

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 522 149** ⁽¹³⁾ **C2**

(51) МПК
F28C 1/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: [2012104065/06](#), 06.02.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.02.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **06.02.2012**

(43) Дата публикации заявки: **20.08.2013** Бюл.
№ 23

(45) Опубликовано: [10.07.2014](#) Бюл. № **19**

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2390659 C1, 27.05.2010. RU**
2228501 C2, 10.05.2004. RU 2350867 C2,
27.03.2009. US 0003712760 A1, 23.01.1973. GB
0002374124 A, 09.10.2002

Адрес для переписки:

394026, г.Воронеж, Московский просп., 14,
ФГБОУ "ВГТУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Литвиненко Александр Михайлович (RU),
Голонов Максим Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Воронежский государственный
технический университет" (RU)

(54) **ЭЛЕКТРОПРИВОД ВЕНТИЛЯТОРА ГРАДИРНИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области теплоэнергетики и направлено на осуществление плавного регулирования скорости вращения вентилятора градирни с одновременным изменением углов наклона лопастей для повышения надежности и увеличения срока службы электропривода вентилятора принудительного охлаждения. Указанный технический результат достигается тем, что в электроприводе вентилятора, содержащем механизм поворота лопастей, средство блокирования опоры лопастей, датчик угла поворота лопастей, причем механизм поворота лопастей выполнен в виде внутреннего и внешнего торцевых статоров, находящихся в магнитном контакте с торцевыми роторами, которые, в свою очередь, кинематически связаны между собой, внутренние и внешние статоры соединены с частотными преобразователями, а датчик угла поворота лопастей выполнен в виде двух магнитосвязанных вертикальных колонок с катушками с сердечниками, которые размещены на неподвижном основании в зоне торцов лопастей. 9 ил.

Изобретение относится к области теплоэнергетики и может быть использовано в различных отраслях промышленности, прежде всего там, где технологический процесс требует охлаждения больших объемов жидкости, преимущественно воды, и где для этого могут быть использованы градирни со встроенным вентилятором принудительного охлаждения.

Известны градирни [В.А.Гладков, Ю.М.Арефьев, В.С.Пономаренко. Вентиляторные градирни. Изд. 2-ое, перераб. и доп. М.: Стройиздат. 1976. 216 с. с илл.] со встроенным вентилятором принудительного охлаждения, содержащие полую башню с открытой верхней торцевой частью и окнами в нижней части для прохода охлаждающего воздуха, трубопровод охлаждаемой воды, разбрызгивающую систему, устанавливаемую внутри башни, ороситель, вентилятор, установленный чаще всего в верхней части башни и снабженный электродвигателем, приводящим вентилятор во вращение, вентилятор увеличивает расход охлаждающего воздуха через внутреннюю полость башни и интенсифицирует теплоотдачу в градирне, каплеуловитель, устанавливаемый выше вентилятора и заметно снижающий унос воды из градирни, бассейн под башней градирни для сбора стекающей сверху охлажденной воды и отвода по трубопроводу к насосу.

Недостатком этого выполнения градирни со встроенным вентилятором принудительного охлаждения является недостаточная надежность, связанная, прежде всего, с неблагоприятными условиями работы электродвигателя вентилятора, т.к. он работает в условиях большой влажности.

Известен способ охлаждения жидкости в градирне, включающий подачу воды, ее распыление и теплообмен с окружающим воздухом, причем охлаждение ведут в активных зонах градирни, образованных потоками охлаждающего воздуха, которые не совпадают по направлению и величине со скоростью частиц распыляемой форсунками жидкости и которые получают за счет принудительного удаления воздуха из верхней части градирни [Патент РФ №2228501 - Способ охлаждения жидкости в градирне. МПК F28C 1/00, опубл. 10.05.2004].

Недостатком известного способа является то, что он не позволяет определить охлаждающую характеристику градирни, не предусматривает регулирование расхода воды в градирню в зависимости от ее охлаждающей характеристики, не осуществляет регулирование расхода воздуха в градирню с учетом потребляемой электрической энергии.

