

Турбогенератор Capstone C60-iCHP с интегрированным теплообменником

Оглавление

| | |
|---|---|
| Введение | 2 |
| Принцип работы модуля теплообменника..... | 3 |
| Режимы работы и настройки | 4 |
| Байпас | 4 |
| Приоритет по электричеству с контролем температуры теплоносителя..... | 4 |
| Контроль температуры теплоносителя..... | 5 |
| Приоритет по теплу | 5 |
| Интеграция модуля iCHP с микротурбиной | 5 |
| Особенности работы в двухмодовом режиме..... | 6 |
| Интеграция с внешними системами контроля и управления..... | 6 |
| Настройки программного обеспечения..... | 6 |
| Подключение трубопроводов с теплоносителем | 7 |
| Подключение внешнего оборудования | 8 |

Введение

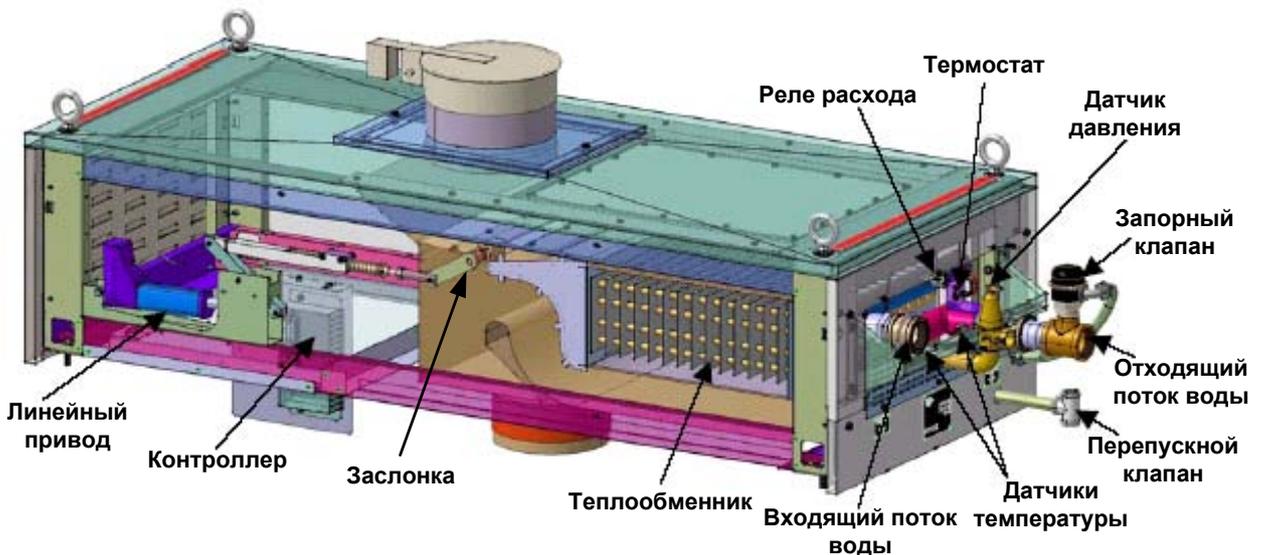
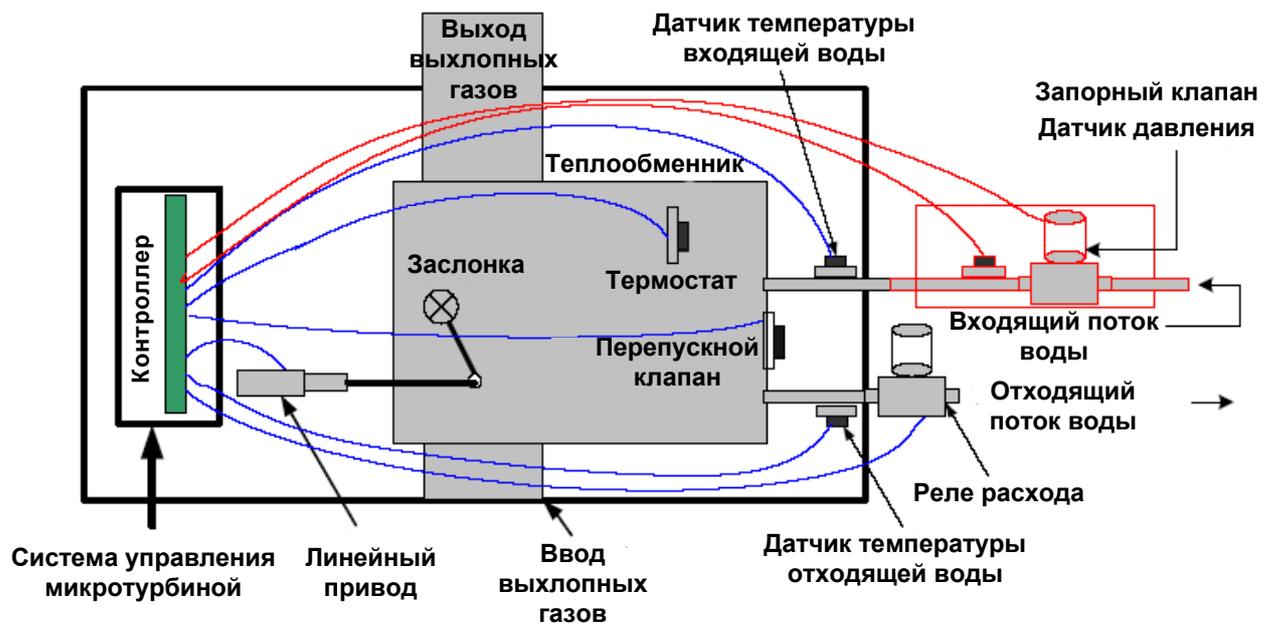
Настоящий документ содержит описание работы когенерационной системы в составе микротурбины Capstone C60 и интегрированного теплообменника для производства горячей воды Capstone iCHP, который использует тепловую энергию отходящих выхлопных газов микротурбины.

