



# СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГРАДИРНЯМИ И СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ГРАДИРНЯМИ

## ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Область техники, к которой относится изобретение  
[0001]

Настоящее изобретение относится к системе управления градирнями для управления несколькими градирнями, которые осуществляют управление температурой охлаждающей воды, используемой для теплообмена с оборудованием, и к соответствующему способу управления градирнями.

Описание известного уровня техники  
[0002]

Традиционно известна система, в которой используются несколько градирен (например, три градирни), и охлаждающая вода, охлаждаемая в градирнях, подается насосом в теплообменник оборудования, где она подвергается теплообмену с газом или т. п., а затем возвращается в градирни. Для того чтобы использовать электроэнергию в ночное время, доступную по низкой цене, нагрузка на оборудование должна быть высокой в ночное время (например, с 22 часов до 8 часов следующего дня), тогда как нагрузка на оборудование должна быть низкой в дневное время (например, с 8 часов до 22 часов). Для того чтобы поддерживать постоянную температуру охлаждающей воды, регулирование температуры осуществляется за счет соответствующей работы охлаждающих вентиляторов нескольких градирен. Все из нескольких охлаждающих вентиляторов подвержены инверторному управлению, и управление ими осуществляется таким образом, чтобы снижать скорость вращения, когда нагрузка на оборудование является низкой (дневное время) или когда температура наружного воздуха является низкой. За счет снижения скорости вращения уменьшается величина потока воздуха и снижается потребление электроэнергии. Однако в случае инверторного управления, могут существовать случаи, в которых, когда желательно, чтобы температура охлаждающей воды поддерживалась, например, на уровне 20 °С в весенние и осенние сезоны, может быть невозможно поддерживать температуру воды на уровне 20 °С, даже если выходная мощность вентилятора достигает 100 %, из-за повышения температуры наружного воздуха в дневное время. С другой стороны, в ночное время температура наружного воздуха понижается, так что температура воды может поддерживаться на уровне 20 °С, даже если выходная мощность вентилятора меньше или равняется 100 %. Другими словами, вентиляторы должны работать с выходной мощностью, составляющей 100 %, даже в дневное время, когда нагрузка на оборудование является низкой. Также, когда желательно, чтобы температура охлаждающей воды поддерживалась, например, на уровне 15 °С в летние сезоны, может быть невозможно поддерживать температуру воды на уровне 15 °С, поскольку

температура наружного воздуха является высокой в любое время, так что вентиляторы должны работать с выходной мощностью, составляющей 100 %, как в дневное время, так и в ночное время. Другими словами, вентиляторы должны работать с выходной мощностью, составляющей 100 %, даже в дневное время, когда нагрузка на оборудование является низкой. Также, когда желательно, чтобы температура охлаждающей воды поддерживалась, например, на уровне 25 °С в зимние сезоны, температура воды может поддерживаться на уровне 25 °С в любое время, поскольку температура наружного воздуха является низкой. В дневное время, когда нагрузка на оборудование является низкой, режим работы переключается таким образом, что, когда три вентилятора достигают порогового значения (самой низкой предельной скорости вращения), один охлаждающий вентилятор прекращает работу, в результате чего работают только два охлаждающих вентилятора. Когда другие два вентилятора достигают порогового значения, еще один охлаждающий вентилятор прекращает работу, в результате чего работает только один охлаждающий вентилятор.

[0003]

В патентном документе 1 раскрыто, что управление скоростью вращения вентиляторов нескольких градирен осуществляется таким образом, что выходная температура градирен будет равняться установленной температуре. Также раскрыто, что одна градирня прекращает работу, если состояние, в котором выходная температура градирен ниже или равняется определенной температуре 1 (которая является пороговым значением для принудительного отключения градирни и является температурой, основанной на значении нижнего предела температуры охлаждающей воды, определяемом охладителем), поддерживается в течение предопределенного периода времени. Также раскрыто, что одна градирня возобновляет работу, когда состояние, в котором выходная температура градирен выше или равняется определенной температуре 2 (которая является пороговым значением для принудительного запуска дополнительной градирни и является температурой наружного воздуха по мокрому термометру или значением, полученным путем добавления произвольного предельного значения к температуре наружного воздуха по сухому термометру), поддерживается в течение предопределенного периода времени.

[0004]

В патентном документе 2 раскрыто, что количество работающих градирен определяется с учетом оптимального соотношения производительности градирен, которое устанавливается заранее на основе температуры наружного воздуха по мокрому термометру и соотношения частичных нагрузок турбоохладителя с точки зрения повышения эффективности системы источника тепла в целом.

Документы предшествующего уровня техники

[0005]

Патентные документы

Патентный документ 1: JP-A-2013-210178

Патентный документ 2: JP-A-2010-236728

### КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0006]

При вышеописанном инверторном управлении три вентилятора должны работать с выходной мощностью, составляющей 100 %, даже в дневное время, когда нагрузка на оборудование является низкой, в весенние, зимние и осенние сезоны, что приводит к высокой величине потребления электроэнергии.

[0007]

В вышеупомянутом патентном документе 1 количество работающих градирен определяется с использованием двух различных параметров, то есть посредством сравнения выходной температуры градирен с определенной температурой 1 (температурой, основанной на значении нижнего предела температуры охлаждающей воды охладителя) и определенной температурой 2 (температурой наружного воздуха по мокрому термометру). Также в патентном документе 2 количество работающих градирен определяется на основе температуры наружного воздуха по мокрому термометру, соотношения частичных нагрузок турбоохладителя и оптимального соотношения производительности градирен. Таким образом, в обоих документах используется сложный способ управления, так что необходим более простой способ осуществления управления температурой охлаждающей воды в нескольких градирнях.

[0008]

Также, поскольку необходимый объем охлаждающей воды меняется в зависимости от нагрузки на оборудование, необходимо, чтобы количество работающих градирен регулировалось в соответствии с нагрузкой. Хотя в патентном документе 2 соотношение частичных нагрузок охладителя используется в качестве критерия для определения, условия определения являются сложными, как описано выше. Также, поскольку оба патентных документа 1 и 2 основаны на управлении с обратной связью, чувствительность является низкой, так что сильное повышение температуры воды может происходить даже на время в момент резкого изменения нагрузки.

[0009]

Настоящее изобретение было создано с учетом вышеупомянутых текущих обстоятельств, и его целью является предоставление системы управления градирнями для управления несколькими градирнями, которая обеспечивает более простой способ управления температурой охлаждающей воды в соответствии также с нагрузкой на оборудование, и соответствующего способа управления градирнями.

ПРОБЛЕМЫ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНО РЕШИТЬ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0010]

Система управления градирнями для управления несколькими градирнями, которые осуществляют управление температурой охлаждающей воды, используемой для теплообмена с оборудованием, содержит:

несколько градирен, каждая из которых имеет охлаждающий вентилятор, приводной блок вращения, который является источником движущей силы для вращения охлаждающего вентилятора, подающий блок, который подает циркуляционную охлаждающую воду, которая прошла через блок теплообмена оборудования, на градирню, и блок хранения, в котором хранится циркуляционная охлаждающая вода, которая была охлаждена за счет продувки воздухом от охлаждающего вентилятора;

несколько насосов, которые переправляют циркуляционную охлаждающую воду из блока хранения в блок теплообмена оборудования;

циркуляционную линию, имеющую трубу, которая подсоединена соответственно между блоком хранения и насосами, между насосами и блоком теплообмена оборудования и между блоком теплообмена и подающими блоками градирен, чтобы обеспечивать поток циркуляционной охлаждающей воды через них;

блок измерения температуры, который измеряет температуру циркуляционной охлаждающей воды в циркуляционной линии в точке, расположенной выше по потоку относительно блока теплообмена и расположенной ниже по потоку относительно блока хранения, или температуру циркуляционной охлаждающей воды в блоке хранения или в насосах;

блок управления, соответствующий первой нагрузке, который управляет скоростью вращения охлаждающих вентиляторов с помощью соответствующих приводных блоков вращения таким образом, что абсолютное значение  $\Delta T$  разности температуры  $T_{E1}$ , измеренной в блоке измерения температуры, и температуры  $T_{E0}$  наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах первого температурного перепада  $\Delta P1$ , который соответствует первой нагрузке, в период первой нагрузки на оборудование; и

блок управления, соответствующий второй нагрузке, который управляет скоростью вращения охлаждающих вентиляторов с помощью соответствующих приводных блоков вращения таким образом, что абсолютное значение  $\Delta T$  разности температуры  $T_{E1}$ , измеренной в блоке измерения температуры, и температуры  $T_{E0}$  наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах второго температурного перепада  $\Delta P2$ , который соответствует второй нагрузке, превышающей первую нагрузку, и имеет более низкое значение, чем первый температурный перепад  $\Delta P1$ , в период второй нагрузки на оборудование. [0011]

Эта структура обеспечивает, что за счет управления скоростью вращения соответствующих охлаждающих вентиляторов таким образом, что абсолютное значение  $\Delta T$  разности температуры  $T_{E1}$

циркуляционной охлаждающей воды в точке, расположенной выше по потоку относительно блока теплообмена, и температуры ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах температурного перепада  $\Delta P$  (первый температурный перепад  $\Delta P1 >$  второй температурный перепад  $\Delta P2$ ), который соответствует нагрузке на оборудование (первая нагрузка в дневное время  $<$  вторая нагрузка в ночное время), обеспечивается более простой способ управления температурой охлаждающей воды в соответствии также с нагрузкой на оборудование по сравнению со способами, описанными в вышеупомянутых патентных документах 1 и 2. Другими словами, если нагрузка на оборудование сильно меняется между дневным временем и ночным временем, выходная мощность охлаждающих вентиляторов в соответствующие периоды дневного времени и ночного времени может поддерживаться с небольшим изменением за счет изменения температурного перепада между дневным временем и ночным временем, в результате чего управление охлаждающими вентиляторами может подходящим образом осуществляться во время нормального режима работы.

[0012]

Точка, в которой измеряется «температура наружного воздуха по мокрому термометру», не ограничивается чем-то конкретным, так что температура наружного воздуха по мокрому термометру может быть измерена в точке, находящейся в любом месте внутри градирен, снаружи градирен, рядом с градирнями и в любом месте системы управления градирнями, рядом с системой управления градирнями или т. п. Температура наружного воздуха по мокрому термометру может быть измерена, например, с использованием датчика влажности. Касательно выражения «первая нагрузка»  $<$  «вторая нагрузка», первая нагрузка может составлять, например, от 5 до 20, при условии, что вторая нагрузка равняется 100.

