

Терморегулятор управляет чиллером

Сергей Шишкин (г. Саров)

В данной публикации автор представляет систему охлаждения и термостабилизации с теплообменником. Охладителями в данной системе являются чиллеры, управляемые двухканальным терморегулятором. Автор приводит конкретные примеры применения представляемой системы в лазерных технологиях.

В настоящее время во многих сферах жизнедеятельности человека используется чиллер (англ. chiller) – холодильный агрегат, применяемый для охлаждения жидких теплоносителей. В качестве жидкого теплоносителя может выступать вода или смесь гликоля. Охлаждённая вода – популярный компонент многих технических и бытовых процессов.

Принцип работы чиллера заключается в следующем. Хладагент в газообразном состоянии с низкой температурой и низким давлением из испарителя попадает в компрессор, где превращается в газ с высокой температурой и высоким давлением, конденсатор охлаждается холодной водой или холодным воздухом. В испарителе хладагент испаряется и охлаждает воду. В этот момент он поглощает тепловую энергию из теплоносителя, снижая его температуру. То есть по способу охлаждения конденсатора чиллеры можно разделить на два типа: водяные и воздушные. В водяных чиллерах конденсатор охлаждается обычной проточной водой. Чиллер для воды считается наиболее экономичным и стоит дешевле. Однако для такого агрегата потребуется установка системы оборотного водоснабжения. Воздушные чиллеры

работают по тому же принципу, что и обычные бытовые кондиционеры. То есть из вентилятора направляется поток воздуха, который обдувает конденсатор.

Современный чиллер оснащён высококачественным, высокоэффективным, малощумным компрессором, нержавеющей высококачественными трубопроводами, встроенным внутренним теплообменником, а так же и контроллером, который поддерживает работу контрольной панели и управляет чиллером по заданным алгоритмам.

Локальная система управления чиллера следит за основными параметрами жидкого теплоносителя (наличие потока, температура, давление) и при наличии ошибок выдаёт соответствующий сигнал ошибки. Он может быть задействован в автоматизированной системе управления (АСУ) устройства, составной частью которого является чиллер. АСУ при необходимости отключит основной чиллер и включит резервный. Это сохранит дорогостоящее охлаждаемое оборудование при повреждении внешних или внутренних трубопроводов, при аварийном отключении сетевого напряжения и пр.

Благодаря высокой эффективности, компактному размеру, эстетич-

ному виду, простоте в эксплуатации и техническом обслуживании современные чиллеры широко применяются при производстве изделий из пластмасс, в гальванических установках, при производстве продуктов питания, в системах кондиционирования воздуха и, конечно же, в лазерных технологиях.

В лазерных системах чиллеры применяются для охлаждения зеркал, линз, оптоволокон, рабочей смеси газовых лазеров и пр. Достаточно широко на современном рынке представлены водяные чиллеры, типов PH-LW и XC. Функциональная схема, где задействованы данные чиллеры будет приведена ниже. Внешний вид чиллера типа PH-LW16-BSP представлен на рис. 1. Внешний вид промышленного, более мощного чиллера типа XC-05ACI представлен на рис. 2. Основные технические характеристики выше указанных чиллеров представлены в табл. 1.

Система термостабилизации с одним чиллером (одноконтурная схема) наружной установки – одна из самых распространённых и достаточно простых систем. В эту систему хорошо встраивается чиллер PH-LW16. В качестве теплоносителя в системе, как правило, используется вода, в отдельных случаях возможно применение теплоносителей с низкими температурами замерзания (раствор этиленгликоля, рассолы и т.д.). Циркуляция теплоносителя в системе осуществляется с помощью насоса чиллера. Внутренний расширительный бак чиллера служит как для предотвращения гидравлических ударов при работе насоса, так и для компенсации изменения объёма теплоносителя вследствие изменения его температуры.

Например, в лазерной технике, в одноконтурной гидравлической схеме, применение чиллера серии PH-LW16 позволяет отказаться от использования проточной воды для охлаждения оборудования, входящего в лазерную систему. Данный чиллер не просто охлаждает составные части лазерной системы – он поддерживает температуру на заранее заданном уровне, что очень важно, например, для лазеров с диодной накачкой (при неконтролиру-



Рис. 1. Внешний вид чиллера типа PH-LW16-BSP



Рис. 2. Внешний вид чиллера типа XC-05ACI

емом охлаждения длина волны накачки может измениться, существенно снизив эффективность лазера). В чиллере PH-LW16-BSP во внутреннем расширительном баке с дистиллятом вмонтирован датчик температуры. Внутренний контроллер чиллера управляет насосом, прокачивающим воду в контуре, компрессором и системой воздухообдува. То есть все необходимые элементы для организации одноконтурной гидравлической схемы в чиллере имеются. В качестве хладагента используется фреон R22, не разрушающий озоновый слой и одобренный в странах ЕС. Чиллер способен поддерживать температуру на заданном уровне даже при температуре окружающей среды на 10°C выше температуры воды в лазерной установке.