Данная когенерационная система может быть использована как самостоятельная установка или как часть комплексной теплоэнергетической системы в различных проектах, где существует потребность в отоплении жилых или производственных помещений, горячем водоснабжении, применении горячей воды в технологических процессах. При этом микротурбина используется в качестве основного или дополнительного источника электроэнергии, работая автономно или параллельно с сетью.



Принцип работы модуля теплообменника

В модуле iCHP происходит нагрев входящего теплоносителя (чаще всего воды, но может использоваться и гликоль) путем направления потока отходящих газов микротурбины в теплообменник, основные узлы которого представлены на нижеследующей схеме:



Контроллер модуля iCHP с помощью линейного привода управляет положением заслонки, которая принимает одно из стандартных положений - в зависимости от необходимого количества тепловой энергии и режима работы теплообменника:

- Полный теплообмен (заслонка полностью открыта). Вся доступная тепловая энергия выхлопных газов микротурбины направляется в теплообменник.

- Байпас (заслонка полностью закрыта). Поток выхлопных газов направляется в атмосферу, минуя теплообменник. При этом остается фоновый уровень передачи тепловой энергии на уровне 3 кВт.
- Промежуточное положение заслонки. В режимах приоритета по электричеству (Electric Load Following) или контроля температуры теплоносителя (Water Temperature Load Following) заслонка автоматически выставляется в положение, соответствующее установленным оператором значениям температуры теплоносителя, которые постоянно контролируются встроенными термодатчиками.

Модуль iCHP имеет в своем составе компоненты, которые обеспечивают безопасность работы системы. Термостат инициирует выключение (останов) микротурбины в случае, если температура внутри теплообменника превысит значение 162.8⁰С. Перепускной клапан обеспечивает сброс теплоносителя из теплообменника в случае, если его давление превысит 850 кПа (8.5 кг/см²). Запорный клапан инициирует отключение модуля iCHP (полное закрытие заслонки) в случае, если поток теплоносителя во вводном трубопроводе падает ниже 1.26 л/сек.