Что касается выражения «первый температурный перепад  $\Delta P1$ »  $>$  «второй температурный перепад  $\Delta P2$ », температурный перепад может представлять собой, например, пороговое значение, которое установлено в соответствии с нагрузкой на оборудование и температурой наружного воздуха по мокрому термометру. «Первый температурный перепад  $\Delta P1$ » может составлять, например, от 2 до 7, предпочтительно от 3 до 5. «Второй температурный перепад  $\Delta P2$ », который представляет собой значение, превышающее первый температурный перепад  $\Delta P1$ , может составлять, например, от 3 до 8, предпочтительно от 5 до 7. Разность первого температурного перепада  $\Delta P1$  и второго температурного перепада  $\Delta P2$  может находиться в диапазоне, например, от 0,5 до 2,0.

[0013]

В качестве одного варианта осуществления настоящего изобретения блок управления, соответствующий первой нагрузке, осуществляет управление таким образом, что осуществляется переключение с первого температурного перепада  $\Delta P1$  на второй

температурный перепад  $\Delta P_2$  перед переключением нагрузки на оборудование с первой нагрузки на вторую нагрузку, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение  $\Delta T$  разности будет находиться в пределах второго температурного перепада  $\Delta P_2$ , а затем работа переключится с блока управления, соответствующего первой нагрузке, на блок управления, соответствующий второй нагрузке.

[0014]

Согласно этой структуре повышение температуры воды может быть эффективно остановлено, например, за счет понижения температурного перепада, чтобы заранее повысить скорость вращения охлаждающих вентиляторов для увеличения величины потока воздуха, перед переключением режима работы с периода низкой нагрузки в дневное время на период высокой нагрузки в ночное время. И наоборот, при традиционном инверторном управлении или управлении с обратной связью выходная мощность охлаждающих вентиляторов повышается после повышения температуры воды в момент времени, когда нагрузка переключается с низкой нагрузки на высокую нагрузку, так что существует промежуток времени, когда температура воды временно является высокой. В данной структуре предотвращается создание сильного температурного перепада температуры воды за счет использования управления с прямой связью, при котором температурный перепад меняется заранее.

[0015]

В качестве одного варианта осуществления настоящего изобретения блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляет управление таким образом, что осуществляется переключение со второго температурного перепада  $\Delta P_2$  на первый температурный перепад  $\Delta P_1$  перед переключением нагрузки на оборудование со второй нагрузки на первую нагрузку, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение  $\Delta T$  разности будет находиться в пределах первого температурного перепада  $\Delta P_1$ , а затем работа переключится с блока управления, соответствующего второй нагрузке, на блок управления, соответствующий первой нагрузке.

[0016]

Согласно этой структуре движущая сила может быть снижена (энергия может быть сохранена), например, за счет повышения температурного перепада, чтобы заранее снизить скорость вращения охлаждающих вентиляторов для предотвращения охлаждения циркуляционной охлаждающей воды до большей степени, чем необходимо, перед переключением режима работы с периода высокой нагрузки в ночное время на период низкой нагрузки в дневное время.

[0017]

Вышеупомянутый «предопределенный период времени перед моментом переключения нагрузки» может быть установлен на основе температуры  $T_{EO}$  наружного воздуха по мокрому термометру и может находиться в диапазоне, например, от 1 до 20 минут.

[0018]

В качестве одного варианта осуществления настоящего изобретения, когда скорость вращения по меньшей мере одного или всех охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии, превышает пороговое значение верхнего предела, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, находящихся в настоящий момент в рабочем состоянии, и недавно запущенной градирни будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые находились в рабочем состоянии, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, находящихся в настоящий момент в рабочем состоянии, и недавно запущенной градирни будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые находились в рабочем состоянии, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела.

Несколько градирен или градирни, находящиеся в рабочем состоянии, могут быть представлены в виде двух или более градирен, и их количество не ограничивается чем-то конкретным.

[0019]

В качестве одного варианта осуществления настоящего изобретения, когда скорость вращения по меньшей мере одного или всех охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии, становится ниже порогового значения нижнего предела, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые будут находиться в рабочем состоянии в количестве, которое на единицу меньше количества градирен, которые в настоящий момент находятся в рабочем состоянии, будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые находились в рабочем состоянии, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые будут находиться в рабочем состоянии в количестве, которое на единицу меньше количества градирен, которые в настоящий момент находятся в рабочем состоянии, будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые находились в рабочем состоянии, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают вращение охлаждающего вентилятора одной из градирен, и останавливают подачу циркуляционной охлаждающей воды в нее.

Несколько градирен или градирни, находящиеся в рабочем состоянии, могут быть представлены в виде двух или более градирен, и их количество не ограничивается чем-то конкретным.

[0020]

Согласно этой структуре один охлаждающий вентилятор прекращает работу, например, когда температура ТЕО наружного воздуха по мокрому термометру понижается и скорость вращения охлаждающих вентиляторов снижается до порогового значения нижнего предела, тогда как температура воды поддерживается постоянной в predetermined период времени. На данном этапе остальные охлаждающие вентиляторы настраивают таким образом, чтобы они обеспечивали величину потока воздуха, равную величине потока воздуха охлаждающих вентиляторов, до того как один охлаждающий вентилятор прекратил работу. Поскольку запорный клапан подающего блока градирни охлаждающего вентилятора, прекратившего работу, закрыт для предотвращения подачи в нее циркуляционной охлаждающей воды, допускается одна и та же величина потока воздуха для воздействия на один и тот же объем воды, так что эффективность охлаждения остается такой же, и не создается изменение в температуре воды.

[0021]

«Пороговое значение верхнего предела» может представлять собой, например, скорость вращения в момент времени, когда движущая сила, которая задает величину потока воздуха одного охлаждающего вентилятора, становится больше, чем движущая сила двух охлаждающих вентиляторов, которые обеспечивают такую же величину потока воздуха. Другими словами, необходимая движущая сила уменьшается для сохранения энергии, когда работают две градирни, а не когда работает только одна градирня со скоростью вращения, которая превышает пороговое значение верхнего предела.

«Пороговое значение нижнего предела» может представлять собой, например, скорость вращения, которая задает величину потока воздуха, необходимую для охлаждающей воды. Например, «пороговое значение нижнего предела» может представлять собой, например, скорость вращения в момент времени, когда движущая сила, которая задает сумму величин потоков воздуха двух охлаждающих вентиляторов, становится больше, чем движущая сила одного охлаждающего вентилятора, который обеспечивает такую же сумму величин потоков воздуха. Другими словами, необходимая движущая сила уменьшается для сохранения энергии, когда работает только одна градирня, а не когда работают две градирни со скоростью вращения, которая ниже порогового значения нижнего предела. Также пороговое значение нижнего предела может быть установлено на основе минимальной обеспечиваемой скорости вращения, которую может поддерживать приводной блок вращения. Это также будет понятно исходя из того факта, что величина потока воздуха пропорциональна квадрату скорости вращения, и того факта, что движущая сила пропорциональна кубу скорости вращения.

[0022]

Когда количество градирен увеличивается на единицу, предпочтительно, что сумма величин потоков воздуха перед увеличением равна сумме величин потоков воздуха после увеличения, и величины потоков воздуха охлаждающих вентиляторов после увеличения равны друг другу. Когда количество градирен уменьшается на единицу, предпочтительно, что сумма величин потоков воздуха перед уменьшением равна сумме величин потоков воздуха после уменьшения, и величины потоков воздуха охлаждающих вентиляторов после уменьшения равны друг другу.

[0023]

Когда количество градирен увеличивается на единицу, предпочтительно, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды перед увеличением равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды после увеличения, и объемы циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой в градирни, после увеличения равны друг другу. Когда количество градирен уменьшается на единицу, предпочтительно, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды перед уменьшением равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды после уменьшения, и объемы циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой в градирни, после уменьшения равны друг другу.

[0024]

Запорный клапан, который имеется в каждом из вышеупомянутых подающих блоков, предпочтительно представляет собой автоматический отсечной клапан. Предпочтительно, что блоки управления, соответствующие первой и второй нагрузкам, управляют открыванием/закрыванием автоматического отсечного клапана.

[0025]

В качестве одного варианта осуществления настоящего изобретения, когда температура TE0 наружного воздуха по мокрому термометру ниже установленного значения минимальной температуры циркуляционной охлаждающей воды на predetermined значение или более, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, управляют несколькими градирнями таким образом, чтобы температура TE1 циркуляционной охлаждающей воды была равна установленному значению минимальной температуры циркуляционной охлаждающей воды.

[0026]

Согласно этой структуре, например, поскольку температура наружного воздуха по мокрому термометру сильно понижается ночью, может быть сложно поддерживать циркуляционную охлаждающую воду на установленном значении минимальной температуры с учетом температуры наружного воздуха по мокрому термометру. Поэтому, в этой структуре используется способ, в котором, когда температура наружного воздуха по мокрому термометру является очень низкой, управление

осуществляется таким образом, чтобы температура TE1 циркуляционной охлаждающей воды была равна установленному значению минимальной температуры циркуляционной охлаждающей воды.

[0027]

В качестве одного варианта осуществления вышеупомянутого настоящего изобретения, например, в случае если несколько градирен представляют собой две градирни или в случае если только две из нескольких градирен находятся в рабочем состоянии,

когда охлаждающий вентилятор вращается в первой градирне и циркуляционная охлаждающая вода подается в нее, тогда как вращение охлаждающего вентилятора второй градирни и подача циркуляционной охлаждающей воды в нее находятся в состоянии остановки, и когда скорость вращения охлаждающего вентилятора первой градирни превышает пороговое значение верхнего предела, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов первой и второй градирен будет равна величине потока воздуха охлаждающего вентилятора первой градирни, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками первой и второй градирен, будет равна объему циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающим блоком первой градирни, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и/или,

когда охлаждающий вентилятор вращается в каждой из первой и второй градирен и циркуляционная охлаждающая вода подается в них, и когда скорость вращения либо одного, либо обоих охлаждающих вентиляторов первой и второй градирен становится ниже порогового значения нижнего предела, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляют настройку таким образом, что величина потока воздуха охлаждающего вентилятора первой градирни будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов первой и второй градирен, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и осуществляют настройку таким образом, что объем циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающим блоком первой градирни, будет равен сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками первой и второй градирен, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают вращение охлаждающего вентилятора второй градирни, и останавливают подачу циркуляционной охлаждающей воды в нее.