Рассмотрим применение чиллеров PH-LW16 в 3-контурной системе охлаждения и термостабилизации с теплообменником (далее система термостабилизации). Функциональная схема системы термостабилизации, управляемой двухканальным терморегулятором, представлена на рис. 3.

Востребованность в системах нагрева и охлаждения двух- (и более) контурных теплообменников объясняется, прежде всего, их хорошей эффективностью и надёжностью работы в различных условиях, особенно там, где нужен большой теплосъём. Самая простая конструкция двухконтурного теплообменника – это «труба в трубе».

Таблица 1. Технические характеристики чиллеров PH-LW16-BSP и XC-05AC1

Характеристика		Значение	
		PH-LW16-BSP	XC-05AC1
Мощность охлаждения	кВт	1,6	14
	БТЕ/ч	5024	–
	Ккал/ч	1376	–
Электропитание		220 В, 50 Гц	380 В, 50 Гц
Система		Полностью закрытая система (спирального типа)	Полностью закрытая система (спирального типа)
Тип хладагента		R22	R407
Мощность компрессора, кВт		0,5	4,4
Номинальная мощность вентилятора, Вт		36	500
Объём водяного бака, л		8,5	88
Вход и выход воды		DN15(1/2")	1"
Слив		DN15(1/2")	1"
Мощность насоса, Вт		550	750
Переключатель потока		Рабочий поток: $\geq 3,5$ л/мин, Выключенный поток: $\leq 2,0$ л/мин, Максимальный ток: ≤ 3 А	–
Вес нетто, кг		69	240
Размер, мм		424 × 524 × 765	1100 × 700 × 1400
Шум, дБА		52	–

турного теплообменника – это «труба в трубе».

Гидравлическая схема системы состоит из трёх гидравлически развязанных, независимых контуров А, Б и В. В контур А входят чиллер Ч1 и внутренний контур теплообменника ТК1. В контур Б входят чиллер Ч2 и внутренний контур теплообменника ТК2. В контур В входят насос Н1, охлаждаемый элемент Л1

(например, лазер или элемент лазерной системы), расширительный бак РБ1 и внешний контур теплообменника ТК3. Расширительный бак РБ1 – открытого типа. Расширительный бак служит как для предотвращения гидравлических ударов при работе насоса, так и для компенсации изменения объёма теплоносителя вследствие изменения его температуры. Верхнюю часть бака