Режимы работы и настройки

Когенерационная система C60-iCHP, являясь источником одновременно и электрической и тепловой энергии, допускает использование следующих сочетаний режимов работы турбогенератора и теплообменника:

| Режимы работы модуля iCHP | | Режимы работы турбогенератора | |
|----------------------------|--|-------------------------------|-----------|
| Наименование | Описание | Параллельно с сетью | Автономно |
| Байпас | Полное отсутствие теплообмена | X | X |
| Приоритет по электричеству | Переменный уровень электрической мощности с контролем температуры воды | X | X |
| Контроль температуры воды | Постоянный уровень электрической мощности с контролем температуры воды | X | - |
| Приоритет по теплу | Максимальный теплообмен | X | - |

Байпас

Заслонка полностью закрыта, но инженерная система должна обеспечивать утилизацию 3 кВт фоновой тепловой энергии и, соответственно, поддерживать минимальный уровень циркуляции теплоносителя.

Приоритет по электричеству с контролем температуры теплоносителя

По мере изменения выходной электрической мощности турбогенератора контроллер модуля iCHP дает команды на изменение положения заслонки для удержания температуры теплоносителя в установленных пределах. При автономном подключении турбогенератора – это единственно возможный режим работы когенерационной системы. При подключении параллельно с сетью, как правило, устанавливается внешний счетчик мощности, ограничивающий экспорт электроэнергии от турбогенератора в сеть.

Контроль температуры теплоносителя

Турбогенератор выдает постоянную электрическую мощность (зачастую максимальную). Поддержание заданной температурой теплоносителя обеспечивается за счет изменения положения заслонки.

Вне зависимости от выбранного режима работы эффективность когенерационной системы зависит от потребности в электроэнергии. Возможна такая ситуация, когда тепловой энергии выхлопа турбогенератора будет недостаточно для поддержания желаемого теплового режима работы модуля iCHP. В этом случае положение заслонки будет соответствовать достижению температуры теплоносителя, максимально близкой к заданной оператором.

Приоритет по теплу

В этом режиме заслонка полностью открыта. Контроллер iCHP обеспечивает заданное значение температуры теплоносителя путем изменения электрической мощности турбогенератора и, как следствие – изменение потока тепловой энергии, поступающей с выхлопными газами. Этот режим работы доступен только для турбогенератора, подключенного параллельно с сетью (с тем, чтобы было куда экспортировать излишки электроэнергии, не потребляемой локальной нагрузкой).

Характеристики работы когенерационной системы при частичной электрической нагрузке приведены в нижеследующей таблице (представлены данные установки, эксплуатируемой реальным потребителем, горячая вода используется на отопление торговых помещений).

| Уровень мощности (%) | Генерация электроэнергии | | Эффективность iCHP | | Суммарное КПД когенерации (%) |
|----------------------|---------------------------------------|----------------------|--|----------------------|-------------------------------|
| | Выходная мощность (кВт _э) | КПД _э (%) | Heat Recovery (10 ³ Btu/hr) | КПД _т (%) | |
| 100 | 59.6 | 28.4 | 373.0 | 52.2 | 78.4 |
| 75 | 44.5 | 27.0 | 317.0 | 56.4 | 80.7 |
| 50 | 29.5 | 23.8 | 239.6 | 56.7 | 76.7 |
| 25 | 14.4 | 19.3 | 148.5 | 58.0 | 71.1 |

Интеграция модуля iCHP с микротурбиной

Управление когенерационной системой производится с помощью прикладного программного обеспечения и системы меню на локальном дисплее оператора или удаленно с компьютера диспетчера. При этом необходимо учитывать следующую последовательность приоритетов, связанную с назначением уровня выходной электрической мощности:

- Настройки режима «Контроль температуры теплоносителя» iCHP отменяют установки режимов «Использование по времени» и «Следование за нагрузкой» турбогенератора (если таковые включены).
- Режимы iCHP «Байпас» и «Приоритет по электричеству» будут использовать значение выходной электрической мощности, установленное при настройке режима «Использование по времени» (если таковой включен).
- Настройки режимов «Следование за нагрузкой» турбогенератора и «Контроль температуры теплоносителя» iCHP перекрывают значение, снимаемое с

аналогового ввода «Потребность в электроэнергии (Electrical power demand)», на который может подаваться сигнал от внешней системы управления.