[0028]

В качестве одного варианта осуществления вышеупомянутого

настоящего изобретения, например, в случае если несколько градирен представляют собой три градирни или в случае если только три из нескольких градирен находятся в рабочем состоянии,

когда охлаждающий вентилятор вращается в первой градирне и циркуляционная охлаждающая вода подается в нее, тогда как вращение охлаждающих вентиляторов второй и третьей градирен и подача циркуляционной охлаждающей воды в них находятся в состоянии остановки, и когда скорость вращения охлаждающего вентилятора первой градирни превышает пороговое значение верхнего предела, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов первой и второй градирен будет равна величине потока воздуха охлаждающего вентилятора первой градирни, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками первой и второй градирен, будет равна объему циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающим блоком первой градирни, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и/или,

когда охлаждающий вентилятор вращается в каждой из первой и второй градирен и циркуляционная охлаждающая вода подается в них, тогда как вращение охлаждающего вентилятора третьей градирни и подача циркуляционной охлаждающей воды в нее находятся в состоянии остановки, и когда скорость вращения по меньшей мере одного или обоих охлаждающих вентиляторов первой и второй градирен превышает пороговое значение верхнего предела, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов первой, второй и третьей градирен будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов первой и второй градирен, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками первой, второй и третьей градирен, будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками первой и второй градирен, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и/или,

когда охлаждающий вентилятор вращается в каждой из первой, второй и третьей градирен и циркуляционная охлаждающая вода подается в них, и когда скорость вращения по меньшей мере одного или всех охлаждающих вентиляторов первой, второй и третьей градирен становится ниже порогового значения нижнего предела, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления,

соответствующий второй нагрузке, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов первой и второй градирен будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов первой, второй и третьей градирен, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками первой и второй градирен, будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками первой, второй и третьей градирен, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают вращение охлаждающего вентилятора третьей градирни, и останавливают подачу циркуляционной охлаждающей воды в нее, и/или,

когда охлаждающий вентилятор вращается в каждой из первой и второй градирен и циркуляционная охлаждающая вода подается в них, тогда как вращение охлаждающего вентилятора третьей градирни и подача циркуляционной охлаждающей воды в нее находятся в состоянии остановки, и когда скорость вращения либо одного, либо обоих охлаждающих вентиляторов первой и второй градирен становится ниже порогового значения нижнего предела, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляют настройку таким образом, что величина потока воздуха охлаждающего вентилятора первой градирни будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов первой и второй градирен, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и осуществляют настройку таким образом, что объем циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающим блоком первой градирни, будет равен сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками первой и второй градирен, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают вращение охлаждающего вентилятора второй градирни, и останавливают подачу циркуляционной охлаждающей воды в нее.

[0029]

В вышеупомянутой «сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов первой и второй градирен» установленное соотношение величины потока воздуха охлаждающего вентилятора первой градирни и величины потока воздуха охлаждающего вентилятора второй градирни предпочтительно составляет 1:1. Само собой разумеется, что случай, в котором фактические скорости вращения или величины потоков воздуха не равны точно друг другу из-за индивидуальной особенности оборудования или погрешности, также подпадает под соответствующую цель.

В вышеупомянутой «сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов первой, второй и третьей градирен» установленное соотношение величины потока воздуха охлаждающего

вентилятора первой градирни, величины потока воздуха охлаждающего вентилятор второй градирни и величины потока воздуха охлаждающего вентилятор третьей градирни предпочтительно составляет 1:1:1. Само собой разумеется, что случай, в котором фактические скорости вращения или величины потоков воздуха не равны точно друг другу из-за индивидуальной особенности оборудования или погрешности, также подпадает под соответствующую цель.

[0030]

В вышеупомянутой «сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками первой и второй градирен» установленное соотношение объема циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающим блоком первой градирни, и объема циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающим блоком второй градирни, предпочтительно составляет 1:1. Само собой разумеется, что случай, в котором, даже если запорный клапан каждого из подающих блоков открыт, фактические подаваемые объемы не равны точно друг другу из-за индивидуальной особенности или погрешности, также подпадает под соответствующую цель.

В вышеупомянутой «сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками первой, второй и третьей градирен» установленное соотношение объема циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающим блоком первой градирни, объема циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающим блоком второй градирни, и объема циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающим блоком третьей градирни, предпочтительно составляет 1:1:1. Само собой разумеется, что случай, в котором, даже если запорный клапан каждого из подающих блоков открыт, фактические подаваемые объемы не равны точно друг другу из-за индивидуальной особенности или погрешности, также подпадает под соответствующую цель.

[0031]

Способ управления градирнями для управления несколькими градирнями, каждая из которых имеет охлаждающий вентилятор, которые осуществляют управление температурой охлаждающей воды, используемой для теплообмена с оборудованием, включает:

этап управления, соответствующий первой нагрузке, на котором осуществляется управление скоростью вращения охлаждающих вентиляторов таким образом, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности температуры  $T_{E1}$  циркуляционной охлаждающей воды в точке между блоком теплообмена оборудования и блоком хранения градирен и температуры  $T_{E0}$  наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах первого температурного перепада  $\Delta P1$ , который соответствует первой нагрузке, в период первой нагрузки на оборудование; и

этап управления, соответствующий второй нагрузке, на котором осуществляется управление скоростью вращения охлаждающих вентиляторов таким образом, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности

температуры ТЕ1 циркуляционной охлаждающей воды в точке между блоком теплообмена оборудования и блоком хранения градирен и температуры ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах второго температурного перепада АР2, который соответствует второй нагрузке, превышающей первую нагрузку, и имеет более низкое значение, чем первый температурный перепад АР1, в период второй нагрузки на оборудование.

[0032]

В качестве одного варианта осуществления вышеупомянутого настоящего изобретения этап управления, соответствующий первой нагрузке, предназначен для осуществления управления таким образом, что осуществляется переключение с первого температурного перепада АР1 на второй температурный перепад АР2 перед переключением нагрузки на оборудование с первой нагрузки на вторую нагрузку, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение ТЕ разности будет находиться в пределах второго температурного перепада АР2, а затем осуществляется переход от этапа управления, соответствующего первой нагрузке, на этап управления, соответствующий второй нагрузке, и/или

этап управления, соответствующий второй нагрузке, предназначен для осуществления управления таким образом, что осуществляется переключение со второго температурного перепада АР2 на первый температурный перепад АР1 перед переключением нагрузки на оборудование со второй нагрузки на первую нагрузку, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение ТЕ разности будет находиться в пределах первого температурного перепада АР1, а затем осуществляется переход от этапа управления, соответствующего второй нагрузке, на этап управления, соответствующий первой нагрузке.

[0033]

В качестве одного варианта осуществления вышеупомянутого настоящего изобретения, если температура наружного воздуха по мокрому термометру ниже predetermined значения, на этапе управления, соответствующем первой нагрузке, и/или этапе управления, соответствующем второй нагрузке, ограничивается количество градирен, находящихся в рабочем состоянии, из числа нескольких градирен.

[0034]

В качестве одного варианта осуществления вышеупомянутого настоящего изобретения способ управления градирнями дополнительно включает:

этап увеличения количества работающих градирен, на котором, когда скорость вращения по меньшей мере одного или всех охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется (i)), превышает пороговое значение верхнего предела, осуществляется настройка таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, находящихся в настоящий момент в рабочем состоянии, и недавно

запущенной градирни (общее количество градирен равняется  $(i+1)$ ) будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и осуществляется настройка таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, находящихся в настоящий момент в рабочем состоянии, и недавно запущенной градирни (общее количество градирен равняется  $(i+1)$ ) будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и/или

этап уменьшения количества работающих градирен, на котором, когда скорость вращения по меньшей мере одного или всех охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), становится ниже порогового значения нижнего предела, осуществляется настройка таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые будут находиться в рабочем состоянии в количестве, которое на единицу меньше (общее количество градирен равняется  $(i-1)$ ) количества градирен, которые в настоящий момент находятся в рабочем состоянии, будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и осуществляется настройка таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые будут находиться в рабочем состоянии в количестве, которое на единицу меньше (общее количество градирен равняется  $(i-1)$ ) количества градирен, которые в настоящий момент находятся в рабочем состоянии, будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливается вращение охлаждающего вентилятора одной из градирен, и останавливается подача циркуляционной охлаждающей воды в нее.

[0035]

«Оборудование» может представлять собой, например, оборудование для разделения воздуха, ожигитель  $N_2$ , кислородную установку или т. п.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[0036]

На фиг. 1 представлено изображение, на котором проиллюстрирован пример структуры системы управления градирнями;

на фиг. 2 представлен график, на котором показаны температура воды и рабочее состояние охлаждающих вентиляторов во время обычного управления, при этом левая продольная ось представляет собой температуру, а правая продольная ось представляет собой нагрузку;

на фиг. 3А представлен график, на котором показаны температура воды и рабочее состояние охлаждающих вентиляторов при изменении нагрузки, при этом левая продольная ось представляет собой температуру, а правая продольная ось представляет собой нагрузку;

на фиг. 3В представлен график, на котором показаны температура воды и рабочее состояние охлаждающих вентиляторов при изменении нагрузки в обычном примере, при этом левая продольная ось представляет собой температуру, а правая продольная ось представляет собой нагрузку;

на фиг. 4А представлен график, на котором показано управление прекращением работы охлаждающих вентиляторов, при этом левая продольная ось представляет собой температуру, а правая продольная ось представляет собой нагрузку;

на фиг. 4В представлен график, на котором показано управление прекращением работы охлаждающих вентиляторов в обычном примере, при этом левая продольная ось представляет собой температуру, а правая продольная ось представляет собой нагрузку; и

на фиг. 5 представлен график, на котором показан один пример рабочего состояния градирен в зимний сезон, при этом левая продольная ось представляет собой температуру, а правая продольная ось представляет собой нагрузку.

## ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

[0037]

(Система управления градирнями)

Система 1 управления градирнями будет описана со ссылкой на прилагаемые графические материалы. В данном варианте осуществления система создана таким образом, что содержит три градирни и три подающих насоса; однако настоящее изобретение не ограничивается только этой одной структурой.

[0038]

Первая градирня 11 имеет первый охлаждающий вентилятор 11а, первый мотор М1 (соответствующий приводному блоку вращения), который является источником движущей силы для вращения первого охлаждающего вентилятора 11а, первый подающий блок (11b, 11с), который подает циркуляционную охлаждающую воду W, которая прошла через блок 50 теплообмена оборудования, на первую градирню 11, и блок 14 хранения, в котором хранится циркуляционная охлаждающая вода W, которая была охлаждена за счет продувки воздухом от первого охлаждающего вентилятора 11а. Первый подающий блок имеет первую трубу L31, первый запорный клапан 11b, расположенный в первой трубе

L31, и несколько форсунок 11с, которые расположены в точке, которая находится в первой градирне 11 и которая находится на передней концевой стороне первой трубы L31.