Известна вентиляторная градирня, содержащая корпус с диффузором в верхней части, воздухозаборными окнами и бассейном в нижней части и каплеуловителем, водораспределительную систему и ороситель внутри корпуса, при этом в верхней части корпуса размещен электропривод лопастного колеса вентилятора [Патент US №3712760 - Fan drive assembly / Dorm B. Furlong and other - Publish 23.01.1973, the demand №142824, publish 23.01.1973]. Выполнение вентиляторной градирни с размещенным в верхней части корпуса электроприводом лопастного колеса вентилятора позволило упростить конструкцию. Выполнение электропривода лопастного колеса вентилятора в виде отдельных самостоятельно закрепленных на раме корпуса электродвигателя и редуктора, соединенных между собой посредством муфты, упростило проведение регламентных и ремонтных работ электропривода.

Недостатком этого электропривода является усложнение монтажных работ и необходимость отладки работы электропривода на месте монтажа.

Известна градирня со встроенным вентилятором принудительного охлаждения, содержащая установленную на фундаменте полую башню с закрепленными в ней опорами вала вентилятора, снабженного лопастями, бассейн в фундаменте под башней, разбрызгивающее устройство с подводимым трубопроводом охлаждаемой

воды, каплеуловитель, отводящий трубопровод, отличающаяся тем, что вал и лопасти вентилятора выполнены полыми, а разбрызгивающее устройство выполнено в виде суживающихся сопел, установленных тангенциально в выходных кромках лопастей и в плоскости, близкой к плоскости их вращения, причем полости внутри лопастей сообщены с соплами и с полостью внутри вала, которая соединена с подводным трубопроводом [Патент РФ №2101641 - Градирня со встроенным вентилятором принудительного охлаждения / А.Е.Булкин и др., опубл. от 10.01.1998, заявка №95122198/06 от 25.12.1995]. Применение данного изобретения позволяет повысить эффективность охлаждения жидкости, упростить конструкцию, уменьшить энергопотребление.

Недостатком известной градирни является невозможность регулирования скорости вращения вентилятора, а также отсутствие плавного пуска электродвигателя.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является устройство изменения углов установки рабочих лопаток вентилятора, содержащее электрический двигатель, механизм поворота лопаток вентилятора и средство блокирования опоры лопаток, причем механизм поворота лопаток выполнен в виде цилиндрического статора, находящегося в магнитном контакте с ротором [Патент РФ №2390659 - Устройство для изменения углов установки рабочих лопаток вентилятора / А.М.Литвиненко, А.А.Свистунов, опубл. БИ №15 от 27.05.2010, заявка №2008150992/06 от 22.12.2008]. Изобретение обеспечивает при своем использовании бесконтактность передачи усилия со статора на вращающуюся часть через воздушный зазор между статорами и роторами, что резко повышает надежность по сравнению с механизмами, поворот лопаток которых осуществляется редукторами с электродвигателями, которые, в свою очередь, требуют наличия питания, подводимого через вращающийся трансформатор, который обладает пониженной надежностью, вызванной сложностью конструкции.

Недостатком данного устройства являются большие массогабаритные показатели, обусловленные конфигурацией воздушного зазора.

Технической задачей, решаемой данным устройством, является повышение надежности работы электропривода градирни со встроенным вентилятором принудительного охлаждения, повышение эффективности охлаждения воды за счет возможности регулирования скорости вращения вентилятора градирни. При установке частотного преобразователя возможно обеспечить плавный пуск электродвигателя охлаждающего вентилятора без пусковых токов и ударов, снизить существующие динамические нагрузки в системе, осуществить плавное регулирование скорости вращения практически от нуля до номинального значения в ранее нерегулируемых технологических процессах, повысить надежность, увеличить срок службы электропривода и сопутствующего оборудования.

Изобретение направлено на осуществление плавного регулирования скорости вращения вентилятора градирни с одновременным изменением углов наклона лопастей.

Это достигается тем, что в электроприводе вентилятора, содержащем механизм поворота лопастей, средство блокирования опоры лопастей, датчик угла поворота лопастей, согласно изобретению механизм поворота лопастей выполнен в виде внутреннего и внешнего торцевых статоров, находящихся в магнитном контакте с торцевыми роторами, причем последние кинематически связаны между собой, внутренние и внешние статоры соединены с частотными преобразователями, причем один из преобразователей выполнен нереверсивным, а другой реверсивным, датчик угла поворота лопастей выполнен в виде двух магнитосвязанных вертикальных колонок с катушками с сердечниками, которые размещены на неподвижном основании в зоне торцов лопастей.