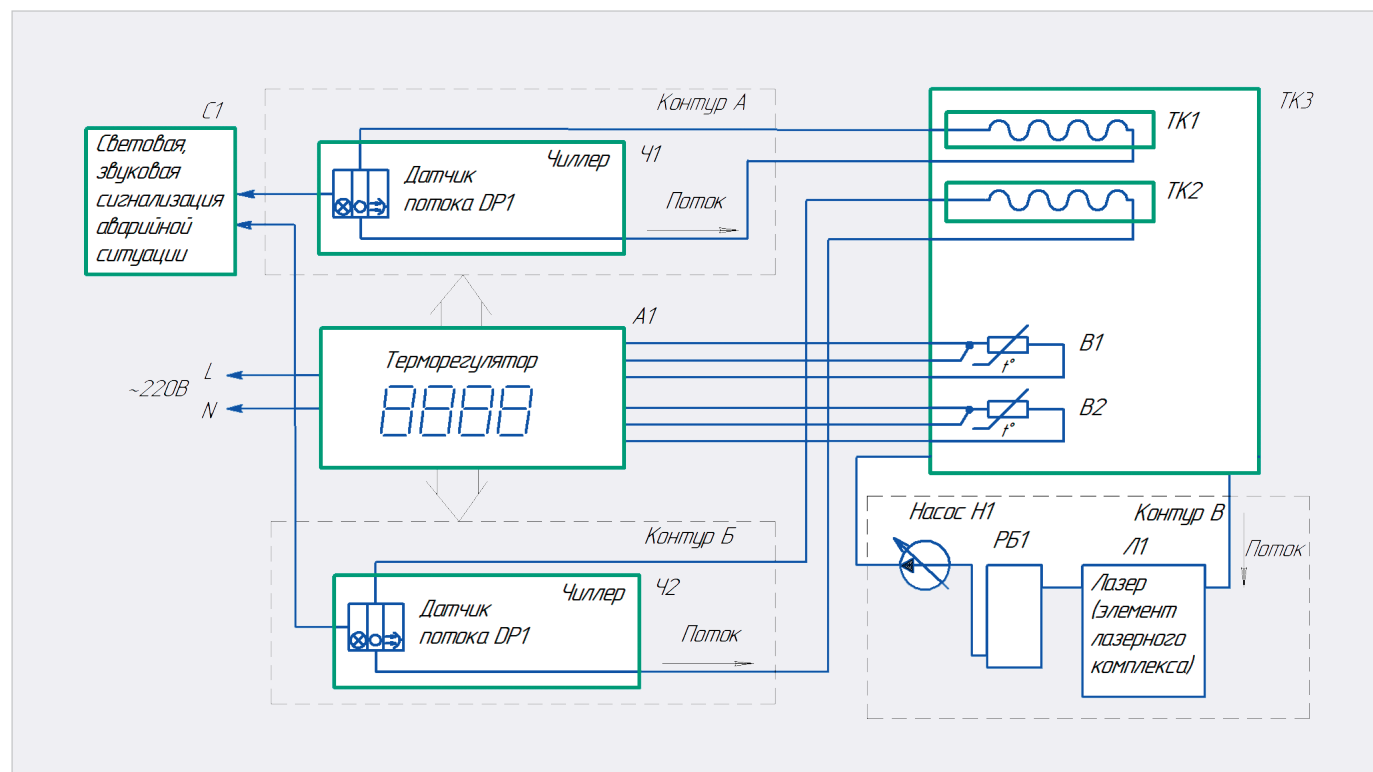


Рис. 3. Функциональная схема системы термостабилизации

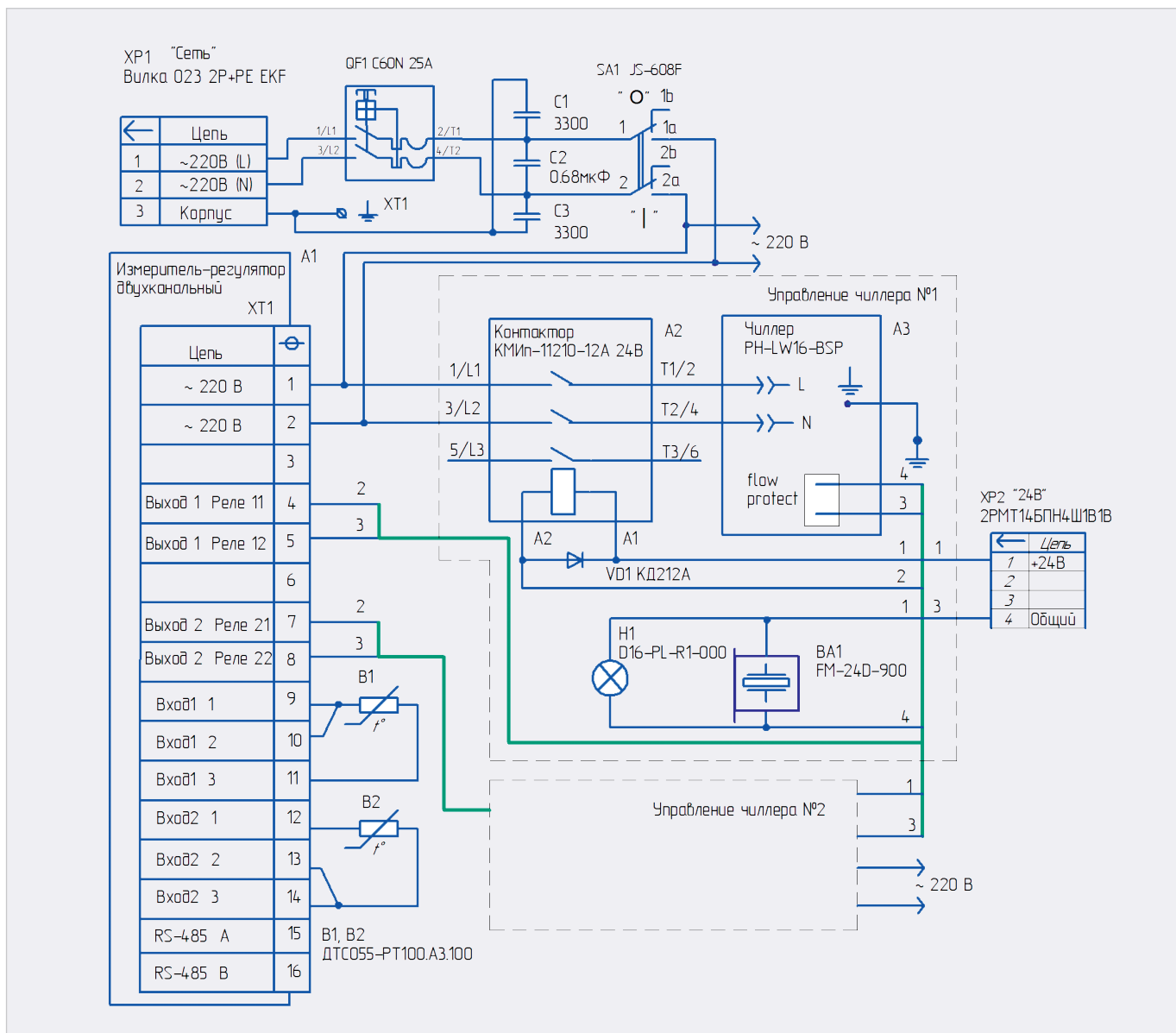


Рис. 4. Принципиальная схема системы термостабилизации

прикрывает негерметичная крышка. Она препятствует попаданию в теплоноситель мусора и пыли. По причине негерметичности давление в расширительном бачке открытого типа всегда равно атмосферному. Для лучшего теплосъёма целесообразно, чтобы направления потоков во внутренних и внешнем контурах теплообменника были противоположны. Расход жидкости в контуре В задаётся насосом Н1. Контур в теплообменнике должны быть герметичным. Попадание теплоносителей в смежные полости не допускается.

Принципиальная схема системы термостабилизации на базе двухканального терморегулятора (измерителя-регулятора) ТРМ202-Щ1.РР (далее ТРМ202) представлена на рис. 4. На схеме приведено только управление чиллером №1 по каналу №1 терморегулятора. Управ-

ление чиллером №2 по каналу №2 терморегулятора происходит совершенно аналогично и на принципиальной схеме не показано.

Фотография лицевой панели терморегулятора ТРМ202 представлена на рис. 5. ТРМ202 имеет два универсальных входа для подключения измерительных датчиков, термопреобразователей сопротивления типа ТСМ или ТСП 50/100, Pt100 и др. Данный терморегулятор имеет два логических устройства (ЛУ1 и ЛУ2), для каждого из которых пользователь может задавать следующую входную величину:

- измеренное значение на входе 1;
- измеренное значение на входе 2;
- разность значений с 1-го и 2-го входов.

Каждое логическое устройство может работать в одном из трёх режимов:

- двухпозиционный регулятор (компаратор, устройство сравнения);
- аналоговый П-регулятор;
- измеритель-регистратор.

Кроме того, в режиме двухпозиционного регулирования ЛУ может работать по одному из нижеприведенных типов логики:

- тип логики 1 (обратное управление) применяется для управления работой нагревателя (например, ТЭНа или тепловой пушки);
- тип логики 2 (прямое управление) применяется для работы охладителя (чиллера или вентилятора);
- тип логики 3 (П-образная) применяется для сигнализации о том, что контролируемая величина находится в заданном диапазоне;
- тип логики 3 (U-образная) применяется для сигнализации о том, что контролируемая вели-

чина находится вне заданного диапазона.

Логика работы ЛУ типа 2 представлена на рис. 6.

Источник входной величины задаётся в параметре ILU1 (ILU2) в меню Luin:

- Pu1 – величина с входа 1 (T1);
- PV2 – величина с входа 2 (T2);
- dPV – разность входных величин, $\Delta T = T1 - T2$.

ЛУ1, ЛУ2 работают независимо друг от друга, поэтому прибор может работать как трёхпозиционный регулятор. Для этого на вход каждого из ЛУ следует подать один и тот же сигнал: T1, T2 или ΔT .

На принципиальной схеме (см. рис. 4) датчики температуры В1, В2 подключаются непосредственно к ТРМ202. К входу 1 (первому каналу) подключён датчик температуры В1. Он контролирует текущую температуру Т во внешнем контуре теплообменника ТК3. Тус1 – уставка, заданная для первого канала. К входу 2 (второму каналу) подключён датчик температуры В2. Он тоже контролирует текущую температуру Т внешнего контура теплообменника ТК3. Тус2 – уставка, заданная для второго канала. Зададим $T_{ус2} > T_{ус1}$. Если $T > T_{ус1}$, то включится чиллер Ч1. Если теплосъём с лазера большой, то текущая температура Т во внешнем контуре теплообменника ТК3 будет возрастать, и при $T > T_{ус2}$ включится чиллер Ч2. В общем случае число внутренних контуров в теплообменнике можно обозначить как N. Понятно, что для их управления при реализации вышеуказанной схемы гидросхемы необходимо задействовать двухканальные терморегуляторы в количестве N/2.