[0039]

Вторая градирня 12 имеет второй охлаждающий вентилятор 12а, второй мотор М2 (соответствующий приводному блоку вращения), который является источником движущей силы для вращения второго охлаждающего вентилятора 12а, второй подающий блок (12b, 12с), который подает циркуляционную охлаждающую воду W, которая прошла через блок 50 теплообмена оборудования, на вторую градирню 12, и блок 14 хранения, в котором хранится циркуляционная охлаждающая вода W, которая была охлаждена за счет продувки воздухом от второго охлаждающего вентилятора 12а. Второй подающий блок имеет вторую трубу L32, второй запорный клапан 12b, расположенный во второй трубе L32, и несколько форсунок 12с, которые расположены в точке, которая находится во второй градирне 12 и которая находится на передней концевой стороне второй трубы L32.

[0040]

Третья градирня 13 имеет третий охлаждающий вентилятор 13а, третий мотор М3 (соответствующий приводному блоку вращения), который является источником движущей силы для вращения третьего охлаждающего вентилятора 13а, третий подающий блок (13b, 13с), который подает циркуляционную охлаждающую воду W, которая прошла через блок 50 теплообмена оборудования, на третью градирню 13, и блок 14 хранения, в котором хранится циркуляционная охлаждающая вода W, которая была охлаждена за счет продувки воздухом от третьего охлаждающего вентилятора 13а. Третий подающий блок имеет третью трубу L33, третий запорный клапан 13b, расположенный в третьей трубе L33, и несколько форсунок 13с, которые расположены в точке, которая находится в третьей градирне 13 и которая находится на передней концевой стороне третьей трубы L33.

[0041]

В данном варианте осуществления используется структура, в которой блок 14 хранения используется одновременно в первой, второй и третьей градирнях 11, 12 и 13. Однако настоящее изобретение не ограничивается этой структурой, так что блок хранения может быть предусмотрен в каждой из градирен. В этом случае может быть использована структура, в которой циркуляционная охлаждающая вода W объединяется в трубе перед переправкой с каждого блока хранения на подающий насос, или альтернативно может быть предусмотрена буферная емкость (любой из блоков хранения также может служить в качестве буферной емкости), так что циркуляционная охлаждающая вода W может объединяться в этой буферной емкости.

[0042]

Первый, второй и третий подающие насосы P1, P2 и P3 переправляют циркуляционную охлаждающую воду W с блока 14

хранения на блок 50 теплообмена оборудования. Блок 20 управления может осуществлять управление таким образом, чтобы ограничивать количество работающих насосов в соответствии с нагрузкой на оборудование или в соответствии с количеством работающих градирен. Блок 20 управления может запускать, например, три подающих насоса, когда нагрузка является высокой, и может запускать один или два подающих насоса, когда нагрузка является низкой.

[0043]

Циркуляционная линия имеет подающую трубу L1, расположенную между блоком 14 хранения и подающими насосами P1–P3 с первого по третий и между подающими насосами P1–P3 с первого по третий и блоком 50 теплообмена оборудования, и имеет обратную трубу L2, расположенную между блоком 50 теплообмена и подающими блоками с первого по третий градирен 11–13 с первой по третью. Циркуляционная охлаждающая вода W протекает через трубы L1 и L2. Обратная труба L2 разветвлена на первую трубу L31, вторую трубу L32 и третью трубу L33.

[0044]

Блок 31 измерения температуры измеряет температуру циркуляционной охлаждающей воды W в подающей трубе L1 в точке, расположенной выше по потоку относительно блока 50 теплообмена и расположенной ниже по потоку относительно блока 14 хранения. В данном варианте осуществления блок 31 измерения температуры измеряет температуру циркуляционной охлаждающей воды W, протекающей в подающей трубе L1, в точке, расположенной ниже по потоку относительно подающих насосов и расположенной выше по потоку относительно блока 50 теплообмена. Предпочтительно, что блок 31 измерения температуры осуществляет измерения в реальном времени; тем не менее, блок 31 измерения температуры может осуществлять измерения периодически в predetermined момент времени. Блок 31 измерения температуры отправляет данные об измеренной температуре TE1 на блок 20 управления.

[0045]

Блок 30 измерения температуры по мокрому термометру измеряет температуру TE0 наружного воздуха по мокрому термометру. Предпочтительно, что блок 30 измерения температуры по мокрому термометру осуществляет измерения в реальном времени; тем не менее, блок 30 измерения температуры по мокрому термометру может осуществлять измерения периодически в тот же predetermined момент времени, что и блок 31 измерения температуры. Блок 30 измерения температуры по мокрому термометру отправляет данные об измеренной температуре TE0 наружного воздуха по мокрому термометру на блок 20 управления. Блок 30 измерения температуры по мокрому термометру расположен в определенной точке в месте, где находится данная система. В этом случае блок 30 измерения температуры по мокрому термометру предпочтительно расположен в точке, которая в

меньшей степени подвержена воздействию внешней турбулентности, такой как источник тепла или источник высокой влажности.

[0046]

Блок 20 управления содержит первое запоминающее устройство 23, на котором хранятся данные о температуре TE0 наружного воздуха по мокрому термометру, отправленные с блока 30 измерения температуры по мокрому термометру, и данные о температуре TE1, отправленные с блока 31 измерения температуры. В этом случае первое запоминающее устройство 23 может быть предназначено для временного хранения или может быть предназначено для хранения в течение predetermined периода времени. Блок 20 управления содержит второе запоминающее устройство 24. Второе запоминающее устройство 24 хранит данные о периоде первой нагрузки и периоде второй нагрузки (> первая нагрузка) на оборудование. Данные о периодах могут представлять собой, например, данные, включающие месяц, день и время. Примерами данных может быть следующее: [первая нагрузка: с 8 часов до 22 часов 23 сентября], [вторая нагрузка: с 22 часов до 24 часов 23 сентября и с 0 часов до 8 часов 24 сентября] или [первая нагрузка: с 8 часов до 22 часов], [вторая нагрузка: с 22 часов до 8 часов следующего дня]. Эти данные о периодах могут представлять собой данные, которые вводятся блоком ввода, не проиллюстрированным на графических материалах, или принимаются блоком связи для сохранения во втором запоминающем устройстве 24, или данные, которые отправляются с блока управления оборудования, не проиллюстрированного на графических материалах, для сохранения во втором запоминающем устройстве 24. Также второе запоминающее устройство 24 хранит первый температурный перепад AP1 и второй температурный перепад AP2. Каждый из первого температурного перепада AP1 и второго температурного перепада AP2 имеет значение, которое соответствует, например, сезонам, дням и месяцам и размеру диапазона нагрузки (от 100 % до 20 %). Блок 20 управления может содержать аппаратное обеспечение, такое как CPU (или MPU), схему, встроенное программное обеспечение, запоминающее устройство для хранения программного продукта и т. п.

[0047]

Блок 20 управления содержит блок 21 управления, соответствующий первой нагрузке, и блок 22 управления, соответствующий второй нагрузке. Блок 21 управления, соответствующий первой нагрузке, управляет скоростью вращения охлаждающих вентиляторов 11a–13a с первого по третий с помощью моторов M1–M3 с первого по третий таким образом, что абсолютное значение  $\Delta TE$  разности температуры TE1 и температуры TE0 наружного воздуха по мокрому термометру ( $\Delta TE = ABS (TE0 - TE1)$ ) находится в пределах первого температурного перепада AP1, который соответствует первой нагрузке на оборудование. Блок 21 управления, соответствующий первой нагрузке, может выбирать значение, которое соответствует, например, сезонам, дням и месяцам и размеру диапазона нагрузки (от

100 % до 20 %). В данном варианте осуществления первый температурный перепад  $\Delta P1$  может равняться, например, «6 °C».  
[0048]

Блок 22 управления, соответствующий второй нагрузке, управляет скоростью вращения охлаждающих вентиляторов 11a–13a с первого по третий с помощью моторов M1–M3 с первого по третий таким образом, что абсолютное значение  $\Delta TE$  разности температуры TE1 и температуры TE0 наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах второго температурного перепада  $\Delta P2$  (< первый температурный перепад  $\Delta P1$ ), который соответствует второй нагрузке (> первая нагрузка) на оборудование. Блок 22 управления, соответствующий второй нагрузке, может выбирать значение, которое соответствует, например, сезонам, дням и месяцам и размеру диапазона нагрузки (от 100 % до 20 %). В данном варианте осуществления второй температурный перепад  $\Delta P2$  может равняться, например, «4 °C».  
[0049]

На фиг. 2 показаны температура воды и рабочее состояние охлаждающих вентиляторов во время обычного управления. На фиг. 2 период первой нагрузки (низкой нагрузки) представляет собой период с 8 часов до 22 часов, а период второй нагрузки (высокой нагрузки) представляет собой период с 22 часов до 8 часов следующего дня. Если исходить из того, что вторая нагрузка составляет 100 %, то первая нагрузка составляет 18 %. Температурный перепад переключается между периодом первой нагрузки и периодом второй нагрузки. Величина потока воздуха охлаждающих вентиляторов 11a–13a с первого по третий слегка изменяется между периодом первой нагрузки и периодом второй нагрузки.  
[0050]

Также блок 21 управления, соответствующий первой нагрузке, осуществляет управление таким образом, что осуществляется переключение с первого температурного перепада  $\Delta P1$  на второй температурный перепад  $\Delta P2$  перед переключением нагрузки на оборудование с первой нагрузки на вторую нагрузку, например, за predetermined период времени до момента переключения нагрузки, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение  $\Delta TE$  разности будет находиться в пределах второго температурного перепада  $\Delta P2$ , а затем работа переключится с блока 21 управления, соответствующего первой нагрузке, на блок 22 управления, соответствующий второй нагрузке. На фиг. 3A и фиг. 3B показаны температура воды и рабочее состояние охлаждающих вентиляторов при изменении нагрузки. На фиг. 3A показано состояние согласно данному варианту осуществления. За счет понижения температурного перепада таким образом, чтобы заранее повысить скорость вращения охлаждающих вентиляторов для увеличения величины потока воздуха перед переключением режима работы с периода низкой нагрузки в дневное время на период высокой нагрузки в ночное время, может быть

остановлено повышение температуры воды, вызываемое задержкой реакции во время переключения. И наоборот, пример традиционного инверторного управления или управления с обратной связью показан на фиг. 3В. Выходная мощность охлаждающих вентиляторов повышается после повышения температуры воды в момент времени, когда нагрузка переключается с низкой нагрузки на высокую нагрузку, так что существует промежуток времени, когда температура воды временно является высокой. В данном варианте осуществления предотвращается создание сильного изменения температуры воды за счет использования управления с прямой связью, при котором температурный перепад меняется заранее.

