

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **035321**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.05.28**

(51) Int. Cl. **H02M 1/32 (2007.01)**

(21) Номер заявки  
**201891757**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.04.06**

---

(54) **СПОСОБ ОГРАНИЧЕНИЯ ТОКА ПЕРЕГРУЗКИ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ**

---

(31) **201610219293.1**

(56) CN-A-105915038  
CN-A-105140948  
CN-A-104333032  
CN-A-104882911  
JP-A-2014192992

(32) **2016.04.08**

(33) **CN**

(43) **2019.03.29**

(86) **PCT/CN2017/079636**

(87) **WO 2017/174015 2017.10.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ЭНАР ЭЛЕКТРИК КО., ЛТД; ЭНАР  
ЭНЖИНИРИНГ КО., ЛТД (CN)**

(72) Изобретатель:  
**Ху Чжаоцин, Дун Юньлун, Лу Юй, Ли  
Хайин, Цао Дунмин (CN)**

(74) Представитель:  
**Носырева Е.Л. (RU)**

---

(57) Предложен способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения, который применяется с однополюсной или двухполюсной топологией в гибкой системе передачи электроэнергии постоянного тока. Когда система управления полюса получает команду ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением, в одно и то же время меняются команды активной и реактивной мощностей в соответствии с конкретным наклоном характеристики, так что абсолютное значение тока плеча преобразователя снижается при постоянном наклоне характеристики и гарантируется падение активной мощности и реактивной мощности до нуля в одно и то же время, и цели преобразователя, заключающейся в ограничении нагрузки с водяным охлаждением, можно достичь посредством уменьшения тока плеча. После отмены команды ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением, полученной системой управления полюса, текущая величина активной мощности и неактивной мощности остается без изменений, при повторном получении команды ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением снижение продолжается на основании текущих величин мощности, пока мощность не снизится до нуля. Согласно этому способу в преобразователе напряжения однополюсной или двухполюсной топологии может быть реализована функция ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением, при этом во время перегрузки может гарантироваться безопасная работа клапана преобразователя, а рабочий процесс является простым, надежным и легким для выполнения.

---

**B1**

**035321**

**035321**

**B1**

### Область техники

Настоящее изобретение относится к области технологии передачи электроэнергии постоянного тока (DC), и в частности к способу ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения.

### Предпосылки изобретения

Преобразователь напряжения используется в гибкой передаче электроэнергии постоянного тока, которая может независимо регулировать передачу активной и реактивной мощностей, а также увеличивать пропускную способность системы переменного тока (AC). Такой преобразователь облегчает образование системы передачи электроэнергии постоянного тока со множеством конечных устройств. Поэтому в сфере применения производства электроэнергии для возобновляемых источников энергии, снабжения энергией изолированных городов и межсоединения систем переменного тока преобразователь напряжения имеет очевидную конкурентоспособность.

В настоящее время в топологии преобразователя напряжения для гибкой передачи электроэнергии постоянного тока используется модульная многоуровневая технология. Ток проходит через шесть плеч моста преобразователя в обычном рабочем состоянии, а включение/выключение переключателя устройства модулей приводит к потере тепла. Поэтому необходима определенная водоохлаждающая способность для снижения температуры, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию модулей. Однако недостаточная водоохлаждающая способность может стать причиной чрезмерно высокой температуры выходящей через клапан воды, так что система не может работать безопасно. В этом случае при обнаружении высокой температуры воды система управления водяным охлаждением может заранее отправлять команду ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением в систему управления верхнего узла.