Сущность изобретения иллюстрируется чертежами, где на фиг.1 изображено заявленное устройство для изменения углов установки рабочих лопастей вентилятора, на фиг.2 показан разрез по роторам, на фиг.3 условно показано расположение приводов поворота лопастей с синхронизирующими шестернями, на фиг.4 приведен вид разреза торцевых статоров, на фиг.5 показан вид сверху на лопасти вентилятора градирни, на фиг.6 и фиг.7 изображен принцип определения угла поворота лопастей вентилятора при срабатывании катушек, а именно на фиг.6 пусковое положение лопастей, а на фиг.7 рабочее положение лопастей, на фиг.8 показана блок-схема датчика угла поворота лопастей вентилятора, на фиг.9 изображена блок-схема электропривода вентилятора градирни.

Устройство для изменения углов установки рабочих лопастей вентилятора содержит неподвижное основание 1, на котором укреплены торцевые статоры 2 привода поворота лопастей. Торцевой статор находится в магнитном контакте с торцевыми роторами 13. Устройство содержит уплотнитель 3, корпус 4, в передней части которого размещен аэродинамический колпак 5, в корпусе на подшипниках 6 установлен червяк 7 червячного редуктора. Червяк находится в зацеплении с червячным колесом 8, которое закреплено на торце 9 поворотной лопасти, которая вращается в подшипниках 10. На фиг.1 показана только концевая часть лопасти 11, внешние части лопасти не показаны. На одном валу 12 расположены червяк 7 и торцевой ротор 13 привода поворота лопастей, которые находятся в магнитном контакте с торцевым статором 2 (см. фиг.2, фиг.3, фиг.4). Вал вентилятора 14 вращается в подшипниках 15 и 16. Торцевой статор 2 выполнен секционированным, что показано на фиг.4. Таким образом (например, на фиг.4), в зоне ротора находятся секции 17 и 18. Естественно, при вращении лопастей вентилятора в зоне ротора будут поочередно находиться другие секции. Хвостовики лопастей закреплены в подшипниках 10, находящиеся в корпусе 4 и поворачиваемые посредством червячного колеса 8, червяка 7 и торцевых роторов 13. Под электродвигателем понимаются торцевые роторы 13, входящие в контакт через воздушный зазор с торцевым статором 2. На фиг.5 показан вид сверху на лопасти вентилятора градирни 11, закрепленных на основании 1, а также расположение линеек катушек 20 устройства для контроля угла поворота лопастей. Устройство для контроля угла поворота лопастей вентилятора выполнено в виде двух линеек катушек 20 с сердечниками 21, которые расположены на общем основании 22 и представлены на фиг.6 и фиг.7. Лопасти вентилятора являются ферромагнитными, изготовленными из листового металла толщиной 15 мм, диаметр сердечника катушки составляет 4 мм.

Устройство для изменения углов установки рабочих лопастей вентилятора работает следующим образом. Если на торцевые статоры 2 напряжение не подается (источник питания на чертеже не показан, чтобы не загромождать чертеж), то роторы 13, а следовательно, и вал привода поворота лопастей 12 с червяком 7, а также колесо и торец 9 лопасти 11 неподвижны вследствие самотормозящих свойств червячной передачи. Если же нужно изменить угол наклона лопастей, то в зависимости от знака поворота секции торцевого статора 2 они коммутируются в том или ином направлении. Например, рассмотрим фиг.4 и режим, при котором ротор 13 поворачивается по часовой стрелке. Его зона взаимодействия условно показана на фиг.4 штрихпунктирными линиями. Направление коммутации секций статора - против часовой стрелки, например от секции 18 к секции 17. Таким образом, на ротор действует вращающий момент, направленный по часовой стрелке. В результате ротор 13 придет во вращение. Роторы 13, вращаясь, с помощью вала 12 приводят во вращение червяк 7, а он, в свою очередь, через колеса 8 и торцы 9 поворачивает лопасти 11. При необходимости поворота в другую сторону направление коммутации секций торцевого статора 2 меняется на противоположное. Торцевые роторы 13 в приводах поворота каждой из лопасти установлены парами. Торцевые роторы

синхронизированы между собой посредством шестерней 19. Это позволяет избежать потерь мощности, когда один из роторов находится под зубцом статора. В это время второй ротор находится под пазом и поддерживает общий вращающий момент. Работа датчика угла поворота лопастей вентилятора происходит следующим образом. Выводы катушек соединены с измерителями индуктивностей 23, разделенными на правую и левую группы, с которых через схему совпадения и формирователь угла отклонения сигнал поступает на логическое устройство, как показано на фиг.8. Например, на фиг.6 схема фиксирует совпадение индуктивностей №3 и №8, а на фиг.7 - №1 и №10 таким образом, что в первом случае мы имеем пусковое значение (отклонение 0 градусов), а во втором - отклонение составляет 45 градусов, т.е. максимальное значение. Следует заметить, что формирование сигнала контроля угла поворота лопастей вентилятора в рассматриваемом устройстве осуществляется с некоторой дискретностью, допустимой в данном случае.