[0051]

Также можно использовать структуру, в которой блок 22 управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляет управление таким образом, что осуществляется переключение со второго температурного перепада AP2 на первый температурный перепад AP1 перед переключением нагрузки на оборудование со второй нагрузки на первую нагрузку, например, за предопределенный период времени до момента переключения нагрузки, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности будет находиться в пределах первого температурного перепада AP1, а затем работа переключится с блока 22 управления, соответствующего второй нагрузке, на блок 21 управления, соответствующий первой нагрузке.

[0052]

(Способ увеличения количества работающих градирен)

Также, когда работает только первая градирня 11 и когда скорость вращения первого охлаждающего вентилятора 11а первой градирни 11 превышает пороговое значение верхнего предела, блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха первого и второго охлаждающих вентиляторов 11а, 12а первой и второй градирен 11, 12 будет равна величине потока воздуха первого охлаждающего вентилятора 11а первой градирни 11, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела. В данном варианте осуществления блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, дают команду первому и второму моторам M1, M2 на установку скорости вращения вентиляторов для управления величинами потоков воздуха. Установленное соотношение величины потока воздуха (скорости вращения) первого охлаждающего вентилятора 11а и величины потока воздуха (скорости вращения) второго охлаждающего вентилятора 12а предпочтительно составляет 1:1. Дополнительно блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой первым и вторым подающими блоками первой и второй градирен 11, 12, будет равна объему циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой

первым подающим блоком первой градирни 11, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела. В данном варианте осуществления блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, управляют первым и вторым запорными клапанами 11b, 12b. Установленное соотношение объема циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой первым подающим блоком, и объема циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой вторым подающим блоком, предпочтительно составляет 1:1.

[0053]

Также, когда работают только первая и вторая градирни 11, 12 и когда скорость вращения как первого, так и второго охлаждающих вентиляторов 11a, 12a первой и второй градирен 11, 12 превышает пороговое значение верхнего предела, блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха первого, второго и третьего охлаждающих вентиляторов 11a, 12a и 13a первой, второй и третьей градирен 11, 12, 13 будет равна сумме величин потоков воздуха первого и второго охлаждающих вентиляторов 11a, 12a, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела. В данном варианте осуществления блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, дают команду первому, второму и третьему моторам M1, M2, M3 на установку скорости вращения вентиляторов для управления величинами потоков воздуха. Установленное соотношение величины потока воздуха (скорости вращения) первого охлаждающего вентилятора 11a, величины потока воздуха (скорости вращения) второго охлаждающего вентилятора 12a и величины потока воздуха (скорости вращения) третьего охлаждающего вентилятора 13a предпочтительно составляет 1:1:1. Дополнительно блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой первым, вторым и третьим подающими блоками, будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой первым и вторым подающими блоками, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела. В данном варианте осуществления блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, управляют первым, вторым и третьим запорными клапанами 11b, 12b, 13b. Установленное соотношение объема циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой первым подающим блоком, объема циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой вторым подающим блоком, и объема циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой третьим подающим блоком, предпочтительно составляет 1:1:1.

[0054]

(Способ уменьшения количества работающих градирен)

Также, когда работают первая, вторая и третья градирни 11, 12, 13 и когда скорость вращения всех из первого, второго и третьего

охлаждающих вентиляторов 11а, 12а, 13а первой, второй и третьей градирен 11, 12, 13 становится ниже порогового значения нижнего предела, блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха первого и второго охлаждающих вентиляторов 11а, 12а будет равна сумме величин потоков воздуха первого, второго и третьего охлаждающих вентиляторов 11а, 12а, 13а, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают вращение третьего охлаждающего вентилятора 13а. В данном варианте осуществления блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, дают команду первому и второму моторам М1, М2 на установку скорости вращения вентиляторов для управления величинами потоков воздуха и останавливают третий мотор М3. Установленное соотношение величины потока воздуха первого охлаждающего вентилятора 11а и величины потока воздуха второго охлаждающего вентилятора 12а предпочтительно составляет 1:1. Дополнительно блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой первым и вторым подающими блоками, будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой первым, вторым и третьим подающими блоками, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают подачу циркуляционной охлаждающей воды  $W$  в третий подающий блок. В данном варианте осуществления блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, дают команду на управление первым и вторым автоматическими отсечными запорными клапанами 11b, 12b и на закрывание третьего запорного клапана 13b. Установленное соотношение объема циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой первым подающим блоком, и объема циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой вторым подающим блоком, предпочтительно составляет 1:1.

[0055]

Также, когда работают только первая и вторая градирни 11, 12 и когда скорость вращения как первого, так и второго охлаждающих вентиляторов 11а, 12а первой и второй градирен 11, 12 становится ниже порогового значения нижнего предела, блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что величина потока воздуха первого охлаждающего вентилятора 11а будет равна сумме величин потоков воздуха первого и второго охлаждающих вентиляторов 11а, 12а, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают вращение второго охлаждающего вентилятора 12а. В данном варианте осуществления блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, дают команду первому мотору М1 на установку скорости вращения вентилятора для управления

величиной потока воздуха и останавливают второй мотор M2. Дополнительно блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что объем циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой первым подающим блоком, будет равен сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды  $W$ , подаваемой первым и вторым подающими блоками, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают подачу циркуляционной охлаждающей воды  $W$  во второй подающий блок. В данном варианте осуществления блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, дают команду на управление первым автоматическим отсечным запорным клапаном 11b и на закрывание второго запорного клапана 12b.

[0056]

На фиг. 4А и фиг. 4В показано управление прекращением работы охлаждающих вентиляторов. На фиг. 4А показано состояние простоя согласно данному варианту осуществления. На фиг. 4А пороговое значение нижнего предела составляет 33 %. Установлено, что скорости вращения охлаждающих вентиляторов равны друг другу. В момент времени 15:00 работали три охлаждающих вентилятора. Однако в момент времени 15:28, когда скорости вращения всех охлаждающих вентиляторов стали ниже порогового значения нижнего предела, составляющего 33 %, третий охлаждающий вентилятор останавливается, а затем в момент времени 16:07, когда скорости вращения двух охлаждающих вентиляторов стали ниже порогового значения нижнего предела, составляющего 33 %, второй охлаждающий вентилятор останавливается. Когда один охлаждающий вентилятор останавливается, сумма величин потоков воздуха остальных охлаждающих вентиляторов регулируется таким образом, чтобы равняться сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов, до того как один охлаждающий вентилятор остановился. Следовательно, температура циркуляционной охлаждающей воды  $W$  поддерживается постоянной. И наоборот, пример традиционного инверторного управления или управления с обратной связью показан на фиг. 4В. Когда количество работающих охлаждающих вентиляторов меняется с трех на два или с двух на один, один охлаждающий вентилятор просто останавливается без осуществления регулировки выходной мощности охлаждающих вентиляторов, так что температура воды повышается. В настоящем документе, хотя в данном варианте осуществления пороговое значение нижнего предела установлено таким образом, что составляет 33 %, настоящее изобретение не ограничивается только им.

[0057]

(Способ управления в зимние сезоны)

Когда температура TE0 наружного воздуха по мокрому термометру ниже установленного значения минимальной температуры циркуляционной охлаждающей воды  $W$  на predetermined значение или более, блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или

второй нагрузкам, управляют несколькими градирнями таким образом, что температура  $TE1$  циркуляционной охлаждающей воды  $W$  будет равна установленному значению минимальной температуры циркуляционной охлаждающей воды  $W$ . В этом случае «минимальная температура охлаждающей воды» устанавливается заранее и хранится в запоминающем устройстве блока управления (например, во втором запоминающем устройстве 24), при этом минимальная температура может быть установлена таким образом, что равняется, например,  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . «Предопределенное значение» может представлять собой, например, температурный перепад. В зимние сезоны существует промежуток времени (например, ночью), когда температура  $TE0$  наружного воздуха по мокрому термометру значительно ниже этого установленного значения минимальной температуры. В этом случае сложно управлять градирнями с использованием абсолютного значения  $\Delta TE$  разности и температурного перепада. Поэтому, когда температура  $TE0$  наружного воздуха по мокрому термометру ниже установленного значения минимальной температуры на предопределенное значение или более, блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, управляют первым, вторым и третьим охлаждающими вентиляторами 11а, 12а, 13а таким образом, что температура  $TE1$  циркуляционной охлаждающей воды  $W$  будет равна установленному значению минимальной температуры.

Также в этом случае, когда скорость вращения всех из первого, второго и третьего охлаждающих вентиляторов 11а, 12а, 13а первой, второй и третьей градирен 11, 12, 13 становится ниже порогового значения нижнего предела, блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха первого и второго охлаждающих вентиляторов 11а, 12а будет равна сумме величин потоков воздуха первого, второго и третьего охлаждающих вентиляторов 11а, 12а, 13а, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают вращение третьего охлаждающего вентилятора 13а. Дополнительно, когда скорость вращения как первого, так и второго охлаждающих вентиляторов 11а, 12а становится ниже порогового значения нижнего предела, блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что величина потока воздуха первого охлаждающего вентилятора 11а будет равна сумме величин потоков воздуха первого и второго охлаждающих вентиляторов 11а, 12а, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают вращение второго охлаждающего вентилятора 12а.

Также, когда работает только первая градирня 11 и когда скорость вращения первого охлаждающего вентилятора 11а первой градирни 11 превышает пороговое значение верхнего предела, блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха первого и второго охлаждающих вентиляторов 11а, 12а первой и

второй градирен 11, 12 будет равна величине потока воздуха первого охлаждающего вентилятора 11а первой градирни 11, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела.

Дополнительно, когда работают только первая и вторая градирни 11, 12 и когда скорость вращения как первого, так и второго охлаждающих вентиляторов 11а, 12а первой и второй градирен 11, 12 превышает пороговое значение верхнего предела, блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха первого, второго и третьего охлаждающих вентиляторов 11а, 12а и 13а первой, второй и третьей градирен 11, 12, 13 будет равна сумме величин потоков воздуха первого и второго охлаждающих вентиляторов 11а, 12а, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела.

