

7312

Micro-Bath

Fluke 7312

Руководство пользователя

ОГРАНИЧЕННАЯ ГАРАНТИЯ И ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Для каждого продукта Fluke гарантируется отсутствие дефектов материалов и изготовления при нормальном использовании и обслуживании. Срок гарантии один год, начиная с даты поставки. На запчасти, ремонт оборудования и услуги предоставляется гарантия 90 дней. Эта гарантия действует только для первоначального покупателя или конечного пользователя, являющегося клиентом авторизованного реселлера Fluke, и не распространяется на предохранители, одноразовые батареи и на любые продукты, которые, по мнению Fluke, неправильно или небрежно использовались, были изменены, загрязнены или повреждены вследствие несчастного случая или ненормальных условий работы или обработки. Fluke гарантирует, что программное обеспечение будет работать в соответствии с его функциональными характеристиками в течение 90 дней, и что оно правильно записано на исправных носителях. Fluke не гарантирует, что программное обеспечение будет работать безошибочно и без остановки.

Авторизованные реселлеры Fluke расширят действие этой гарантии на новые и неиспользованные продукты только для конечных пользователей, но они не уполномочены расширять условия гарантии или вводить новые гарантийные обязательства от имени Fluke. Гарантийная поддержка предоставляется, только если продукт приобретен на авторизованной торговой точке Fluke, или покупатель заплатил соответствующую международную цену. Fluke оставляет за собой право выставить покупателю счет за расходы на ввоз запасных/сменных частей, когда продукт, приобретенный в одной стране, передается в ремонт в другой стране.

Гарантийные обязательства Fluke ограничены по усмотрению Fluke выплатой покупной цены, бесплатным ремонтом или заменой неисправного продукта, который возвращается в авторизованный сервисный центр Fluke в течение гарантийного периода.

Для получения гарантийного сервисного обслуживания обратитесь в ближайший авторизованный сервисный центр Fluke за информацией о праве на возврат, затем отправьте продукт в этот сервисный центр с описанием проблемы, оплатив почтовые расходы и страховку (ФОб пункт назначения). Fluke не несет ответственности за повреждения при перевозке. После осуществления гарантийного ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой (ФОб пункт назначения). Если Fluke определяет, что неисправность вызвана небрежностью, неправильным использованием, загрязнением, изменением, несчастным случаем или ненормальными условиями работы и обработки, включая электрическое перенапряжение из-за несоблюдения указанных допустимых значений, или обычным износом механических компонентов, Fluke определит стоимость ремонта и начнет работу после получения разрешения. После ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой, и покупателю будет выставлен счет за ремонт и транспортные расходы при возврате (ФОб пункт отгрузки).

ЭТА ГАРАНТИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННОЙ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ И ЗАМЕНЯЕТ ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ, ПРЯМЫЕ И СВЯЗАННЫЕ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, СВЯЗАННЫЕ ГАРАНТИИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОДАЖИ ИЛИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛИ. FLUKE НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА СПЕЦИАЛЬНЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЛИ УЩЕРБ, ВКЛЮЧАЯ ПОТЕРЮ ДАННЫХ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ КАКИХ-ЛИБО ДЕЙСТВИЙ ИЛИ МЕТОДОВ.

Поскольку некоторые страны не допускают ограничения срока связанной гарантии или исключения и ограничения случайных или косвенных повреждений, ограничения этой гарантии могут относиться не ко всем покупателям. Если какое-либо положение этой гарантии признано судом или другим директивным органом надлежащей юрисдикции недействительным или не имеющим законной силы, такое признание не повлияет на действительность или законную силу других положений.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
США

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
Нидерланды

Содержание

Глава	Название	Страница
1	Перед запуском	1-1
1.1	Используемые символы.....	1-1
1.2	Указание о мерах безопасности	1-2
1.2.1	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ	1-2
1.2.2	ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЯ	1-5
1.3	Авторизованные сервисные центры	1-7
2	Введение	2-1
3	Технические характеристики и рабочие условия	3-1
3.1	Характеристики	3-1
3.2	Рабочие условия	3-2
4	Краткое руководство.....	4-1
4.1	Распаковка.....	4-1
4.2	Установка	4-1
4.3	Электропитание	4-2
4.4	Настройка температуры.....	4-3
5	Установка	5-1
5.1	Окружающая среда ванны	5-1
5.2	Период "сушки".....	5-1
5.3	Подготовка и заполнение ванны	5-1
5.3.1	Инструкции по установке дренажного клапана	5-1
5.3.2	Заполнение жидкостью	5-2
5.4	Электропитание	5-3
6	Использование ванны	6-1
6.1	Общая часть	6-1
6.2	Техническое обслуживание ячейки тройной точки воды	6-2
6.2.1	Подготовка ванны.....	6-2
6.2.2	Установка температуры ванны	6-2
6.2.3	Регулировка стоек ячейки TPW	6-2
6.2.4	Уровень жидкости	6-2
6.2.5	Характеристики крышки для доступа в ванну.....	6-4