Особенности работы в двухмодовом режиме

Двухмодовый режим предназначен для автоматического переключения турбогенератора между режимами работы параллельно с сетью и автономным в зависимости от наличия сети. Для организации такого режима используется дополнительное оборудование – двухмодовый контроллер Capstone DMC.

В случае подключения когенерационной системы C60-iCHP в двухмодовом режиме с установками «Байпас» и «Приоритет по электричеству» система переключится автоматически и никаких изменений в работе когенерационной системы не происходит.

В случае использования установки «Контроль температуры теплоносителя» при переходе от сети модуль iCHP переключится в режим «Приоритет по электричеству», а при подключении к сети - вернется в режим «Контроль температуры теплоносителя». При этом ранее заданное значение для температуры теплоносителя остается неизменным.

Интеграция с внешними системами контроля и управления

В блоке интерфейсов турбогенератора установлен набор аналоговых и цифровых входов/выходов для подключения:

- Внешнего температурного датчика (вход).
- Внешнего циркуляционного насоса (выход).

Настройки программного обеспечения

В случае использования встроенной панели дисплея оператора возможны следующие настройки когенерационной системы. Эти настройки, как правило, производятся один раз при вводе системы в эксплуатацию.

CHP Config Menu

Меню настройки когенерации.

CHP Installed <Yes/No>

Для турбогенератора с интегрированным теплообменником должен быть установлен в Yes. В противном случае при запуске системы возникнет сообщение об ошибке 17000 «Start Configuration Fault» (Ошибка конфигурации).

Mode <option>, где option может иметь значение:

No Heat Recovery (Байпас).

Electrical Load Following (Приоритет по электричеству).

Water Temperature Load Following (Следование за температурой теплоносителя).

Maximum Heat Recovery (Приоритет по теплу).

Temperature Setpoint <°C>

Требуемая температура теплоносителя. Устанавливается в диапазоне (0⁰C ... 105⁰C). В связи с динамическим изменением электрических и тепловых нагрузок реальная температура теплоносителя может колебаться в пределах $\pm 3^{\circ}\text{C}$ для режима «Приоритет по электричеству» и $\pm 2^{\circ}\text{C}$ для режима «Следование за температурой теплоносителя».

CHP Control Resistive Temperature Device <Inlet/Outlet>

Выбор температурного датчика <вход/выход>. Система будет поддерживать температуру теплоносителя по внутреннему датчику на входном или выходном трубопроводе теплообменника. В случае, если к системе подключен внешний температурный датчик, то измерения будут сниматься с него.

Diverter State <Position> Bypass, Middle or Recovery

Положение заслонки. Заслонка может находиться в одном из трех стандартных положений – Байпас, Промежуточное или Максимальный теплообмен.

UCB Analog Inputs

Меню настройки аналогового входа для подключения внешних измерительных приборов.

Input Number <Number>

Номер контактной группы на плате интерфейсного блока.

Function <Number>. Функциональное назначение

Not used (Не используется).

Power Dmd (Требуемый уровень электрической мощности).

CHP Set (Требуемая температура теплоносителя).

Mode <Current/Voltage>

Выбор параметров подключения внешнего датчика по току (4-20мА) или напряжению (0-5В постоянного тока). В случае использования параметра подключения по току допустимый диапазон изменения напряжения составляет 0.9-4.5В, при этом требуется установка резистора 225Ом.

UCB Output Relays Menu

Меню настройки релейного выхода управления внешними устройствами.

Relay Number <Number>

Номер контактной группы на плате интерфейсного блока.