Терморегулятор позволяет реализовать различные, достаточно гиб-



Рис. 5. Лицевая панель терморегулятора ТРМ202

кие алгоритмы работы систем термостабилизации с теплообменником. Например, включение чиллера по заданной разнице температур во внутреннем и внешнем контуре теплообменника. Пусть к входу 1 терморегулятора подключён датчик температуры В2. Он контролирует текущую температуру Т1 внутреннего контура теплообменника ТК1. К входу 2 подключён датчик температуры В1. Он контролирует текущую температуру Т2 внешнего контура теплообменника ТК3. Задаём режим работы для ЛУ1 – контроль разности температур $\Delta T = T2 - T1$. А также тип логики – 2. При работе лазера поднимается температура теплоносителя в контуре В и внешнем контуре теплообменника ТК3. Как только разность температур ΔT превысит заданную уставку, терморегулятор включит контактор и соответственно чиллер Ч1.

Если режим работы лазера – кратковременный и теплосъём с него – небольшой, то разность температур ΔT может не превысить уставку. Включать чиллер в данном случае нет необходимости. Для включения резервного чиллера система управ-

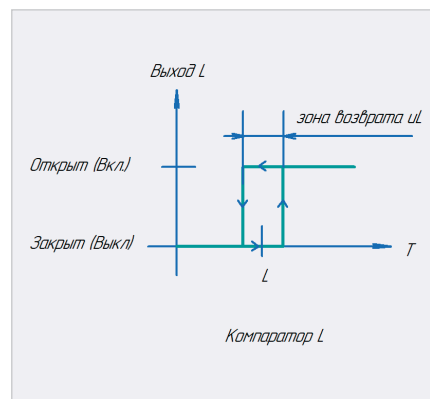


Рис. 6. Логика работы типа 2 («холодильник»)

ления изделия кроме текущей температуры должна контролировать сигнал с датчика потока основного чиллера.

Датчики температуры В1, В2 подключаются к терморегулятору А2 по трёхпроводной схеме. Контакт А2 управляет чиллером А3 (см. рис. 4). Тип логики работы для каждого канала терморегулятора, а также его уставки задаются в режиме конфигурации. Все заданные параметры терморегулятора ТРМ202 и чиллеров PH-LW16 и XC-05AC1 при отключении сетевого напряжения – сохраняются.

Сетевое напряжение поступает на соединитель ХР1 устройства. Напряжение 24 В поступает на соединитель ХР2. Лампа Н1 и пьезоизлучатель ВА1 – элементы световой и звуковой сигнализации отсутствия потока теплоносителя в контуре А.

Литература

1. URL: <http://www.contravt.ru>.
2. URL: <http://www.owen.ru>
3. ГОСТ 13211-80 Охладители кожухотрубчатые водомасляные и водо-водяные дизелей и газовых двигателей. ©

НОВОСТИ МИРА

Россия вышла на второе место по темпам подключения видеокamer

Россия вышла на второе место в мире по темпам подключения камер для видеонаблюдения по итогам первого полугодия 2021. Число камер в стране выросло более чем на 10,1%. Впереди – Южная Корея (почти на 30%), на третьем месте – Великобритания (на 10%). Об этом сообщается в отчёте TelecomDaily по состоянию рынка видеонаблюдения в мире в рамках своего глобального исследования по видеоаналитике.



За первые шесть месяцев в РФ подключили 1 млн 381 тыс. камер, их общее число достигло 15 млн 117 тыс. Для сравнения, у Китая, который лидирует по количеству камер – 204 млн 700 тыс. штук на конец июня, у США – 54 млн 800 тыс. При этом Россия удержива-

ет уверенное третье место по этому показателю: идущая на четвёртом месте Германия уступает в 2,7 раза (5 млн 600 тыс. камер).

Как следует из предыдущего отчёта по итогам 2020-го, Россия также находится на третьем месте по количеству камер на 1000 человек, а индекс безопасности в стране выше, чем в США или во Франции.

Аналитики не сомневаются в том, что темпы подключения видеокamer в РФ будут расти. На это влияют не только запущенные госпрограммы, но и недостаточный уровень покрытия территорий.

<https://iot.ru>