Дополнительно, в том числе и в зимние сезоны, когда разность температуры ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру и установленного значения минимальной температуры является малой (например, в пределах температурного перепада), блоки 21, 22 управления, соответствующие первой и/или второй нагрузкам, управляют градирнями с использованием абсолютного значения  $\Delta T_E$  разности и температурного перепада, как описано выше. Например, режим работы переключается таким образом, чтобы осуществлять управление с использованием абсолютного значения  $\Delta T_E$  разности и температурного перепада днем.

Как описано выше, поскольку температура наружного воздуха по мокрому термометру сильно понижается ночью в зимние сезоны и т. п., может быть сложно поддерживать циркуляционную охлаждающую воду W на уровне установленного значения ее минимальной температуры при температуре ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру. Поэтому, используется способ, в котором, когда температура ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру является очень низкой, управление осуществляется таким образом, чтобы температура ТЕ1 циркуляционной охлаждающей воды W была равна установленному значению минимальной температуры циркуляционной охлаждающей воды W.

[0058]

На фиг. 5 показан один пример рабочего состояния градирен в зимние сезоны. Как показано на фиг. 5, ночью, когда температура ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру является низкой, работает первый охлаждающий вентилятор. Однако, если температура ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру повышается, второй охлаждающий вентилятор начинает работать в 8 часов, и дополнительно третий охлаждающий вентилятор начинает работать после 9 часов. После 20 часов и когда температура ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру понижается, третий охлаждающий вентилятор прекращает работу, а затем в 22 часа второй охлаждающий вентилятор прекращает работу.

[0059]

(Управление количеством градирен на основе количества работающих подающих насосов)

Блок 20 управления управляет количеством работающих градирен на основе количества работающих подающих насосов. Например, когда работают два подающих насоса, может быть невозможно обработать весь объем циркуляционной охлаждающей воды с использованием одной градирни (или с использованием градирен, количество которых меньше количества подающих насосов). Одной из причин этого является то, что охлаждающая вода не может подаваться в объеме, превышающем или равном максимальному объему подачи (превышающем или равном скорости потока) подающего блока градирни, в результате чего охлаждающая вода может в некоторых случаях переливаться через верхнюю часть градирни. Во избежание такой ситуации блок 20 управления осуществляет управление таким образом, что работают подающие блоки по меньшей мере такого же количества градирен, что и количество подающих насосов. Например, когда работают два подающих насоса, управление осуществляется таким образом, что запорные клапаны двух или более подающих блоков могут открываться, даже когда работает только один охлаждающий вентилятор. Также, когда работает только один подающий насос и работает только один охлаждающий вентилятор, управление осуществляется таким образом, что, когда еще один подающий насос начинает работать, может открываться запорный клапан подающего блока градирни, которая находится в состоянии простоя. В одном варианте осуществления запорные клапаны трех градирен находятся в открытом состоянии, когда работают три подающих насоса; запорные клапаны двух градирен находятся в открытом состоянии, когда работают два подающих насоса; и запорный клапан одной градирни находится в открытом состоянии, когда работает один подающий насос.

[0060]

Также система 1 управления градирнями или градирни 11–13 с первой по третью могут содержать подающую линию, которая наполняет блок 14 хранения водой для восполнения.

[0061]

(Способ управления)

Способ управления градирнями для управления несколькими градирнями, которые осуществляют управление температурой охлаждающей воды, используемой для теплообмена с оборудованием, включает:

этап управления, соответствующий первой нагрузке, на котором осуществляется управление скоростью вращения охлаждающих вентиляторов 11а–13а с первого по третий таким образом, что абсолютное значение  $\Delta TE$  разности температуры  $TE1$  циркуляционной охлаждающей воды  $W$  в точке между блоком теплообмена оборудования и блоком 14 хранения градирен 11–13 с первой по третью и температуры  $TE0$  наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах первого температурного перепада  $AP1$ , который соответствует первой нагрузке, в

период первой нагрузки на оборудование; и

этап управления, соответствующий второй нагрузке, на котором осуществляется управление скоростью вращения охлаждающих вентиляторов 11а–13а с первого по третий таким образом, что абсолютное значение  $\Delta TE$  разности температуры  $TE1$  циркуляционной охлаждающей воды  $W$  в точке между блоком теплообмена оборудования и блоком 14 хранения градирен 11–13 с первой по третью и температуры  $TE0$  наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах второго температурного перепада  $AP2$ , который соответствует второй нагрузке, превышающей первую нагрузку, в период второй нагрузки на оборудование.

[0062]

Этап управления, соответствующий первой нагрузке, предназначен для осуществления управления таким образом, что осуществляется переключение с первого температурного перепада  $AP1$  на второй температурный перепад  $AP2$  перед переключением нагрузки на оборудование с первой нагрузки на вторую нагрузку, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение  $\Delta TE$  разности будет находиться в пределах второго температурного перепада  $AP2$ , а затем осуществляется переход от этапа управления, соответствующего первой нагрузке, на этап управления, соответствующий второй нагрузке. Этап управления, соответствующий второй нагрузке, предназначен для осуществления управления таким образом, что осуществляется переключение со второго температурного перепада  $AP2$  на первый температурный перепад  $AP1$  перед переключением нагрузки на оборудование со второй нагрузки на первую нагрузку, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение  $\Delta TE$  разности будет находиться в пределах первого температурного перепада  $AP1$ , а затем осуществляется переход от этапа управления, соответствующего второй нагрузке, на этап управления, соответствующий первой нагрузке.

[0063]

Когда температура  $TE0$  наружного воздуха по мокрому термометру ниже установленного значения минимальной температуры циркуляционной охлаждающей воды  $W$  на предопределенное значение или более, на этапах управления, соответствующих первой и/или второй нагрузкам, осуществляется управление несколькими градирнями таким образом, чтобы температура  $TE1$  циркуляционной охлаждающей воды  $W$  была равна установленному значению минимальной температуры циркуляционной охлаждающей воды  $W$ .

[0064]

Способ управления градирнями дополнительно включает этап увеличения количества работающих градирен, на котором, когда скорость вращения по меньшей мере одного или всех охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), превышает пороговое значение верхнего предела, осуществляется настройка таким образом, что сумма величин потоков

воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, находящихся в настоящий момент в рабочем состоянии, и недавно запущенной градирни (общее количество градирен равняется  $(i+1)$ ) будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и осуществляется настройка таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, находящихся в настоящий момент в рабочем состоянии, и недавно запущенной градирни (общее количество градирен равняется  $(i+1)$ ) будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела.  
[0065]

Способ управления градирнями дополнительно включает этап уменьшения количества работающих градирен, на котором, когда скорость вращения по меньшей мере одного или всех охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), становится ниже порогового значения нижнего предела, осуществляется настройка таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые будут находиться в рабочем состоянии в количестве, которое на единицу меньше (общее количество градирен равняется  $(i-1)$ ) количества градирен, которые в настоящий момент находятся в рабочем состоянии, будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и осуществляется настройка таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые будут находиться в рабочем состоянии в количестве, которое на единицу меньше (общее количество градирен равняется  $(i-1)$ ) количества градирен, которые в настоящий момент находятся в рабочем состоянии, будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые находятся в рабочем состоянии (общее количество градирен равняется  $(i)$ ), до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливается вращение охлаждающего вентилятора одной из градирен, и останавливается подача циркуляционной охлаждающей воды в нее.  
[0066]

(Еще один вариант осуществления)

В данном варианте осуществления блок 20 управления может принимать измеренную температуру TE2 с термометра 32, который измеряет температуру TE2 циркуляционной охлаждающей воды W, протекающей через обратную трубу L2, и сохранять температуру TE2 в

первом запоминающем устройстве 23.

[0067]

В данном варианте осуществления порядковые номера «первый, второй и третий» могут представлять собой произвольные обозначения и не указывают точно на один или все из порядковых номеров. Например, порядок «с первого по третий» в период первой нагрузки может не совпадать полностью с порядком «с первого по третий» в период второй нагрузки, так что, например, порядковый номер «первый» в период первой нагрузки может соответствовать порядковому номеру «второй» или «третий» в период второй нагрузки.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система управления градирнями для управления несколькими градирнями, которые осуществляют управление температурой охлаждающей воды, используемой для теплообмена с оборудованием, содержащая:

несколько градирен, каждая из которых имеет охлаждающий вентилятор, приводной блок вращения, который является источником движущей силы для вращения охлаждающего вентилятора, подающий блок, который подает циркуляционную охлаждающую воду, которая прошла через блок теплообмена оборудования, на градирню, и блок хранения, в котором хранится циркуляционная охлаждающая вода, которая была охлаждена за счет продувки воздухом от охлаждающего вентилятора;

несколько насосов, которые переправляют циркуляционную охлаждающую воду из блока хранения в блок теплообмена оборудования;

циркуляционную линию, имеющую трубу, которая подсоединена соответственно между блоком хранения и насосами, между насосами и блоком теплообмена оборудования и между блоком теплообмена и подающими блоками градирен, чтобы обеспечивать поток циркуляционной охлаждающей воды через них;

блок измерения температуры, который измеряет температуру циркуляционной охлаждающей воды в циркуляционной линии в точке, расположенной выше по потоку относительно блока теплообмена и расположенной ниже по потоку относительно блока хранения, или температуру циркуляционной охлаждающей воды в блоке хранения или в насосах;

блок управления, соответствующий первой нагрузке, который управляет скоростью вращения охлаждающих вентиляторов с помощью соответствующих приводных блоков вращения таким образом, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности температуры  $T_{E1}$ , измеренной в блоке измерения температуры, и температуры  $T_{E0}$  наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах первого температурного перепада  $\Delta P_1$ , который соответствует первой нагрузке, в период первой нагрузки на оборудование; и

блок управления, соответствующий второй нагрузке, который управляет скоростью вращения охлаждающих вентиляторов с помощью соответствующих приводных блоков вращения таким образом, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности температуры  $T_{E1}$ , измеренной в блоке измерения температуры, и температуры  $T_{E0}$  наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах второго температурного перепада  $\Delta P_2$ , который соответствует второй нагрузке, превышающей первую нагрузку, и имеет более низкое значение, чем первый температурный перепад  $\Delta P_1$ , в период второй нагрузки на оборудование.

2. Система управления градирнями по п. 1, отличающаяся тем, что блок управления, соответствующий первой нагрузке, осуществляет

управление таким образом, что осуществляется переключение с первого температурного перепада AP1 на второй температурный перепад AP2 перед переключением нагрузки на оборудование с первой нагрузки на вторую нагрузку, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности будет находиться в пределах второго температурного перепада AP2, а затем работа переключится с блока управления, соответствующего первой нагрузке, на блок управления, соответствующий второй нагрузке, и/или

блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляет управление таким образом, что осуществляется переключение со второго температурного перепада AP2 на первый температурный перепад AP1 перед переключением нагрузки на оборудование со второй нагрузки на первую нагрузку, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности будет находиться в пределах первого температурного перепада AP1, а затем работа переключится с блока управления, соответствующего второй нагрузке, на блок управления, соответствующий первой нагрузке.