В настоящее время после получения команды ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением верхний узел может использовать способ уменьшения постоянного тока или использовать динамический способ управления предельным током. Вышеупомянутый способ обработки применяется в основном в традиционной передаче электроэнергии постоянного тока, относящейся к типу преобразователя с линейной коммутацией. Последний способ обработки относится к диапазону ограничения тока внутреннего контура и используется в основном для ограничения переходного тока. Оба способа обработки имеют определенные ограничения при применении в ограничении тока перегрузки для преобразователя напряжения, поскольку ток плеча преобразователя напряжения содержит не только активный компонент, но также содержит и реактивный компонент тока. Таким образом, после уменьшения только постоянного тока цель ограничения тока перегрузки плеча не может быть полностью достигнута. Способ ограничения переходного тока может реагировать с высокой скоростью и в целом применяется в управлении переходным процессом; поэтому данный способ не может удовлетворить потребность в ограничении тока во время перегрузки. Способ, предложенный в настоящем изобретении, применим для ограничения по перегрузке для преобразователя напряжения с однополюсной или двухполюсной топологией.

### Сущность изобретения

Целью настоящего изобретения является обеспечение способа ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения, который применяется с однополюсной или двухполюсной топологией в гибкой системе передачи электроэнергии постоянного тока. Когда система управления полюса получает команду ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением, в одно и то же время меняются команды активной и реактивной мощностей в соответствии с конкретным наклоном характеристики так, что абсолютное значение тока плеча преобразователя снижается с постоянным наклоном характеристики, и гарантируется падение в одно и то же время активной мощности и реактивной мощности до нуля, а цели преобразователя, заключающейся в ограничении нагрузки с водяным охлаждением, можно достичь посредством уменьшения тока плеча, гарантируя, таким образом, безопасную работу клапана преобразователя во время перегрузки.

Для достижения вышеуказанной цели в настоящем изобретении использованы следующие решения.

При получении команды ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением управляющий узел верхнего уровня в одно и то же время меняет команду активной мощности и команду реактивной мощности в соответствии с конкретным наклоном характеристики, так что абсолютное значение тока плеча преобразователя снижается при постоянном наклоне характеристики. Во время снижения мощности команда активной мощности и команда реактивной мощности меняются в соответствии с наклоном характеристики посредством способа изменения следующим образом.

Команда активной мощности меняется следующим образом:

$$P_{ref} = \text{sig}(P_0) \left| P_0 \pm \int_0^t (\text{RAMP}_P) dt \right|$$

где  $P_0$  является выходной активной мощностью преобразователя до ограничения нагрузки с водяным охлаждением;

$\text{sig}(P_0)$  обозначает извлечение знака плюс/минус исходной активной мощности;

$\text{RAMP}_P$  является положительной величиной и обозначает наклон характеристики, который в целом приравнивается к положительной постоянной и используется для обозначения количества мегаватт (МВт) в минуту;

то, какой знак, плюс или минус, обозначает символ  $\pm$ , определяется в соответствии с тем, является ли исходная активная мощность  $P_0$  положительной или отрицательной величиной, при этом, если исходная активная мощность  $P_0 > 0$ , используется знак минус, или, если исходная активная мощность  $P_0 < 0$ , используется знак плюс;

команда реактивной мощности меняется при постоянном наклоне характеристики в соответствии с соотношением исходной активной мощности и исходной реактивной мощности.

Команда реактивной мощности меняется следующим образом:

$$Q_{ref} = Q_0 \left| \left( \frac{P_0 \pm \int_0^t (RAMP\_P) dt}{P_0} \right) \right|$$

Когда активная мощность и реактивная мощность полюса, ограниченные в связи с перегрузкой, меняются таким образом, гарантируется, что ток плеча снижается в соответствии с наклоном характеристики, чтобы избежать перегрузки преобразователя напряжения, вызванной недостаточной водоохлаждающей способностью, возникающей из-за того, что ток плеча приводит к потере тепла преобразователя.

В вышеописанном способе ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения изменение активной команды и изменение команды реактивной мощности являются независимыми друг от друга, что, в частности, значит, что активная мощность и реактивная мощность снижаются в одно и то же время в соответствии со способом изменения; или станция управления мощностью не меняет команду реактивной мощности, а меняет только команду активной мощности, так что активная мощность станции управления напряжением постоянного тока на другой клемме может быть уменьшена, и реактивная мощность станции управления напряжением постоянного тока уменьшается в соответствии с вышеописанным способом.