State <Condition>

Условие срабатывания реле (активация по открытию или замыканию контактов)

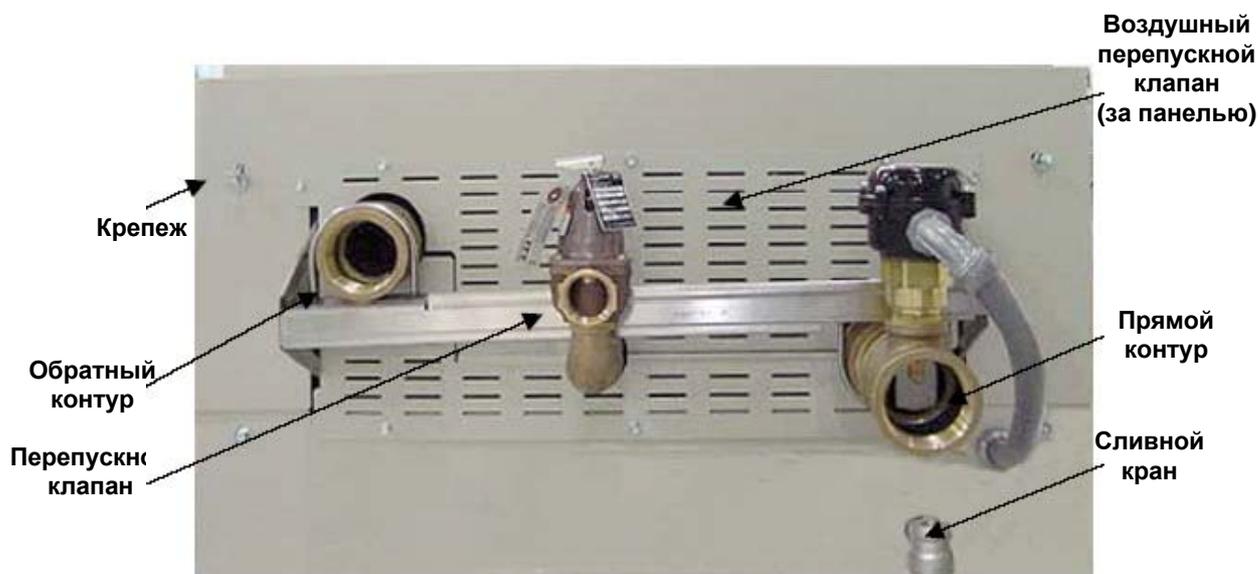
Option <Function>

Функциональное назначение реле. CHP Active (реле активируется, когда система фиксирует поток выхлопных газов из турбогенератора). Используется для запуска внешнего оборудования, например циркуляционного насоса.

Подключение трубопроводов с теплоносителем

Подключение трубопроводов производится в соответствии с ниже представленными схемами. Размеры соединительных трубопроводов, установленных в модуле iCHP, соответствуют следующим величинам:

| Описание | Размер |
|---|-------------------|
| Прямой и обратный контуры теплоносителя | Резьба, 2 дюйма |
| Перепускной клапан | Резьба, 1 дюйм |
| Сливной кран | Резьба, 1/2 дюйма |
| Воздушный перепускной клапан | Резьба, 1/8 дюйма |



При проектировании трубопровода необходимо учитывать рекомендуемые сервисные расстояния для обслуживания турбогенератора. В частности, в нижней тыльной части микротурбины для обслуживания блока интерфейсов необходимо оставлять порядка 1 м.

Подключение внешнего оборудования

В комплект поставки когенерационной системы не входит внешняя арматура системы теплоснабжения (датчики давления, запорные краны, расходомеры, циркуляционные насосы, расширительные баки, водоподготовка и т.п.), которая необходима для обеспечения параметров работы системы теплоснабжения в целом.

При выборе трубопровода для дренажа необходимо выбрать материал труб, выдерживающий температуру до 120⁰С. Кроме того, следует выделить отдельный дренаж для перепускного клапана ввиду возможности выхода теплоносителя под высоким давлением.

При подключении внешнего оборудования следует пользоваться следующей схемой:

