

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035990**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.09.10

(21) Номер заявки
201891020

(22) Дата подачи заявки
2016.10.14

(51) Int. Cl. **F03D 9/17** (2016.01)
F03D 15/00 (2016.01)
F16H 47/06 (2006.01)

(54) ВЕТРОЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩАЯ СИСТЕМА

(31) **62/245,136; 62/290,196**

(32) **2015.10.22; 2016.02.02**

(33) **US**

(43) **2018.10.31**

(86) **PCT/AU2016/050967**

(87) **WO 2017/066826 2017.04.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**АУСТРАЛИАН ВИНД
ТЕКНОЛОДЖИС ПвтнУай ЭлТэдэ
(AU)**

(72) Изобретатель:
Матерс Норман Иан (AU)

(74) Представитель:
**Гизатуллина Е.М., Угрюмов В.М.,
Строкова О.В., Карпенко О.Ю. (RU)**

(56) US-A1-20150184641
US-B2-7914411
WO-A1-2015123784
US-A1-20140138958
WO-A2-2011011682
FR-A3-2944071
WO-A1-1981001444
US-A-4274010

(57) В изобретении раскрыты различные варианты ветроэнергогенерирующей системы, работающие в режиме выработки электроэнергии и рекуперации электроэнергии. Согласно одному из примеров осуществления изобретения раскрыта ветроэнергогенерирующая система, содержащая ротор (102) турбины с одной или более лопастями (104), передаточную муфту (114) с распределением мощности, гидравлический двигатель (118), предназначенный для приема рабочей жидкости гидросистемы, аккумулярованной под давлением, и создания крутящего момента на выходном валу двигателя; и генератор (116), функционально связанный с выходным валом (304) муфты и выходным валом двигателя. Передаточная муфта (114) с распределением мощности регулируется для передачи крутящего момента, по существу, в полном объеме с ротора (102) турбины на генератор (116) за счет воздействия на рабочую жидкость гидросистемы, причем генератор преобразует механическую энергию в электроэнергию. Передаточная муфта (114) перенаправляет рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением при превышении порогового уровня выработки электроэнергии генератором с целью поддержания вырабатываемой генератором электроэнергии на пороговом уровне или ниже. При этом высвобождаемая рабочая жидкость гидросистемы, выходящая из передаточной муфты (114) с распределением мощности, аккумулируется под давлением перед поступлением в гидравлический двигатель при падении выработки электроэнергии генератором ниже порогового уровня. Гидравлический двигатель (118) функционально связан с генератором (116) и выполнен с возможностью передачи механической энергии генератору для выработки электроэнергии. При этом генератор (116) вырабатывает электроэнергию при воздействии по меньшей мере одного из следующих факторов: вращения выходного вала муфты, крутящего момента на выходном валу двигателя или и того и другого.

B1

035990

035990

B1

Заявление об установлении приоритета

По настоящей заявке испрашивается приоритет в соответствии с предварительной заявкой на выдачу патента США № 62/245136, поданной 22 октября 2015 года, и предварительной заявкой на выдачу патента США № 62/290196, поданной 02 февраля 2016 года, содержание которых полностью включено в настоящую заявку посредством ссылки.

Родственные заявки

Данная заявка относится к международной заявке № PCT/AU2007/000772, публикация № WO 2007/140514, под названием "Лопастной насос для перекачки рабочей жидкости гидросистемы", поданной 01 июня 2007 года; международной заявке № PCT/AU2006/000623, публикация № WO 2006/119574, под названием "Усовершенствованный лопастной насос", поданной 12 мая 2006 года; международной заявке № PCT/AU2004/00951, публикация № WO 2005/005782, под названием "Гидравлическая машина", поданной 15 июля 2004 года; и заявке на выдачу патента США № 13/510643, публикация № US 2013/0067899, под названием "Соединитель вращателя с гидроуправлением", поданной 05 декабря 2012 года; причем содержание каждой из перечисленных заявок полностью включено в настоящий документ посредством ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Этот документ относится, в общем, но без ограничения, к системам и способам выработки и рекуперации электроэнергии.

Предшествующий уровень техники изобретения

Существующие системы генерирования энергии могут включать в себя ветрогенератор, преобразующий энергию ветра в электроэнергию. Существующие ветрогенераторы могут включать в себя гондолу, которая устанавливается сверху башни.

Эта гондола может содержать, например, коробку передач, электрогенератор, контроллер и компоненты, обеспечивающие требуемую ориентацию ветрогенератора. На гондоле может быть смонтирован ротор, соединенный с электрогенератором через коробку передач. Ротор может содержать множество лопастей, выполненных с возможностью генерирования крутящего момента на роторе по факту приложения ветровой нагрузки.

Электроэнергия может вырабатываться генератором в соответствии с крутящим моментом ротора.

Многие ветрогенераторные системы включают в себя коробку передач и/или механический тормоз для уменьшения потребления энергии генератором, например, с целью недопущения превышения генератором максимально допустимой мощности. В одном из примеров полная потребляемая мощность электрической сети должна, по существу, равняться общей потребности системы в электроэнергии для поддержания требуемой частоты электрической сети. Соответственно, существующие ветрогенераторы могут уменьшать потребляемую мощность генератора (за счет применения механических тормозов, регулирования передаточного числа коробки передач или регулирования шага лопастей турбины) с целью предотвращения повышения частоты электрической сети. В результате некоторые ветрогенераторы оказываются не в состоянии преобразовывать всю потенциальную энергию ветра в электроэнергию, когда потребляемая мощность превышает максимально допустимую мощность генератора.

Краткое описание фигур

На чертежах, которые не обязательно вычерчены в масштабе, аналогичные элементы в разных курсах могут быть обозначены одними и теми же номерами позиций. Одинаковые номера позиций с разными буквенными индексами могут представлять разные частные случаи исполнения аналогичных компонентов. На чертежах отображены различные варианты осуществления заявленного изобретения, раскрытые в настоящем документе, которые носят исключительно иллюстративный, а не ограничительный характер.

На фиг. 1 представлен перспективный вид в разрезе одного из примеров осуществления гондолы ветрогенератора, содержащей передаточную муфту с распределением мощности, генератор и множество гидравлических двигателей;

на фиг. 2 показана схема ветрогенератора, снабженного передаточной муфтой с распределением мощности для рекуперации электроэнергии согласно одному из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 3 - вид в перспективе передаточной муфты с регулируемым распределением мощности согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 4 - вид в разрезе одного из примеров осуществления передаточной муфты с распределением мощности;

на фиг. 5 - график, иллюстрирующий один из примеров выходной мощности ветрогенератора в зависимости от скорости ветра;

на фиг. 6 проиллюстрирован способ управления ветрогенератором с передаточной муфтой с распределением мощности, в котором предусмотрен режим рекуперации электроэнергии, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 7 представлена схема устройства ветрогенератора, содержащего множество гидравлических баков, камеру высокого давления и вспомогательный источник давления, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 8 - схема устройства ветрогенератора, содержащего одну или более рабочую камеру циркуляции газа и конденсатор для заполнения азотом гидравлического бака, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 9 - схема устройства ветрогенератора, содержащего более одного ротора турбины, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 10 - схема сети ветрогенераторов, в которой один или более ветрогенератор взаимосвязан по меньшей мере с одним другим ветрогенератором посредством линии передачи давления;

на фиг. 11 - схема первой системы согласно одному из примеров осуществления настоящего изобретения, включающая в себя различные компоненты и дополнительные подсистемы и устройства ветрогенератора, обеспечивающие рекуперацию со ступенчатым подводом и возвратно-поступательным движением жидкости;

на фиг. 12 - схема системы, показанной на фиг. 11, функционирующая в режиме заправки для подачи газа под различным давлением в различные камеры/ёмкости;

на фиг. 13 - схема системы, показанной на фиг. 11, в полностью заполненном состоянии;

на фиг. 14 - схема системы, показанной на фиг. 11, в которой одна из камер/ёмкостей служит вместилищем для рабочей жидкости гидросистемы, используемой компонентами ветрогенератора;

на фиг. 15 - схема системы, показанной на фиг. 11, содержащей рабочую жидкость гидросистемы в одной из камер/ёмкостей с внутренним поршнем в полностью перемещённом положении;

на фиг. 16 - схема системы, показанной на фиг. 11, в которой одна из камер/ёмкостей служит вместилищем для рабочей жидкости гидросистемы, используемой компонентами ветрогенератора, тогда как во второй камере/ёмкости содержащаяся в ней рабочая жидкость гидросистемы совершает возвратно-поступательные движения для приведения в действие компонентов ветрогенератора;

на фиг. 17 - схема системы, показанной на фиг. 16, где различные внутренние поршни в камерах/ёмкостях переведены в максимальное положение;

на фиг. 18 - схема системы, показанной на фиг. 11, где камера низкого давления и камера среднего давления пополнены газом из камеры высокого давления с выходом на требуемые значения давления;

на фиг. 19 - схема второй системы согласно еще одному из примеров осуществления настоящего изобретения, включающая в себя различные компоненты и дополнительные подсистемы и устройства ветрогенератора, обеспечивающие рекуперацию со ступенчатым подводом и возвратно-поступательным движением жидкости;

на фиг. 20 - схема системы, показанной на фиг. 19, которая функционирует с одной из множества ёмкостей для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и с одной из множества ёмкостей для газа среднего давления и расширительным устройством в режиме заправки, в котором рабочая жидкость гидросистемы под повышенным давлением из линии передачи с распределением мощности может быть использована для заполнения сжатым газом одной или более ёмкости для газа среднего давления таким образом, чтобы давление в этой ёмкости было доведено до требуемого среднего значения;

на фиг. 21 - схема системы, показанной на фиг. 19, где одна из множества ёмкостей для газа полностью заполнена газом под средним давлением, а одна из множества ёмкостей для рабочей жидкости гидросистемы/ёмкостей низкого давления и расширительная камера полностью заполнены рабочей жидкостью гидросистемы;

на фиг. 22 - схема системы, показанной на фиг. 19, где рабочая жидкость гидросистемы из одной ёмкости для рабочей жидкости гидросистемы/ёмкости низкого давления всасывается обратно в гидравлический бак по линии передачи;

на фиг. 23 - схема системы, показанной на фиг. 19, дополнительно иллюстрирующая режим работы, в котором рабочая жидкость гидросистемы из одной ёмкости для рабочей жидкости гидросистемы/ёмкости низкого давления всасывается обратно в гидравлический бак по линии передачи;

на фиг. 24 - схема системы, показанной на фиг. 19, где несколько из множества ёмкостей для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления полностью заполнены газом с выходом на требуемое значение давления, а одна из ёмкостей для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления заполнена газом частично;

на фиг. 25 - схема системы, показанной на фиг. 19, где каждая из ёмкостей для газа среднего давления может быть полностью заполнена газом под средним давлением, каждая из ёмкостей для рабочей жидкости гидросистемы/ёмкостей низкого давления может быть полностью заполнена газом под относительно низким давлением, а одна из ёмкостей для рабочей жидкости гидросистемы/ёмкостей низкого давления и расширительная камера могут быть полностью заполнены рабочей жидкостью гидросистемы;

на фиг. 26 - схема системы, показанной на фиг. 19, иллюстрирующая режим работы, аналогичный представленному на фиг. 25, но где дополнительно показана возможность заполнения газовой камеры повышенного давления газом, сжимаемым компрессором;

на фиг. 27 - схема системы, показанной на фиг. 19, где рабочая жидкость гидросистемы под относительно высоким давлением используется для приведения в действие двигателя, соединённого с генератором;

на фиг. 28 - схема системы, показанной на фиг. 19, где рабочая жидкость гидросистемы из ёмкости

для рабочей жидкости гидросистемы/низкого давления полностью отведена в двигатель;

на фиг. 29 - схема системы, показанной на фиг. 19, где давление газа, находящегося в ёмкости для газа среднего давления, может быть восстановлено до требуемого значения с использованием газа из камеры повышенного давления;

на фиг. 30 - схема системы, показанной на фиг. 19, где рабочая жидкость гидросистемы из бака может поступать в охлаждающую камеру по первой линии передачи, а из охлаждающей камеры она может возвращаться в бак по второй линии передачи;

на фиг. 31 - схема системы, показанной на фиг. 19, где удержанный в охлаждающем устройстве газ может быть передан по линии передачи из указанного устройства в компрессор;

на фиг. 32 - схема системы, показанной на фиг. 19, функционирующая в режиме, аналогичном представленному на фиг. 31, и дополнительно иллюстрирующая подсистему, которая может быть использована вместе с указанной системой.

Подробное раскрытие изобретения

Изобретение относится к системам и способам аккумулирования и рекуперации электроэнергии ветрогенератором. Последующее подробное описание включает в себя примеры, лишь иллюстрирующие предмет изобретения, раскрытый в настоящем документе, и ни в коем случае не претендующие на ограничительный характер. Признаки и стадии, описанные в привязке к одному или более примерам, могут быть объединены с предметом других примеров и способов, раскрытых в настоящем документе. Последующие примеры достаточны для того, чтобы специалист в данной области техники мог реализовать на практике системы и способы, раскрытые в последующем подробном описании.

Авторы настоящего изобретения, помимо прочего, пришли к выводу, что следует решить задачу, связанную с ограничением мощности, поглощаемой ротором турбины ветрогенератора, в котором частота вращения ротора превышает расчетное число оборотов (максимально допустимую частоту вращения) электрогенератора ветроэнергетической установки, такой как ветрогенератор для выработки электроэнергии. Предмет настоящего изобретения поможет найти решение этой задачи, например, за счет включения в состав ветрогенераторной системы передаточной муфты с распределением мощности. Системы и способы, раскрытые в настоящем документе, могут аккумулировать энергию в течение времени, когда частота вращения ротора турбины превышает расчетное число оборотов генератора. В периоды, когда частота вращения ротора превышает расчетное число оборотов, система может работать в режиме рекуперации. Например, в состав ветрогенератора может входить один или более двигателей, функционально связанных с генератором. Ранее аккумулированная энергия может подаваться на двигатель для повышения выработки электроэнергии в периоды работы с частотой вращения ниже расчетного уровня.

В одном из примеров ветрогенераторная система может включать в себя ротор турбины. Ротор турбины может быть снабжен одной или более лопастями, прикрепленной к ротору турбины. Лопасти могут быть выполнены с возможностью создания крутящего момента на роторе в соответствии с ветровой нагрузкой, подаваемой на лопасти. Например, лопасти могут характеризоваться аэродинамическим профилем, обеспечивающим вращение ротора турбины при воздействии ветровой нагрузки. Передаточная муфта с распределением мощности может быть функционально связана с ротором турбины посредством входного вала и с генератором посредством выходного вала. Передаточная муфта с распределением мощности может быть выполнена с возможностью передачи крутящего момента с входного вала на выходной вал с регулируемым отношением крутящих моментов. Передаточная муфта с распределением мощности может перенаправлять рабочую жидкость для гидросистемы по факту превышения пороговой мощности, крутящего момента или угловой скорости выходного вала. За счет перенаправления рабочей жидкости для гидросистемы обеспечивается возможность регулирования передаваемой генератору мощности и, соответственно, мощности, вырабатываемой генератором.

Гидравлический бак для хранения рабочей жидкости гидросистемы может быть выполнен с возможностью хранения перенаправленной рабочей жидкости гидросистемы под давлением. Ветрогенераторная система может включать в себя по меньшей мере один гидравлический двигатель. Гидравлический двигатель может содержать выходной вал, выполненный с возможностью приема рабочей жидкости гидросистемы, хранящейся под давлением, и создания вследствие этого соответствующего крутящего момента на выходном валу двигателя. С выходным валом муфты и выходным валом двигателя может быть функционально связан генератор, вырабатывающий электроэнергию при воздействии по меньшей мере одного из следующих факторов: крутящего момента, прикладываемого выходным валом муфты; крутящего момента, прикладываемого выходным валом двигателя; или и того и другого.

В одном из примеров передаточная муфта с распределением мощности включает в себя входной вал, соединенный с ротором турбины. Входной вал может вращаться под действием крутящего момента ротора. Выходной вал муфты может вращаться на вторичных оборотах. Передаточная муфта с распределением мощности может содержать кулачковое кольцо и ступицу, расположенные между входным валом и выходным валом муфты. Рабочая жидкость гидросистемы может находиться между кулачковым кольцом и ступицей. Ступица может содержать множество пазов, распределенных по окружности и выполненных с возможностью приема множества лопаток. Лопатки могут быть выполнены с возможностью перемещения, например, между отведенным положением, полностью выдвинутым положением или лю-

бым промежуточным положением. В отведенном положении входной вал вращается независимо от выходного вала. Множество лопаток выполнено с возможностью взаимодействия с рабочей жидкостью гидросистемы в одном или более выдвинутом положении и передачи крутящего момента с входного вала на выходной вал с регулируемым отношением крутящих моментов. Передаточная муфта с распределением мощности содержит впускное отверстие, выполненное с возможностью сообщения с источником подачи рабочей жидкости гидросистемы. Рабочая жидкость гидросистемы может перекачиваться из источника подачи рабочей жидкости гидросистемы в передаточную муфту с распределением мощности. Передаточная муфта с распределением мощности может содержать выпускное отверстие, имеющее замкнутую конфигурацию и, по меньшей мере, частично разомкнутую конфигурацию. Рабочая жидкость гидросистемы может выпускаться из передаточной муфты с распределением мощности через выпускное отверстие по факту подачи на выходной вал мощности, превышающей пороговое значение. Высвобожденная рабочая жидкость гидросистемы может выходить из передаточной муфты с распределением мощности и аккумулироваться под давлением.

Ветровой режим может быть нестабильным, и в одном из примеров передаточная муфта с распределением мощности может передавать генератору постоянную мощность при таком режиме за счет регулирования объема рабочей жидкости гидросистемы, перенаправляемой из передаточной муфты с распределением мощности. Например, передаточная муфта с распределением мощности может уменьшать воздействие колебаний ветра на ветрогенераторную систему. Передаточная муфта с распределением мощности может функционировать с высоким объемным КПД (коэффициентом полезного действия), что повышает эффективность выработки электроэнергии. В одном из примеров может потребоваться механическое торможение или регулировка лопастей турбины для предотвращения подачи на генератор мощности, превышающей максимально допустимое значение. За счет перенаправления рабочей жидкости гидросистемы из передаточной муфты с распределением мощности отпадает необходимость в применении механического торможения или разворачивании лопастей турбины для предотвращения превышения генератором максимально допустимой мощности.

В одном из примеров ветрогенератор может функционировать в цикле выработки электроэнергии и в цикле рекуперации. В цикле выработки электроэнергии передаточная муфта с распределением мощности может быть отрегулирована (например, программно-управляемым контроллером) таким образом, чтобы крутящий момент, по существу, в полном объеме передавался с ротора турбины генератору за счет воздействия на рабочую жидкость гидросистемы. Таким образом, генератор может преобразовывать механическую энергию в электроэнергию. Передаточная муфта с распределением мощности может перенаправлять рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением из передаточной муфты с распределением мощности, если выработка электроэнергии генератором превышает пороговое значение. Перенаправление рабочей жидкости гидросистемы способствует поддержанию вырабатываемой генератором мощности на уровне порогового значения или ниже. Рабочая жидкость гидросистемы, перенаправляемая из передаточной муфты с распределением мощности под высоким давлением, может аккумулироваться в гидравлическом баке. В цикле рекуперации рабочая жидкость гидросистемы, хранящаяся под высоким давлением, может быть направлена в гидравлический двигатель по факту выработки генератором мощности, значение которой ниже порогового. Гидравлический двигатель может быть выполнен с возможностью передачи генератору механической энергии для выработки электроэнергии. В результате генератор может функционировать с максимально допустимой выходной мощностью или с мощностью, близкой к максимально допустимой, на протяжении более длительного периода времени в течение срока своей службы. Например, ветровой режим может не способствовать работе ветрогенератора на максимальной мощности в течение всех периодов эксплуатации. Благодаря режиму рекуперации ветрогенератор может функционировать с рабочей мощностью или производительностью, близкой к максимальной.

Специалисту в данной области техники следует понимать, что мощность, подаваемая на генератор, зависит от частоты вращения ротора генератора, а также от крутящего момента, прилагаемого к ротору генератора, и электрической нагрузки генератора. Соответственно, специалисту в данной области техники должно быть понятно, что описанные в настоящем документе примеры, включающие в себя показатели электроэнергии или механической энергии, могут служить примерами соответствующей частоты вращения, мощности или крутящего момента. Например, система, выполненная с возможностью функционирования при мощности ниже порогового значения, может также служить эквивалентным примером осуществления такой же системы, выполненной с возможностью функционирования при частоте вращения ротора ниже порогового значения, соответствующей пороговой мощности для данной системы.

На фиг. 1 представлен перспективный вид в разрезе одного из примеров осуществления ветрогенератора 100. Ветрогенератор 100 может содержать ротор 102 турбины и по меньшей мере одну лопасть 104 турбины. Лопасть 104 турбины может быть соединена с ротором 102 турбины с возможностью вращения. Например, лопасть 104 турбины может иметь аэродинамический профиль с возможностью регулировки шага в зависимости от потока ветра. Ротор 102 турбины может быть соединен с гондолой 106, например, через подшипник 110. В потоке ветра гондола 106 может опираться на башню 108 в точке, расположенной достаточно высоко над поверхностью земли с тем, чтобы было обеспечено свободное

пространство для вращения лопастей 104 ротора. Гондола 106 может вмещать в себя, а в некоторых примерах поддерживать коробку 112 передач, передаточную муфту 114 с распределением мощности, генератор 116 и по меньшей мере один гидравлический двигатель 118. Лопасть 104 ротора может создавать крутящий момент при воздействии ветровой нагрузки и передавать этот крутящий момент на ротор 102 турбины. Ротор 102 турбины может передавать крутящий момент, созданный лопастью 104 турбины, на генератор 116. Электроэнергия может вырабатываться генератором 116 при приложении крутящего момента к ротору 120 генератора, инициирующего вращение ротора генератора в статоре генератора 116. Ротор 102 турбины может быть соединен с генератором 116 посредством одного или более механического сопряжения (вращающегося вала). Коробка 112 передач и передаточная муфта 114 с распределением мощности могут быть функционально связаны с одним или более механическим сопряжением, расположенным между ротором 102 турбины и генератором 116. Например, ротор турбины может включать в себя вал ротора турбины. Коробка 112 передач может включать в себя входную муфту, соединенную с валом ротора турбины, и выходную муфту. Коробка 112 передач может содержать одну или более звездочку и зубчатое колесо, которые выполнены с возможностью обеспечения вращения выходной муфты со скоростью, соответствующей относительной частоте вращения входной муфты (т.е. вала ротора турбины). Иначе говоря, коробка 112 передач может вращать выходную муфту со скоростью, которая выше, ниже или равна частоте вращения вала ротора турбины. Одно или более механическое сопряжение может дополнительно включать в себя входной вал 122 передаточной муфты 114 с распределением мощности (как показано на фиг. 3 и описано в настоящем документе). Передаточная муфта 114 с распределением мощности может перенаправлять рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением в гидравлический бак. Рабочая жидкость гидросистемы, хранящаяся под высоким давлением, может быть использована во вспомогательных целях, связанных с обеспечением мощности, в том числе, помимо прочего, для подачи рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением на гидравлический двигатель 118 с целью выработки или рекуперации электроэнергии, перекачки текучей среды, подачи охлаждающей жидкости на компоненты ветрогенератора 100 и пр.

Гидравлический двигатель 118 может быть также соединен с ротором 120 генератора для передачи повышенного крутящего момента и мощности на генератор 116. В примере, приведенном на фиг. 1, ветрогенератор 100 содержит три гидравлических двигателя 118, причем один из гидравлических двигателей 118 выполнен с возможностью функционирования с регулируемым смещением. В одном из примеров множество гидравлических двигателей 118 может быть более эффективным, чем один более габаритный гидравлический двигатель 118. Например, когда максимальная выходная мощность гидравлического двигателя 118 превышает максимальную мощность генератора 116, ход гидравлического двигателя 118 может быть уменьшен таким образом, чтобы мощность этого двигателя была меньше максимальной. При уменьшении хода некоторые гидравлические двигатели 118 демонстрируют снижение КПД. Чем больше степень уменьшения хода, тем меньший КПД демонстрирует гидравлический двигатель 118. В одном из примеров гидравлический двигатель 118 может иметь конструкцию, аналогичную передаточной муфте 114 с распределением мощности (как показано на фиг. 3 и 4 и описано в настоящем документе). Вместо перенаправления рабочей жидкости гидросистемы для уменьшения крутящего момента, передаваемого генератору 116, гидравлический двигатель 118 может создавать крутящий момент на роторе 120 генератора при подаче рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением на ступицу и лопасти гидравлического двигателя 118.

На фиг. 2 представлена схема ветрогенераторной системы согласно одному из примеров осуществления ветрогенератора 100. Ветрогенератор 100 может включать в себя ротор 102 турбины, лопасти 104 турбины, коробку 112 передач, передаточную муфту 114 с распределением мощности, генератор 116 и множество гидравлических двигателей, описанных выше в настоящем документе. Пример, приведенный на фиг. 2, дополнительно включает в себя гидравлический бак 202, ёмкость 204 для рабочей жидкости гидросистемы и контур 206 охлаждения. Если механическая мощность ротора 102 турбины превышает максимальную мощность генератора 116, передаточная муфта 114 с распределением мощности может отсасывать рабочую жидкость гидросистемы из ёмкости 204 в передаточную муфту 114 с распределением мощности и перенаправлять рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением в гидравлический бак 202. Передаточная муфта 114 с распределением мощности может содержать впускное отверстие и выпускное отверстие (как показано на фиг. 3 и описано в настоящем документе). Впускное отверстие может быть связано с ёмкостью 204 для передачи рабочей жидкости гидросистемы из ёмкости 204 в передаточную муфту 114 с распределением мощности. Передаточная муфта 114 с распределением мощности может быть соединена с гидравлическим баком 202 посредством гидравлического трубопровода 208 бака. Рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением может храниться под высоким давлением в гидравлическом баке 202. Например, рабочей жидкостью высокого давления гидросистемы может служить рабочая жидкость гидросистемы под давлением, например, помимо прочего, 20, 100, 300, 500 бар или иным давлением. В гидравлическом трубопроводе 208 бака может быть предусмотрен по меньшей мере один отсечный клапан 210, расположенный вдоль гидравлического трубопровода бака между передаточной муфтой 114 с распределением мощности и гидравлическим баком 202. Передача рабочей жидкости гидросистемы из передаточной муфты 114 с распределением мощности и гидравлического бака может быть пре-

рвана или остановлена при переведении отсечного клапана 210 в закрытое положение. Закрытие отсечного клапана 210 может предотвратить переток рабочей жидкости гидросистемы в обратном направлении из гидравлического бака 202 в передаточную муфту 114 с распределением мощности.

В одном из примеров ветрогенераторная система 100 содержит по меньшей мере один гидравлический трубопровод 214 рекуперации, связывающий между собой гидравлический бак 202 и по меньшей мере один гидравлический двигатель 118. Например, гидравлический трубопровод 214 рекуперации может быть соединен с гидравлическим трубопроводом 208 бака между гидравлическим баком 202 и отсечным клапаном 210, как это показано на фиг. 2. В режиме рекуперации ветрогенератор 100 может направлять рабочую жидкость гидросистемы из гидравлического бака 202 на один или более гидравлический двигатель 118 по гидравлическому трубопроводу 214 рекуперации. Гидравлический трубопровод 214 рекуперации может содержать один или более клапан 212 контура рекуперации. В открытом положении клапана 212 контура рекуперации рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением может поступать через него из гидравлического бака по меньшей мере на один гидравлический двигатель 118. При прохождении рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением через гидравлический двигатель 118 ротору 120 генератора может передаваться крутящий момент.

В одном из примеров рабочая жидкость гидросистемы может представлять собой, помимо прочего, воду, водно-гликолевую смесь, гидравлическое масло и пр. В качестве текучей среды для передачи крутящего момента с входного вала на выходной вал в линии передачи с распределением мощности может использоваться вода, что дает экономию затрат в сравнении с более дорогими текучими средами. Муфты, фитинги, шланги, трубопроводы и прочие элементы подобного рода могут допускать протечки рабочей жидкости гидросистемы в нормальном режиме работы. Использование воды в качестве рабочей жидкости гидросистемы представляет собой решение, безвредное для окружающей среды. В одном из примеров в воду может добавляться гликоль или этиленгликоль для получения водно-гликолевой смеси. Например, водно-гликолевая смесь может характеризоваться более низкой температурой застывания и более высокой температурой начала кипения в сравнении с водой без примесей.

В примере, приведенном на фиг. 2, ёмкость 204 может представлять собой бак для хранения рабочей жидкости гидросистемы, в котором эта жидкость содержится под низким давлением, таким как атмосферное давление. В одном из примеров ёмкость 204 может представлять собой большой водный объект, такой как океан, озеро, река, поддон, бак и т.п. Например, большим водным объектом может являться водоём, образующийся естественным путем. Ёмкость может обеспечивать подачу рабочей жидкости гидросистемы на охлаждение различных компонентов ветрогенератора 100 или хранение рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением, создаваемым передаточной муфтой 114 с распределением мощности. В одном из примеров, когда рабочая жидкость гидросистемы из ёмкости 204 не передается на хранение под высоким давлением, она может возвращаться в ёмкость 204. Например, рабочая жидкость гидросистемы может возвращаться в ёмкость 204 в тех случаях, когда она циркулирует в контуре охлаждения (описан ниже).

Гидравлический бак 202 может быть выполнен с возможностью хранения рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением в течение длительного периода времени. Например, в гидравлическом баке 202 может поддерживаться давление до 350 бар в течение многих часов, дней, недель или даже месяцев. В примере, приведенном на фиг. 2, гидравлический бак 202 представляет собой гидравлический аккумулятор. Этот аккумулятор может заполняться газом или жидкостью, например, газообразным или жидким азотом, для повышения давления хранения в аккумуляторе. В одном из примеров хранящаяся рабочая жидкость гидросистемы может обеспечивать до 1 МВт мощности или больше.

Контур 206 охлаждения может обеспечивать циркуляцию рабочей жидкости гидросистемы (например, из ёмкости 204) в трубопроводе. В примере, приведенном на фиг. 2, по контуру 206 охлаждения может циркулировать рабочая жидкость гидросистемы, перенаправленная с помощью передаточной муфты 114 с распределением мощности. Контур 206 охлаждения может отводить тепло от компонентов ветрогенератора, в том числе, помимо прочего, от коробки 112 передач, передаточной муфты 114 с распределением мощности, генератора 116 или иных компонентов. Например, контур 206 охлаждения может включать в себя один или более теплообменник, отводящий тепло от компонентов ветрогенератора. В одном из примеров рабочей жидкостью гидросистемы, используемой в качестве источника охлаждения силового агрегата ветрогенератора, может служить вода. В одном из примеров рабочая жидкость гидросистемы, возбуждающая гидравлический двигатель 118, может пройти по контуру 206 охлаждения перед тем, как вернуться в ёмкость 204. В необязательном варианте в воду могут быть добавлены антипирены (например, пенообразующие вещества) для снижения риска возгорания рабочей жидкости гидросистемы. В одном из примеров рабочая жидкость гидросистемы может представлять собой водно-гликолевую смесь с хорошими огнестойкими свойствами. Рабочая жидкость гидросистемы может снизить риск повреждения генератора 116 и его возгорания; соответственно, генератор 116 может работать с расчетной мощностью. В одном из примеров рабочая жидкость гидросистемы (например, водно-гликолевая смесь) может быть использована для тушения возгораний. Например, контур 206 охлаждения может содержать форсунки пожаротушения, выпускающие рабочую жидкость гидросистемы для тушения огня.

На фиг. 3 представлен перспективный вид одного из примеров осуществления передаточной муфты 114 с распределением мощности. Как было указано выше, передаточная муфта 114 с распределением мощности может содержать входной вал 302 и выходной вал 304. Крутящий момент, прикладываемый к выходному валу 304, может регулироваться в зависимости от регулируемой относительной частоты вращения входного вала 302. В одном из примеров крутящий момент выходного вала 304 может быть уменьшен в соответствии с регулируемым коэффициентом преобразования крутящего момента передаточной муфтой 114 с распределением мощности. Вытеснение рабочей жидкости гидросистемы через выпускное отверстие 306 передаточной муфты 114 с распределением мощности может уменьшить регулируемый коэффициент преобразования крутящего момента (т.е. уменьшить крутящий момент на выходном валу 304 в сравнении с крутящим моментом на входном валу 302). На входном валу 302 может быть жестко закреплена ступица (показана на фиг. 4 и описана в настоящем документе). Ступица выполнена с возможностью вращения в пределах кулачкового кольца 308. В одном из примеров кулачковое кольцо 308 может быть жестко соединено с выходным валом 304. Передаточная муфта 114 с распределением мощности может функционировать в режиме сквозного привода и в режиме распределения мощности. В режиме сквозного привода ступица и кулачковое кольцо вращаются, по существу, с фиксированным соотношением 1:1 крутящих моментов (т.е. крутящий момент на выходе, по существу, равен крутящему моменту на входе). В режиме распределения мощности передаточная муфта 114 с распределением мощности может уменьшить избыточную мощность, подаваемую на генератор, или ударную нагрузку, воздействующую на генератор. Например, регулируемый коэффициент преобразования крутящего момента передаточной муфтой 114 с распределением мощности может быть отрегулирован таким образом, чтобы крутящий момент выходного вала 304 был постоянным в тех случаях, когда возможны колебания крутящего момента, прикладываемого к входному валу 302. В одном из примеров передаточная муфта 114 с распределением мощности может характеризоваться наличием корпуса. В этом корпусе может располагаться кулачковое кольцо 308 и ступица 402. В полость между корпусом и кулачковым кольцом 308, входным валом 302, выходным валом 304 или иными компонентами может подаваться рабочая жидкость гидросистемы для смазки или охлаждения.

На фиг. 4 приведен один из примеров вида в поперечном разрезе передаточной муфты 114 с распределением мощности, расположенной перпендикулярно входному валу 302 и отцентрированной относительно ступицы 402. Кулачковое кольцо 308 содержит выпускное отверстие 404, выпускное отверстие 306 и поверхность 408 кулачкового кольца. Поверхность 408 кулачкового кольца может иметь эллиптическую форму. Впускное отверстие 404 может отходить от наружного участка кулачкового кольца 308 и разделяться по меньшей мере на два канала, уходящие в противоположные квадранты поверхности 408 кулачкового кольца в примере, приведенном на фиг. 4. Выпускное отверстие 306 может отходить от наружного участка кулачкового кольца 308 и разделяться по меньшей мере на два канала, уходящие в противоположные квадранты поверхности 408 кулачкового кольца и примыкающие к квадрантам впускного отверстия. Впускное отверстие 404 и выпускное отверстие 306 могут заканчиваться на поверхности 408 кулачкового кольца, образуя одно или более сквозные отверстия в поверхности 408 кулачкового кольца. В примере, приведенном на фиг. 4, эллиптическая форма кулачкового кольца 308 может быть симметричной. Симметрия кулачкового кольца 308 может обеспечивать баланс сил, действующих на подшипники передаточной муфты 114 с распределением мощности, например, на подшипники, на которые опирается входной вал 302 и выходной вал 304. Уравновешивание сил может продлить срок службы передаточной муфты 114 с распределением мощности за счет уменьшения механической нагрузки и усталости.

Ступица 402 может располагаться по осевой линии поверхности 408 кулачкового кольца. Как показано на фиг. 4, ступица 402 может характеризоваться круглой формой с размерами, позволяющими вписать ее в эллиптическую форму поверхности 408 кулачкового кольца. Например, ступица 402 может иметь размеры, обеспечивающие ее посадку с гарантированным зазором относительно поверхности 408 кулачкового кольца, например, точную свободную посадку, позволяющую ступице 402 вращаться в пределах кулачкового кольца 308 с минимальным зазором. Ступица 402 может содержать множество распределенных по окружности пазов 410, отходящих радиально наружу от осевой линии ступицы 402. Форма и размеры каждого паза 410 позволяют удерживать в нем лопатку. Внутренний участок паза 410 может содержать сигнальный канал, сообщающийся с текучей средой высокого давления.

Как видно из примера, приведенного на фиг. 4, в пазе 410 может располагаться лопатка 406. Лопатки могут отходить радиально наружу от осевой линии ступицы 402 при подаче текучей среды высокого давления на основание 414 лопатки по сигнальному каналу. В одном из примеров текучей средой высокого давления может служить рабочая жидкость гидросистемы. Законцовка 412 лопатки 406 может контактировать с поверхностью 408 кулачкового кольца в полностью выдвинутом положении. Каждая лопатка 406 может выдвигаться и отводиться на протяжении всего цикла вращения ступицы 402. Например, законцовка 412 может располагаться, по существу, заподлицо с наружной поверхностью 416 ступицы 402 в первом положении ступицы 402, а затем переходить в частично выдвинутое положение или полностью выдвинутое положение по мере проворачивания ступицы 402 от начала первого квадранта до начала второго квадранта. В отведенном положении входной вал 302 может вращаться независимо от выходного вала 304.

В одном из примеров законцовка 412 может представлять собой роликовый подшипник (называемый в настоящем документе роликовой лопаткой). Роликовая лопатка может уменьшать трение между лопаткой 406 и поверхностью 408 кулачкового кольца, и она может быть использована в крупногабаритной передаточной муфте 114 с распределением мощности (например, на 200 кВт или больше). В тех случаях, когда рабочая жидкость гидросистемы представляет собой экологически чистую или негорючую жидкость (такую как водно-гликолевая смесь), роликовая лопатка может быть использована для уменьшения трения между лопаткой 406 и кулачковым кольцом 308. Лопатка 406 может содержать покрытие для уменьшения трения, повышения коррозионной устойчивости или уменьшения износа. Например, лопатка 406 может быть снабжена алмазно-углеродным покрытием или покрытием из алмазного порошка, повышающим коррозионную устойчивость лопатки 406. Покрытие может быть выбрано из широкого спектра покрытий, уменьшающих трение при использовании определенной рабочей жидкости гидросистемы в передаточной муфте 114 с распределением мощности. Покрытие из алмазного порошка может снижать скорость коррозии с тех случаях, когда в передаточной муфте 114 с распределением мощности используется водно-гликолевая смесь.

Как было указано выше, передаточная муфта 114 с распределением мощности может функционировать в режиме сквозного привода и в режиме распределения мощности. В режиме сквозного привода входной вал 302 и выходной вал 304 могут характеризоваться регулируемым соотношением крутящих моментов, равным 1:1. Например, входной вал 302 и выходной вал 304 могут вращаться вместе (т.е. с одинаковой угловой скоростью). В рабочей жидкости гидросистемы, находящейся между ступицей 402 и кулачковым кольцом 308, передаточная муфта 114 с распределением мощности может создавать избыточное давление. Например, когда лопатка 406 выдвинута, она может прикладывать давление к рабочей жидкости гидросистемы. Крутящий момент передается со ступицы 402 на кулачковое кольцо 308 сжатой рабочей жидкостью гидросистемы на кулачковом кольце 308. Выпускное отверстие 306 может быть перекрыто (т.е. заблокировано). При захвате рабочей жидкости гидросистемы передаточной муфтой 114 с распределением мощности крутящий момент со ступицы 402 может, по существу, полностью передаваться на кулачковое кольцо 308. Крутящий момент, прикладываемый к генератору 116, может быть, по существу, равен крутящему моменту на входном валу 302. Передаточная муфта 114 с распределением мощности может функционировать в режиме сквозного привода в тех случаях, когда подаваемая на входной вал 302 мощность ниже расчетной мощности генератора 116 (например, при малых оборотах ротора турбины). КПД ветрогенератора 100 может быть максимально увеличен за счет функционирования передаточной муфты 114 с распределением мощности в режиме сквозного привода, когда мощность ротора турбины ниже расчетной мощности генератора 116 (например, при малой скорости ветра).

В режиме распределения мощности выпускное отверстие 306 может быть полностью или частично открыто. Через это выпускное отверстие 306 рабочая жидкость гидросистемы может выходить из передаточной муфты 114 с распределением мощности. В результате возбуждения (перенаправления) рабочей жидкости гидросистемы может быть уменьшено давление рабочей жидкости гидросистемы между ступицей 402 и кулачковым кольцом 308. Соответственно, крутящий момент с входного вала 302 может передаваться на выходной вал 304 не полностью. В одном из примеров при проворачивании ступицы 402 в пределах кулачкового кольца 308 объем между лопатками 406 во входных квадрантах кулачкового кольца 308 увеличивается. При проворачивании ступицы 402 в пределах кулачкового кольца 308 объем между лопатками 406 в выходных квадрантах кулачкового кольца 308 уменьшается. Расширение объема во входных квадрантах обуславливает всасывание рабочей жидкости гидросистемы в передаточную муфту 114 с распределением мощности. Например, расширение объема может создавать отрицательное давление, которое засасывает рабочую жидкость гидросистемы в передаточную муфту 114 с распределением мощности. Уменьшение объема в выходных квадрантах может повышать давление рабочей жидкости гидросистемы, например, за счет ее сжатия. Часть рабочей жидкости гидросистемы в выходном квадранте может перенаправляться через выпускное отверстие 306, если мощность, передаваемая с входного вала 302 на выходной вал 304, превышает пороговый уровень (например, максимально допустимую мощность генератора). Перенаправленная рабочая жидкость гидросистемы может содержаться под высоким давлением (например, под давлением, при котором рабочая жидкость гидросистемы выходит из передаточной муфты 114 с распределением мощности) и храниться в гидравлическом баке 202. Иначе говоря, рабочей жидкостью гидросистемы, возбуждающей передаточную муфту 114 с распределением мощности, может являться рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением.

Регулируемый коэффициент преобразования крутящего момента передаточной муфтой 114 с распределением мощности может регулироваться для обеспечения требуемых условий на выходном валу, в том числе, помимо прочего, крутящего момента, мощности, частоты вращения или иных параметров на выходном валу. Разница между крутящим моментом на входном валу 302 и крутящим моментом на выходном валу 304 пропорциональна объему рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением, перенаправляемой с передаточной муфты 114 с распределением мощности. Например, выпускное отверстие 306 может содержать регулируемый клапан. Проходное сечение этого клапана может регулироваться для увеличения или уменьшения расхода текущей среды, протекающей через выпускное отверстие 306. Увеличение расхода рабочей жидкости гидросистемы через выпускное отверстие 306 может умень-

шить величину крутящего момента, передаваемого с входного вала 302 на выходной вал 304. В одном из примеров для обеспечения требуемых условий на выходном валу может регулироваться степень выдвижения лопатки 406. Положение законцовки 412 лопатки 406 может быть отрегулировано таким образом, чтобы она располагалась заподлицо с наружной поверхностью 416 ступицы 402, контактировала с кулачковым кольцом 308 или была переведена в какое-либо иное промежуточное положение. Регулируемый коэффициент преобразования крутящего момента может регулироваться любым числом механических или электромеханических устройств, в том числе, помимо прочего, электродвигателем, серводвигателем, клапаном регулирования расхода, механическим сопряжением, гидравлическим двигателем, гидросистемой, пневматическим двигателем, пневмосистемой или иным устройством подобного рода. В одном из примеров регулируемый коэффициент преобразования крутящего момента может регулироваться компьютером, связанным с электромеханическим устройством.

В одном из примеров аккумулярированная рабочая жидкость гидросистемы может подаваться под высоким давлением в гидравлический двигатель 118 для повышения мощности, вырабатываемой генератором 116. Например, когда подаваемая на ротор 120 генератора мощность ниже максимальной номинальной мощности генератора 116, гидравлический двигатель 118 может подавать на генератор 116 дополнительную мощность. В одном из примеров уменьшение мощности, подаваемой на ротор 120 генератора, может предотвратить повреждение генератора 116 или предотвратить подачу избыточной мощности в электрическую сеть и, соответственно, нежелательное повышение частоты электрического тока в сети. В режиме распределения мощности вырабатываемая ротором 102 турбины мощность не расходуется напрасно за счет уменьшения мощности, передаваемой генератором 116. Вместо этого избыток мощности аккумулярируется в виде текучей среды под высоким давлением, которая может быть использована в другое время или в ином месте, например, для подачи дополнительной мощности на генератор 116 при малой скорости ветра или для подачи дополнительной мощности на другой ветрогенератор, работающий с производительностью ниже максимальной. В одном из примеров передаточная муфта 114 с распределением мощности может сглаживать крутящий момент и/или мощность, передаваемую с входного вала 302 на выходной вал 304. Например, передаточная муфта 114 с распределением мощности может преобразовывать неустойчивый крутящий момент на входном валу в постоянный крутящий момент на выходном валу. В одном из примеров энергетический КПД передаточной муфты 114 с распределением мощности может составлять 90% или больше. Для сравнения энергетический КПД поршневого насоса составляет всего 70%. Передаточная муфта 114 с распределением мощности может функционировать с нагрузочной способностью по мощности свыше одного мегаватта, например, два мегаватта, три мегаватта или больше.

На фиг. 5 приведен пример графика, иллюстрирующего выходную мощность генератора 116 ветрогенератора 100. На кривой 500 мощности отложена величина мощности, вырабатываемой генератором 116. Номинальная мощность 502 представляет собой максимальную мощность, которую может безопасно вырабатывать генератор (например, один мегаватт для проиллюстрированного примера осуществления генератора 116). По горизонтальной оси на графике отложена скорость 504 ветра (т.е. ветровая нагрузка, которой подвергается ветрогенератор 100). По мере возрастания скорости 504 ветра может возрастать величина мощности 506 (отложенная по вертикальной оси), вырабатываемой генератором 116. Например, по мере возрастания скорости 504 ветра мощность 506 может возрастать в третьей степени. Как было указано выше, скорость ветра может преобразовываться в крутящий момент лопастями 104 турбины и передаваться на генератор 116 через один или более узлов, такой как ротор 102 турбины, коробка 112 передач или передаточная муфта 114 с распределением мощности. В тех случаях, когда скорость ветра достаточна для выработки мощности 506, превышающей номинальную мощность 502, может быть скорректирован шаг действующих лопастей турбины или может быть применено механическое торможение вдоль механического сопряжения между ротором 102 и генератором 116 с целью недопущения перегрузки генератора 116 по мощности. Соответственно, любая мощность, превышающая номинальную мощность 502 (избыточная мощность 508), остается не поглощенной (не израсходованной).

Мощность, превышающая номинальную мощность 502 (т.е. избыточная мощность 508), может поглощаться за счет включения в состав ветрогенератора 100 передаточной муфты 114 с распределением мощности. Ротор 102 турбины может вращаться на повышенных оборотах в сравнении с существующими ветрогенераторами. Перенаправление мощности на рабочую жидкость гидросистемы предотвращает нарастание избыточной мощности и возможное повреждение генератора 116. Избыточная мощность 508 может аккумулярироваться в виде рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением и использоваться для рекуперации 510. В тех случаях, когда скорость 504 ветра мала, а вырабатываемая генератором мощность ниже номинальной мощности 502, ветрогенератор 100 может перейти в режим рекуперации 510. В режиме рекуперации 510 аккумулярированная энергия рабочей жидкости высокого давления может подаваться на гидравлический двигатель 118 для передачи крутящего момента на ротор 120 генератора. Рекуперация 510 обеспечивает генерирование дополнительной мощности в тех случаях, когда скорость 504 ветра слишком мала для генерирования номинальной мощности 502.

В одном из примеров рекуперация 510 может повысить общий КПД ветрогенератора 100. Например, ветрогенератор может функционировать при номинальной мощности 502 на протяжении более дли-

тельного периода времени в течение срока своей службы. Соответственно, рекуперация 510 повышает эффективность использования полей ветротурбин. В одном из примеров рекуперация 510 обеспечивает генерирование постоянной величины мощности 506. Например, передаточная муфта 114 с распределением мощности может сглаживать колебания в выработке электроэнергии вследствие кратковременных изменений ветровой нагрузки. В одном из примеров избыточная мощность 508 (т.е. дополнительная мощность) может быть использована в иных целях, для достижения которых используется гидравлическая энергия.

На фиг. 6 представлена схема одного из примеров реализации способа 600 управления ветрогенератором 100, включающим в себя передаточную муфту 114 с распределением мощности. Способ 600 включает в себя режим выработки электроэнергии и режим рекуперации. На стадии 602 способ 600 предусматривает регулирование передаточной муфты 114 с распределением мощности с целью обеспечения возможности передачи крутящего момента, по существу, в полном объеме с ротора 102 турбины на генератор 116 за счет воздействия на рабочую жидкость гидросистемы; при этом генератор 116 преобразует механическую энергию в электрическую. В одном из примеров воздействие на рабочую жидкость гидросистемы предусматривает функционирование передаточной муфты 114 с распределением мощности в режиме сквозного привода или режиме распределения мощности, как это было описано выше в настоящем документе. В одном из примеров воздействие на рабочую жидкость гидросистемы предусматривает оказание давления на рабочую жидкость гидросистемы путем прикладывания крутящего момента к входному валу 302 и получения рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением.

На стадии 604 способ 600 дополнительно предусматривает перенаправление рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением из передаточной муфты 114 с распределением мощности, если электроэнергия, вырабатываемая генератором 116, превышает заданное пороговое значение, что делается для поддержания значения электроэнергии, вырабатываемой генератором 116, на пороговом уровне или ниже этого уровня. В одном из примеров пороговой мощностью может служить, помимо прочего, номинальная мощность 502.

На стадии 606 рабочая жидкость гидросистемы, перенаправляемая из передаточной муфты 114 с распределением мощности под высоким давлением, может аккумулироваться в гидравлическом баке 202. На стадии 608 рабочая жидкость гидросистемы, аккумулированная под высоким давлением, может подаваться на гидравлический двигатель 118 при величине вырабатываемой генератором 116 электроэнергии ниже порогового уровня. Гидравлический двигатель 118 может быть функционально связан с генератором 116 и выполнен с возможностью передачи механической энергии на генератор 116 для выработки электроэнергии. Например, гидравлический двигатель 118 может содержать выходной вал, соединенный с ротором 120 генератора.

На фиг. 7 представлена схема устройства одного из примеров осуществления ветрогенератора 100, содержащего по меньшей мере один гидравлический бак 202, камеру 702 высокого давления и вспомогательный источник 704 давления. Как показано на фиг. 7, ветрогенератор 100 может содержать два гидравлических бака 202. В одном из примеров рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением может перенаправляться из передаточной муфты 114 с распределением мощности в каждый из гидравлических баков 202. Один из гидравлических баков 202 может быть заполнен или опрессован, тогда как другой гидравлический бак 292 может высвобождать рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением (например, для рекуперации 510). В одном из примеров каждый гидравлический бак 202 может одновременно заполняться или высвобождать рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением. В одном из примеров каждый гидравлический бак 202 может функционировать независимо от другого. Например, каждый гидравлический бак 202 может находиться в состоянии заполнения, заправки (опрессовки), аккумуляирования или высвобождения рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением.

В гидравлический бак 202 может закачиваться сжатый газ для поддержания или повышения давления рабочей жидкости высокого давления. Например, рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением может аккумулироваться под давлением 20, 100, 300 бар или под иным давлением, превышающим атмосферное. В одном из примеров гидравлический бак может продуваться со сбросом давления до уровня атмосферного, а затем наполняться рабочей жидкостью гидросистемы из ёмкости 204. Избыточное давление рабочей жидкости гидросистемы может создаваться с помощью сжатого газа.

Камера 702 высокого давления и вспомогательный источник 704 давления могут аккумулировать сжатый газ (газ высокого давления), такой как воздух или азот. Сжатый газ может находиться под давлением, превышающим атмосферное. В одном из примеров сжатый газ может находиться под давлением 100, 200, 300 бар или выше. Избыточное давление сжатого газа может создаваться компрессором 706. Компрессор 706 может представлять собой поршневой компрессор, ротационный винтовой компрессор, центробежный компрессор или иной компрессор подобного рода. В одном из примеров компрессор 706 может запитываться рабочей жидкостью гидросистемы под высоким давлением. Например, рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением, возбуждающая передаточную муфту 114 с распределением мощности, может перенаправляться на гидравлический двигатель 708 компрессора. Гидравлический двигатель 708 компрессора может обеспечивать механическую энергию для приведения в действие компрессора 706. В одном из примеров компрессор 706 может запитываться электродвигателем 708.

В одном из примеров первый гидравлический бак 202 может быть продут со сбросом давления до уровня атмосферного через выпускной клапан 712. Рабочая жидкость гидросистемы (например, водно-гликолевая смесь) может заполнить собой первый гидравлический бак 202, пройдя по трубопроводу, соединяющему между собой ёмкость 204 и первый гидравлический бак 202. В первый гидравлический бак 202 может быть подан сжатый газ из камеры 702 высокого давления. Сжатый газ может повысить давление рабочей жидкости гидросистемы, находящейся в первом гидравлическом баке 202 (т.е. создать избыточное давление рабочей жидкости гидросистемы). Второй гидравлический бак 202 может содержать смесь из рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением (рабочей жидкости гидросистемы, имеющей избыточное давление) и сжатого газа. Рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением может высвободиться из второго гидравлического бака 202 и передаваться на один или более гидравлический двигатель 118 для рекуперации 510. В тех случаях, когда второй гидравлический бак высвобождает рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением, камера 702 высокого давления может подавать сжатый газ для поддержания высокого давления рабочей жидкости гидросистемы во втором гидравлическом баке 202. Когда первый гидравлический бак 202 будет заполнен, выпускной клапан 712 может быть закрыт, и в первый гидравлический бак 202 может быть подан сжатый газ. Сжатый газ может создавать избыточное давление рабочей жидкости гидросистемы в первом гидравлическом баке 202. Первый и второй гидравлические баки 202 могут высвобождать рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением для рекуперации 510 или в иных рабочих целях. Камера 702 высокого давления может подавать сжатый газ в первый и второй гидравлические баки 202 для поддержания высокого давления рабочей жидкости гидросистемы в каждом гидравлическом баке 202. Когда объем рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением во втором гидравлическом баке 202 будет исчерпан, выпускной клапан 712 может открыть второй гидравлический бак 202, приводя давление в нем к атмосферному. После этого во второй гидравлический бак 202 может быть подана рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением из ёмкости 204. Во время заполнения второго гидравлического бака 202 первый гидравлический бак 202 может высвобождать рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением. Когда второй гидравлический бак 202 будет заполнен рабочей жидкостью гидросистемы, во второй гидравлический бак 202 может быть подан сжатый газ для создания избыточного давления в рабочей жидкости гидросистемы. Во время работы ветрогенератора 100 этот цикл, приведенный в качестве примера, может повторяться.

Вспомогательный источник 704 давления может представлять собой, помимо прочего, ёмкость для хранения вспомогательного сжатого газа. В одном из примеров избыточное давление вспомогательного сжатого газа может создаваться источником геотермальной или приливной энергии. Например, вспомогательная турбина может запитываться паром, поступающим из источника геотермальной энергии, или давлением приливного течения. Вспомогательная турбина может быть соединена с компрессором, таким как компрессор 706 или иной компрессор. Вспомогательный источник 704 давления может быть соединен с камерой 702 высокого давления для подачи сжатого газа в камеру 702 высокого давления. Вспомогательный источник 704 давления может повышать КПД ветрогенератора 100 за счет использования альтернативных источников энергоснабжения для создания избыточного давления сжатого газа и рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением. В одном из примеров вспомогательный источник 704 давления может располагаться под землей для повышения безопасности хранения сжатого газа высокого давления.

В одном из примеров ветрогенератор 100 может содержать камеру 714 нагнетания. В камеру 714 нагнетания может выпускаться сжатый газ, оставшийся в гидравлическом баке 202 после выхода из него всей рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением. Газ в камере 714 нагнетания может содержаться под давлением, лежащим в пределах от атмосферного давления до давления газа в камере 702 высокого давления. В одном из примеров газ в камере 714 нагнетания может дополнительно сжиматься компрессором 706 и подаваться обратно в камеру 702 высокого давления.

На фиг. 8 представлена схема устройства одного из примеров осуществления ветрогенератора 800, в котором предусмотрен термодинамический цикл обращения жидкого азота для сжатия рабочей жидкости гидросистемы. В примере, приведенном на фиг. 8, ветрогенератор 800 может содержать конденсатор 802; камеру 804 для хранения жидкости; по меньшей мере один гидравлический насос 806; один или более накопитель 808; и дроссельный клапан 810; причем все эти элементы соединены последовательно, образуя контур. Рабочая жидкость гидросистемы может перенаправляться из передаточной муфты 114 с распределением мощности в один или более накопитель 808. В один или более накопитель 808 может также подаваться жидкий азот. Жидкий азот может подаваться в накопитель 808 под давлением, превышающим атмосферное, и при температуре ниже точки начала кипения жидкого азота. В накопителе 808 температура жидкого азота может повышаться, и жидкий азот может испаряться с переходом в газовую фазу. В одном из примеров в накопителе 808 может циркулировать рабочая жидкость гидросистемы из ёмкости 204, отдавая тепло накопителю 808 и, соответственно, жидкому азоту, облегчая его фазовый переход. В одном из примеров жидкому азоту в накопителе 808 может передаваться тепло от источника геотермальной энергии, например, за счет использования теплообменника. За счет расширения жидкого азота при его переходе в газообразное состояние может создаваться избыточное давление рабочей жид-

кости гидросистемы. Например, рабочей жидкости гидросистемы может передаваться энергия, высвобождаемая при фазовом переходе азота. В результате, рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением может подаваться из накопителя 808 на один или более гидравлический двигатель 118 для рекуперации 510 или в иных рабочих целях, связанных с гидравликой.

Когда объем рабочей жидкости гидросистемы в накопителе 808 будет исчерпан, из него может быть выпущен газообразный азот, который подается на дроссельный клапан 810. Как показано на фиг. 8, дроссельный клапан 810 может быть установлен на конденсаторе 802, причем выходное отверстие дроссельного клапана открывается в сторону конденсатора 802. Согласно эффекту Джоуля-Томсона в результате расширения газообразного азота на выходе из дроссельного клапана 810 газообразный азот может конденсироваться и охлаждаться (например, до 77-90°K) с переходом в жидкую фазу (например, под давлением 0,13-1 бар). Жидкий азот может содержаться под намного более низким давлением, чем газообразный азот (например, под давлением 0,13-20 бар), что понижает уровень конструктивных требований к хранению азота. Жидкий азот также занимает меньший объем в сравнении с газообразным азотом, что уменьшает объем газа, необходимый для обеспечения работы ветрогенератора 800. Насос 806 может перекачивать жидкий азот из конденсатора 802 в камеру 804 для хранения жидкости (например, под давлением 1-20 бар и при температуре 90-120°K). В камере 804 для хранения жидкости жидкий азот может содержаться до тех пор, пока он не будет использован для сжатия рабочей жидкости гидросистемы в накопителе 808. Еще один насос 806 может подавать жидкий азот из камеры для хранения жидкости в накопитель 808. В одном из примеров уменьшение объема рабочей жидкости гидросистемы может быть обусловлено циркуляцией жидкого азота, предусмотренной в ветрогенераторе 800.

На фиг. 9 приведен пример осуществления ветрогенератора 900, содержащего первый ротор 902 турбины и второй ротор 904 турбины. Первый ротор 902 турбины может быть соединен с первым концом (например, передним) гондолы 106. Как показывает пример, приведенный на фиг. 9, второй ротор 904 турбины может быть соединен со вторым концом (например, задним) гондолы 106. Ветрогенератор 900 может включать в себя коробку 112 передач, передаточную муфту 114 с распределением мощности, генератор 116, один или более гидравлический двигатель 118, ёмкость 204 и гидравлический бак 202 согласно описанию, представленному выше. Первый ротор 902 турбины может быть соединен с генератором 116 через одно или более механическое сопряжение (вращающийся вал). Коробка 112 передач и передаточная муфта 114 с распределением мощности могут быть функционально связаны с одним или более механическим сопряжением между ротором 102 турбины и генератором 116. Передаточная муфта 114 с распределением мощности может перенаправлять рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением в гидравлический бак 202. Рабочая жидкость гидросистемы, содержащаяся под высоким давлением, может быть использована во вспомогательных целях, связанных с обеспечением мощности, в том числе, помимо прочего, для подачи рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением на гидравлический двигатель 118 с целью выработки электроэнергии или рекуперации 510, для перекачивания текучей среды, для подачи охлаждающей жидкости на компоненты ветрогенератора 800 или для запитывания другого оборудования.

Второй ротор 904 турбины может обеспечивать передачу механической энергии вспомогательному гидравлическому насосу 906. Второй ротор 904 турбины может быть соединен с вспомогательным гидравлическим насосом 906 через вторую коробку 908 передач. Вторая коробка 908 передач может быть соединена с валом 910 второго ротора турбины на входе коробки 908 передач и с валом 912 вспомогательного гидравлического насоса на выходе коробки 908 передач. Коробка передач может регулировать частоту вращения и/или крутящий момент вала 912 вспомогательного гидравлического насоса относительно вала 910 второго ротора турбины. Например, частота вращения или крутящий момент вала 912 вспомогательного гидравлического насоса может находиться в определенном соотношении с аналогичным параметром вала 910 второго ротора турбины, т.е. быть выше, ниже или равной/равным частоте вращения или крутящему моменту вала 910 второго ротора турбины. Вспомогательный гидравлический насос 906 может нагнетать давление рабочей жидкости гидросистемы из ёмкости 204 и доставлять рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением в гидравлический бак 202. В одном из примеров вспомогательный гидравлический насос 906 обеспечивает возможность использования рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением для рекуперации 510 или в иных целях.

В одном из примеров первые лопасти 914 турбины могут быть короче вторых лопастей 916 турбины. Например, длина первых лопастей турбины может составлять 65 м, а длина вторых лопастей турбины может составлять 105 м. Вторые лопасти 916 турбины могут улавливать энергию ветра, не поглощенную первыми лопастями 914 турбины. Первые лопасти 914 турбины и вторые лопасти 916 турбины могут быть рассчитаны на повышенный КПД, и могут быть специально спроектированы под каждый ветрогенератор 900 и место его расположения. Длина первых лопастей 914 турбины и вторых лопастей 916 турбины может составлять, но не ограничиваться этим, 10, 30, 60, 80, 100, 120 или 140 м. Расстояние между первым ротором 902 турбины и вторым ротором 904 турбины может быть рассчитано на улавливание большего количества энергии ветрового потока. В одном из примеров включение в состав ветрогенератора второго ротора 904 турбины может повысить КПД ветрогенератора 900. Без второго ротора 904

турбины средняя выходная мощность ветрогенератора 900 может составлять около тридцати процентов от номинальной мощности. С добавлением второго ротора 904 турбины средняя выходная мощность ветрогенератора 900 может достигать до около пятидесяти процентов от номинальной мощности. Стоимость добавления к ветрогенератору 900 второго ротора 904 турбины может быть несопоставимо мала в сравнении с выигрышем в выходной мощности.

На фиг. 10 показана сеть 1000 ветрогенераторов 100, включая линии 1002 передачи давления, соединяющие между собой гидравлический двигатель 118 одного ветрогенератора 100 с источником текучей среды высокого давления другого ветрогенератора 100. Например, источником текучей среды высокого давления может служить, помимо прочего, гидравлический бак 202, камера 702 высокого давления, вспомогательный источник 704 давления, камера 714 нагнетания, конденсатор 802, камера 804 для хранения жидкости, накопитель 808 или иное устройство. В примере, приведенном на фиг. 10, предусмотрено по меньшей мере два ветрогенератора 100, каждый из которых может быть гидравлически связан по меньшей мере с одним другим ветрогенератором 100; при этом рабочая жидкость гидросистемы, перенаправляемая по меньшей мере из одного ветрогенератора 100, может аккумулироваться под высоким давлением. Рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением может передаваться на гидравлический двигатель 118 по меньшей мере одного другого ветрогенератора 100 для выработки электроэнергии.

Ветрогенератор 100 в составе сети 1000 может функционировать в различных режимах. Например, ветрогенератор 100 может вырабатывать электроэнергию, запасать энергию (например, путем аккумуляции рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением), рекуперировать электроэнергию (например, путем подачи рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением по меньшей мере на один гидравлический двигатель 118), распределять энергию (например, путем передачи аккумуляированной рабочей жидкости под высоким давлением по меньшей мере на один другой ветрогенератор 100) или выполнять указанные операции в любом сочетании. В одном из примеров генератор 116 может быть отключен от ротора 102 турбины при низких ветровых нагрузках. После этого гидравлический бак ветрогенератора 100 может быть использован для аккумуляции рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением. Аккумуляированная рабочая жидкость гидросистемы под высоким давлением (т.е. энергия) может передаваться по меньшей мере на один другой ветрогенератор 100. Другой ветрогенератор 100 может функционировать на номинальной мощности 502, с максимальным КПД или как на номинальной мощности, так и с максимальным КПД. Иначе говоря, ветрогенераторы 100, генерирующие избыточную мощность, могут перенаправлять энергию (т.е. рабочую жидкость гидросистемы под высоким давлением) на другие ветрогенераторы 100, функционирующие с мощностью ниже номинальной, и таким образом обеспечивать высокий уровень выработки электроэнергии в сети 1000 ветрогенераторов 100.

Фиг. 11-18 и 19-32 относятся к устройствам, системам, сетям, способам и методам, раскрытым выше, и описывают дополнительные функциональные возможности системы. Для сохранения большого количества энергии стандартным гидравлическим аккумуляторам высокого давления требуются большие объемы текучей среды. Раскрытые системы и способы существенно уменьшают объемы текучей среды, поскольку низкая сжимаемость может потребовать относительно больших резервуаров. За счет перенаправления текучей среды в другие камеры работа может быть выполнена позднее. Кроме того, может быть существенно уменьшен объем текучей среды, потребный системам. Таким образом, автор настоящего изобретения предполагает использование интенсификаторов, которые обеспечивают возможность относительного повышения давления газа. Эти интенсификаторы могут повысить давление, которое обычно уменьшается за счет расширения газа в режимах рекуперации со ступенчатым подводом и возвратно-поступательным движением. Таким образом, в расширяемом газе сохраняется энергия, а за счет повышения давления может быть повышена плотность энергии. Как будет описано ниже, применение интенсификаторов предполагает, что текучая среда может просто использоваться повторно в разных камерах или совершать возвратно-поступательные движения между двумя и более камерами, а не возвращаться обратно в ёмкости.

В контексте, приведенном выше и ниже, передаточная муфта с распределением мощности (например, обозначенная позицией 114 на фиг. 1) может называться гидравлической муфтой/усилителем крутящего момента. Однако следует отметить, что термин "усилитель крутящего момента" описывает только одну возможность использования этого устройства (усиление). Помимо использования гидравлической энергии для усиления, оно может использовать гидравлическую энергию для достижения любой иной практической цели, предусмотренной способами и системами, описанными ниже.

Необходимо также отметить, что примеры осуществления ветрогенераторной системы, приведенные в настоящем документе, представляют собой лишь одну из многих сфер применения раскрытых систем и способов. Например, преимущества из раскрытых систем и способов могут извлечь гидравлические гибридные транспортные средства, в которых эти системы и способы могут быть реализованы. В таких гибридных транспортных средствах могут рециркулировать малые объемы текучей среды с использованием газовой камеры повышенного давления, что снижает массу этой текучей среды при заданной плотности энергии. Например, 20 л текучей среды могут ступенчато вводиться или перемещаться туда и обратно 10 раз, что делает их эквивалентными 200 л текучей среды при использовании стандартных гидравлических накопителей.

На фиг. 11 показана система 1100 согласно одному из примеров осуществления настоящего изобретения. Система 1100 может включать в себя первую подсистему 1102, например, такую же, что и для газовой турбины, описанной выше в предшествующих примерах. В некоторых случаях система 1100 может дополнительно включать в себя вторую подсистему 1104, третью подсистему 1106 и газовую камеру 1108 повышенного давления. Как было описано выше в привязке к предшествующим фигурам, первая подсистема 1102 может включать в себя турбину 1110, коробку 1112 передач, передаточную муфту 1114 с распределением мощности, генератор 1116, двигатель 1118, подпиточный насос 1120 и гидравлическую ёмкость 1122. Вторая подсистема 1104 может включать в себя двигатель 1124 и компрессор 1126. Третья подсистема 1106 может включать в себя множество ёмкостей 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и множество ёмкостей 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления. Третья подсистема 1106 может дополнительно включать в себя поршни 1132А, 1132В, 1132С и 1132D и клапаны 1134А, 1134В, 1134С и 1134D.

Сообщение между различными подсистемами и устройствами системы 1100 будет подробнее описано ниже в привязке к фиг. 12-18. Хотя в примерах, проиллюстрированных на фиг. 11-18, показано, что множество ёмкостей 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и множество ёмкостей 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления располагается рядом друг с другом (т.е. примыкает друг к другу), это не обязательно должно быть так. В настоящем документе также предполагается, что два компонента третьей подсистемы 1106 могут располагаться на удалении друг от друга.

Ёмкости 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления могут представлять собой множество накопителей (или, например, часть одного накопителя, снабженного рядом камер), как было указано выше в настоящем документе; и, таким образом, в некоторых случаях все вместе эти ёмкости 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления могут представлять собой часть гидравлической ёмкости 1122 или ее часть. В других примерах, таких как примеры, представленные на фиг. 11-18, ёмкости 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления могут быть использованы в дополнение к гидравлической ёмкости 1122. Хотя в проиллюстрированном примере показаны четыре ёмкости 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и четыре ёмкости 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления, их количество может варьироваться в зависимости, например, от варианта применения системы 1100.

Клапаны 1134А, 1134В, 1134С и 1134D могут располагаться вдоль линий 1136А, 1136В, 1136С и 1136D передачи между ёмкостями 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и множеством ёмкостей 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления. Поршни 1132А, 1132В, 1132С и 1132D могут располагаться в ёмкостях 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления, и они могут отделять рабочую жидкость гидросистемы от газа, что будет описано ниже.

На фиг. 12 показана система 1100 с описанными выше подсистемами 1102, 1104, 1106 и устройствами в режиме заправки, в котором газовая камера 1108 повышенного давления и ёмкости 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления могут заполняться сжатым газом до достижения среднего давления. Согласно одному из примеров осуществления настоящего изобретения такой газ в газовой камере 1108 повышенного давления может иметь давление 350 бар. Однако могут быть предусмотрены и иные значения давления. Такая заправка может осуществляться, например, с помощью избыточной энергии, вырабатываемой ветром, или за счет торможения транспортного средства. Такая заправка может дополнительно предусматривать использование передаточной муфты 1114 с распределением мощности, описанной выше в настоящем документе, для передачи рабочей жидкости гидросистемы в гидравлическую ёмкость 1122, как это проиллюстрировано и описано выше. На фиг. 12 показаны ёмкости 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления, заполняемые газом до достижения пониженного давления (например, 10 бар). Повторим, что, хотя используется давление 10 бар, этот вариант носит иллюстративный характер, и могут быть предусмотрены иные значения давления. Подобным же образом пример на фиг. 12 иллюстрирует множество ёмкостей 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления, заполняемых газом до достижения среднего давления (например, 210 бар). Повторим, что, хотя используется давление 210 бар, этот вариант носит иллюстративный характер, и могут быть предусмотрены иные значения давления.

Согласно примеру осуществления настоящего изобретения, показанному на фиг. 12, избыточная мощность может быть использована для приведения в действие компрессора 1126, например напрямую через вал или с помощью двигателя 1124, который может запитываться, например, генератором. Компрессор 1126 располагается таким образом, чтобы была обеспечена возможность его сообщения (по линиям 1138А, 1138В, 1138С и 1138D сообщения) с множеством ёмкостей 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления, причем он может дополнительно сообщаться с камерой 1108 повышенного давления по линии 1140 передачи через клапан 1141. На этой стадии заправки клапаны 1134А, 1134В, 1134С и 1134D могут быть закрыты с тем, чтобы ёмкости 1128А, 1128В, 1128С и 1128D (под пониженным давлением) для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления не заполнялись газом, сжи-

маемым компрессором, и не сообщались с множеством ёмкостей 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления.

Клапаны 1142А, 1142В, 1142С и 1142D располагаются вдоль линий 1138А, 1138В, 1138С и 1138D передачи, причем они показаны в состоянии открытия, что позволяет газу начать заполнение ёмкостей 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления до тех пор, пока давление в них не достигнет среднего значения. Может быть дополнительно открыт клапан 1140 для заполнения газом камеры 1108 повышенного давления до тех пор, пока давление в ней не достигнет повышенного значения. Хотя на фиг. 12 показано, что эти процессы протекают одновременно, при необходимости такое заполнение может осуществляться последовательно. Например, сначала могут заполняться газом ёмкости 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления до тех пор, пока давление в них не достигнет пониженного значения, после чего может начаться заполнение газом ёмкостей 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления до тех пор, пока давление в них не достигнет среднего значения (в последовательном порядке, когда сначала заполняется ёмкость 1130А, затем - ёмкость 1130В и т.д.), а затем начнется заполнение газом камеры 1108 повышенного давления до тех пор, пока давление в ней не достигнет повышенного значения.

Хотя это и не показано, для выполнения запорно-регулирующей арматурой, описанной в настоящем документе, своей регулирующей функции она может управляться способами, известными в этой области техники, например, с помощью главного регулирующего клапана. Такой главный регулирующий клапан может состоять из нескольких клапанов, например клапанного блока, предназначенного для управления газовой арматурой, и второго клапанного блока, предназначенного для управления гидравлической арматурой.

На фиг. 13 проиллюстрирован режим работы системы 1100, в котором все ёмкости, такие как камера 1108 повышенного давления, ёмкости 1130А, 1130В, 1130С и 1130D для газа среднего давления и ёмкости 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления полностью заполнены газом с разным уровнем давления. Повторим, что это состояние было достигнуто за счет использования избыточной мощности, сгенерированной, например, избыточной ветровой нагрузкой, рекуперативным торможением и т.п. В этом состоянии все клапаны 1141, 1142А, 1142В, 1142С, 1142D, 1134А, 1134В, 1134С и 1134D могут быть закрыты. Когда все камеры/ёмкости полностью заполнены, избыточная энергия может быть использована для усиления давления газа в камере 1108 повышенного давления. В некоторых случаях давление газа в ёмкостях низкого давления может быть усилено из ёмкостей среднего давления, а давление газа в ёмкостях среднего давления может быть усилено из камеры 1108 повышенного давления. Может быть также дополнительно усилено давление газа в камере 1108 повышенного давления.

На фиг. 14 проиллюстрирован режим работы системы 1100, в котором возвратное масло (рабочая жидкость гидросистемы) из двигателя 1118 и подпиточного насоса 1120 может аккумулироваться в одной из ёмкостей 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления (например, в ёмкости 1128D). В этом случае возвратное масло перекачивается по линии 1150 передачи в ёмкость 1128D через отверстие 1152D, смещая поршень 1132D. Смещение поршня 1132D может обусловить выход газа пониженного давления из второго конца ёмкости 1128D по линии 1136D передачи и через открытый клапан 1154D, например, в атмосферу, в другую подсистему, устройство или систему (не показаны).

На фиг. 15 проиллюстрировано, как при необходимости система 1100 может обеспечить прием возвратного масла, например, за счет подачи поршня 1132D ко второму концу ёмкости 1128D так, что газ пониженного давления, по существу, полностью отводится из ёмкости 1128D в атмосферу или на другое устройство, систему или подсистему (не показаны).

На фиг. 16 проиллюстрирован режим работы системы 1100, в котором возвратное масло (рабочая жидкость гидросистемы) из двигателя 1118 и подпиточного насоса 1120 может аккумулироваться во второй ёмкости из числа ёмкостей 1128А, 1128В, 1128С и 1128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления (например, в ёмкости 1128С) так, как это описано выше в привязке к фиг. 14 и 15, но дополнительно рабочая жидкость гидросистемы, ранее аккумулированная в ёмкости 1128D (вследствие выполнения операции, описанной выше), может быть использована для приведения в действие двигателя 1118 и/или насоса 1120.

Это может быть осуществлено за счет прохождения газа под средним давлением, ранее аккумулированного в ёмкости 1130D для газа среднего давления, по линии 1136D передачи и через открытый клапан 1134D в ёмкость 1128D, вследствие чего происходит обратное смещение поршня 1132D в направлении первого конца ёмкости 1128D. Такое смещение может обусловить перетекание рабочей жидкости гидросистемы в двигатель 1118 по линии 1156 передачи.

На фиг. 17 проиллюстрировано, как при необходимости система 1100 может обеспечить прием возвратного масла, например, за счет подачи поршня 1132С ко второму концу ёмкости 1128С так, что газ пониженного давления, по существу, полностью отводится из ёмкости 1128С в атмосферу или на другое устройство, систему или подсистему (не показаны). Параллельно с этим может быть приведен в действие двигатель 1118, что осуществляется за счет воздействия на рабочую жидкость гидросистемы, предвари-

тельно аккумулированной в ёмкости 1128D, которая может быть, по существу, полностью выбрана из ёмкости 1128D за счет перемещения поршня 1132D обратно к первому концу ёмкости 1128D. К этому времени давление газа в ёмкости 1128D может быть выровнено с давлением газа, остающимся в ёмкости 1130D для газа среднего давления.

На фиг. 18 проиллюстрирована система 1100, функционирующая в режиме, в котором ёмкость 1130D для газа среднего давления повторно заправляется газом до среднего давления. Это может быть осуществлено за счет перемещения газа из камеры 1108 повышенного давления в ёмкость 1130D для газа среднего давления по линии 1160 передачи и через открытый клапан 1162. Во время заправки клапан 1134D может быть закрыт по окончании заполнения ёмкости 1128D газом с выходом на требуемое пониженное давление, вследствие чего после закрытия клапана 1134D газ из камеры 1108 повышенного давления может быть направлен только в ёмкость 1130D для газа среднего давления. Таким образом, ёмкость 1128D оказывается опорожненной и готовой к приему возвратного масла или иного источника энергии для рабочих потребностей, как это описано в привязке к фиг. 14 и 15. Как можно видеть, в камере 1108 повышенного давления по-прежнему остается некоторый объем газа; однако может потребоваться повторная заправка камеры 1108 повышенного давления, как это показано и описано в привязке к фиг. 12, во время следующего порыва ветра, рекуперативного торможения или иного события, связанного с выработкой энергии.

Таким образом, аккумулированный под разным давлением газ может быть использован для подачи рабочей жидкости гидросистемы с целью выработки и рекуперации электроэнергии со ступенчатым подводом и возвратно-поступательным движением жидкости для компонентов подсистемы 1102. Такая рабочая жидкость гидросистемы может быть использована для запитывания других систем, компонентов и подсистем (например, подсистем транспортного средства или других турбин), специально не описанных и не проиллюстрированных в настоящем документе. Следует отметить, что если какие-либо элементы не используются в конкретном рабочем режиме, показанном на определенной фигуре, то для упрощения толкования такие элементы, как линии передачи, клапаны и прочие компоненты, могут быть специально не описаны и не проиллюстрированы. Однако следует иметь в виду, что системы могут содержать специально не проиллюстрированные дополнительные элементы. Также следует иметь в виду, что процессы, проиллюстрированные на фиг. 12-18, не обязательно должны проходить в описанной последовательности, а могут выполняться независимо без учета особенностей любой предшествующей или последующей фиг. 12-18.

На фиг. 19 показана система 2100 согласно еще одному из примеров осуществления настоящего изобретения. В системе 2100 может быть использованы различные устройства и подсистемы, описанные выше в привязке к примеру, проиллюстрированному на фиг. 11-18. Таким образом, принцип работы и конструкция определенных устройств и подсистем могут подробно не описываться с учетом того, что такое описание уже было предоставлено выше, например, в привязке к системам, которые были проиллюстрированы на фиг. 1-18.

Система 2100 может включать в себя первую подсистему 2102, например такую же, что и для газовой турбины, описанной выше в предшествующих примерах. В некоторых случаях система 2100 может дополнительно включать в себя вторую подсистему 2104, третью подсистему 2106, газовую камеру 2108 повышенного давления, расширительное устройство 2140 и охлаждающее устройство 2142. Как было указано выше в привязке к предшествующим фигурам, первая подсистема 2102 может включать в себя турбину 2110, коробку 2112 передач, передаточную муфту 2114 с распределением мощности, генератор 2116, двигатель 2118, подпиточный насос 2120 и гидравлическую ёмкость 2122. Вторая подсистема 2104 может включать в себя двигатель 2124 и компрессор 2126. Третья подсистема 2106 может включать в себя множество ёмкостей 2128A, 2128B, 2128C и 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и множество ёмкостей 2130A, 2130B, 2130C и 2130D для газа среднего давления. Третья подсистема 2106 может дополнительно включать в себя поршни 2132A, 2132B, 2132C и 2132D; клапаны 2134A, 2134B, 2134C и 2134D; и линии 2136A, 2136B, 2136C и 2136D передачи. Принцип работы и конструкция компонентов первой подсистемы 2102, второй подсистемы 2104, третьей подсистемы 2106 и газовой камеры 2108 повышенного давления подробнее описаны в привязке к примеру осуществления настоящего изобретения, который проиллюстрирован на фиг. 19-32. Следует понимать, что система 2100 может обладать возможностями и функциями, например, системы 1100.

Как показано в примере, который приведен на фиг. 19, расширительное устройство 2140 может включать в себя камеру 2144 и поршень 2146. Охлаждающее устройство 2142 может включать в себя охлаждающие камеры 2148A и 2148B и охлаждающие ребра 2150.

Поршень 2146 может располагаться в камере 2144 и перемещаться в пределах этой камеры (например, он может приводиться в действие рабочей жидкостью гидросистемы и использоваться для выпуска газа из камеры 2144). Охлаждающие ребра 2150 могут располагаться вдоль охлаждающих камер 2148A и 2148B или примыкать к ним, обеспечивая определенное соотношение теплообмена с охлаждающим устройством 2142 (например, см. фиг. 31 и 32).

На фиг. 20 показана система 2100 с одной из множества ёмкостей 2128A, 2128B, 2128C и 2128D (например, 2128A) для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления, одной из множества ём-

костей 2130А, 2130В, 2130С и 2130D (например, 2130А) для газа среднего давления и расширительным устройством 2140 в режиме заправки, в котором рабочая жидкость гидросистемы под повышенным давлением (относительно более низкого давления рабочей жидкости гидросистемы из ёмкости 2122) из передаточной муфты 2114 с распределением мощности может быть использована для заправки одной или более ёмкости 2130А, 2130В, 2130С и 2130D (например, 2130А) для газа среднего давления сжатым газом до достижения среднего давления (например, 210 бар). В частности, рабочая жидкость гидросистемы под повышенным давлением из передаточной муфты 2114 с распределением мощности может быть направлена по линии 2152 передачи для заполнения одной или более ёмкости 2128А, 2128В, 2128С и 2128D (например, 2128А) для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления, и может быть дополнительно или в качестве альтернативы направлена по линии 2154 передачи для заполнения расширительного устройства 2140. Таким образом, по меньшей мере, часть расширительной камеры 2144 может быть заполнена рабочей жидкостью гидросистемы, приводящей в действие поршень 2146 для выталкивания газа из расширительного устройства 2140 через отверстие и клапан 2156 и его принудительной подачи по линии 2158 передачи в одну или более ёмкости из множества ёмкостей 2128А, 2128В, 2128С и 2128D (например, 2128А) для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и/или одну или более ёмкости из множества ёмкостей 2130А, 2130В, 2130С и 2130D (например, 2130А) для газа среднего давления.

В одном из примеров осуществления настоящего изобретения такой газ в ёмкости 2130А для газа среднего давления, в ёмкости 2128А для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и/или в расширительной камере 2144 может иметь давление 210 бар. Однако могут быть предусмотрены и иные значения давления. На фиг. 20 показаны ёмкости 2128А, 2128В, 2128С и 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления, также заполняемые газом до среднего давления (например, 210 бар). Повторим, что хотя используется давление 210 бар, этот вариант носит иллюстративный характер, и могут быть предусмотрены иные значения давления. Подобным же образом пример на фиг. 20 иллюстрирует расширительную камеру 2144, заполняемую газом до достижения среднего давления (например, 210 бар). Повторим, что хотя используется давление 210 бар, этот вариант носит иллюстративный характер, и могут быть предусмотрены иные значения давления. Значения давления в ёмкости 2130А для газа среднего давления в ёмкости 2128А для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и/или в расширительной камере 2144 могут быть разными.

Хотя показано, что рабочая жидкость гидросистемы поступает в ёмкость 2128А для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и расширительную камеру 2144 одновременно, согласно некоторым примерам осуществления настоящего изобретения эти процессы могут происходить последовательно один за другим. Подобным же образом, хотя показано, что газ поступает в ёмкость 2128А для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления до поступления в ёмкость 2130А для газа среднего давления по линии 2136А передачи и через клапан 2134А, в некоторых примерах осуществления настоящего изобретения газ может полностью обходить ёмкость 2128А для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и направляться в ёмкость 2130А для газа среднего давления напрямую.

На фиг. 21 показан режим работы системы 2100, в котором ёмкость 2130А для газа среднего давления полностью заправлена газом под средним давлением, а ёмкость 2128А для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и расширительное устройство 2144 полностью заправлены рабочей жидкостью гидросистемы. Это состояние может быть достигнуто за счет использования избыточной мощности, сгенерированной, например, избыточной ветровой нагрузкой, рекуперативным торможением и т.п. В этом состоянии все клапаны (например, 2134А и 2156) могут быть закрыты.

На фиг. 22 и 23 показан режим работы системы 2100, в котором рабочая жидкость гидросистемы из ёмкости 2128А для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления всасывается обратно в ёмкость 2122 по линии 2160 передачи. Согласно другим примерам осуществления настоящего изобретения рабочая жидкость гидросистемы может быть напрямую направлена обратно в передаточную муфту 2114 с распределением мощности или в другой узел первой подсистемы 2102. На фиг. 23 показано, что рабочая жидкость гидросистемы полностью всосана обратно в ёмкость 2122.

На фиг. 24 показан режим работы системы 2100, в котором несколько ёмкостей из множества ёмкостей для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления, а именно ёмкости 2128А, 2128В и 2128С, полностью заправлены газом до требуемого уровня давления (например, 10 бар), а одна из ёмкостей из множества ёмкостей для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления, а именно ёмкость 2128D, заправлена лишь частично. Подобным же образом, несколько ёмкостей из множества ёмкостей для газа среднего давления, а именно ёмкости 2130А, 2130В и 2130С, полностью заправлены до требуемого уровня давления (например, 210 бар), а одна из ёмкостей из множества ёмкостей для газа среднего давления, а именно ёмкость 2130D, заправлена лишь частично. Расширительное устройство 2140 полностью заправлено, удерживая в себе рабочую жидкость гидросистемы под повышенным давлением (относительно более низкого давления рабочей жидкости гидросистемы из ёмкости 2122) из передаточной муфты 2114 с распределением мощности. Рабочая жидкость гидросистемы из передаточной муфты 2114 с распределением мощности может быть направлена в ёмкость 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления; и она показана в процессе заполнения собой ёмкости 2128D для

рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления за счет перемещения поршня 2132D, вследствие чего газ из ёмкости 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления переходит по линии 2136D и через клапан 2134D в ёмкость 2130D для газа среднего давления.

В одном из примеров осуществления настоящего изобретения такой газ в ёмкости 2130D для газа среднего давления может иметь давление 210 бар. Однако могут быть предусмотрены и иные значения давления. На фиг. 24 показаны ёмкости 2128A, 2128B и 2128C для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления, также заполняемые газом до пониженного давления (например, 10 бар). Повторим, что хотя используется давление 10 бар, этот вариант носит иллюстративный характер, и могут быть предусмотрены иные значения давления.

На фиг. 25 показан режим работы системы 2100, в котором каждая из ёмкостей 2130A, 2130B, 2130C и 2130D для газа среднего давления может быть полностью заправлена газом под средним давлением; каждая из ёмкостей 2128A, 2128B и 2128C для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления может быть полностью заправлена газом под относительно низким давлением; а ёмкость 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления и расширительная камера 2144 могут быть полностью заправлены рабочей жидкостью гидросистемы. В этом состоянии все клапаны могут быть закрыты.

На фиг. 26 показан режим работы системы 2100, аналогичный тому, который представлен на фиг. 25, но дополнительно иллюстрирующий заправку газовой камеры 2108 повышенного давления газом, сжимаемым компрессором 2126 так, как это описано выше в привязке к фиг. 12. Газовая камера 2108 повышенного давления может заправляться, например, до достижения давления в 350 бар. Однако могут быть предусмотрены иные требуемые значения давления газа. Компрессор 2126 может запитываться избыточной энергией с подсистемы 2102, вырабатываемой вследствие сильного порыва ветра, рекуперативного торможения или иного события подобного рода.

На фиг. 27 показан режим работы системы 2100, в котором рабочая жидкость гидросистемы под относительно высоким давлением (в сравнении с давлением рабочей жидкости гидросистемы в ёмкости 2122) может быть использована для приведения в действие двигателя 2118, соединенного с генератором 2116. Рабочая жидкость гидросистемы под относительно высоким давлением может вытесняться из ёмкости 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления в двигатель 2118 с помощью поршня 2132D, который может приводиться в действие газом, поступающим в ёмкость 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления из ёмкости 2130D для газа среднего давления. Более того, в этом режиме рабочая жидкость гидросистемы, содержащая возвратное масло из двигателя 2118 и/или подпиточного насоса 2120 (под относительно низким давлением в сравнении с рабочей жидкостью гидросистемы под более высоким давлением), может быть направлена по линии 2162 передачи в одну или более ёмкость 2128A, 2128B и 2128C (например, 2128C) для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления. Добавление возвратного масла в ёмкость 2128C для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления может вызывать перемещение поршня 2132C в направлении второго конца ёмкости 2128C с вытеснением газа под более низким давлением (например, 10 бар) в расширительное устройство 2140 по линии 2164 передачи. Газ может удерживаться в расширительной камере 2144 и обуславливать смещение поршня 2146. Перемещение поршня 2146 может вытеснить рабочую жидкость гидросистемы под относительно низким давлением обратно в ёмкость 2122. Согласно некоторым примерам осуществления настоящего изобретения вся рабочая жидкость гидросистемы, перетекающая в ёмкость 2122 из расширительной камеры 2144 по линии 2166 передачи, или ее часть может быть перенаправлена через клапан 2168 и по линии 2170 передачи обратно в линию 2162 передачи. В силу этого рабочая жидкость гидросистемы может соединиться с возвратным маслом или вытеснить его и может быть направлена в одну или более ёмкость из числа ёмкостей 2128A, 2128B и 2128C (например, 2128C) для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления.

Следует отметить, что в режиме работы, который проиллюстрирован на фиг. 27, можно обеспечить высокоскоростную циркуляцию газа и/или рабочей жидкости гидросистемы с использованием совсем небольшого объема текучей среды, например, в автомобиле.

На фиг. 28 показан режим работы системы 2100, в котором рабочая жидкость гидросистемы из ёмкости 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления полностью вытеснена в двигатель 2118. Давление газа из ёмкости 2130D для газа среднего давления может быть выровнено, по существу, до такого же давления (например, до 140 бар), что и у газа в ёмкости 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления.

На фиг. 29 показан режим работы системы 2100, в котором давление газа в ёмкости 2130D для газа среднего давления может быть восстановлено до требуемого уровня с использованием газа из камеры 2108 повышенного давления. Такой процесс подробно описан, например, в привязке к фиг. 18. Более того, газ, удерживаемый в ёмкости 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления, может быть направлен по линии 2172 через клапан 2174 в охлаждающее устройство 2142 с целью наполнения охлаждающей камеры 2148A.

На фиг. 30 показано, что в еще одном режиме работы системы 2100 рабочая жидкость гидросистемы из ёмкости 2128D для рабочей жидкости гидросистемы/газа низкого давления может перетекать в

охладительную камеру 2148В по линии 2176 передачи и через клапан 2178, а из охлаждающей камеры 2148В - обратно в ёмкость по линии 2180 передачи и через клапан 2182. Представленная и описанная функция может быть использована для охлаждения рабочей жидкости гидросистемы.

На фиг. 31 показан режим работы системы 2100, в котором газ, удержанный в охлаждающем устройстве 2142, может подаваться из охлаждающего устройства 2142 в компрессор 2126 по линии 2186 передачи и через клапан 2188. Компрессор 2126 может сжимать воздух в соответствии с процедурой, описанной выше в привязке к фиг. 18, и передавать сжатый воздух (теперь под относительно высоким давлением) в камеру 2108 повышенного давления. Таким способом может быть повышен КПД системы 2100.

На фиг. 32 более подробно проиллюстрирован режим работы системы 2100, показанной на фиг. 31, с использованием дополнительной подсистемы 2190. В частности, на фиг. 32 более детально представлено охлаждающее устройство 2142, являющееся частью подсистемы 2190. Подсистема 2190 может включать в себя охлаждающую камеру 2148А (например, испаритель 2192 с теплопередачей от жидкости к воздуху), расширительное устройство 2194 и конденсатор 2196. Охлаждающая камера 2148А, расширительное устройство 2194 и конденсатор 2196 могут сообщаться друг с другом, обеспечивая циркуляцию газа/конденсированного газа (например, жидкости) в контуре.

Рабочая жидкость гидросистемы, находящаяся внутри охлаждающей камеры 2148В, может циркулировать (например, с помощью специально предназначенного для этой цели насоса или под действием одного или более компонента подсистемы 2102) в указанной охлаждающей камере 2148В, контактируя с испарителем 2192 с теплопередачей от жидкости к воздуху с определенным соотношением теплообмена, где тепло рабочей жидкости гидросистемы передается газу. Расширительное устройство 2194 может располагаться вверх по потоку (согласно направлению движения потока газа) от испарителя 2192 с теплопередачей от жидкости к воздуху и может быть выполнено с возможностью регулирования объема конденсированного газа, поступающего в испаритель, что позволяет контролировать перегрев на выходе испарителя 2192 с теплопередачей от жидкости к воздуху. Конденсатор 2196 может располагаться вплотную к ребрам 2150, обеспечивая возможность теплообмена на некотором удалении от охлаждающего устройства 2142. Использование подсистемы 2190 может дополнительно повысить КПД системы 2100.

Детали, показанные на фиг. 32, более подробно показаны и описаны в привязке к фиг. 18 и 31 настоящего документа.

Таким образом, аккумулярованный под разным давлением газ может быть использован для приведения в действие рабочей жидкости гидросистемы в компонентах подсистемы 2102 с целью обеспечения рекуперации энергии со ступенчатым подводом и возвратно-поступательным движением жидкости. Такая рабочая жидкость гидросистемы может быть использована для запитывания других систем, компонентов и подсистем (например, подсистем транспортного средства или других турбин), специально не описанных или не проиллюстрированных в настоящем документе. Следует отметить, что если какие-либо элементы не используются в конкретном рабочем режиме, показанном на определенной фигуре, то для упрощения толкования такие элементы, как линии передачи, клапаны и прочие компоненты, могут быть специально не описаны и не проиллюстрированы. Однако следует иметь в виду, что системы могут содержать специально не проиллюстрированные дополнительные элементы. Также следует иметь в виду, что процессы, проиллюстрированные на фиг. 19-32, не обязательно должны проходить в описанной последовательности, а могут выполняться независимо без учета особенностей любой предшествующей или последующей фиг. 19-32. В контексте настоящего документа термин "рабочая жидкость гидросистемы" не ограничен лишь маслом, а может включать гликоль и иные пригодные для использования текучие среды.

Каждый из приведенных ниже примеров представляет собой неограничивающий пример осуществления различных систем и способов, раскрытых и заявленных в настоящем документе. Эти примеры могут представлять собой независимые примеры; или же они могут быть объединены с одним или более другим примером в различных сочетаниях или комбинациях.

Пример 1 представляет собой систему, которая может включать в себя: ротор турбины, содержащий одну или более лопасть, соединенную с ротором турбины, причем лопасти выполнены с возможностью создания крутящего момента на роторе при прикладывании нагрузки; передаточную муфту с распределением мощности, содержащую входной вал, соединенный с ротором турбины, причем входной вал выполнен с возможностью вращения под действием крутящего момента на роторе; выходной вал, выполненный с возможностью вращения на вторичных оборотах; кулачковое кольцо и ступицу, расположенные между входным валом и выходным валом, с рабочей жидкостью гидросистемы, находящейся между кулачковым кольцом и ступицей, причем ступица содержит множество распределенных по окружности пазов, выполненных с возможностью приема множества лопаток, причем лопатки из числа этого множества могут быть выполнены с возможностью перемещения между отведенным положением, полностью выдвинутым положением или любым промежуточным частично выдвинутым положением, причем в отведенном положении входной вал может вращаться независимо от выходного вала, а в одном или более выдвинутых положениях множество лопаток выполнено с возможностью взаимодействия с рабочей жидкостью гидросистемы и передачи крутящего момента с входного вала на выходной вал с регулируемым отношением крутящих моментов; выпускное отверстие, выполненное с возможностью сообщения с ис-

точником подачи рабочей жидкости гидросистемы, причем рабочая жидкость гидросистемы может перекачиваться из источника подачи рабочей жидкости гидросистемы в передаточную муфту с распределением мощности; и выпускное отверстие, имеющее замкнутую конфигурацию и, по меньшей мере, частично разомкнутую конфигурацию, причем рабочая жидкость гидросистемы может выпускаться из передаточной муфты с распределением мощности через выпускное отверстие по факту подачи на выходной вал мощности, превышающей пороговое значение, причем высвобождаемая рабочая жидкость гидросистемы может выходить из передаточной муфты с распределением мощности и аккумулироваться под давлением; гидравлический двигатель, содержащий выходной вал, выполненный с возможностью приема рабочей жидкости гидросистемы, аккумулированной под давлением, и создания вследствие этого соответствующего крутящего момента на выходном валу двигателя; и генератор, функционально связанный с выходным валом муфты и выходным валом двигателя, причем генератор вырабатывает электроэнергию при воздействии по меньшей мере одного из следующих факторов: вращения выходного вала муфты, крутящего момента на выходном валу двигателя или и того и другого.

В примере 2 предмет примера 1 может необязательно включать в себя по меньшей мере две турбины, каждая из которых гидравлически связана по меньшей мере с одной другой турбиной, причем перенаправляемая по меньшей мере с одной турбины рабочая жидкость гидросистемы, аккумулированная под высоким давлением, передается на двигатель по меньшей мере еще одной турбины для выработки электроэнергии.

В примере 3 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 1 и 2 может необязательно включать в себя гидравлический бак, коммуникативно связанный с выпускным отверстием, причем гидравлический бак выполнен с возможностью аккумулирования рабочей жидкости гидросистемы, высвобождаемой через выпускное отверстие передаточной муфты с распределением мощности.

В примере 4 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 1-3 может необязательно предусматривать, что источником рабочей жидкости гидросистемы служит ёмкость.

В примере 5 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 1-4 может необязательно включать в себя второй гидравлический бак, причем второй гидравлический бак выполнен с возможностью аккумулирования рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением; при этом рабочая жидкость гидросистемы, содержащаяся во втором гидравлическом баке, может выпускаться независимо от рабочей жидкости гидросистемы, содержащейся по меньшей мере в одном другом гидравлическом баке.

В примере 6 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 1-5 может необязательно включать в себя компрессор, выполненный с возможностью сжатия газа; и множество ёмкостей под давлением, одна или более из которых избирательно сообщается с компрессором, причем множество ёмкостей под давлением включает в себя по меньшей мере одну камеру, выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до более высокого давления по меньшей мере одну камеру, выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления относительно более высокого давления газа, и по меньшей мере одну камеру, выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления относительно более низкого и более высокого давлений.

В примере 7 предмет примера 6 может необязательно предусматривать, что по меньшей мере одна камера, выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до относительно более высокого давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления; и что по меньшей мере одна камера, выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления.

В примере 8 предмет примера 7 может необязательно предусматривать, что по меньшей мере одна камера, выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до относительно более высокого давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления.

В примере 9 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 6-8 может необязательно предусматривать, что по меньшей мере одна камера, выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления, представляет собой поршневой накопитель, содержащий расположенный в нем поршень.

В примере 10 предмет примера 9 может необязательно предусматривать, что газ из одной камеры из числа по меньшей мере одной камеры, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более высокого давления, и по меньшей мере одной камеры, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления, избирательно приводит в движение поршень в поршневом накопителе.

В примере 11 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 9 и 10 может необязательно предусматривать, что поршневой накопитель выполнен с возможностью удержания рабочей жидкости гидросистемы на первой стороне поршня и с возможностью удержания газа на второй стороне поршня.

В примере 12 предмет примера 11 может необязательно включать в себя одно или более из следующих устройств: расширительное устройство, выполненное с возможностью приема рабочей жидко-

сти гидросистемы и газа и снабженное перемещающимся в нем поршнем, причем расширительное устройство избирательно сообщается с одним или более устройством из числа передаточной муфты с распределением мощности, поршневого накопителя и по меньшей мере одной камеры, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления; и охладительное устройство, избирательно сообщаемое с поршневым накопителем для приема газа и выполненное с возможностью сообщения с источником рабочей жидкости гидросистемы для охлаждения рабочей жидкости гидросистемы.

В примере 13 предмет примера 12 может необязательно предусматривать, что поршневой накопитель избирательно сообщается с источником рабочей жидкости гидросистемы.

В примере 14 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 12 и 13 может необязательно предусматривать, что охладительное устройство избирательно сообщается с компрессором.

В примере 15 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 9-14 может необязательно предусматривать, что гидравлический двигатель избирательно сообщается с поршневым накопителем для аккумуляции рабочей жидкости гидросистемы.

В примере 16 предмет примера 15 может необязательно предусматривать, что гидравлический двигатель избирательно приводится в действие рабочей жидкостью гидросистемы, аккумуляционной в поршневом накопителе.

Пример 17 представляет собой систему, которая может включать в себя ротор турбины, выполненный с возможностью создания крутящего момента на роторе при нагружении; передаточную муфту с распределением мощности, выполненную с возможностью передачи крутящего момента ротора на выходной вал с регулируемым отношением крутящих моментов и перенаправления рабочей жидкости гидросистемы при превышении порогового уровня мощности на выходном валу; гидравлический бак для рабочей жидкости гидросистемы, выполненный с возможностью аккумуляции рабочей жидкости гидросистемы под давлением; гидравлический двигатель, включающий в себя выходной вал двигателя, выполненный с возможностью приема рабочей жидкости гидросистемы под давлением и создания вследствие этого крутящего момента на выходном валу двигателя; и генератор, функционально связанный с выходным валом муфты и выходным валом двигателя, причем генератор вырабатывает электроэнергию при воздействии по меньшей мере одного из следующих факторов: вращения выходного вала муфты, крутящего момента на выходном валу двигателя или и того и другого.

В примере 18 предмет примера 17 может необязательно включать в себя по меньшей мере две турбины, каждая из которых гидравлически связана по меньшей мере с одной другой турбиной, причем перенаправляемая по меньшей мере с одной турбины рабочая жидкость гидросистемы, аккумуляционная под высоким давлением, передается на двигатель по меньшей мере еще одной турбины для выработки электроэнергии.

В примере 19 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 17 и 18 может необязательно включать в себя второй гидравлический бак, причем второй гидравлический бак выполнен с возможностью аккумуляции рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением; при этом рабочая жидкость гидросистемы, содержащаяся во втором гидравлическом баке, может выпускаться независимо от рабочей жидкости гидросистемы, содержащейся, по меньшей мере, в одном другом гидравлическом баке.

В примере 20 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 17-19 может необязательно включать в себя компрессор, выполненный с возможностью сжатия газа; и множество емкостей под давлением, одна или более из которых избирательно сообщается с компрессором, причем множество емкостей под давлением включает в себя по меньшей мере одну камеру, выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до более высокого давления по меньшей мере одну камеру, выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления относительно более высокого давления газа, и по меньшей мере одну камеру, выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления относительно более низкого и более высокого давлений.

В примере 21 предмет примера 20 может необязательно предусматривать, что по меньшей мере одна камера, выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до относительно более высокого давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой из числа по меньшей мере одной камеры, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления; а по меньшей мере одна камера, выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления.

В примере 22 предмет примера 21 может необязательно предусматривать, что по меньшей мере одна камера, выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до относительно более высокого давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления.

В примере 23 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 20-22 может необязательно предусматривать, что по меньшей мере одна камера, выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления, представляет собой поршневой накопитель, содержащий расположенный в нем поршень.

В примере 24 предмет примера 23 может необязательно предусматривать, что газ из одной из камер из числа по меньшей мере одной камеры, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более высокого давления, и по меньшей мере одной камеры, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления, избирательно приводит в движение поршень в поршневом накопителе.

В примере 25 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 23 и 24 может необязательно предусматривать, что поршневой накопитель выполнен с возможностью удержания рабочей жидкости гидросистемы на первой стороне поршня и с возможностью удержания газа на второй стороне поршня.

В примере 26 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 23-25 может необязательно предусматривать, что гидравлический двигатель избирательно сообщается с поршневым накопителем для аккумуляирования рабочей жидкости гидросистемы.

В примере 27 предмет примера 26 может необязательно предусматривать, что гидравлический двигатель избирательно приводится в действие рабочей жидкостью гидросистемы, аккумуляированной в поршневом накопителе.

В примере 28 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 23-27 может необязательно включать в себя одно или более из следующих устройств: расширительное устройство, выполненное с возможностью приема рабочей жидкости гидросистемы и газа и снабженное перемещающимся в нем поршнем, причем расширительное устройство избирательно сообщается с одним или более устройством из числа передаточной муфты с распределением мощности, поршневого накопителя и по меньшей мере одной камеры, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления; и охладительное устройство, избирательно сообщающееся с поршневым накопителем для приема газа и выполненное с возможностью сообщения с источником рабочей жидкости гидросистемы для охлаждения рабочей жидкости гидросистемы.

В примере 29 предмет примера 28 может необязательно предусматривать, что поршневой накопитель избирательно сообщается с источником рабочей жидкости гидросистемы.

В примере 30 предмет любого одного или более из предшествующих примеров 28 и 29 может необязательно предусматривать, что охладительное устройство избирательно сообщается с компрессором.

Пример 31 представляет собой раскрытый способ управления ветрогенератором, в том числе в режиме выработки электроэнергии и в режиме рекуперации. Этот способ может включать в себя регулирование передаточной муфты с распределением мощности для передачи крутящего момента, по существу, в полном объеме с ротора турбины на генератор за счет воздействия на рабочую жидкость гидросистемы, причем генератор преобразует механическую энергию в электроэнергию; перенаправление рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением из передаточной муфты с распределением мощности при превышении порогового уровня выработки электроэнергии генератором с целью поддержания вырабатываемой генератором электроэнергии на пороговом уровне или ниже; аккумуляирование рабочей жидкости гидросистемы, перенаправляемой из передаточной муфты с распределением мощности, в гидравлическом баке под высоким давлением; и введение рабочей жидкости гидросистемы, аккумуляированной под высоким давлением, в гидравлический двигатель при падении выработки электроэнергии генератором ниже порогового уровня, причем гидравлический двигатель функционально связан с генератором и выполнен с возможностью передачи механической энергии генератору для выработки электроэнергии.

В примере 32 предмет примера 31 может необязательно включать в себя сжатие воздуха; направление воздуха во множество ёмкостей под давлением до тех пор, пока в каждой из множества ёмкостей под давлением не будет достигнуто требуемое давление; и обеспечение сообщения воздуха между множеством ёмкостей под давлением и из множества ёмкостей под давлением для аккумуляирования рабочей жидкости гидросистемы и ее введения в гидравлический двигатель.

В примере 33 предмет примера 32 может необязательно предусматривать, что рабочая жидкость гидросистемы аккумуляируется в одной из множества ёмкостей под давлением.

В примере 34 предмет примера 33 может необязательно предусматривать, что сообщение воздуха между множеством ёмкостей под давлением и из множества ёмкостей под давлением заставляет поршень совершать возвратно-поступательные движения по меньшей мере в одной из множества ёмкостей под давлением.

В примере 35 устройства, системы и/или способы согласно любому из примеров 1-34 или любой комбинации примеров 1-34 могут быть необязательно выполнены таким образом, что все перечисленные элементы или варианты готовы к использованию или доступны для выбора.

Представленное выше подробное описание включает в себя ссылки на прилагаемые чертежи, которые составляют неотъемлемую часть этого подробного описания. На чертежах показаны, исключительно в качестве примера, конкретные варианты осуществления настоящего изобретения, в которых оно может быть реализовано. Эти варианты осуществления заявленного изобретения называются в настоящем документе "примерами". Такие примеры могут включать в себя дополнительные элементы помимо тех, которые проиллюстрированы или описаны. Однако авторы настоящего изобретения также предполагают примеры, в которых предусмотрены только проиллюстрированные или описанные элементы. Более того, авторы настоящего изобретения также рассматривают примеры, в которых используются любые сочета-

ния или комбинации этих проиллюстрированных или описанных элементов (или одного или более их аспекта), или применительно к конкретному примеру (или одному или более его аспекту), или применительно к другим примерам (или одному или более их аспекту), проиллюстрированным или описанным в настоящем документе.

В случае противоречий между словоупотреблением в этом документе и любом другом документе, содержание которого включено в настоящий документ посредством ссылки, преимущественную силу имеет словоупотребление согласно настоящему документу.

В этом документе используются определения, обозначающие "один" или "более одного", помимо других случаев или вариантов использования, таких как "по меньшей мере один" или "один или более". В этом документе термин "или" обозначает неисключительное "или"; так что фраза "А или В" включает в себя "А, но не В", "В, но не А" и "А и В", если не указано иное. В этом документе термины "включающий в себя" и "в котором" используются в качестве разговорных эквивалентов соответствующих терминов "содержащий" и "отличающийся тем, что". Кроме того, в последующей формуле изобретения термины "включающий в себя" и "содержащий" являются неограничивающими; т.е. система, устройство, изделие, состав, описание или процесс, который включает в себя дополнительные элементы помимо тех, которые перечислены после такого термина в каком-либо пункте формулы изобретения, по-прежнему считаются входящими в объем этого пункта формулы изобретения. Более того, в пунктах последующей формулы изобретения термины "первый", "второй", "третий" и прочие термины подобного рода используются исключительно в качестве обозначений и не предполагают установление нумерационных требований к своим объектам.

Примеры осуществления способов, описанных в настоящем документе, могут быть реализованы компьютером или вычислительной машиной, по меньшей мере, частично. Некоторые примеры могут включать в себя машиночитаемый носитель, содержащий закодированные команды, выполненные с возможностью конфигурирования электронного устройства для реализации способов, описанных в указанных примерах. Реализация таких способов может включать в себя использование машинного кода, такого как микрокод, ассемблерный код, код языка более высокого уровня или иной код подобного рода. Такой машинный код может содержать машиночитаемые команды для реализации различных способов. Машинный код может составлять части компьютерной программы. Кроме того, в одном из примеров машинный код может реально сохраняться на одном или более энергозависимом или энергонезависимом материальном машиночитаемом носителе данных, например, во время исполнения программы или в иное время. Примеры таких материальных машиночитаемых носителей данных могут включать в себя, помимо прочего, жесткие диски, съемные магнитные диски, съемные оптические диски (например, компакт-диски и цифровые видеодиски), дискеты, карты памяти или флеш-карты, оперативные запоминающие устройства (ОЗУ), постоянные запоминающие устройства (ПЗУ) и прочие устройства подобного рода.

Представленное описание носит исключительно иллюстративный, а не ограничивающий характер. Например, описанные выше примеры (или один или более их аспекты) могут быть использованы в сочетании друг с другом. Могут быть использованы и другие варианты осуществления настоящего изобретения, например, такие, которые станут очевидными любому специалисту в данной области техники после ознакомления с приведенным выше описанием. Реферат представлен согласно Своду федеральных нормативных актов США, Раздел 37, §1.72(b), чтобы читатель мог быстро уяснить характер технической сущности изобретения. Он представлен с пониманием того факта, что он не будет использован для толкования или ограничения объема или смысла формулы изобретения. Кроме того, в представленном выше подробном описании различные признаки могут быть сгруппированы для оптимизации раскрытия. Это положение не должно трактоваться как допускающее предположение о том, что какой-либо признак, содержащийся в описании, но не вошедший в формулу изобретения, является неотъемлемым признаком любого пункта формулы изобретения. Правильнее сказать, что предмет изобретения может относиться не ко всем признакам конкретного раскрытого варианта осуществления заявленного изобретения. Таким образом, последующие пункты формулы изобретения включены в подробное описание в виде примеров или вариантов осуществления настоящего изобретения; при этом каждый пункт формулы изобретения является независимым, представляя собой отдельный вариант осуществления настоящего изобретения; причем предполагается, что такие варианты осуществления изобретения могут быть объединены друг с другом в различные сочетания или комбинации. Объем заявленного изобретения должен определяться прилагаемой формулой с учетом всех возможных эквивалентов, применимых в отношении такой формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Ветроэнергогенерирующая система, содержащая
 ротор (102) турбины, содержащий одну или более лопасть (104), соединенную с ротором турбины, причем лопасти выполнены с возможностью создания крутящего момента на роторе (102) при приложении нагрузки;
 передаточную муфту (114) с распределением мощности, содержащую

входной вал (302), соединенный с ротором (102) турбины, причем входной вал (302) выполнен с возможностью вращения под действием крутящего момента на роторе (102);

выходной вал (304), выполненный с возможностью вращения на вторичных оборотах;

кулачковое кольцо (308) и ступицу (402), расположенные между входным валом и выходным валом, рабочую жидкость гидросистемы, находящуюся между кулачковым кольцом (308) и ступицей (402), причем ступица (402) содержит множество распределенных по окружности пазов (410), выполненных с возможностью приема множества лопаток (406), причем множество лопаток (406) выполнены с возможностью перемещения между отведенным положением, полностью выдвинутым положением или промежуточным частично выдвинутым положением,

причем в отведенном положении входной вал (302) выполнен с возможностью вращения независимо от выходного вала (304);

причем в одном или более выдвинутых положениях множество лопаток (406) выполнено с возможностью взаимодействия с рабочей жидкостью гидросистемы и передачи крутящего момента с входного вала (302) на выходной вал (304) с регулируемым отношением крутящих моментов;

выпускное отверстие (404), выполненное с возможностью сообщения с источником подачи (204) рабочей жидкости гидросистемы, причем рабочая жидкость гидросистемы предназначена для перекачивания из источника подачи рабочей жидкости гидросистемы в передаточную муфту (114) с распределением мощности; и

выпускное отверстие (306), имеющее замкнутую конфигурацию и, по меньшей мере, частично разомкнутую конфигурацию, причем рабочая жидкость гидросистемы предназначена для выпуска из передаточной муфты (114) с распределением мощности через выпускное отверстие (306) по факту подачи на выходной вал мощности, превышающей пороговое значение, причем высвобождаемая рабочая жидкость гидросистемы выходит из передаточной муфты (114) с распределением мощности и аккумулируется под давлением; гидравлический двигатель (118), содержащий выходной вал, выполненный с возможностью приема рабочей жидкости гидросистемы, аккумулированной под давлением, и создания вследствие этого соответствующего крутящего момента на выходном валу двигателя; и

генератор (116), функционально связанный с выходным валом (304) муфты и выходным валом двигателя, причем генератор (116) вырабатывает электроэнергию при воздействии по меньшей мере одного из следующих факторов: вращения выходного вала муфты, крутящего момента на выходном валу двигателя или и того и другого.

2. Система по п.1, дополнительно содержащая по меньшей мере две турбины (100), каждая из которых гидравлически связана по меньшей мере с одной другой турбиной, причем перенаправляемая по меньшей мере с одной турбины рабочая жидкость гидросистемы, аккумулированная под высоким давлением, передается на двигатель по меньшей мере еще одной турбины для выработки электроэнергии.

3. Система по любому из предшествующих пп.1 и 2, дополнительно содержащая гидравлический бак, коммуникативно связанный с выпускным отверстием, причем гидравлический бак выполнен с возможностью аккумулирования рабочей жидкости гидросистемы, высвобождаемой через выпускное отверстие передаточной муфты (114) с распределением мощности.

4. Система по любому из предшествующих пп.1-3, в которой источником (204) рабочей жидкости гидросистемы служит ёмкость.

5. Система по любому из предшествующих пп.1-4, дополнительно содержащая второй гидравлический бак (202), причем второй гидравлический бак выполнен с возможностью аккумулирования рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением; при этом рабочая жидкость гидросистемы, содержащаяся во втором гидравлическом баке, выпускается независимо от рабочей жидкости гидросистемы, содержащейся по меньшей мере в одном другом гидравлическом баке.

6. Система по любому из предшествующих пп.1-5, дополнительно содержащая

компрессор (706), выполненный с возможностью сжатия газа; и

множество ёмкостей под давлением, одна или более из которых избирательно сообщается с компрессором, причем множество ёмкостей под давлением включает в себя по меньшей мере одну камеру (1108), выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до более высокого давления, по меньшей мере одну камеру (1128А, 1128В, 1128С), выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления относительно более высокого давления газа, и по меньшей мере одну камеру (1130А, 1130В, 1130С), выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления относительно более низкого и более высокого давлений.

7. Система по п.6, в которой по меньшей мере одна камера (1108), выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до относительно более высокого давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой, выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления; а по меньшей мере одна камера (1130А, 1130В, 1130С), выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой (1128А, 1128В, 1128С), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления.

8. Система по п.7, в которой по меньшей мере одна камера (1108), выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до относительно более высокого давления, избирательно сообщается по мень-

шей мере с одной камерой (1128A, 1128B, 1128C), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления.

9. Система по п.6, в которой по меньшей мере одна камера (1128A, 1128B, 1128C), выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления, представляет собой поршневой накопитель, содержащий располагающийся в нем поршень (1132A, 1132B, 1132C, 1132D).

10. Система по п.9, в которой газ из одной камеры из числа по меньшей мере одной камеры (1108), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более высокого давления, и по меньшей мере одной камеры (1130A, 1130B, 1130C), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления, избирательно приводит в движение поршень (1132A, 1132B, 1132C, 1132D) в поршневом накопителе.

11. Система по п.9, в которой поршневой накопитель выполнен с возможностью удержания рабочей жидкости гидросистемы на первой стороне поршня и с возможностью удержания газа на второй стороне поршня.

12. Система по п.11, дополнительно содержащая одно или более из следующих устройств:

расширительное устройство (2140), выполненное с возможностью приема рабочей жидкости гидросистемы и газа и снабженное перемещающимся в нем поршнем (2146), причем расширительное устройство (2140) избирательно сообщается с одним или более устройством из числа передаточной муфты (114) с распределением мощности, поршневого накопителя и по меньшей мере одной камеры (1130A, 1130B, 1130C), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления; и

охлаждающее устройство (2142), избирательно сообщаемое с поршневым накопителем для приема газа и выполненное с возможностью сообщения с источником рабочей жидкости гидросистемы для охлаждения рабочей жидкости гидросистемы.

13. Система по п.12, в которой поршневой накопитель избирательно сообщается с источником (204) рабочей жидкости гидросистемы.

14. Система по п.12, в которой охлаждающее устройство избирательно сообщается с компрессором (706).

15. Система по п.9, в которой гидравлический двигатель (118) избирательно сообщается с поршневым накопителем для аккумуляирования рабочей жидкости гидросистемы.

16. Система по п.15, в которой гидравлический двигатель (118) избирательно приводится в действие рабочей жидкостью гидросистемы, аккумуляированной в поршневом накопителе.

17. Ветроэнергогенерирующая система, содержащая

ротор (102) турбины, выполненный с возможностью создания крутящего момента на роторе (102) при нагружении;

передаточную муфту (114) с распределением мощности, выполненную с возможностью передачи крутящего момента ротора (102) на выходной вал (304) муфты с регулируемым отношением крутящих моментов и перенаправления рабочей жидкости гидросистемы при превышении порогового уровня мощности на выходном валу (304) муфты;

гидравлический бак для рабочей жидкости гидросистемы, выполненный с возможностью аккумуляирования рабочей жидкости гидросистемы под давлением;

гидравлический двигатель (118), включающий в себя выходной вал двигателя, выполненный с возможностью приема рабочей жидкости гидросистемы под давлением и создания вследствие этого крутящего момента на выходном валу двигателя; генератор (116), функционально связанный с выходным валом (304) муфты и выходным валом двигателя, причем генератор (116) вырабатывает электроэнергию при воздействии по меньшей мере одного из следующих факторов: вращения выходного вала муфты, крутящего момента на выходном валу двигателя или и того и другого, где система дополнительно содержит по меньшей мере две турбины (100), каждая из которых гидравлически связана по меньшей мере с одной другой турбиной, причем перенаправляемая по меньшей мере с одной турбины рабочая жидкость гидросистемы, аккумуляированная под высоким давлением, передается на двигатель по меньшей мере еще одной турбины для выработки электроэнергии.

18. Система по п.17, дополнительно содержащая второй гидравлический бак (202), причем второй гидравлический бак (202) выполнен с возможностью аккумуляирования рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением; при этом рабочая жидкость гидросистемы, содержащаяся во втором гидравлическом баке, выпускается независимо от рабочей жидкости гидросистемы, содержащейся по меньшей мере в одном другом гидравлическом баке.

19. Система по любому из предшествующих пп.17, 18, дополнительно содержащая

компрессор (706), выполненный с возможностью сжатия газа; и

множество ёмкостей под давлением, одна или более из которых избирательно сообщается с компрессором, причем множество ёмкостей под давлением включает в себя по меньшей мере одну камеру (1108), выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до более высокого давления, по меньшей мере одну камеру (1130A, 1130B, 1130C), выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления относительно более высокого давления газа, и по меньшей мере одну камеру, выполненную с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления относительно более низкого

и более высокого давлений.

20. Система по п.19, в которой по меньшей мере одна камера (1108), выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до относительно более высокого давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой из числа по меньшей мере одной камеры (1130А, 1130В, 1130С), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления; а по меньшей мере одна камера, выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой (1128А, 1128В, 1128С), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления.

21. Система по п.20, в которой по меньшей мере одна камера (1108), выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до относительно более высокого давления, избирательно сообщается по меньшей мере с одной камерой (1128А, 1128В, 1128С), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления.

22. Система по п.19, в которой по меньшей мере одна камера (1128А, 1128В, 1128С), выполненная с возможностью удержания газа, сжатого до более низкого давления, представляет собой поршневой накопитель, содержащий располагающийся в нем поршень (1132А, 1132В, 1132С, 1132D).

23. Система по п.22, в которой газ из одной из камер из числа по меньшей мере одной камеры (1108), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до более высокого давления, и по меньшей мере одной камеры (1130А, 1130В, 1130С), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления, избирательно приводит в движение поршень (1132А, 1132В, 1132С, 1132D) в поршневом накопителе.

24. Система по п.22, в которой поршневой накопитель выполнен с возможностью удержания рабочей жидкости гидросистемы на первой стороне поршня и с возможностью удержания газа на второй стороне поршня.

25. Система по п.22, в которой гидравлический двигатель избирательно сообщается с поршневым накопителем для аккумуляции рабочей жидкости гидросистемы.

26. Система по п.25, в которой гидравлический двигатель избирательно приводится в действие рабочей жидкостью гидросистемы, аккумулярованной в поршневом накопителе.

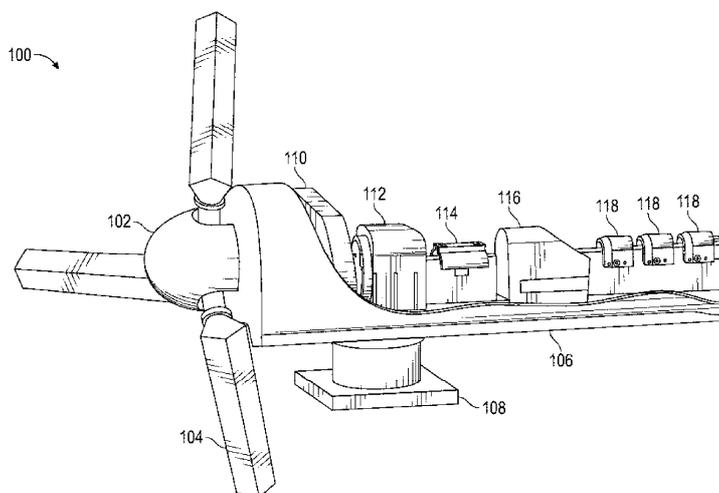
27. Система по п.22, дополнительно содержащая одно или более из следующих устройств:

расширительное устройство (2140), выполненное с возможностью приема рабочей жидкости гидросистемы и газа и снабженное перемещающимся в нем поршнем (2146), причем расширительное устройство (2140) избирательно сообщается с одним или более устройством из числа передаточной муфты (114) с распределением мощности, поршневого накопителя и по меньшей мере одной камеры (1130А, 1130В, 1130С), выполненной с возможностью удержания газа, сжатого до среднего давления; и

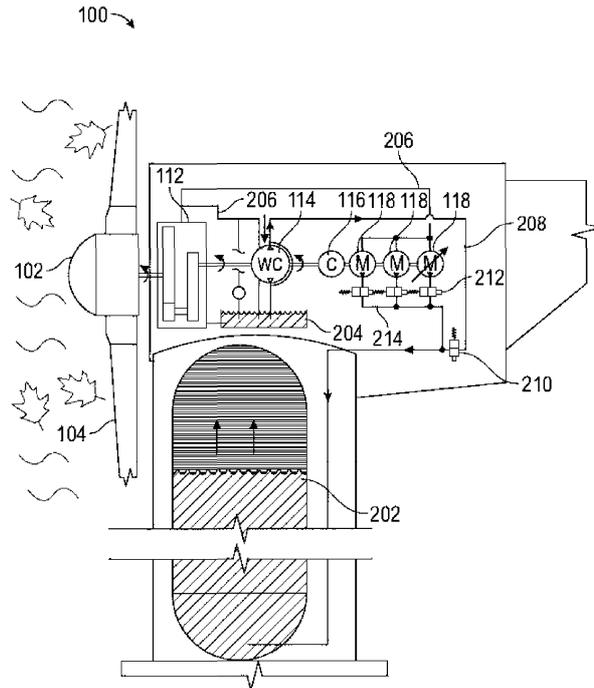
охлаждающее устройство (2142), избирательно сообщающееся с поршневым накопителем для приема газа и выполненное с возможностью сообщения с источником рабочей жидкости гидросистемы для охлаждения рабочей жидкости гидросистемы.

28. Система по п.27, в которой поршневой накопитель избирательно сообщается с источником (204) рабочей жидкости гидросистемы.

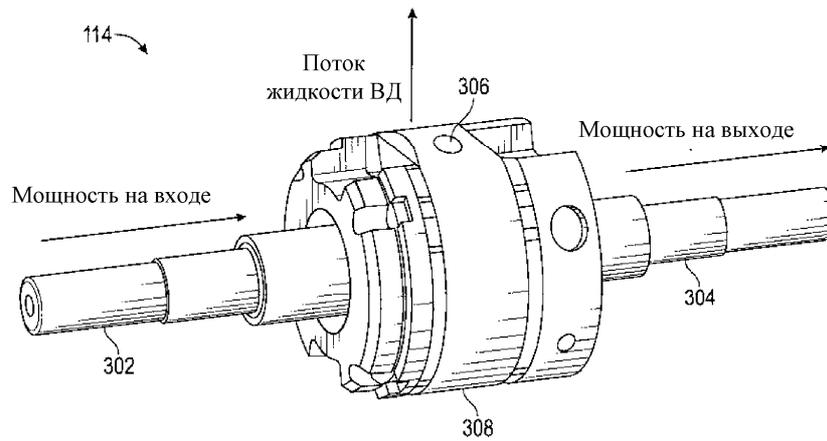
29. Система по п.27, в которой охлаждающее устройство избирательно сообщается с компрессором (706).



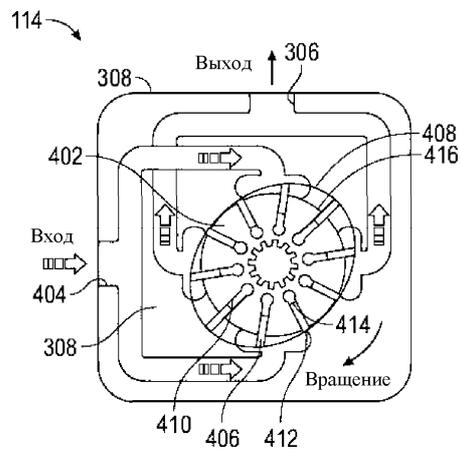
Фиг. 1



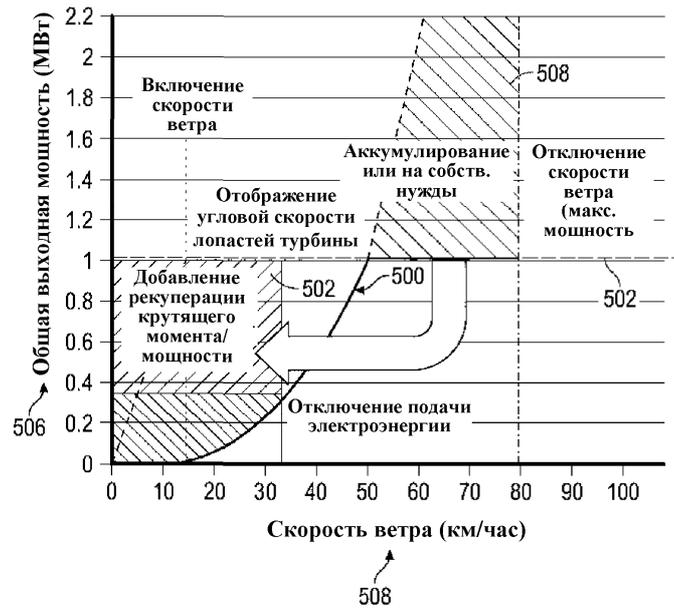
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

600

602

Регулирование передаточной муфты с распределением мощности для передачи крутящего момента по существу в полном объеме с ротора турбины на генератор за счет воздействия на рабочую жидкость гидросистемы, причем генератор преобразует механическую энергию в электроэнергию

604

Перенаправление рабочей жидкости гидросистемы под высоким давлением из передаточной муфты при превышении вырабатываемой генератором электроэнергии порогового уровня с целью поддержания вырабатываемой генератором электроэнергии на пороговом уровне или ниже

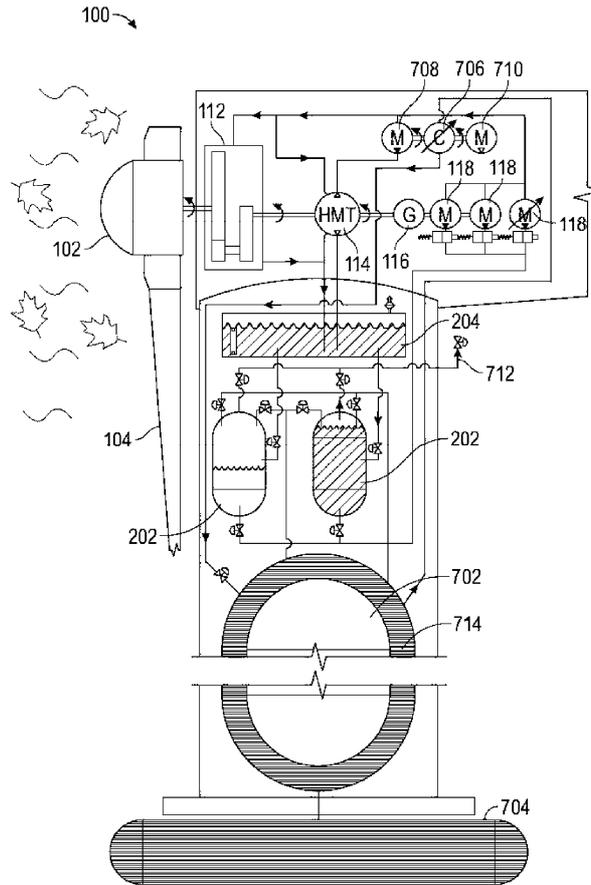
606

Аккумулятивное рабочей жидкости гидросистемы, перенаправляемой из передаточной муфты, в гидравлическом баке под высоким давлением

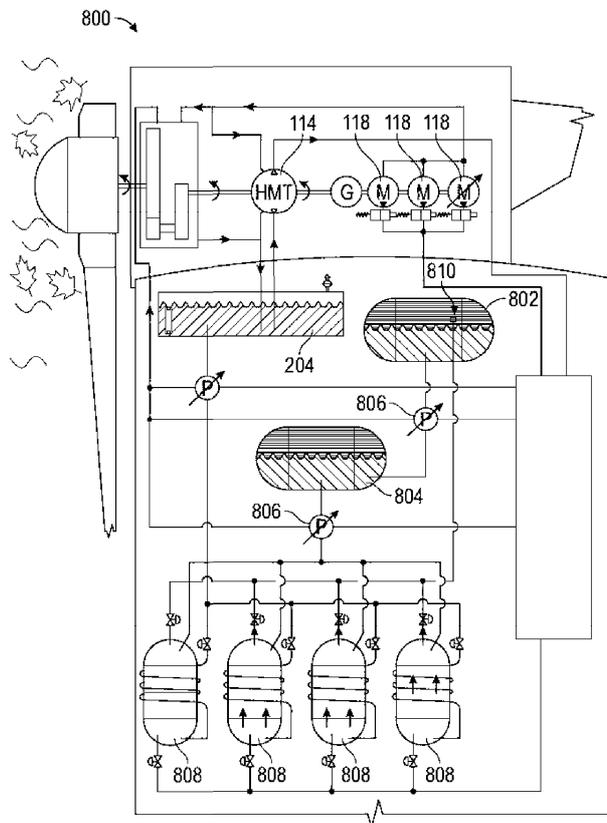
608

Подача рабочей жидкости гидросистемы, аккумулятивной под высоким давлением, на гидравлический двигатель при выработке генератором электроэнергии ниже порогового уровня; при этом гидравлический двигатель функционально связан с генератором и выполнен с возможностью передачи механической энергии генератору для выработки электроэнергии

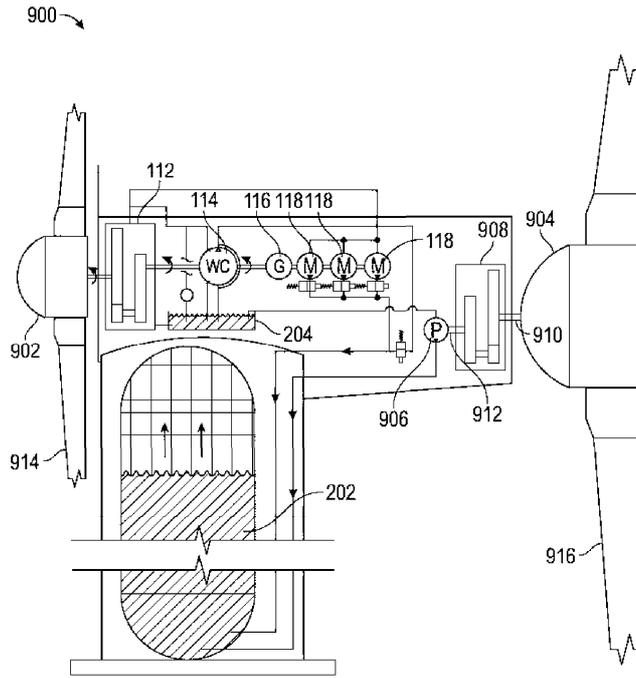
Фиг. 6



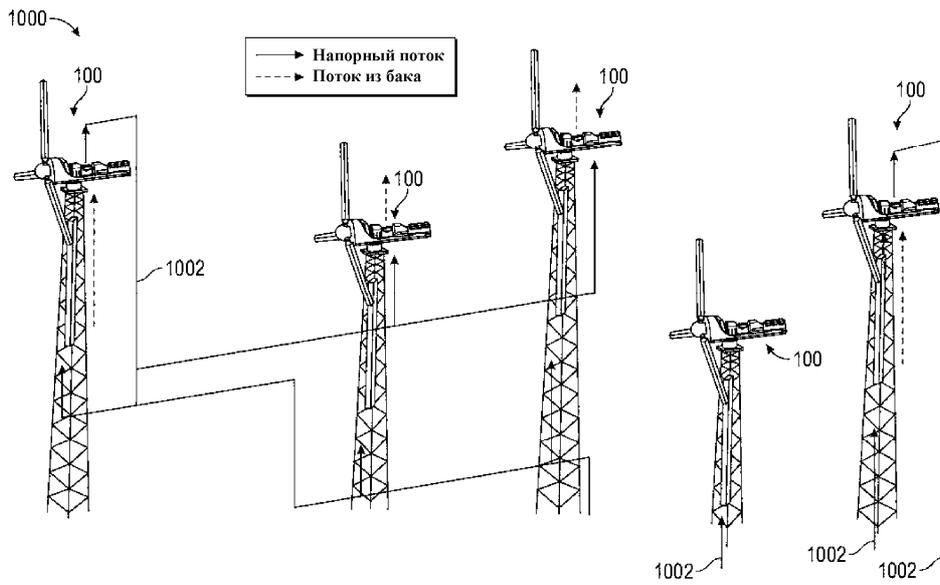
Фиг. 7



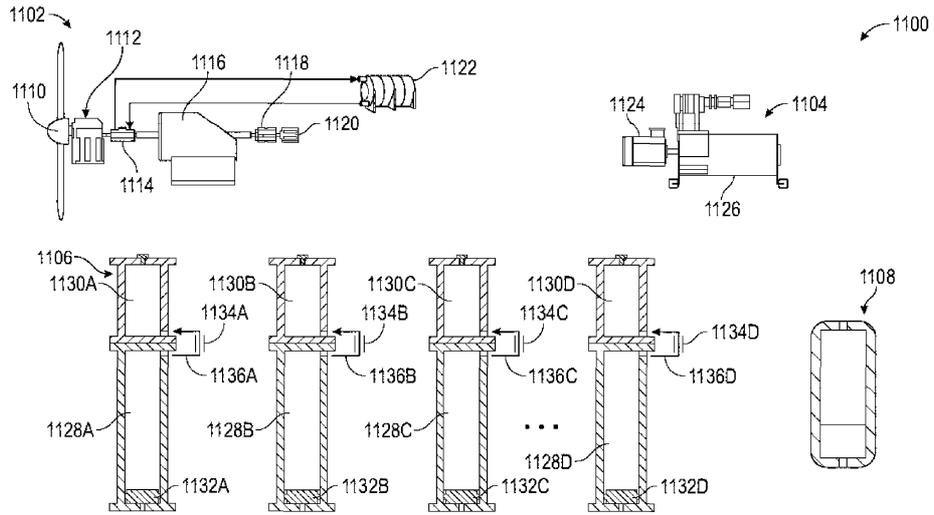
Фиг. 8



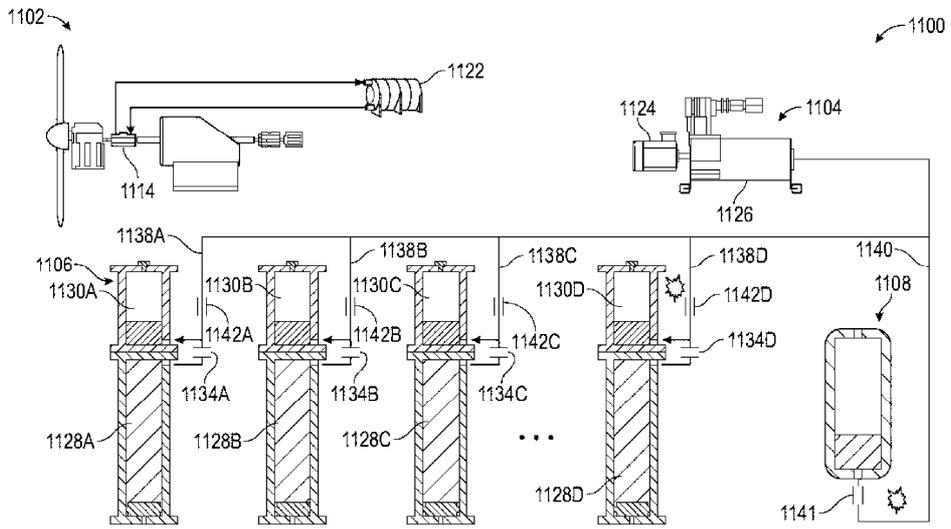
Фиг. 9



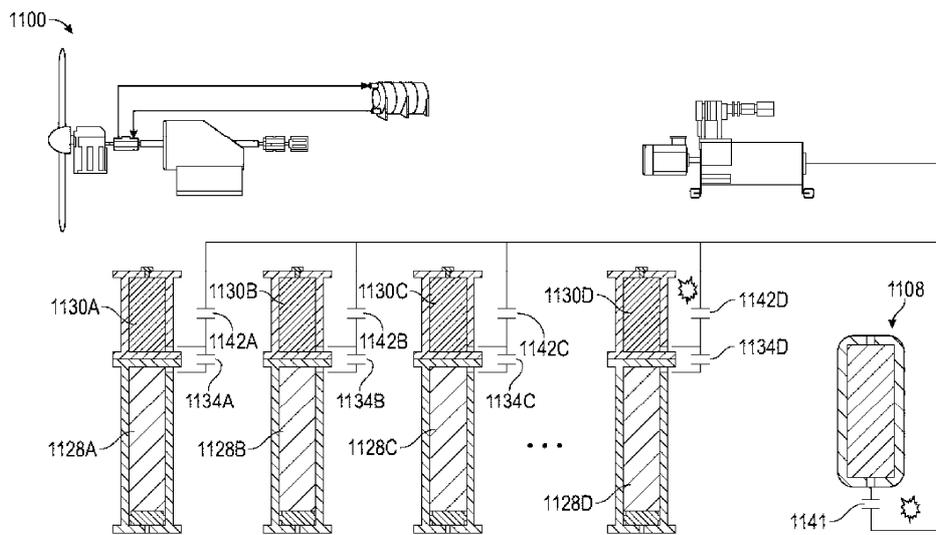
Фиг. 10



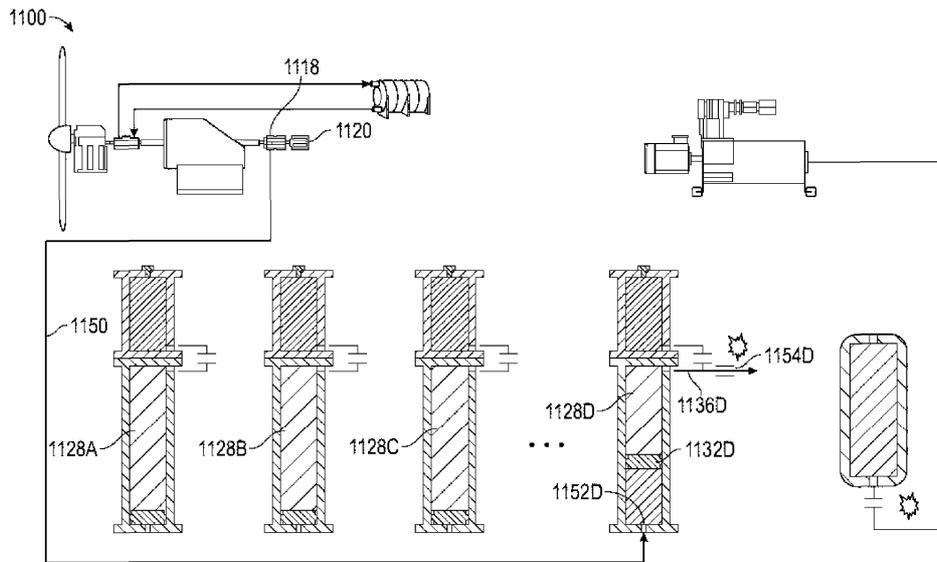
Фиг. 11



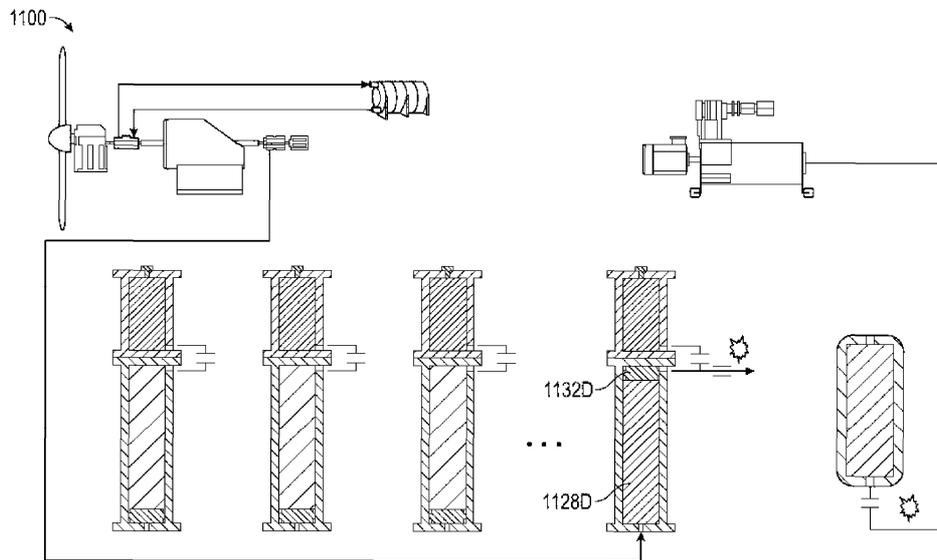
Фиг. 12



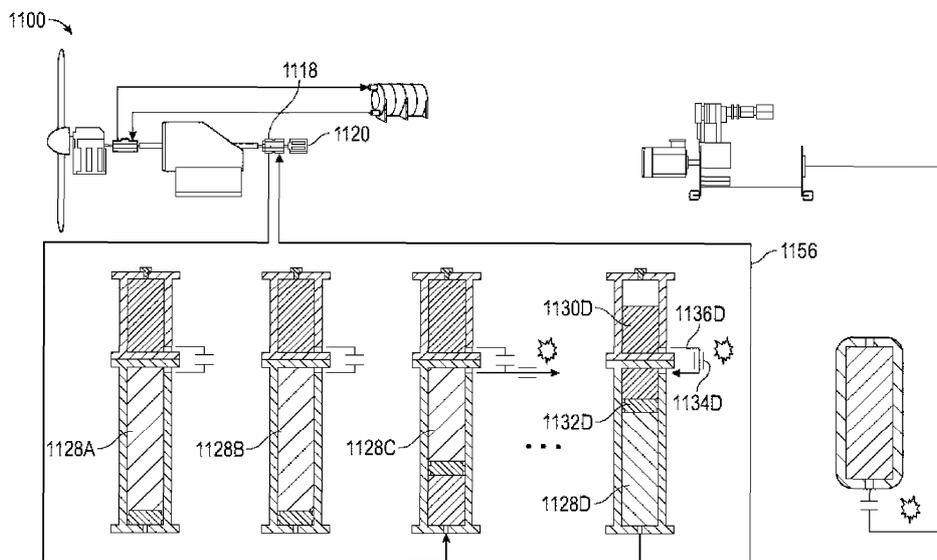
Фиг. 13



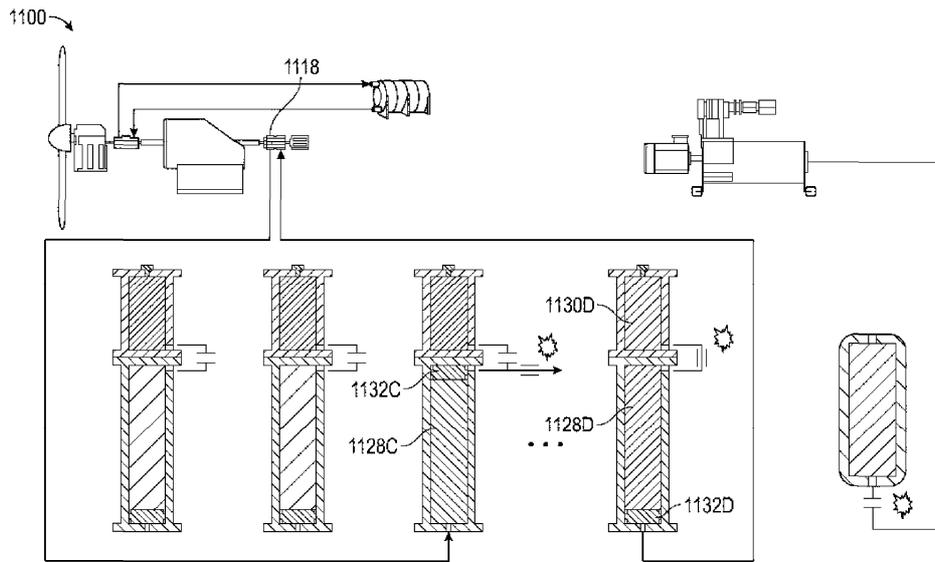
Фиг. 14



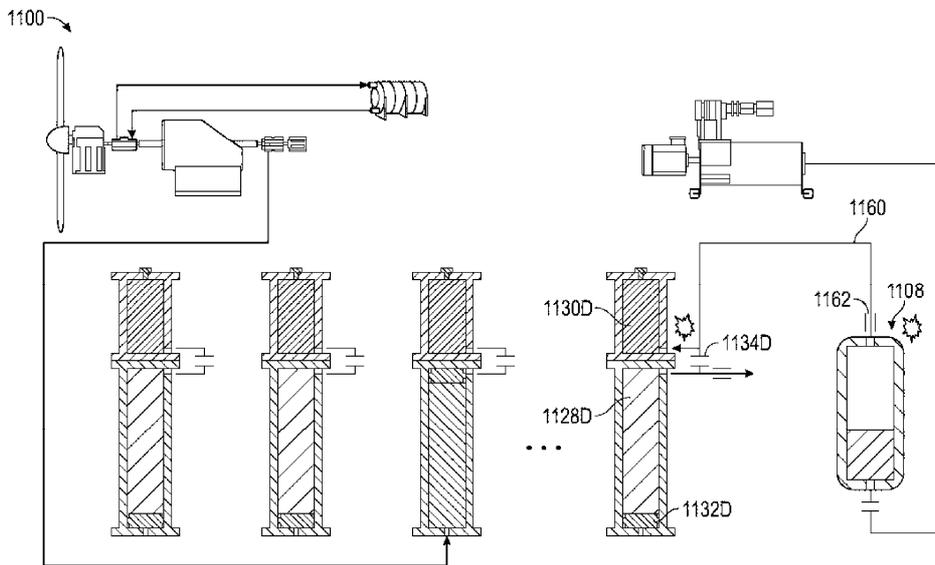
Фиг. 15



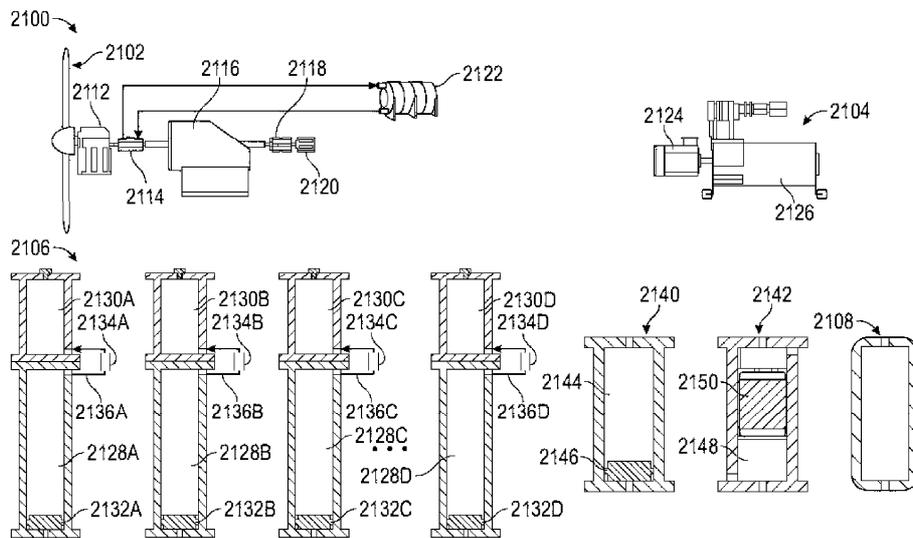
Фиг. 16



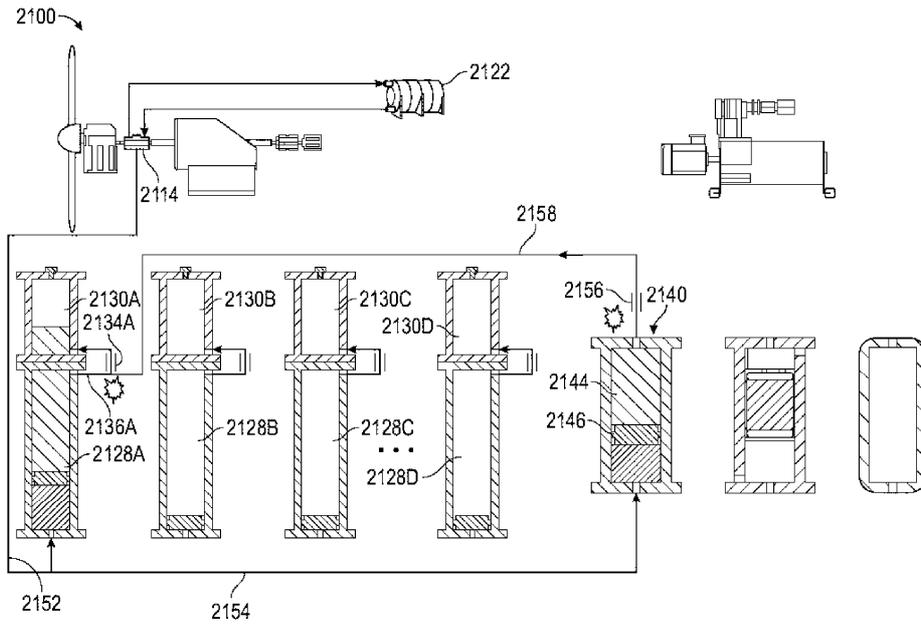
Фиг. 17



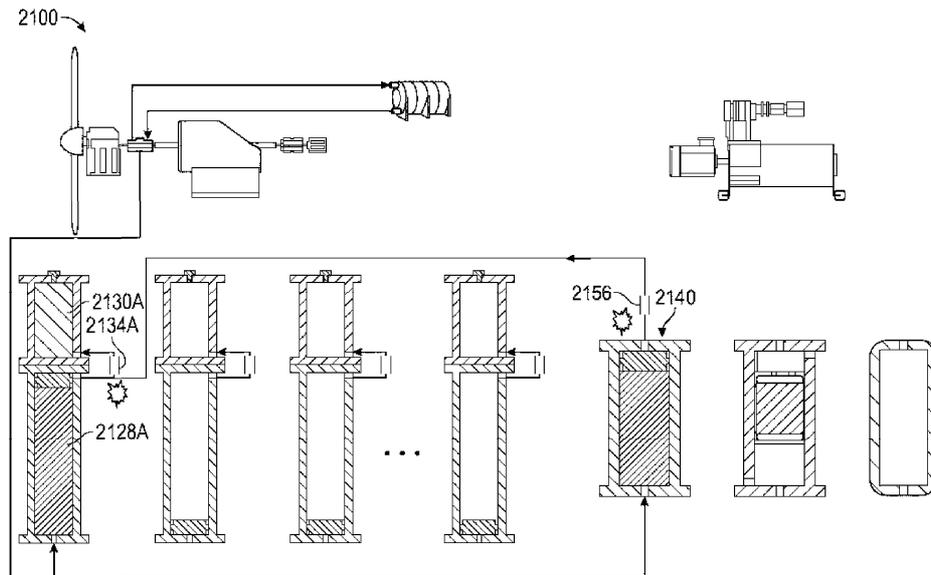
Фиг. 18



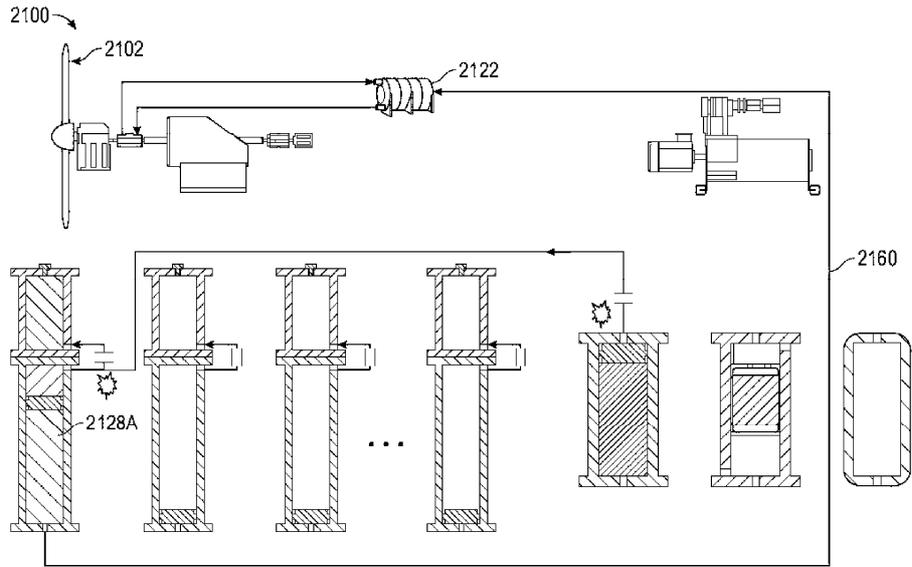
Фиг. 19



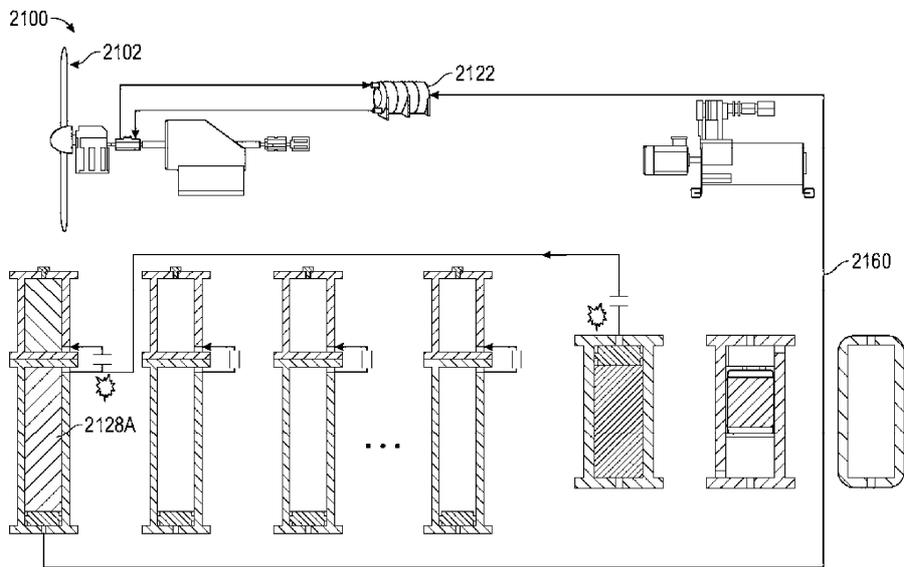
Фиг. 20



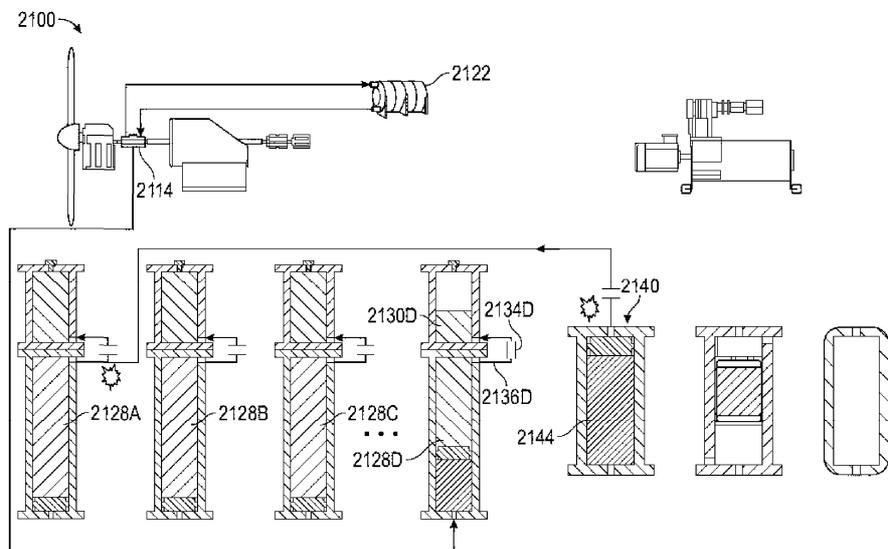
Фиг. 21



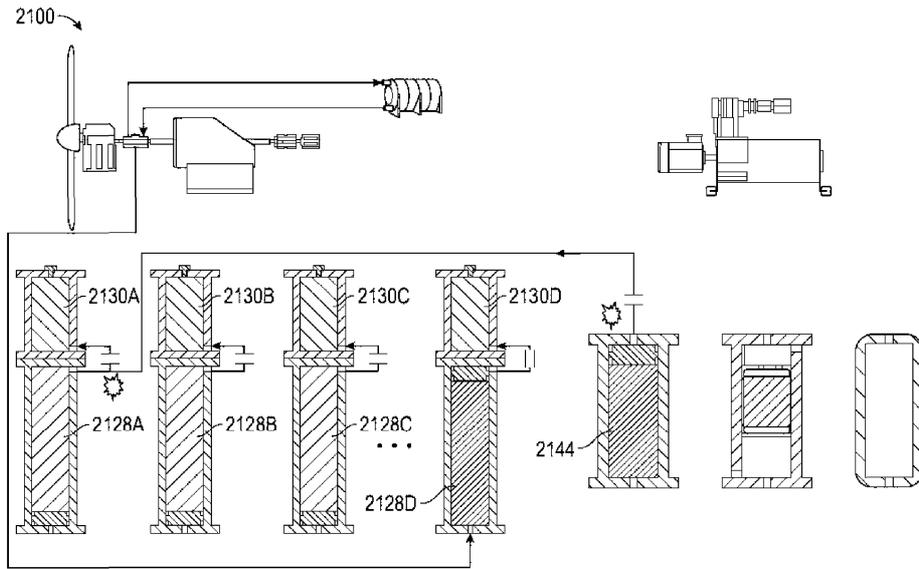
Фиг. 22



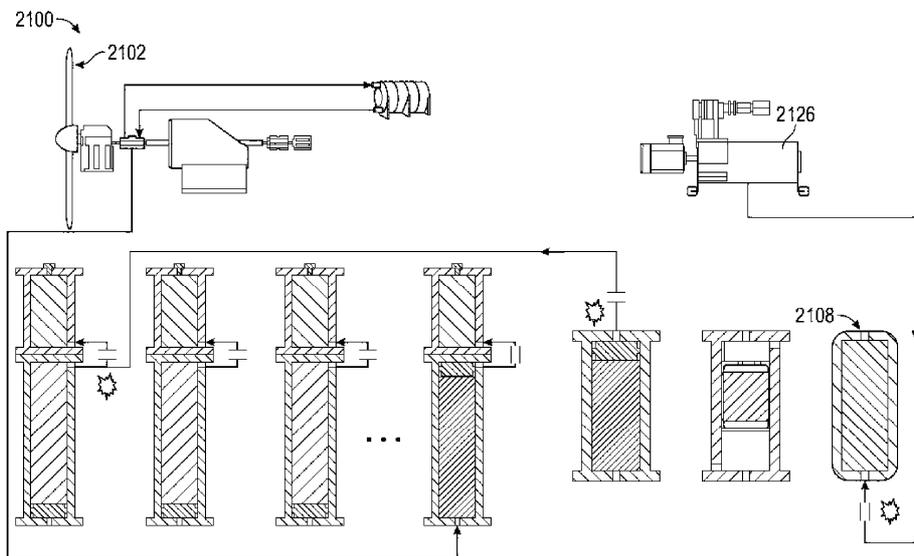
Фиг. 23



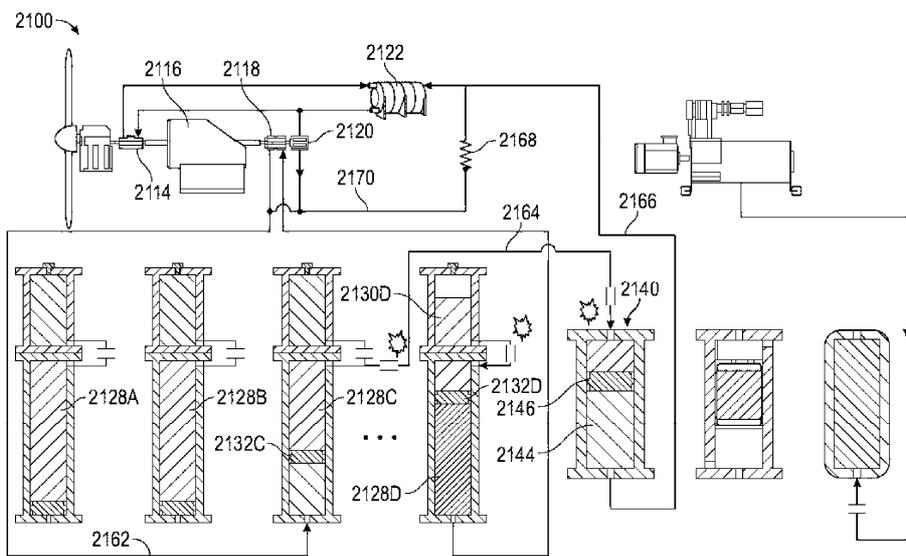
Фиг. 24



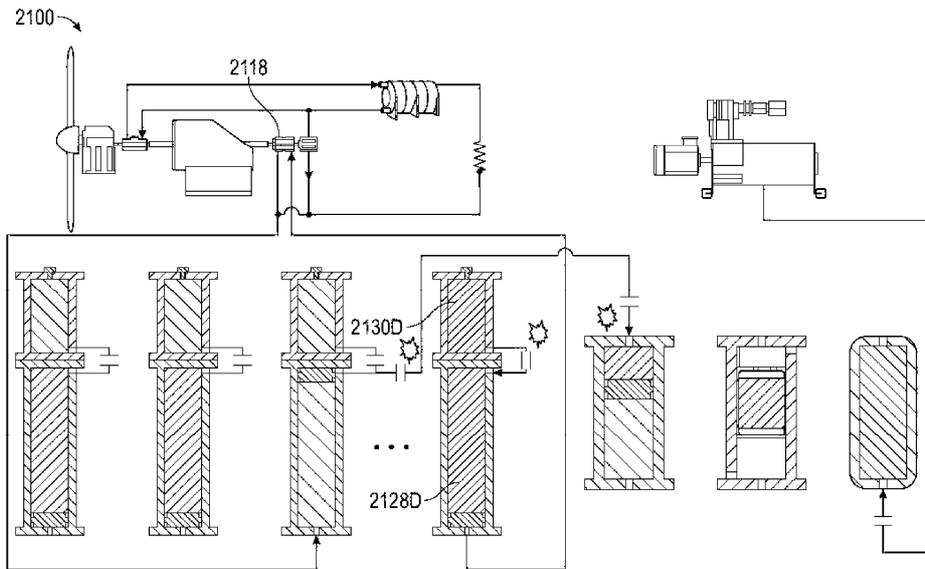
Фиг. 25



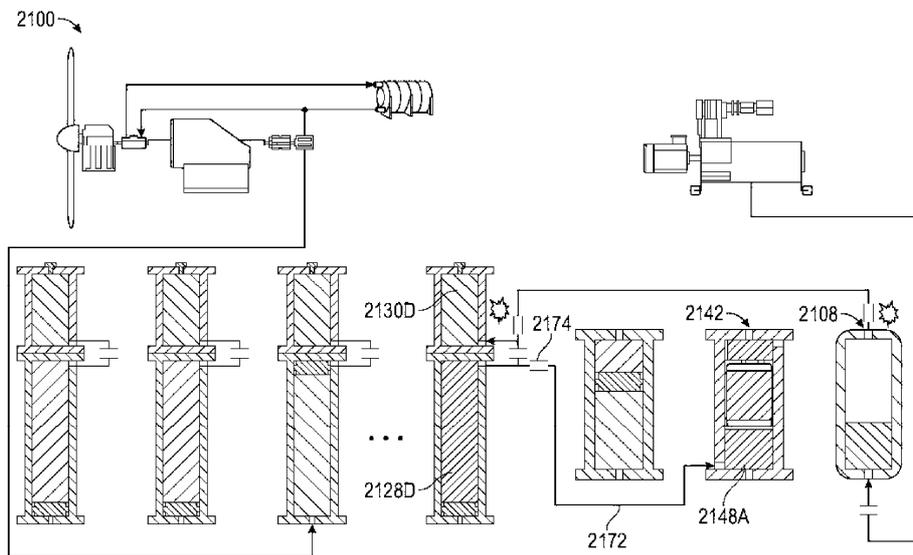
Фиг. 26



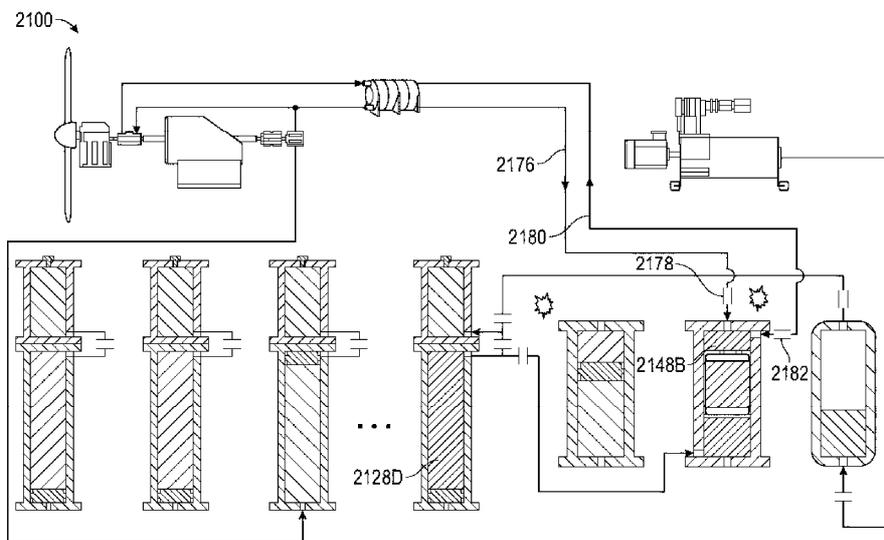
Фиг. 27



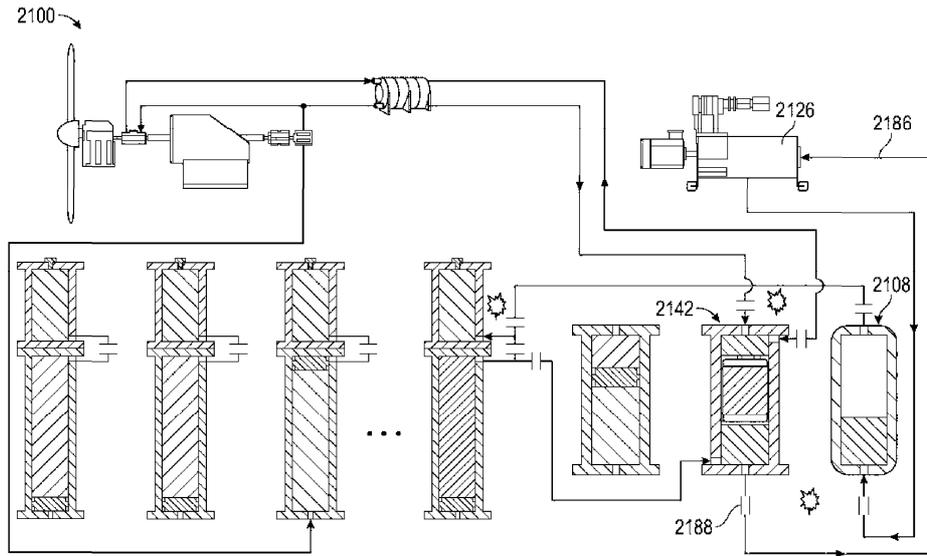
Фиг. 28



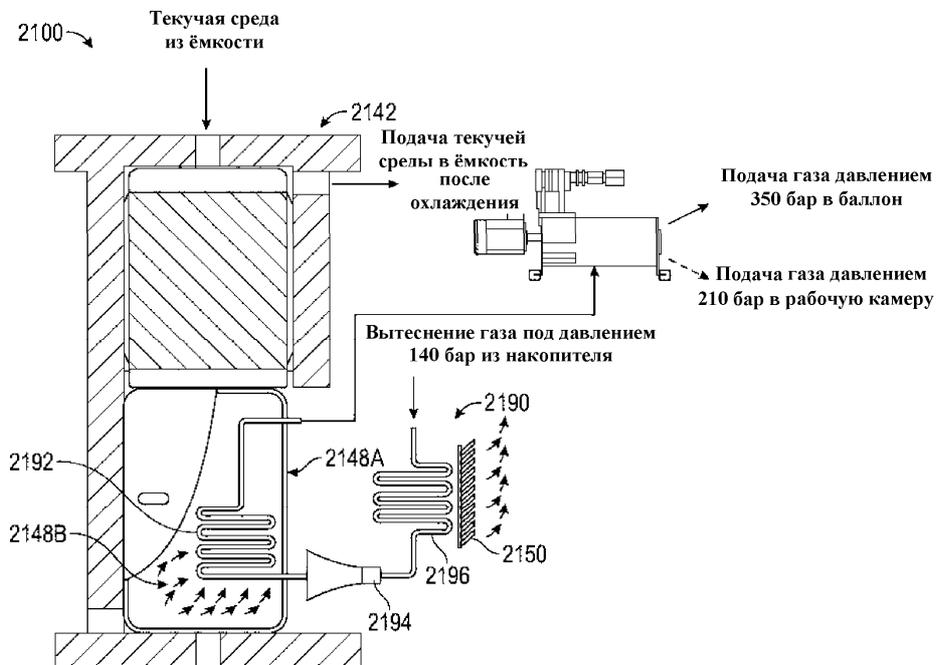
Фиг. 29



Фиг. 30



Фиг. 31



Фиг. 32