В вышеописанном способе ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения, если станция управления активной мощностью получает команду ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением, станция управления активной мощностью меняет свои собственные команды в соответствии с вышеописанным способом для изменения команд активной и реактивной мощностей; если станция управления напряжением постоянного тока получает команду ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением, станция управления напряжением постоянного тока посылает другой станции управления активной мощностью посредством межстанционной линии связи команду с запросом уменьшить активную мощность и вместе с тем меняет команду реактивной мощности станции управления напряжением постоянного тока; и после получения команды со станции управления напряжением постоянного тока с запросом уменьшить активную мощность станция управления активной мощностью меняет команду активной мощности с помощью вышеописанного способа, но не меняет собственную команду реактивной мощности.

В вышеописанном способе ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения после отмены команды ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением, полученной управляющим узлом верхнего уровня, текущие величины активной мощности и реактивной мощности остаются без изменений, новый наклон характеристики изменения мощности и новую величину команды мощности настраивают вручную, и активная мощность или реактивная мощность увеличивается/снижается до новой величины команды мощности в соответствии с новым наклоном характеристики изменения; и поэтому, когда команда ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением получена снова, снижение продолжается на основании текущих величин мощности до тех пор, пока мощность не снизится до нуля.

В вышеописанном способе ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения в структуре двухполюсной топологии один полюс при ограничении в связи с перегрузкой по отдельности меняет свои собственные активную мощность и реактивную мощность, а активная и реактивная мощности другого полюса регулируются в соответствии с требованиями к эксплуатации, где активная мощность другого полюса меняется по абсолютной величине совместно с таковой полюса ограниченной мощности, или активную мощность получают посредством вычитания фактически измеренной величины активной мощности ограниченного полюса из полной команды активной мощности, и указанный выше способ основывается на том принципе, что полная активная мощность двух полюсов остается без изменений; реактивную мощность получают посредством вычитания фактически измеренной величины реактивной мощности ограниченного полюса из команды полной реактивной мощности, основываясь на том принципе, что полная реактивная мощность остается без изменений, в качестве команды реактивной мощности для другого полюса.

Когда вышеописанный способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения применяют в структуре двухполюсной топологии, если структура двухполюсной топологии работает в режиме с линией возврата через металл, когда один полюс по отдельности меняет свои собственные активную мощность и реактивную мощность, так как один полюс ограничен в связи с перегрузкой, следующий способ используют для другого полюса для сохранения полных активной и реактивной мощностей без изменений: переключение полюса, ограниченного в связи с перегрузкой, в однополюсный режим управления мощностью, что означает, что этот полюс по отдельности меняет свои собственные активную

мощность и команду реактивной мощности в соответствии со способом, описанным в п.1 формулы изобретения; а другой полюс не меняет способ управления, а именно получает фактически измеренные величины активной и реактивной мощностей полюса, ограниченного в связи с перегрузкой, посредством линии связи, и получает команды активной и реактивной мощностей неограниченного полюса посредством вычитания величины активной и реактивной мощностей ограниченного полюса из команд полных активной и реактивной мощностей соответственно.

Когда вышеописанный способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения применяются в структуре двухполюсной топологии, если структура двухполюсной топологии работает в режиме с линией возврата через землю, когда один полюс по отдельности меняет свои собственные активную мощность и реактивную мощность, поскольку один полюс ограничен в связи с перегрузкой, другой полюс отслеживает ограниченный полюс и получает фактически измеренную величину активной мощности посредством межполюсной линии связи, а команда мощности равняется фактически измеренной мощности другого полюса, так что ток линии возврата через землю остается равным нулю все время; команду реактивной мощности получают посредством вычитания фактически измеренной величины реактивной мощности ограниченного полюса из команды полной реактивной мощности в качестве команды реактивной мощности другого полюса, так что полная реактивная мощность остается без изменений.