6.2.6	Обслуживание ячейки TPW	6-4
6.3	Сравнительная калибровка	6-7
6.4	Калибровка нескольких щупов	6-7
7	Составные части и органы управления	7-1
7.1	Передняя панель	7-1
7.2	Резервуар и крышка ванны	7-2
7.3	Задняя панель	7-2
8	Общие указания по эксплуатации	8-1
8.1	Теплоноситель	8-1
8.1.1	Диапазон температуры	8-1
8.1.2	Вязкость	8-1
8.1.3	Удельная теплоемкость	8-2
8.1.4	Теплопроводность	8-2
8.1.5	Коэффициент теплового расширения	8-2
8.1.6	Электрическое сопротивление	8-3
8.1.7	Срок службы жидкости	8-3
8.1.8	Безопасность	8-3
8.1.9	Стоимость	8-4
8.1.10	Часто используемые жидкости	8-4
8.1.10.1	Вода	8-4
8.1.10.2	Этиленгликоль	8-5
8.1.10.3	Минеральное масло	8-5
8.1.10.4	Силиконовое масло	8-5
8.1.11	Диаграмма характеристик жидкостей	8-5
8.1.11.1	Ограничение условий и ответственности	8-6
8.1.11.2	О диаграмме	8-6
8.2	Перемешивание	8-8
8.3	Электропитание	8-9
8.4	Нагреватель	8-9
8.5	Термоконтроллер	8-9
8.6	Охлаждение	8-10
9	Эксплуатация контроллера	9-1
9.1	Температура полости	9-1
9.2	Сброс предохранителя	9-1
9.3	Заданная температура	9-4
9.3.1	Программируемые параметры	9-4
9.3.2	Заданное значение	9-5
9.3.3	Корректирующее значение	9-5
9.4	Единицы температурной шкалы	9-6
9.5	Второе меню	9-7
9.6	Мощность нагревателя	9-7
9.7	Диапазон пропорциональности	9-8
9.8	Отсечной предохранитель	9-11
9.9	Конфигурация контроллера	9-12
9.10	Параметры щупа	9-12
9.10.1	D0	9-13
9.10.2	DG	9-13
9.11	Эксплуатационные параметры	9-13
9.11.1	Режим сброса отсечного предохранителя	9-13
9.11.2	Тройная точка отсечки воды	9-14
9.12	Параметры последовательного интерфейса	9-15
9.12.1	Скорость в бодах	9-15
9.12.2	Частота дискретизации	9-16
9.12.3	Дуплексный режим	9-16
9.12.4	Перевод строки	9-17

9.13	Параметры интерфейса IEEE-488	9-17
9.13.1	Адрес интерфейса IEEE-488	9-18
9.13.2	Завершение передачи	9-18
9.14	Параметры калибровки	9-19
9.14.1	СТО	9-19
9.14.2	Н и L	9-19
10	Интерфейс цифровой передачи данных	10-1
10.1	Последовательная связь	10-1
10.1.1	Соединения	10-2
10.1.2	Установка	10-2
10.1.2.1	Скорость в бодах	10-3
10.1.2.2	Частота дискретизации	10-3
10.1.2.3	Дуплексный режим	10-3
10.1.2.4	Перевод строки	10-3
10.1.3	Эксплуатация последовательного интерфейса	10-4
10.2	Интерфейс связи IEEE-488 (опциональный)	10-4
10.2.1	Установка	10-4
10.2.1.1	Адрес IEEE-488	10-4
10.2.1.2	Прекращение передачи	10-4
10.2.2	Эксплуатация интерфейса IEEE-488	10-5
10.3	Команды интерфейса	10-5
10.4	Функции управления включением	10-8
11	Процедура калибровки	11-1
11.1	Точки калибровки —2 точки калибровки	11-1
11.2	Измерение ошибки заданного значения температуры	11-2
11.3	Вычисление D0 и DG	11-3
11.4	Пример калибровки	11-3
11.5	Калибровка отдельной точки	11-3
11.6	Измерение ошибки заданного значения температуры	11-4
11.7	Расчет D0	11-5
11.8	Калибровка тройной точки отсечки воды	11-5
12	Инструкции по загрузке	12-1
12.1	Проверка утечки	12-1
12.1	Проверка утечки	12-1
12.2	Откачивание	12-1
12.3	Загрузка	12-1
13	Техническое обслуживание	13-1
14	Диагностика	14-1
14.1	Диагностика	14-1
14.2	Комментарии	14-6
14.2.1	Директива по электромагнитной совместимости	14-6
14.2.2	Директива по низковольтным устройствам (Безопасность)	14-6

Список таблиц

Таблица	Название	Страница
1 .	Международные электрические обозначения	1-1
2.	Таблица различных рабочих жидкостей для ванн и их характеристик	8-7
3.	Диапазон пропорциональности - Таблица жидкостей.....	9-9
4.	Список интерфейсных команд	10-6

Список рисунков

Рисунке	Название	Страница
1.	Установка дренажного клапана—ВАЖНО: Не следует затягивать слишком сильно. Соблюдайте приведенные выше инструкции по установке.	5-2
2.	Сведения о крышке для доступа и стойках ячеек	6-3
3.	Уровень жидкости	6-5
4.	Местоположение рукояток для расчетных ячеек NBS	6-6
5.	Передняя панель контроллера	7-1
6.	Диаграмма различных рабочих жидкостей для ванн и их характеристик	8-8
7.	Эксплуатационная блок-схема контроллера	9-2
8.	Колебания температуры ванны при различных настройках диапазона пропорциональности	9-8
9.	Схема разводки кабеля последовательной связи.....	10-2
10.	Пример расчетов калибровки	11-4

Глава 1

Перед запуском

1.1 Используемые символы

Таблица 1 содержит международные электрические символы. Некоторые или все эти символы могут использоваться на инструменте или в данном руководстве.

Таблица 1. Международные электрические обозначения

Символ	Описание
~	АС (переменный ток)
≈	Переменный ток – Постоянный ток
	Батарейка
CE	СЕ В соответствии с Директивами Европейского Союза
≡	Постоянный ток
	С двойной изоляцией
	Поражение электрическим током
	Предохранитель
	Заземление
	Горячая поверхность (Опасность ожога)
	Прочтите Руководство пользователя (Важная информация)
O	Выкл.
I	Вкл.
	Канадская ассоциация стандартов

	<p>ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ (Установка) КАТЕГОРИИ II, Загрязнение Степени 2 по IEC1010-1 относится к уровню обеспечиваемой защиты выдерживаемого импульсного напряжения. Оборудование II КАТЕГОРИИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ является энергоемким оборудованием, которое поставляется с фиксированной установкой. Примеры включают в себя домашние, офисные и лабораторные устройства.</p>
<p>CAT II</p>	<p>Отметка C-TIC (стандарт на уровень электромагнитных помех) (Австралия)</p>
	<p>Отметка о соответствии Директиве (2002/96/EC) Европейского Союза об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE).</p>

1.2 Указание о мерах безопасности

Используйте этот прибор исключительно с целью, описанной в данном руководстве. В противном случае имеющиеся в нем средства защиты могут быть повреждены.

Под терминами "предупреждение" и "предосторожность" понимается следующее.

"ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ" указывает на состояния и действия, которые могут быть опасными для пользователя.

"ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ" указывает на состояния и действия, которые могут повредить используемый прибор.

1.2.1

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Во избежание возможного поражения электрическим током или травмы необходимо руководствоваться следующими рекомендациями:

ОБЩЕЕ

- **НЕ используйте данный прибор в иных целях, кроме калибровки. Данное устройство разработано для калибровки температуры. Любое другое использование данного устройства может создать неизвестную угрозу безопасности пользователя.**
- **НЕ используйте устройство в средах, не перечисленных в данном руководстве пользователя.**
- **НЕ заливайте в ванну излишнего количества жидкости. Выливание переохлажденной или перегретой жидкости может быть опасно для оператора. Более подробные указания содержатся в разделе "Подготовка и заполнение ванны" в разделе 5.3.**
- **Придерживайтесь всех правил техники безопасности, перечисленных в данном руководстве пользователя.**

- Калибровочное оборудование должно использоваться только обученным персоналом.
- Если данное оборудование используется ненадлежащим образом, предоставляемая оборудованием защита может быть нарушена.
- Перед первым применением или после транспортировки, либо после хранения во влажных или средней влажности средах, а также всякий раз после того, как прибор не включался в течение более 10 дней, его необходимо подключить к источнику питания для сушки в течение 2 часов, только после этого он может считаться соответствующим требованиям безопасности IEC 10101. Если устройство влажное или находилось во влажной среде, перед подключением питания необходимо принять соответствующие меры, в частности поместить устройство в термокамеру с низкой влажностью, работающую при 50 °C, на 4 часа и более.
- НЕ эксплуатируйте высокотемпературные ванны (500 °C) вблизи от воспламеняемых веществ. Высокая температура может вызвать возгорание воспламеняемых материалов.
- Необходимо оставить свободное пространство над прибором. НЕ устанавливайте прибор под шкафом или подобной конструкцией. Всегда оставляйте достаточный просвет для безопасного и простого введения и удаления щупов.
- Данный прибор предназначен только для использования в помещении.

УГРОЗА ОЖОГА

- При работе данного оборудования могут возникать экстремально низкие температуры. Несоблюдение правил техники безопасности может стать причиной получения криоожогов или обморожения.
- При работе данного оборудования могут возникать экстремально высокие температуры. Несоблюдение правил техники безопасности может стать причиной пожара или получения тяжелых ожогов.

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

- **Чтобы гарантировать правильную работу предохранительных механизмов в этом приборе, необходимо следовать данным инструкциям. Прибор должен подключаться только к источнику питания переменного тока в 115 В/60 Гц, либо 230 В/50 Гц (опционально). Шнур питания прибора оснащен трехштырьковой штепсельной вилкой с заземлением, что защищает вас от поражения электрическим током. Она должна быть включена непосредственно в заземленную должным образом розетку. Розетка должна быть установлена в соответствии с местными правилами и постановлениями. Проконсультируйтесь с квалифицированным электриком. НЕ пользуйтесь удлинителем или переходником.**
- **ОБЯЗАТЕЛЬНО используйте устройство защиты от короткого замыкания. Данный прибор содержит жидкость. Защита от короткого замыкания необходима на случай проникновения жидкости в электроцепи и возникновения опасности поражения электрическим током.**
- **Всегда заменяйте шнур питания шнуром утвержденного номинала и типа. В случае возникновения вопросов свяжитесь с авторизованным сервисным центром Hart Scientific (см. раздел 1.3).**
- **При работе этого прибора используется высокое напряжение. Несоблюдение правил техники безопасности может привести к получению тяжелой травмы или смерти. Перед тем, как производить работы внутри прибора, отключите питание и отсоедините кабели питания.**

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЖИДКОСТИ:

- **При некоторых условиях жидкости, используемые в ванне, могут выделять зловонные или ядовитые испарения. Уточните это обстоятельство в паспорте безопасности вещества (MSDS), предоставляемом производителем жидкости. Необходимо наладить надлежащую вентиляцию и придерживаться правил технической безопасности.**

- **Прибор снабжен программным предохранителем (настраиваемая пользователем прошивка) и аппаратным предохранителем (устанавливается на заводе). Убедитесь, что точка возгорания, точка кипения или другие свойства жидкости применимы к эксплуатационным условиям прибора. Убедитесь, что программный предохранитель настроен в соответствии со свойствами жидкости в зависимости от применения. В качестве ориентира — температуру срабатывания программного предохранителя следует устанавливать на 10 °-15 °С ниже точки возгорания, используемой в ванне жидкости. Подробную информацию об используемых в ванне жидкостях см. "Теплоноситель" в разделе 8.1 и "Предохранитель" в разделе 9.8.**

1.2.2

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЯ

Во избежание возможных повреждений прибора соблюдайте следующие правила.

- **ПЕРЕД ЗАПОЛНЕНИЕМ РЕЗЕРВУАРА ЖИДКОСТЬЮ НЕОБХОДИМО УСТАНОВИТЬ НА ЗАДНЕЙ ЧАСТИ ВАННЫ СЛИВНОЙ КЛАПАН.** Инструкции по установке см. в разделе 5.3 на стр. 17.
- **Всегда используйте прибор при комнатной температуре в диапазоне от 41 °F до 122 °F (от 5 °C до 50 °C).** Обеспечьте достаточное пространство для циркуляции воздуха, оставляя промежуток не менее 15 см со всех сторон прибора.
- **НЕ заливайте в ванну излишнего количества жидкости.** Перелив жидкости через край может повредить электрическую систему. Убедитесь, что при нагревании ванны учтено тепловое расширение жидкости. Более подробные указания содержатся в разделе "Подготовка и заполнение ванны" в разделе 5.3.
- **Перед эксплуатацией прибора ознакомьтесь с разделом 7 "Использование ванны".**
- **НЕ изменяйте значения калибровочных постоянных ванны, установленных на заводе-изготовителе.** Точные установочные параметры важны для безопасности и надлежащего функционирования прибора.
- **Система охлаждения может быть повреждена или необратимо закорочена, если заданное значение температуры превышает 60 °C при работе в режиме принудительного охлаждения в течение более одного часа.** Следите за тем, чтобы во время работы прибора при температурах выше 60 °C система охлаждения была выключена.

- Если другие действия по устранению неисправности не дали желаемого результата, следует выполнить процедуру сброса заводских настроек с привлечением только уполномоченного персонала. Для восстановления контрольных параметров у вас должна быть копия последнего Протокола испытаний.
- НЕ допускайте эксплуатации прибора в местах с повышенной влажностью, а также в пыльных, грязных местах и местах с возможностью загрязнения различного рода маслами.
- Данное устройство является прецизионным прибором. Конструкция устройства обеспечивает оптимальную прочность и безотказную работу, тем не менее, устройство требует бережного обращения. Перед тем, как заполнять бак жидкостью, установите прибор в подходящем месте. Для перемещения прибора используйте поставляемые в комплекте рукоятки. Ввиду существенного веса компрессора для перемещения ванны могут потребоваться два человека. Если в транспортировке принимают участие два человека, они должны встать спереди и сзади от прибора, подвести под него руки и одновременно поднять. Та часть, где располагается компрессор, будет самой тяжелой, по сравнению с остальной конструкцией прибора. Никогда не перемещайте наполненную ванну.
- Допустимые температуры рукояток большинства зондов ограничены. Убедитесь, что температура в воздухе над прибором не превышает температурный диапазон ручки щупа.
- Данное устройство, а также любые термодатчики, используемые вместе с ним, являются чувствительными приборами и могут быть легко повреждены. Всегда соблюдайте осторожность при обращении с данными устройствами. Не следует их бросать, ронять, ударять либо подвергать воздействию высоких температур.

ХОЛОДНЫЕ ВАННЫ

- При эксплуатации охлаждаемых ванн требуется регулярная очистка конденсирующего теплообменника. Накопление пыли и грязи на конденсаторе приведет к преждевременной поломке компрессора.
- Для защиты электрических элементов системы ванна оборудована защитой от кратковременных падений или скачков напряжения.
- Режим работы: как минимум за 2 минуты до начала эксплуатации необходимо включить ванну в сеть. Это необходимо делать только при первом включении ванны или при перемещении ее в другое место. Включение и выключение ванны не включает задержку.

- Если состояние сильного/слабого тока длится более 5 секунд, ванна отключается. В данной ситуации на задней панели загорается желтый индикатор.
- Включение произойдет автоматически после устранения неисправности и по прошествии 2 минутного цикла задержки. Если состояние неисправности сохраняется, ванна не включится.
- Защита от недостаточного и чрезмерного напряжения при 115 В перем. тока
- Отключение напряжения: $\pm 12.5\%$ (101 – 129 В перем. тока)
- Включение напряжения: $\pm 7.5\%$ (106 – 124 В перем. тока)
- Защита от недостаточного и чрезмерного напряжения при 230 В перем. тока
- Отключение напряжения: $\pm 12.5\%$ (203 – 257 В перем. тока)
- Включение напряжения: $\pm 7.5\%$ (213 – 247 В перем. тока)

1.3 Авторизованные сервисные центры

Обратитесь в один из указанных авторизованных сервисных центров для согласования обслуживания Вашего прибора, произведенного компанией Hart:

Fluke Corporation, Hart Scientific Division

799 E. Utah Valley Drive

American Fork, UT 84003-9775

США:

Телефон: +1.801.763.1600

Факс: +1.801.763.1010

E-mail: support@hartscientific.com

Fluke Nederland B.V. (Нидерланды)

Customer Support Services

Science Park Eindhoven 5108

5692 EC Son

НИДЕРЛАНДЫ

Телефон: +31-402-675300

Факс: +31-402-675321

E-mail: ServiceDesk@fluke.nl

Fluke Int'l Corporation

Service Center – Instrimpex

Room 2301 Sciteck Tower

22 Jianguomenwai Dajie

Chao Yang District

Beijing 100004, PRC

КИТАЙ

Телефон: +86-10-6-512-3436

Факс: +86-10-6-512-3437

E-mail: xingye.han@fluke.com.cn

Fluke South East Asia Pte Ltd. (Юго-Восточная Азия)

Fluke ASEAN Regional Office

Service Center

60 Alexandra Terrace #03-16

The Comtech (Lobby D)

118502

СИНГАПУР

Телефон: +65 6799-5588

Факс: +65 6799-5588

E-mail: antng@singa.fluke.com

При обращении в эти сервисные центры за поддержкой необходимо предоставить следующую информацию:

- Номер модели
- Серийный номер
- Напряжение
- Полное описание проблемы

Глава 2

Введение

Модель Hart Scientific 7312 представляет собой напольную термостатируемую ванну.

Данная ванна очень полезна для обслуживания одной или двух ячеек тройной точки воды, она позволяет выполнять температурную калибровку, а также другие задачи, для которых необходимы стабильные температуры. В прибор встроены современные, инновационные полупроводниковые термоконтроллеры, чрезвычайно стабильно поддерживающие температуру ванны. Для выполнения множества рабочих функций термоконтроллер использует микроконтроллер.

Пользовательский интерфейс представляет собой 8-разрядный светодиодный дисплей и четыре кнопочных переключателя. Цифровая связь и удаленное управление стандартно реализуется по последовательному интерфейсу RS-232, в качестве дополнительной опции — по IEEE-488.

Отключения по температуре защищают ячейки тройной точки воды от замерзания и воздействия высоких температур, вызванных неисправностью системы. Выбор отдельных цепей для отключения охлаждения и обогрева зависит от контроллера температуры.

Ванна была разработана с упором на компактность и низкую стоимость при сохранении эксплуатационных качеств. Ванна работает в широком диапазоне температур от -5° до 110° C. Система охлаждения позволяет управлять температурами ниже температуры окружающей среды.

Глава 3

Технические характеристики и рабочие условия

3.1 Характеристики

Диапазон	–от 5 °C до 110 °C
Стабильность	±0.001 °C при 0 °C (спирто-водная смесь) ±0.004 °C при 30 °C (спирто-водная смесь)
Неравномерность температур	±0.003 °C при 0 °C (спирто-водная смесь) ±0.006 °C при 30 °C (спирто-водная смесь)
Длительность работы TPW (тройная точка воды)	Шесть недель, стандартная величина (предполагает правильное образование ледяной оболочки)
Точность заданного значения	±0.05 °C при 0 °C
Повторяемость заданного значения	±0.01 °C
Разрешение дисплея	±0.01 °C
Разрешение заданного значения	±0.002 °C, 0.00003 °C в режиме высокого разрешения
Смотровое отверстие	4.75 x 3.8 дюйма (121 x 97 мм)
Глубина погружения	19.5 дюйма (496 мм)
Объем	5 галлонов (19 л)
Питание	115 В перем. тока (±10 %), 60 Гц или 230 В перем. тока (±10 %), 50 Гц
Размер	В 12 x Ш 24.5 x Г 32.25 дюйма (305 x 622 x 819 мм)
Масса	75 фунтов. (34 кг)

Комплект автоматизации	Интерфейсное программное обеспечение и интерфейс компьютера RS-232 позволяют устанавливать температуру ванны с помощью внешнего компьютера. Для интерфейса IEEE-488 добавьте в комплект автоматизации компонент 2001-IEEE.
Безопасность	ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ (Установка) КАТЕГОРИИ II, Степень загрязнения 2 по IEC 1010-1:

3.2 Рабочие условия

Хотя данный прибор и был сконструирован для оптимальной долговечности и безотказной эксплуатации, он требует осторожного обращения. Прибор не должен использоваться в излишне запыленной или грязной обстановке. Рекомендации по обслуживанию и чистке представлены в Разделе "Обслуживание" данного руководства .

Прибор безопасно работает при следующих окружающих условиях:

- диапазон температуры окружающей среды: 5 – 35 °C (41-95 °F)
- относительная влажность окружающей среды: максимум 80 % при температуре <31 °C, линейное уменьшение до 50 % при 40 °C
- давление: 75 –106 кПа
- сетевое напряжение в пределах $\pm 10\%$ от номинального
- вибрации в калибровочном окружении необходимо минимизировать
- высота ниже 2,000 метров

Глава 4

Краткое руководство

ОСТОРОЖНО:

Перед началом эксплуатации ванны внимательно прочитайте раздел 6 "ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАННЫ".

В этой главе дается краткое описание действий, необходимых для установки и эксплуатации ванны. Эти сведения следует рассматривать в качестве общей и справочной информации, а не как замену остальной части руководства. Прежде чем приступить к эксплуатации ванны, внимательно изучите инструкцию начиная с Раздела 6 "Установка" до Раздела 9 "Общие указания по эксплуатации".

4.1 Распаковка

Осторожно распакуйте изделие и убедитесь в отсутствии каких-либо повреждений, которые могли возникнуть при транспортировке. В случае обнаружения повреждений при транспортировке немедленно уведомите перевозчика. Проверьте наличие всех компонентов:

- Ванна 7312
- Крышка с отверстием для доступа и компоненты.
- Опорные рамы и переходники для ячеек тройной точки воды.
- Руководство пользователя
- Отчет об испытании
- Дренажный клапан

Если вы недосчитались какой-либо детали, обратитесь за поддержкой в авторизованный сервисный центр.

4.2 Установка

ОСТОРОЖНО:

Перед заполнением резервуара жидкостью необходимо установить на задней части ванны дренажный клапан. Инструкции по установке дренажа см. в разделе 5.3 на стр. 17.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Прибор снабжен программным предохранителем (настраиваемая пользователем прошивка) и аппаратным предохранителем (устанавливается на заводе). Убедитесь, что точка возгорания, точка кипения или другие свойства жидкости применимы к эксплуатационным условиям прибора. Убедитесь, что программный предохранитель настроен в соответствии со свойствами жидкости в зависимости от применения. В качестве ориентира температуру срабатывания программного предохранителя следует устанавливать на 10 °-15 °С ниже точки возгорания используемой в ванне жидкости. Для подробной информации об используемых в ванне жидкостях см. "Теплоноситель" в разделе 8.1 и "Предохранитель" в разделе 9.8.

При установке ванны ее необходимо аккуратно распаковать и разместить, заполнить жидкостью и подключить к электросети. За подробными инструкциями по правильной установке ванны обратитесь к Разделу 6 "Установка". Убедитесь, что ванна размещена в безопасном и чистом месте на горизонтальной поверхности.

Заполните ванну подходящей жидкостью. Для эксплуатации при средних температурах ванны хорошо подойдет чистая дистиллированная вода при температуре от 0 °С до 70 °С. Налейте жидкость в резервуар ванны через большое прямоугольное отверстие над резервуаром, постарайтесь не пролить жидкость. Уровень жидкости не должен находиться выше 12.7-20.3 мм (0.5–0.8 дюйма) от нижнего края крышки ванны (НЕ крышки доступа).

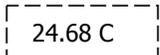
4.3 Электропитание

Подключите шнур питания прибора к розетке с надлежащим напряжением, частотой и током. Для дополнительной информации по электропитанию см. раздел 3.1 "Технические характеристики". Прочитайте предупреждения о защите от кратковременных падений или скачков напряжения, изложенные в руководстве пользователя. Перед тем, как подключать прибор к электросети, уточните надлежащее напряжение и частоту электропитания на табличке, расположенной на задней панели прибора. Включите ванну при помощи переключателя "POWER" (ПИТАНИЕ) на передней панели. Прибор включится и начнет нагреваться или охлаждаться до ранее заданной температуры. На светодиодном дисплее передней панели отображается фактическая температура ванны. При температуре, превышающей примерно 45 °С, установите переключатель охлаждения в положение "OFF" (Выкл). При более низкой температуре установите переключатель в положение "ON" (Вкл).

4.4 Настройка температуры

Ниже по тексту и во всем данном руководстве пользователя сплошная рамка вокруг слов SET (Задать), UP (Вверх), DOWN (Вниз) или EXIT (Выход) указывает на то, что следует нажать соответствующую клавишу на панели, тогда как пунктирная рамка обозначает значение, отображаемое на дисплее, который находится на передней панели. Описание функции клавиши или расшифровка значения на дисплее приводится справа.

Чтобы просмотреть заданное значение температуры для ванны, выполните следующие действия. Обычно на светодиодном дисплее передней панели отображается фактическая температура ванны.

 24.68 C Отображение температуры ванны

При нажатии клавиши "SET" на дисплее отображаются регистры памяти для хранения текущего заданного значения температуры и содержимое этих регистров. Имеется возможность для хранения восьми значений.



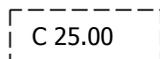
Доступ к выбору заданного значения температуры.

В настоящее время используется заданное значение 1.25.0 °C

Нажмите "SET" для выбора регистра памяти и доступа к хранимому в нем значению.



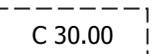
Доступ к заданному значению температуры.

 C 25.00 Текущее заданное значение 1.25.00 °C

Нажмите кнопку "UP" или "DOWN", чтобы изменить заданное значение.



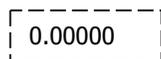
Значение инкремента

 C 30.00 Новое заданное значение

Нажмите "SET" для приема нового значения параметра и отображения корректирующего значения. Ванна начинает нагреваться или охлаждаться до нового заданного значения температуры.



Сохраните новое заданное значение температуры и получите доступ к корректирующему значению

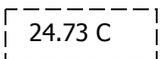


Текущее значение корректировки

Нажмите "EXIT", на дисплее снова появится температура ванны.



Возврат к отображению температуры



Отображение температуры ванны

Ванна нагревается или охлаждается до достижения нового заданного значения температуры. Выключите охлаждение, чтобы достичь более высоких температур и опробовать управление.

При выставлении заданного значения температуры внимательно следите за тем, чтобы не превысить температурный предел используемой в ванне жидкости. Для обеспечения дополнительной безопасности следует корректно настроить программный предохранитель. См. Раздел 9.8 "Предохранитель".

Для получения оптимальной стабильности управления подстройте предел пропорциональности в соответствии с описанием в Разделе 9.7 "Предел пропорциональности".

Глава 5

Установка

ОСТОРОЖНО!

Перед началом эксплуатации ванны внимательно прочитайте раздел 6 "ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАННЫ".

5.1 Окружающая среда ванны

Ванна модели 7312 является прецизионным инструментом, который следует размещать при определенных внешних условиях. В месте расположения не должно быть уклонов, экстремальных температур и температурных колебаний, грязи и т.д. Ванну необходимо размещать на ровной поверхности. Вокруг ванны должно быть достаточно места для циркуляции воздуха.

При работе с высокими температурами верхняя часть прибора может нагреваться. Остерегайтесь случайных брызг горячей жидкости.

Для удаления паров, исходящих от горячих жидкостей, следует использовать вытяжной колпак.

5.2 Период "сушки"

Перед первым использованием, после транспортировки и в том случае, если прибор не включался в течение более 10 дней, ванну необходимо высушить, для этого она должна находиться под напряжением в течение 1-2 часов, только после этого она будет считаться удовлетворяющей всем требованиям безопасности стандарта IEC 1010-1.

5.3 Подготовка и заполнение ванны

ОСТОРОЖНО:

Перед заполнением ванны жидкостью необходимо установить на фитинг в задней части ванны дренажный клапан.

5.3.1 Инструкции по установке дренажного клапана

Дренажный клапан устанавливается на воронкообразный фитинг в нижней задней части ванны. (См. рис. 5-1.)

1. Установите клапан на дренажный фитинг и затяните его вручную, повернув шестигранную гайку (установлена на ванне) против часовой стрелки и удерживая клапан в одном положении.
2. Используя гаечный ключ с открытым зевом, удерживайте клапан на месте и затяните шестигранную гайку еще на четверть оборота.

Клапан должен быть надежно закреплен в этой точке. Если нет, повторите шаг 2, при этом избегайте чрезмерной затяжки узла.

Перед заполнением ванны жидкостью убедитесь, что ручка дренажного клапана находится в закрытом положении.

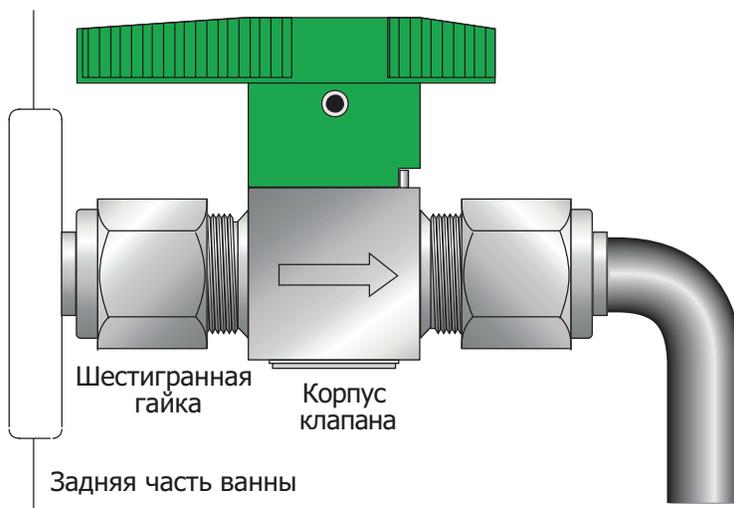


Рисунок 1. Установка дренажного клапана—ВАЖНО: Не следует затягивать слишком сильно. Соблюдайте приведенные выше инструкции по установке.

5.3.2 Заполнение жидкостью

Ванна модели 7312 поставляется без рабочей жидкости. Приобрести самые разные рабочие жидкости можно в компании Hart Scientific и у других производителей. В зависимости от желаемого температурного диапазона в ванне могут использоваться перечисленные ниже жидкости, а также и многие другие:

- Вода
- Этилен-гликоль/вода
- Минеральное масло
- Силиконовое масло

Подробные сведения о жидкостях представлены в разделе 9.1, "Теплоноситель".