Блок-схема электропривода вентилятора градирни представлена на фиг.9. Сигналы от датчиков температуры воздуха и температуры охлаждаемой воды, а также от датчика угла поворота лопастей поступают в блок задатчика угла поворота лопасти α , далее сигнал поступает в систему управления, снабженную типовым микроконтроллером, с которой вырабатываются управляющие сигналы на частотные преобразователи, которые, в свою очередь, воздействуют через внешний и внутренний статоры на объект управления (лопасти вентилятора), образуя, тем самым, замкнутую систему управления.

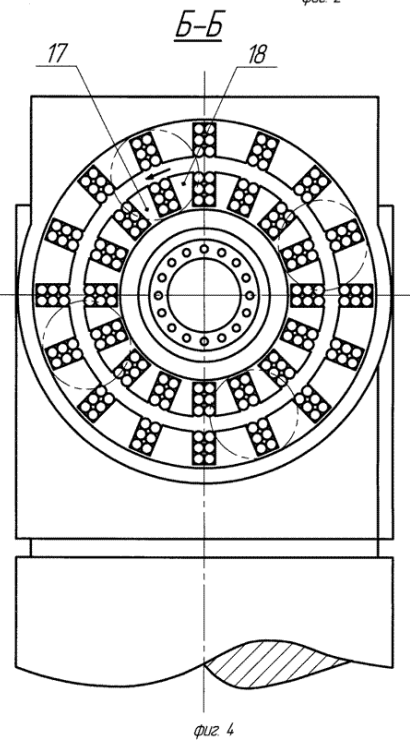
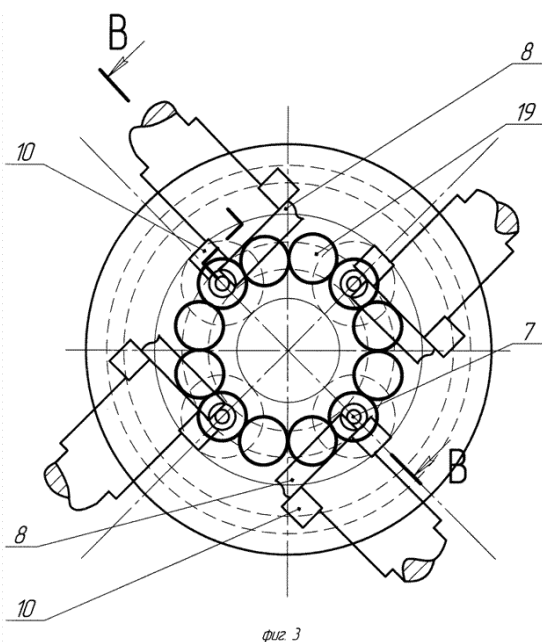
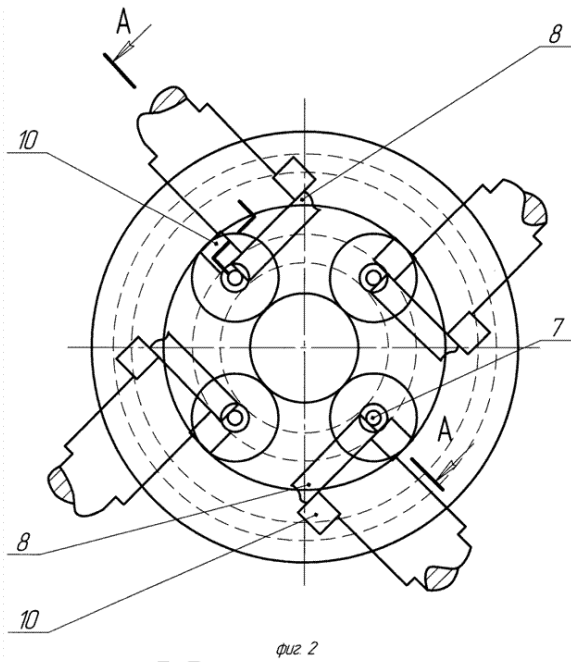
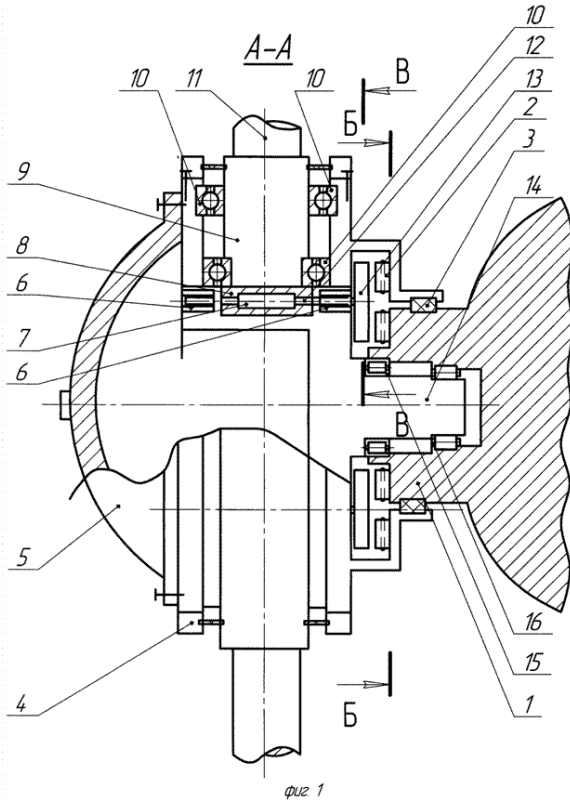
Техническую реализацию заявляемого устройства предполагается осуществить посредством установки частотного преобразователя фирмы «Оптим», созданным для управления приводами с "вентиляторной нагрузкой", имеющим высокий пусковой момент при низких скоростях, оснащенный векторным управлением, ПИД-регулированием. Катушку индуктивности можно использовать от реле РСМ-2 (паспорт РФ 4.500.023). Ориентировочная стоимость катушек, частотного преобразователя, включая коммутирующую аппаратуру, составляет около 150000 рублей.