После использования вышеописанного решения настоящее изобретение позволяет достичь следующих положительных эффектов.

(1) Когда активная мощность и реактивная мощность полюса, ограниченные в связи с перегрузкой, меняются таким образом, гарантируется, что ток плеча снижается в соответствии с наклоном характеристики, чтобы избежать перегрузки преобразователя напряжения, вызванной недостаточной водоохлаждающей способностью, возникающей из-за того, что ток плеча приводит к потере тепла преобразователя.

(2) Данный способ применяют со структурой двухполюсной топологии, работающей в режимах с линией возврата через металл или с линией возврата через землю. Когда один полюс ограничен в связи с перегрузкой, полные активная и реактивная мощности остаются без изменений благодаря компенсации активной и реактивной мощностей другого полюса или благодаря поддержанию тока возврата через землю равным нулю в режиме с линией возврата через землю.

#### **Краткое описание графических материалов**

На фиг. 1(a) показана двухполюсная топология, работающая в режиме с линией возврата через металл, и на фиг. 1(b) показана двухполюсная топология, работающая в режиме с линией возврата через землю, где ММС обозначает модульный многоуровневый преобразователь; и

на фиг. 2 изображена схема, показывающая отношение между максимальной выходной активной мощностью преобразователя и сетевым напряжением переменного тока согласно настоящему изобретению.

#### **Подробное описание изобретения**

Целью настоящего изобретения является обеспечение способа ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения, который применяется с однополюсной или двухполюсной топологией в гибкой системе передачи электроэнергии постоянного тока. Как показано на фиг. 2, после получения команды 102 ограничения тока перегрузки от системы 101 управления водяным охлаждением управляющий узел 103 верхнего уровня для полюса 1 в одно и то же время меняет команды активной и реактивной мощностей в соответствии с конкретным наклоном характеристики, так что абсолютное значение тока плеча преобразователя снижается при постоянном наклоне характеристики, и при этом гарантируется, что активная мощность и реактивная мощность снижаются до нуля в одно и то же время, достигая, таким образом, цели конвертера, заключающейся в ограничении нагрузки с водяным охлаждением посредством уменьшения тока плеча. Таким образом, после отмены команды ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением, полученной системой управления полюса, текущие величины активной мощности и реактивной мощности остаются без изменений. Когда команда ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением получена снова, снижение продолжается на основании текущих величин мощности тока до тех пор, пока мощность не снизится до нуля. Согласно этому способу в преобразователе напряжения однополюсной или двухполюсной топологии может быть реализована функция ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением, при этом во время перегрузки может гарантироваться безопасная работа клапана конвертера.

Для достижения вышеупомянутой цели способами осуществления согласно настоящему изобретению являются следующие.

При получении команды 102 ограничения тока перегрузки от системы 101 управления водяным охлаждением управляющий узел 103 верхнего уровня в одно и то же время меняет команды активной и реактивной мощностей в соответствии с конкретным наклоном характеристики, так что абсолютное значение тока плеча преобразователя снижается при постоянном наклоне характеристики. В процессе снижения мощности команда активной мощности и команда реактивной мощности меняются в соответствии с наклоном характеристики посредством способа изменения следующим образом.

Команда активной мощности меняется следующим образом:

$$P_{ref} = \text{sig}(P_0) \left| \left( P_0 \pm \int_0^t (\text{RAMP}_P) dt \right) \right|$$

$P_0$  является выходной активной мощностью преобразователя до ограничения нагрузки с водяным охлаждением;

$\text{sig}(P_0)$  обозначает извлечение знака плюс/минус исходной активной мощности;

$\text{RAMP}_P$  является положительной величиной и обозначает наклон характеристики, который в целом приравнивается к положительной постоянной и используется для обозначения количества мегаватт (МВт) в минуту;

то, какой знак, плюс или минус, обозначает символ  $\pm$ , определяется в соответствии с тем, является ли исходная активная мощность  $P_0$  положительной или отрицательной величиной, при этом, если исходная активная мощность  $P_0 > 0$ , то используется знак минус, или, если исходная активная мощность  $P_0 < 0$ , то используется знак плюс;

команда реактивной мощности меняется при постоянном наклоне характеристики в соответствии с отношением исходной активной мощности к исходной реактивной мощности.

