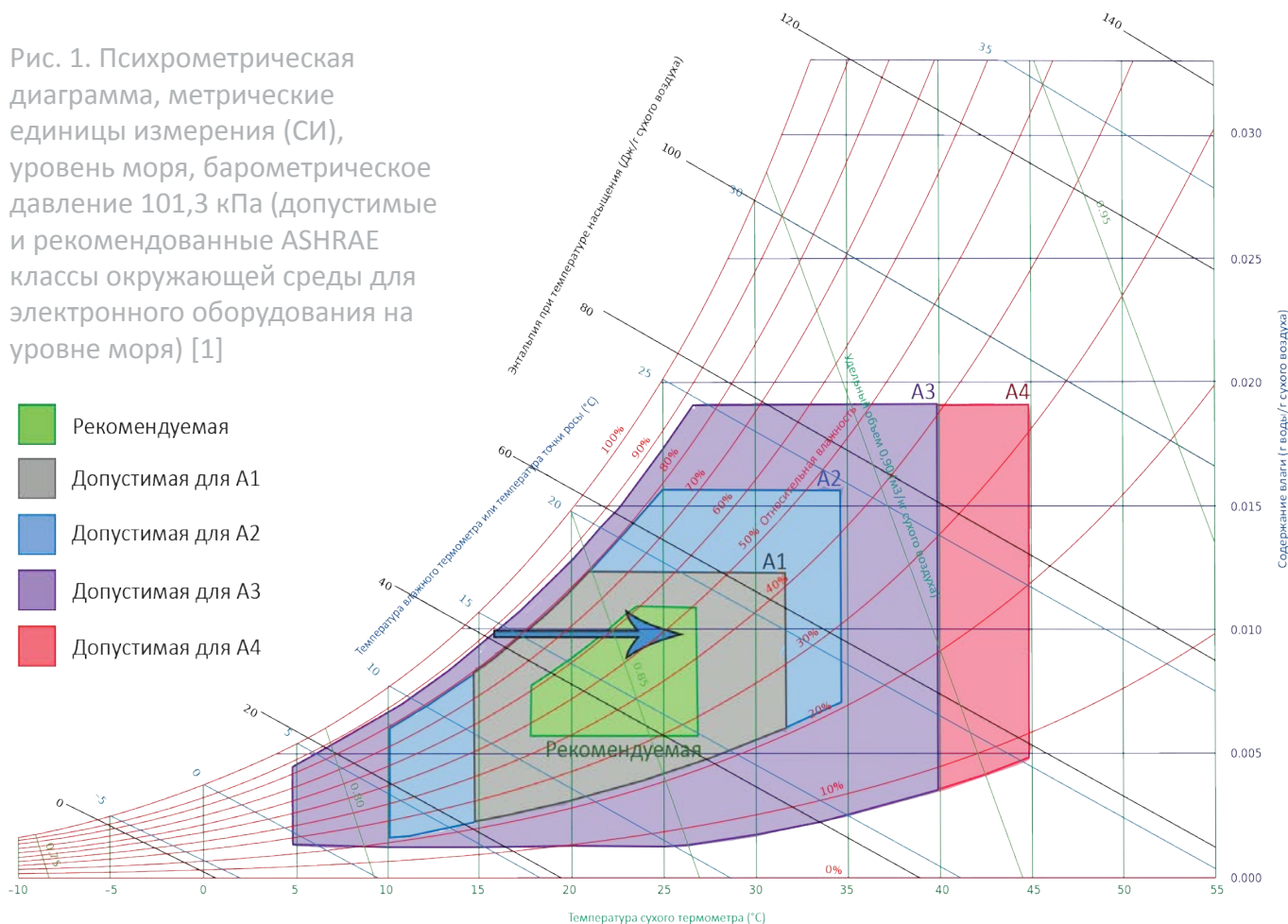
2. ПРОДОЛЖЕНИЕ: ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕОРЕТИЧЕСКИМИ РАСЧЕТАМИ

	3.1 (нормальный)	3.1 (предельный)	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
Диапазон температур (°C)	От +5 до +40	От -5 до +40	От -5 до +40	От -25 до +55	От -40 до +70	От -40 до +40	От +15 до +30
Диапазон относительной влажности (%)	5-85	5-90	5-95	10-100	10-100	10-100	10-75

Табл. 1. Классы окружающей среды, рекомендованные ETSI для электронного оборудования [2]

Рис. 1. Психрометрическая диаграмма, метрические единицы измерения (СИ), уровень моря, барометрическое давление 101,3 кПа (допустимые и рекомендованные ASHRAE классы окружающей среды для электронного оборудования на уровне моря) [1]

- Рекомендуемая
- Допустимая для A1
- Допустимая для A2
- Допустимая для A3
- Допустимая для A4



3. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ В СООТВЕТСТВИИ С ФАКТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Чтобы получить результаты расчетов, основанные на реальных условиях, в описанных ниже вычислениях принимается, что помещение с оборудованием находится в регионе с очень влажным климатом, например в Сан-Франциско. На рис. 3 и 4 показаны почасовые изменения температуры наружного воздуха и относительной влажности в международном аэропорту Сан-Франциско [4].

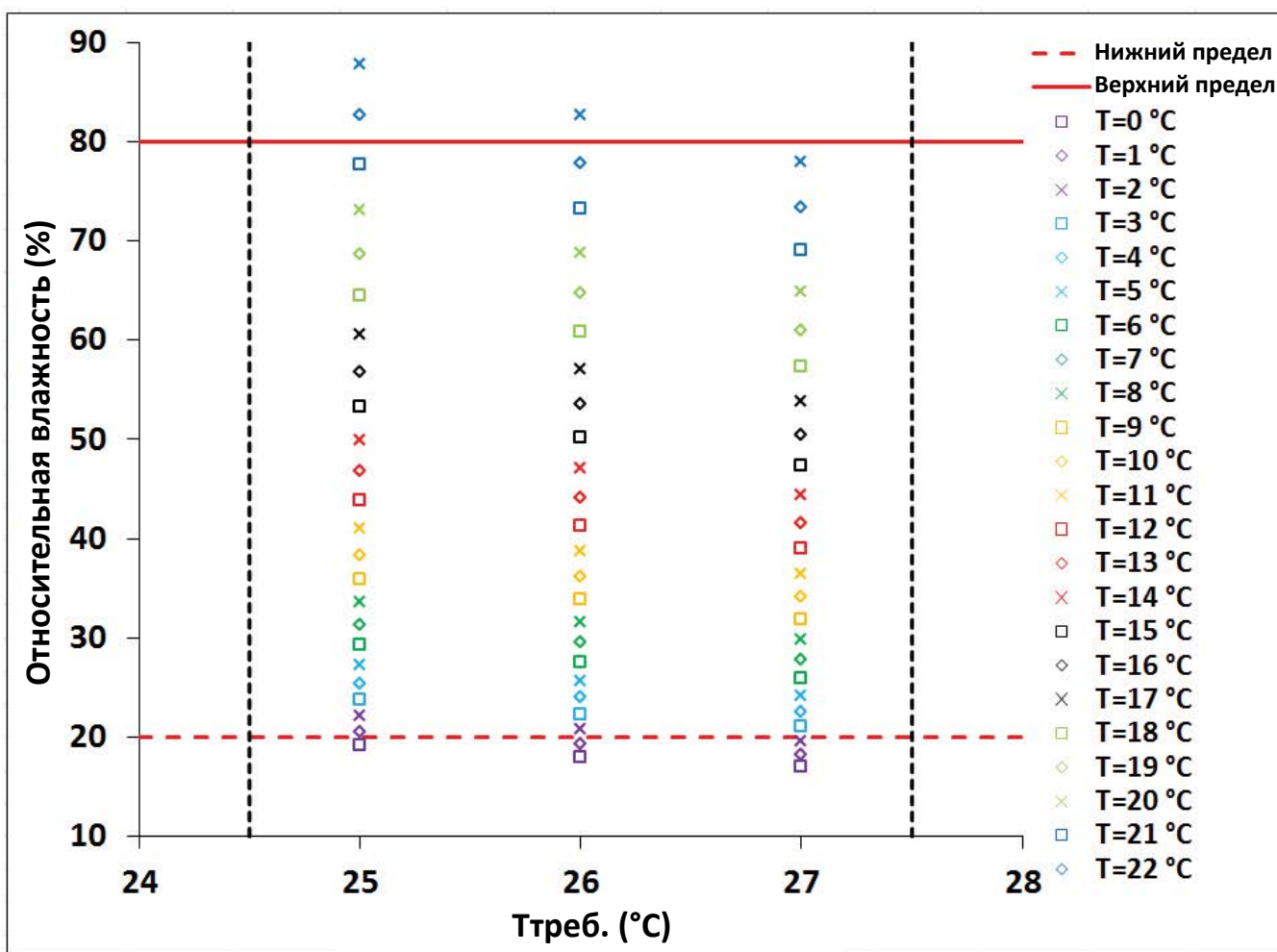


Рис. 2. Относительная влажность воздуха в помещении с учетом поддержания заданной температуры при влажности наружного воздуха 99 % и при его различной температуре

3. ПРОДОЛЖЕНИЕ: ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ В СООТВЕТСТВИИ С ФАКТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Относительная влажность в помещении вычисляется с помощью метода, описанного в разделе 2, и формул (1)–(3) с учетом того, что требуемая температура в помещении составляет 27 °C (рис. 3). Результаты расчета относительной влажности в помещении представлены на рис. 4.