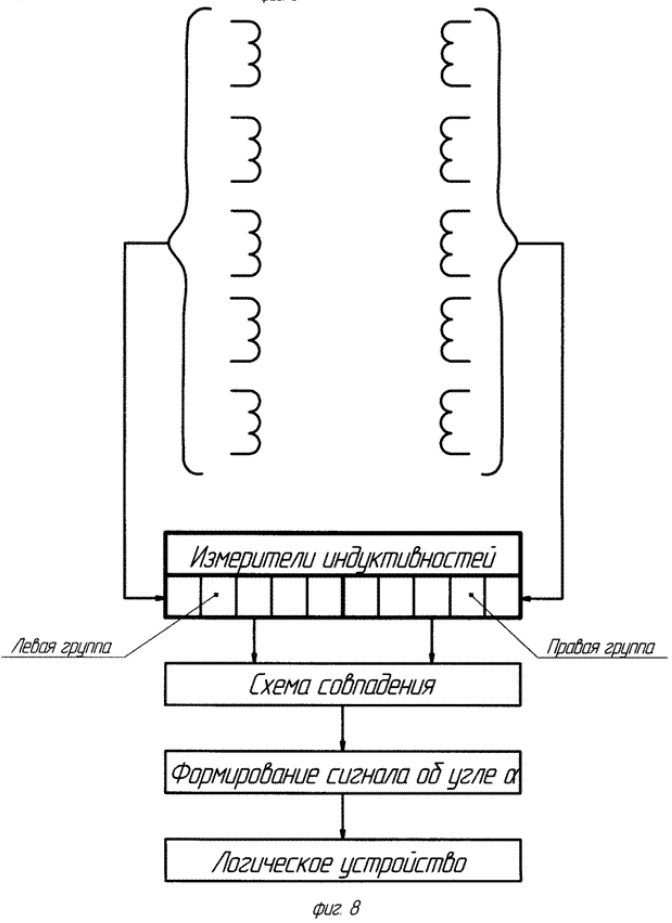
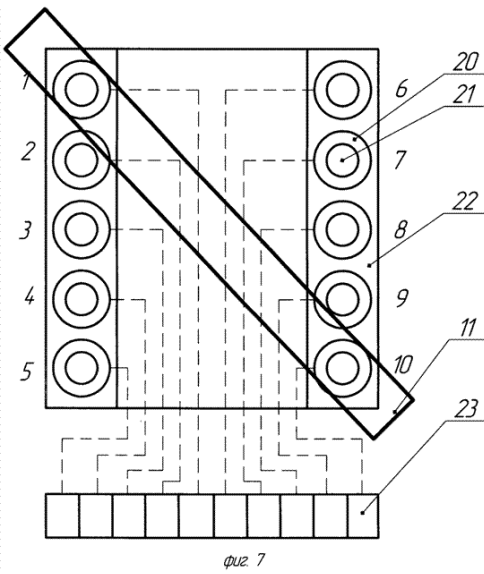
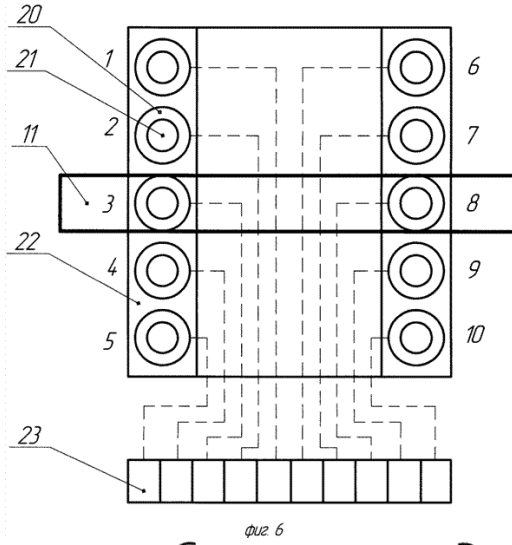
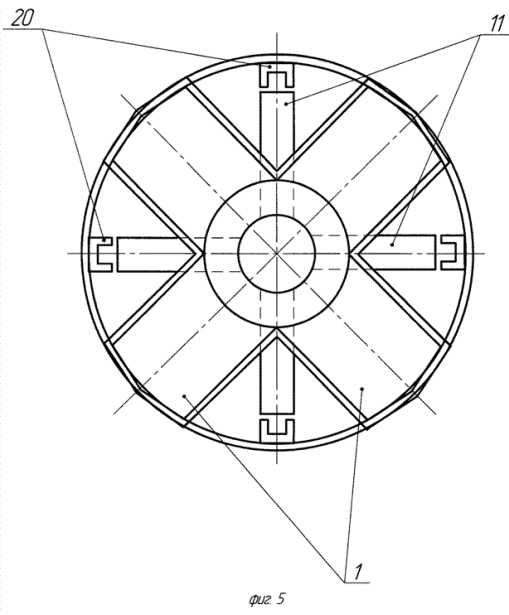
Технико-экономическим преимуществом заявляемого электропривода вентилятора градирни является бесконтактность передачи усилия со статора на вращающуюся часть через воздушный зазор между статорами и роторами, что резко повышает надежность по сравнению с механизмами, поворот лопастей которых осуществляется редукторами с электродвигателями, которые, в свою очередь, требуют наличия питания, подводимого через вращающийся трансформатор, который обладает пониженной надежностью, вызванной сложностью конструкции. Внедрение частотно-регулируемого электропривода позволяет обеспечить плавный пуск электродвигателя вентилятора, повысить надежность и увеличить срок службы электропривода и сопутствующего оборудования. При этом в простейшем случае имеется возможность обойтись без регулируемых преобразователей, осуществляя вращение с постоянной скоростью, а расход охлаждающего воздуха изменять только с помощью лопастей, таким образом, обеспечивается повышенная надежность и возможность охлаждения воды даже при выходе из строя частотных преобразователей. Повышения эффективности охлаждения воды можно добиться путем реализации специального алгоритма управления скоростью и моментом при применении частотно-регулируемого электропривода. Не применяя дополнительных дорогостоящих средств, возможна реализация необходимых параметров управления электроприводом вентилятора во всех режимах работы.

Формула изобретения

Электропривод вентилятора градирни, содержащий механизм поворота лопастей, средство блокирования опоры лопастей, датчик угла поворота лопастей, отличающийся тем, что механизм поворота лопастей выполнен в виде внутреннего и

внешнего торцевых статоров, находящихся в магнитном контакте с торцевыми роторами и кинематически связанных между собой, а внутренние и внешние статоры соединены с частотными преобразователями, причем один из преобразователей выполнен нереверсивным, а другой реверсивным, датчик угла поворота лопастей выполнен в виде двух магнитосвязанных вертикальных колонок с катушками с сердечниками, которые размещены на неподвижном основании в зоне торцов лопастей.







фиг. 9