3. Система управления градирнями по п. 1 или п. 2, отличающаяся тем, что, когда скорость вращения по меньшей мере одного или всех охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии, превышает пороговое значение верхнего предела, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, находящихся в настоящий момент в рабочем состоянии, и недавно запущенной градирни будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые находились в рабочем состоянии, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела, и осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, находящихся в настоящий момент в рабочем состоянии, и недавно запущенной градирни будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые находились в рабочем состоянии, до того как скорость вращения превысила пороговое значение верхнего предела.

4. Система управления градирнями по любому из пп. 1–3, отличающаяся тем, что, когда скорость вращения по меньшей мере одного или всех охлаждающих вентиляторов градирен, которые находятся в рабочем состоянии, становится ниже порогового значения нижнего предела, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, осуществляют настройку таким образом, что сумма величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые будут находиться в рабочем состоянии в количестве, которое на единицу меньше количества

градирен, которые в настоящий момент находятся в рабочем состоянии, будет равна сумме величин потоков воздуха охлаждающих вентиляторов градирен, которые находились в рабочем состоянии, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и осуществляют настройку таким образом, что сумма объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые будут находиться в рабочем состоянии в количестве, которое на единицу меньше количества градирен, которые в настоящий момент находятся в рабочем состоянии, будет равна сумме объемов циркуляционной охлаждающей воды, подаваемой подающими блоками градирен, которые находились в рабочем состоянии, до того как скорость вращения стала ниже порогового значения нижнего предела, и останавливают вращение охлаждающего вентилятора одной из градирен, и останавливают подачу циркуляционной охлаждающей воды в нее.

5. Система управления градирнями по любому из пп. 1–4, отличающаяся тем, что, когда температура ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру ниже установленного значения минимальной температуры циркуляционной охлаждающей воды на предопределенное значение или более, блок управления, соответствующий первой нагрузке, и/или блок управления, соответствующий второй нагрузке, управляют несколькими градирнями таким образом, чтобы температура ТЕ1 циркуляционной охлаждающей воды была равна установленному значению минимальной температуры циркуляционной охлаждающей воды.

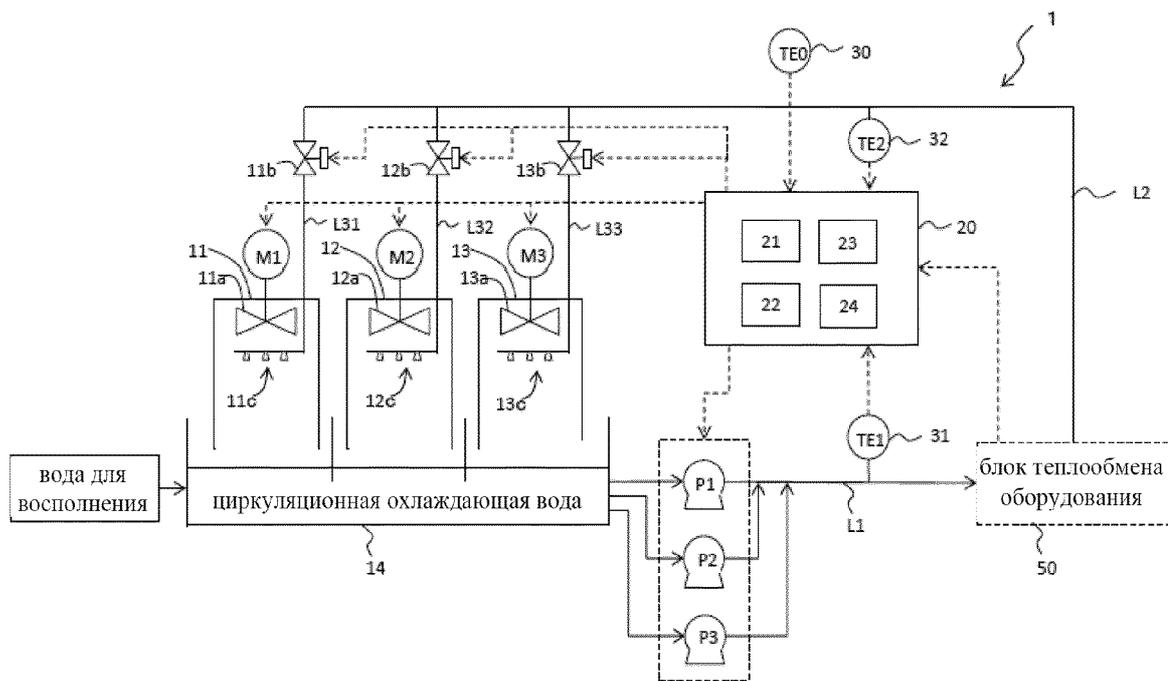
6. Способ управления градирнями для управления несколькими градирнями, каждая из которых имеет охлаждающий вентилятор, которые осуществляют управление температурой охлаждающей воды, используемой для теплообмена с оборудованием, включающий:

этап управления, соответствующий первой нагрузке, на котором осуществляется управление скоростью вращения охлаждающих вентиляторов таким образом, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности температуры ТЕ1 циркуляционной охлаждающей воды в точке между блоком теплообмена оборудования и блоком хранения градирен и температуры ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах первого температурного перепада  $\Delta P_1$ , который соответствует первой нагрузке, в период первой нагрузки на оборудование; и

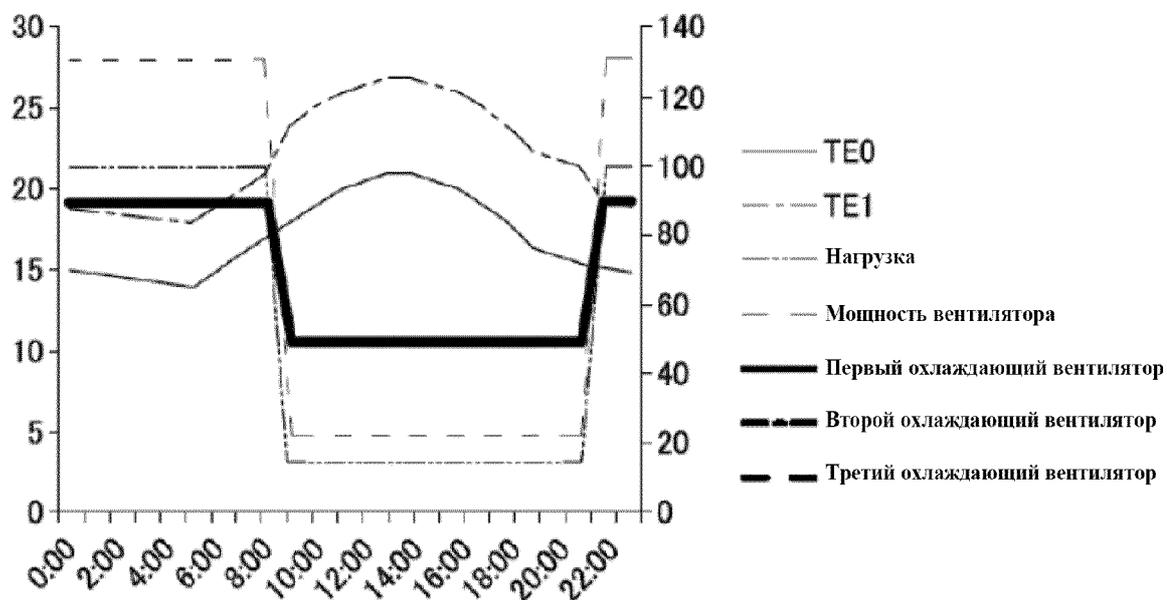
этап управления, соответствующий второй нагрузке, на котором осуществляется управление скоростью вращения охлаждающих вентиляторов таким образом, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности температуры ТЕ1 циркуляционной охлаждающей воды в точке между блоком теплообмена оборудования и блоком хранения градирен и температуры ТЕ0 наружного воздуха по мокрому термометру находится в пределах второго температурного перепада  $\Delta P_2$ , который соответствует второй нагрузке, превышающей первую нагрузку, и имеет более низкое

значение, чем первый температурный перепад  $\Delta P1$ , в период второй нагрузки на оборудование.

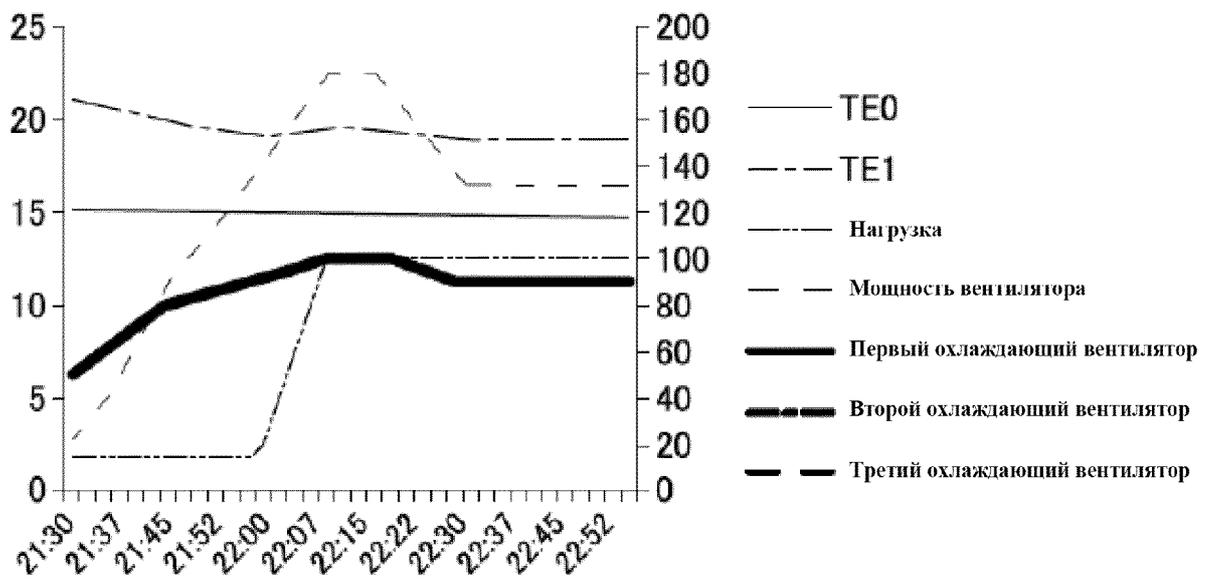
7. Способ управления градирнями по п. 6, отличающийся тем, что этап управления, соответствующий первой нагрузке, предназначен для осуществления управления таким образом, что осуществляется переключение с первого температурного перепада  $\Delta P1$  на второй температурный перепад  $\Delta P2$  перед переключением нагрузки на оборудование с первой нагрузки на вторую нагрузку, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности будет находиться в пределах второго температурного перепада  $\Delta P2$ , а затем осуществляется переход от этапа управления, соответствующего первой нагрузке, на этап управления, соответствующий второй нагрузке, и/или этап управления, соответствующий второй нагрузке, предназначен для осуществления управления таким образом, что осуществляется переключение со второго температурного перепада  $\Delta P2$  на первый температурный перепад  $\Delta P1$  перед переключением нагрузки на оборудование со второй нагрузки на первую нагрузку, чтобы обеспечить возможность того, что абсолютное значение  $\Delta T_E$  разности будет находиться в пределах первого температурного перепада  $\Delta P1$ , а затем осуществляется переход от этапа управления, соответствующего второй нагрузке, на этап управления, соответствующий первой нагрузке.



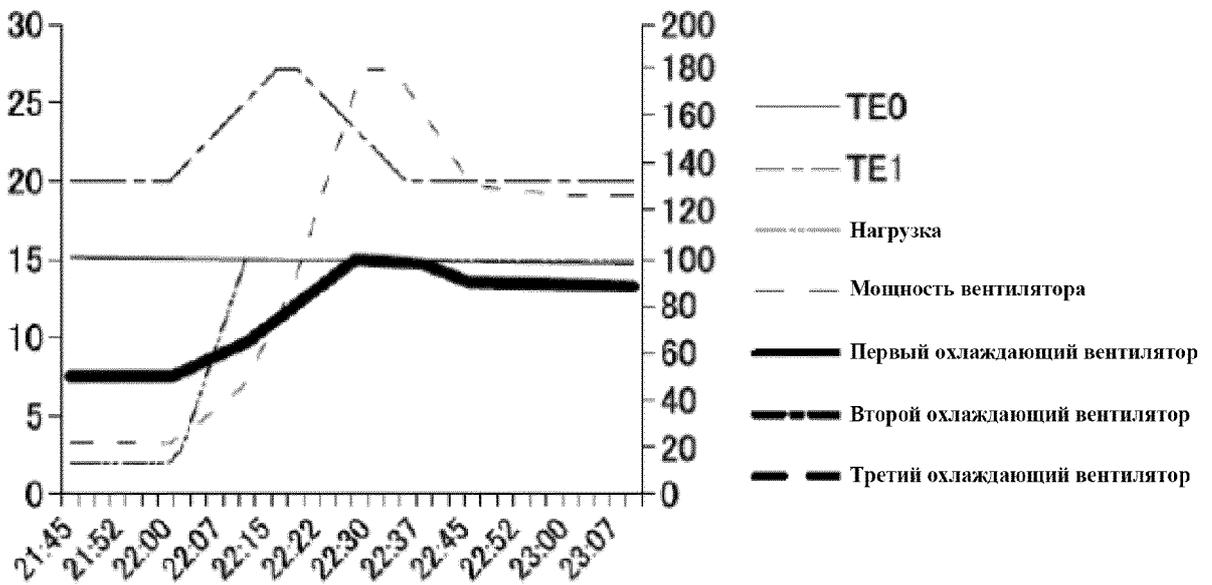
Фиг. 1



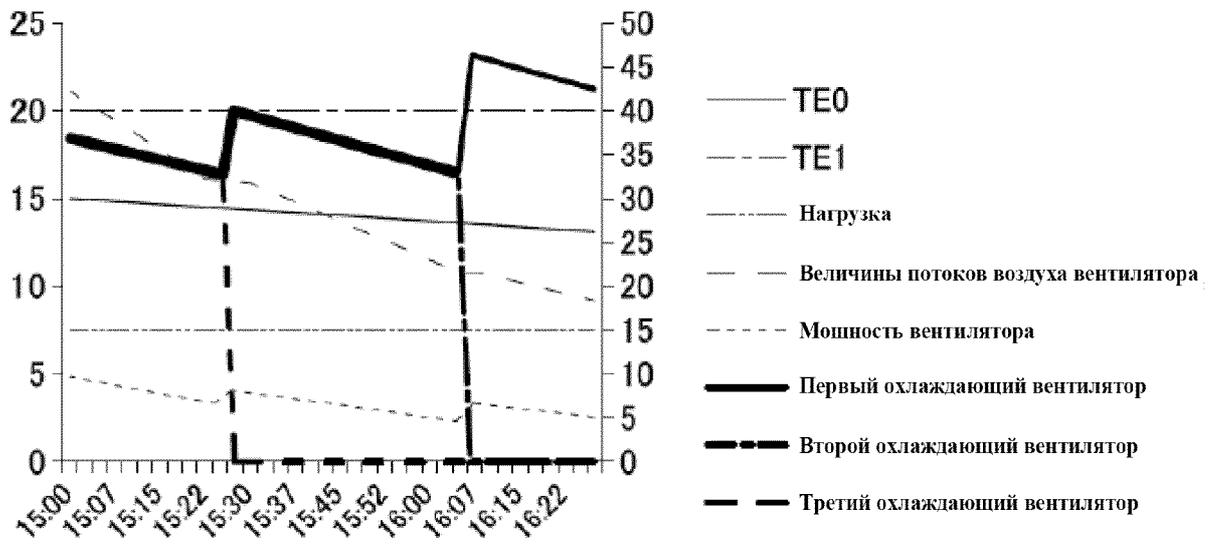
Фиг. 2



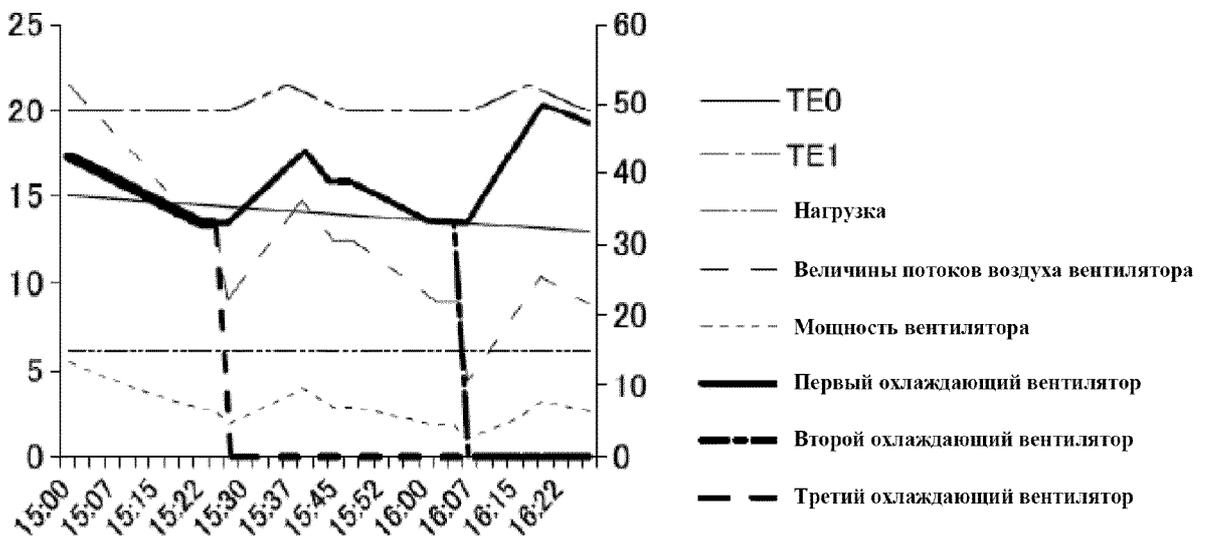
Фиг. 3А



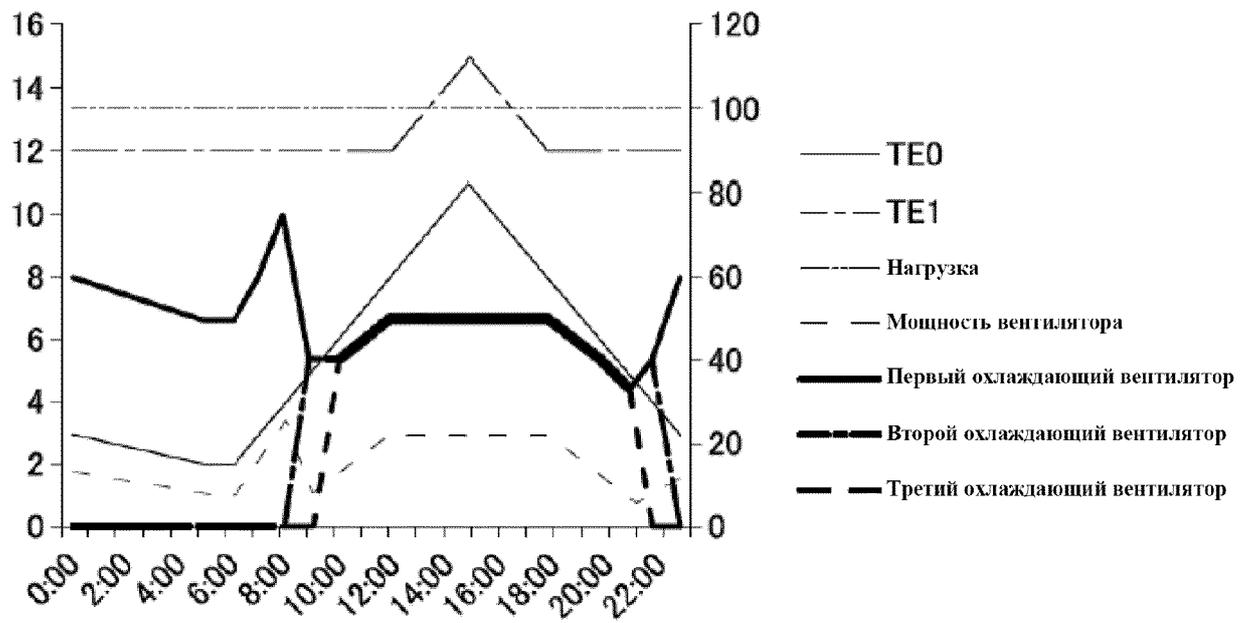
Фиг. 3В



Фиг. 4А



Фиг. 4В



Фиг. 5