Команда реактивной мощности меняется следующим образом:

$$Q_{ref} = Q_0 \left| \left( \frac{P_0 \pm \int_0^t (\text{RAMP}_P) dt}{P_0} \right) \right|$$

Когда активная мощность и реактивная мощность полюса, ограниченные в связи с перегрузкой, меняются таким образом, гарантируется, что ток плеча равномерно снижается в соответствии с наклоном характеристики, чтобы избежать перегрузки преобразователя напряжения, вызванной недостаточной водоохлаждающей способностью, возникающей из-за того, что ток плеча приводит к потере тепла преобразователя.

В вышеописанном способе ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения изменение команды активной мощности и изменение команды реактивной мощности являются независимыми друг от друга, что, в частности, значит, что активная мощность и реактивная мощность снижаются в одно и то же время в соответствии с предложенным способом; или станция управления мощностью не меняет команду реактивной мощности, а меняет только команду активной мощности, так что активная мощность станции управления напряжением постоянного тока на другой клемме может быть уменьшена, и реактивная мощность станции управления напряжением постоянного тока уменьшается в соответствии с вышеописанным способом.

В вышеописанном способе ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения, если станция управления активной мощностью получает команду ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением, станция управления активной мощностью меняет свои собственные команды в соответствии с вышеописанным способом для изменения команд активной и реактивной мощностей. Если станция управления напряжением постоянного тока получает команду ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением, станция управления напряжением постоянного тока посылает станции управления мощностью посредством межстанционной линии связи команду с запросом уменьшить активную мощность, и также меняет команду реактивной мощности станции управления напряжением постоянного тока. После получения команды со станции управления напряжением постоянного тока с запросом уменьшить активную мощность, станция управления мощностью меняет команду активной мощности с помощью вышеописанного способа, но не меняет собственную команду реактивной мощности.

В вышеописанном способе ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения после отмены команды ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением, полученной управляющим узлом 103 верхнего уровня, текущие величины активной мощности и реактивной мощности остаются без изменений, новый наклон характеристики изменения мощности и новую величину команды мощности настраивают вручную, и активная мощность или реактивная мощность увеличивается/снижается до новой величины команды мощности в соответствии с новым наклоном характеристики изменения. Поэтому, когда команда ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением получена снова, снижение продолжается на основании текущих величин мощности тока до тех пор, пока мощность не снизится до нуля.

В вышеописанном способе ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения в структуре двухполюсной топологии управляющий узел 103 верхнего уровня одного полюса по отдельности меняет свои собственные активную мощность и реактивную мощность, поскольку один полюс ограничен в связи с перегрузкой, а активная и реактивная мощности управляющего узла 104 верхнего уровня другого полюса регулируются в соответствии с требованиями. Активная мощность может быть изменена по абсолютной величине совместно с полюсом ограниченной мощности или активная мощность другого полюса регулируется, основываясь на намерении сохранить полную активную мощность без изменения. Его реактивная мощность регулируется согласно намерению сохранить полную реактивную мощность без изменения.

Вышеописанный способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения применяют

в структуре двухполюсной топологии, а структура двухполюсной топологии не требует двухполюсной сбалансированной работы в процессе уменьшения мощности. Исходя из таких условий, как показано на фиг. 1(a), когда один полюс 103 по отдельности меняет свои собственные активную мощность и реактивную мощность, поскольку один полюс ограничен в связи с перегрузкой, следующий способ используют для другого полюса 104 для сохранения полных активной и реактивной мощностей без изменения. Полюс, ограниченный в связи с перегрузкой, переключают в однополюсный режим управления мощностью, что означает, что этот полюс по отдельности меняет свои собственные активную мощность и команду реактивной мощности в соответствии со способом, описанным в п.1 формулы изобретения, в то время как способ управления другого полюса 104 не меняется. Другими словами, другой полюс 104 получает фактически измеренные величины активной и реактивной мощностей полюса, ограниченного в связи с перегрузкой, посредством линии 105 связи, и получает команды активной и реактивной мощностей неограниченного полюса посредством вычитания величин активной и реактивной мощностей ограниченного полюса из команд полных активной и реактивной мощностей соответственно.

Вышеописанный способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения применяют в структуре двухполюсной топологии, а структура двухполюсной топологии требует двухполюсной сбалансированной работы в процессе уменьшения мощности. Исходя из таких условий, как показано на фиг. 1(b), когда один полюс 103 по отдельности меняет свои собственные активную мощность и реактивную мощность, поскольку один полюс ограничен в связи с перегрузкой, другой полюс 104 отслеживает ограниченный полюс и получает фактически измеренную величину активной мощности посредством линии 105 связи, а команда мощности равняется фактически измеренной мощности другого полюса, так что ток линии возврата через землю остается равным нулю все это время. В случае реактивной мощности команду реактивной мощности другого полюса 104 получают посредством вычитания фактически измеренной величины реактивной мощности ограниченного полюса из команды полной реактивной мощности, так что полная реактивная мощность остается без изменений.

Вышеописанные варианты осуществления используются лишь с целью объяснения технических решений настоящего изобретения, но не предназначены для ограничения настоящего изобретения. Все различные формы или модификации со ссылкой на вышеописанные варианты осуществления включены в объем защиты настоящего изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения, отличающийся тем, что при получении команды ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением управляющий узел верхнего уровня одновременно или по отдельности меняет команду активной мощности и команду реактивной мощности в соответствии с конкретным наклоном характеристики, так что абсолютное значение тока плеча преобразователя снижается при постоянном наклоне характеристики;

при этом во время снижения мощности команда активной мощности и команда реактивной мощности меняются посредством способа изменения в соответствии с конкретным наклоном характеристики следующим образом:

команда активной мощности представлена следующим образом:

$$P_{ref} = \text{sig}(P_0) \left| \left( P_0 \pm \int_0^t (\text{RAMP\_P}) dt \right) \right|$$

где  $P_0$  является выходной активной мощностью преобразователя до ограничения нагрузки с водяным охлаждением;

$\text{sig}(P_0)$  обозначает извлечение знака плюс/минус исходной активной мощности;

$\text{RAMP\_P}$  является положительной постоянной, обозначает наклон характеристики и указывает на скорость изменения мощности; и то, какой знак, плюс или минус, обозначает символ  $\pm$ , определяется в соответствии с тем, является ли исходная активная мощность  $P_0$  положительной или отрицательной величиной, при этом, если исходная активная мощность  $P_0 > 0$ , то используется знак минус, или, если исходная активная мощность  $P_0 < 0$ , то используется знак плюс; и

при этом команда реактивной мощности меняется по абсолютной величине при постоянном наклоне характеристики в соответствии с соотношением исходной активной мощности и исходной реактивной мощности; и

при этом команда реактивной мощности меняется следующим образом:

$$Q_{ref} = Q_0 \left| \left( \frac{P_0 \pm \int_0^t (\text{RAMP\_P}) dt}{P_0} \right) \right|$$

где  $Q_0$  является выходной реактивной мощностью преобразователя до ограничения нагрузки с водяным охлаждением.

2. Способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения по п.1, отличающийся тем, что изменение команды активной мощности и изменение команды реактивной мощности являются

независимыми друг от друга, что, в частности, значит, что активная мощность и реактивная мощность снижаются в одно и то же время в соответствии с вышеописанным способом изменения; или станция управления мощностью не меняет команду реактивной мощности, а меняет только команду активной мощности, и команда реактивной мощности станции управления напряжением постоянного тока (DC) уменьшается в соответствии с вышеописанным способом изменения.

3. Способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения по п.1, отличающийся тем, что

если станция управления активной мощностью получает команду ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением, станция управления активной мощностью меняет свои собственные команды в соответствии с вышеописанным способом изменения команд активной и реактивной мощностей;

при этом, если станция управления напряжением постоянного тока получает команду ограничения тока перегрузки с водяным охлаждением, станция управления напряжением постоянного тока посылает станции управления мощностью посредством межстанционной линии связи команду с запросом уменьшить активную мощность, и вместе с тем меняет команду реактивной мощности станции управления напряжением постоянного тока с запросом уменьшить активную мощность, станция управления активной мощностью меняет команду активной мощности согласно указанному способу изменения, но не меняет команду реактивной мощности.

4. Способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения по п.1, отличающийся тем, что после отмены команды ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением, полученной управляющим узлом верхнего уровня, текущие величины активной мощности и реактивной мощности остаются без изменений, новый наклон характеристики изменения мощности и новую величину команды мощности настраивают вручную, и активная мощность или реактивная мощность увеличивается/снижается до новой величины команды мощности в соответствии с новым наклоном характеристики изменения, и при этом, когда команда ограничения перегрузки по мощности с водяным охлаждением получена снова, активная мощность или реактивная мощность продолжает снижаться на основании текущих величин мощности до тех пор, пока мощность не снизится до нуля.

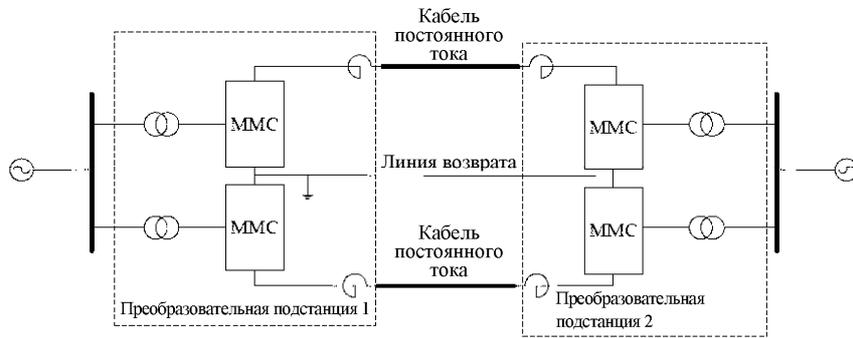
5. Способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения по п.1, отличающийся тем, что в структуре двухполюсной топологии один полюс при ограничении в связи с перегрузкой по отдельности меняет свои собственные активную мощность и реактивную мощность, а активная и реактивная мощности другого полюса регулируются в соответствии с требованиями к эксплуатации, при этом активная мощность другого полюса меняется по абсолютной величине совместно с таковой полюса ограниченной мощности, или активную мощность получают посредством вычитания фактически измеренной величины активной мощности ограниченного полюса из команды полной активной мощности, основываясь на том принципе, что полная активная мощность остается без изменений; команду реактивной мощности получают посредством вычитания фактически измеренной величины реактивной мощности ограниченного полюса из команды полной реактивной мощности, основываясь на том принципе, что полная реактивная мощность остается без изменений, в качестве команды реактивной мощности для другого полюса.

6. Способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения по п.5, отличающийся тем, что, когда способ применяют в структуре двухполюсной топологии, если структура двухполюсной топологии работает в режиме с линией возврата через металл, когда один полюс по отдельности меняет свои собственные активную мощность и реактивную мощность, поскольку один полюс ограничен в связи с перегрузкой, следующий способ используют для другого полюса для сохранения полных активной и реактивной мощностей без изменений: переключение полюса, ограниченного в связи с перегрузкой, в однополюсный режим управления мощностью, и при этом ограниченный полюс по отдельности меняет свои собственные активную мощность и команду реактивной мощности в соответствии с вышеописанным способом изменения, и при этом другой полюс сохраняет свой способ управления без изменения, получая фактически измеренные величины активной и реактивной мощностей полюса, ограниченного в связи с перегрузкой, посредством линии связи и получая активную и реактивную мощности посредством вычитания величин активной и реактивной мощностей ограниченного полюса из команд полных активной и реактивной мощностей соответственно, в качестве команд активной и реактивной мощностей неограниченного полюса.

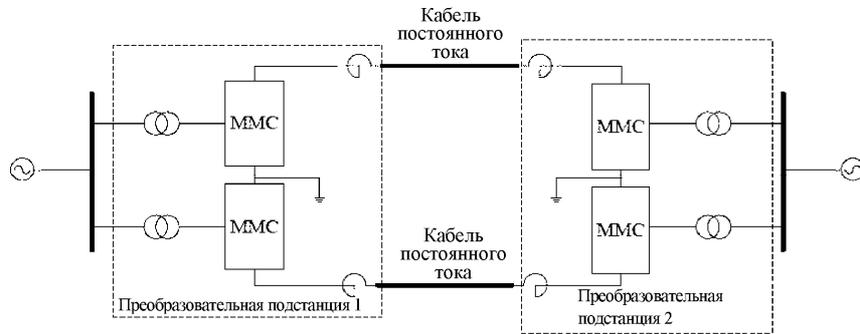
7. Способ ограничения тока перегрузки для преобразователя напряжения по п.5, отличающийся тем, что

когда способ применяют в структуре двухполюсной топологии, если структура двухполюсной топологии работает в режиме с линией возврата через землю, когда один полюс по отдельности меняет свои собственные активную мощность и реактивную мощность, поскольку один полюс ограничен в связи с перегрузкой, другой полюс отслеживает ограниченный полюс и получает фактически измеренную величину активной мощности посредством межполюсной линии связи, а команда мощности неограниченного полюса равняется фактически измеренной мощности ограниченного полюса, так что ток линии возврата через землю остается равным нулю все это время; и

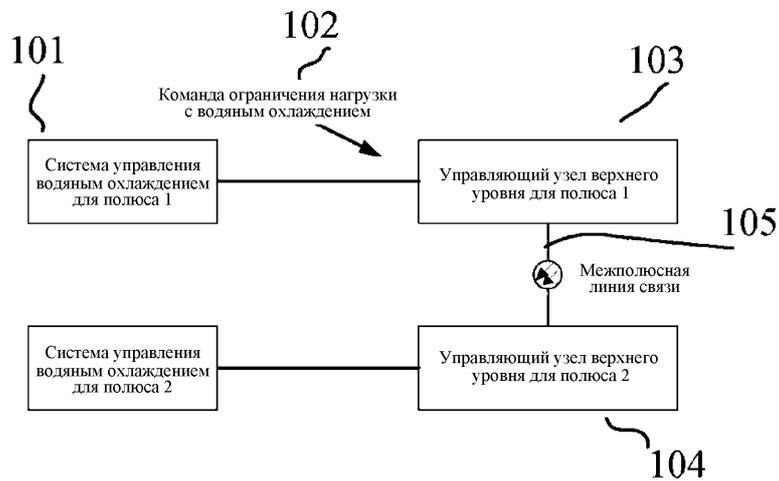
при этом команду реактивной мощности получают посредством вычитания фактически измеренной величины реактивной мощности ограниченного полюса из команды полной реактивной мощности в качестве команды реактивной мощности другого полюса, так что полная реактивная мощность остается без изменений.



Фиг. 1(a)



Фиг. 1(b)



Фиг. 2