Как видно, несмотря на то, что относительная влажность наружного воздуха близка к 100 % почти круглый год, относительная влажность в помещении всегда остается ниже 80 %, а в редких случаях опускается ниже 20 % (5 % всего времени).

С другой стороны, в соответствии с рис. 4, относительная влажность находится в пределах выбранного допустимого диапазона (20–80 %) в течение 95 % времени в году.

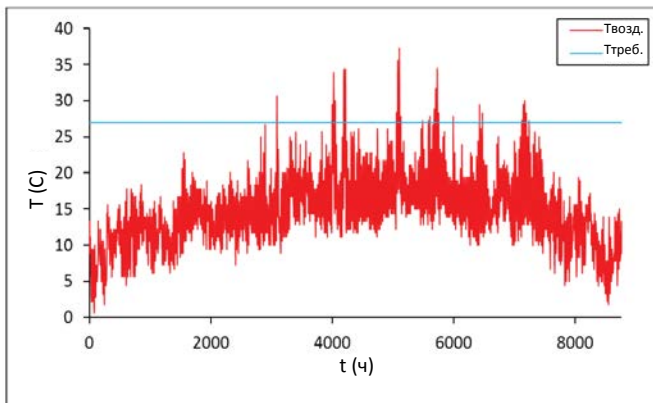


Рис. 3. Температура наружного воздуха в международном аэропорту Сан-Франциско и требуемая температура в помещении с оборудованием

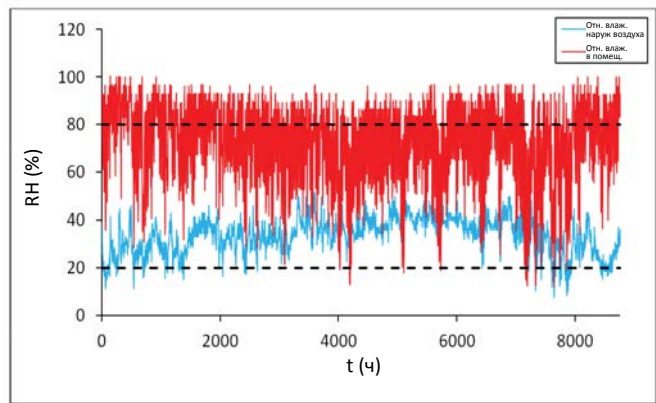


Рис. 4. Относительная влажность наружного воздуха в международном аэропорту Сан-Франциско и воздуха в помещении

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном докладе выполнены расчеты уровня влажности воздуха в помещении телекоммуникационных объектов, оснащенных системами естественного охлаждения. Расчеты, выполненные с учетом допустимых и рекомендованных ASHRAE и ETSI классов окружающей среды для электронного оборудования, показывают, что относительная влажность остается в пределах диапазона, выбранного для используемых параметров. Таким образом, системы естественного охлаждения могут применяться в регионах с высокой влажностью воздуха без какого-либо риска повреждения охлаждаемого оборудования. В случаях, когда относительная влажность выходит за пределы допустимого диапазона, рекомендуется использовать кондиционер для обеспечения требуемого микроклимата в помещении. Этот вопрос рассматривается во второй части этого доклада.

Литература

- [1] ASHRAE, 2012, Thermal Guidelines for Data Processing Environments, Third Edition
- [2] ETSI EN 300 019-1-3 V2.2.2 (2004-03), European Standard (Telecommunications series)
- [3] Alduchov, O. A., and R. E. Eskridge, 1996: Improved Magnus form approximation of saturation vapor pressure. J. Appl. Meteor., 35, 601–609

**КОМПАНИЯ DANThERM COOLING
РАЗРАБАТЫВАЕТ И ПРОИЗВОДИТ НАДЕЖНЫЕ
И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ
ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**КОМПАНИЯ DANThERM COOLING ЯВЛЯЕТСЯ
ПРЕДПОЧИТАЕМЫМ ПАРТНЕРОМ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
РЕШЕНИЙ ПО ОХЛАЖДЕНИЮ ЭЛЕКТРОННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ И ВЕДУЩИМ ПОСТАВЩИКОМ
КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Авторское право © Dantherm Cooling Holding A/S, 2015

Все права защищены. Воспроизведение, распространение или передача настоящей публикации или ее части в любой форме любым способом, включая фотокопирование, запись или применение прочих электронных и механических средств, без разрешения издателя запрещены. Исключениями являются краткие цитаты в обзорах или прочих случаях не коммерческого использования в соответствии с законодательством об авторском праве.