Снимите с отверстия доступа крышку и убедитесь в отсутствии в резервуаре посторонних предметов (грязь, остатки упаковочных материалов и т.д.).

Залейте ванну чистой жидкостью без примесей. Ванну следует наполнять осторожно, через прямоугольное отверстие доступа до уровня, который делает возможным перемешивание и тепловое расширение. Раздел 9.1.5 "Тепловое расширение" объясняет процесс увеличения объема жидкости. НЕ ВКЛЮЧАЙТЕ ванну без жидкости в резервуаре. Максимальный и минимальный уровень заполнения зависят от конкретного применения — для ячеек TPW или сравнительной калибровки. По мере нагревания ванны внимательно следите за уровнем рабочей жидкости ванны, чтобы не допустить превышения заданного уровня или разбрызгивания. При необходимости излишки горячей жидкости следует аккуратно удалить.

5.4 Электропитание

Отключив переключатель питания прибора, подключите ванну к электророзетке переменного тока с надлежащим напряжением, частотой и максимальной силой тока. Дополнительную информацию по электропитанию см. в разделе 3.1 "Технические характеристики". Прочитайте предупреждения о защите от кратковременных падений или скачков напряжения, изложенные в руководстве пользователя. Перед тем, как подключать прибор к электросети, уточните надлежащее напряжение и частоту электропитания на табличке, расположенной на задней панели прибора.

Глава 6

Использование ванны

ОСТОРОЖНО:

Перед началом эксплуатации ванны внимательно прочтите эту главу, озаглавленную "ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАННЫ".

Информация, приведенная в этом разделе, является исключительно справочной. Она не предназначена для использования в качестве основы для методологии лабораторных процедур калибровки. Каждая лаборатория должна разработать свои собственные процедуры. Некоторые сведения в этом тексте могут быть неприменимы к той конкретной ванне, которую вы приобрели.

6.1 Общая часть

Убедитесь, что выбранная жидкость соответствует температурному диапазону калибровки. Жидкости для калибровочной ванны следует выбирать так, чтобы можно было безопасно работать в том температурном диапазоне, который соответствует требованиям решаемых задач. Также следует иметь в виду, что при нагревании жидкости расширяются и могут перелиться через край ванны, если оставить ее без присмотра. В Разделе 9 "Общие указания по эксплуатации" имеются рекомендации по выбору жидкости, а также таблицы MSDS, относящиеся к выбранной жидкости. Как правило, ванны настраиваются под одну какую-либо температуру и потом используются для калибровки датчиков только для этой одной температуры. Это означает, что тип жидкости в ванне не должен меняться. Кроме того, ванна может быть оставлена включенной для снижения нагрузки на систему.

Ванна создает экстремальные температуры. Необходимо принимать меры предосторожности, чтобы избежать травмирования пользователя или повреждения объектов. Извлекаемые из ванны датчики могут быть чрезвычайно горячими или холодными. Пользуйтесь ими осторожно во избежание травмирования. Осторожно поместите датчики на термостойкую поверхность или подставку и дождитесь, пока они достигнут комнатной температуры. Прежде чем вставлять датчик в другую ванну, рекомендуется протереть его чистой мягкой тканью или бумажным полотенцем. Это предотвращает смешение жидкостей из разных ванн. Если датчик был откалиброван в соляном растворе, перед тем, как переносить его в другую жидкость, аккуратно обмойте датчик теплой водой и вытрите насухо. Обязательно убедитесь, что датчик протерт насухо, прежде чем помещать его в горячую жидкость. Некоторые высокотемпературные жидкости активно взаимодействуют с водой и другими жидкими средами. Помните, что очистка датчика, не охлажденного до комнатной температуры, может быть опасна. Кроме того, если датчик недостаточно остыл, горячие жидкости могут воспалить бумажные салфетки.

Для достижения оптимальной точности и стабильности показаний после достижения ванной заданной температуры следует дать ей достаточно времени для стабилизации.

6.2 Техническое обслуживание ячейки тройной точки воды

6.2.1 Подготовка ванны

Рабочая жидкость ванны, необходимая для обслуживания ячейки TPW, не должна замерзнуть при температуре около 0 °С. Чистая вода может замерзнуть. Если к воде добавить 10 % спирта, то такая смесь хорошо подойдет для данного применения. Она сохраняет большинство полезных характеристик воды по управлению температурой при одновременном снижении замедления до полезного уровня. Кроме того, такая смесь является недорогой и негорючей. Можно использовать чистый денатурированный или другой спирт, но это может привести к возникновению пожара. Применение этиленгликоля не рекомендуется, поскольку он оставляет липкие следы на погруженных в него термометрах.

Убедитесь, что значения отсечки при перегреве и тройной точке воды установлены правильно. См. разделы 10.8 и 10.11.2.

6.2.2 Установка температуры ванны

Фактическая температура ванны должна быть в диапазоне от 0,007 до 0,008 °С. Используйте для настройки температуры точный термометр, который позволяет считывать до трех цифр после запятой.

Несмотря на то, что ванна может быть откалибрована до такой степени (см. раздел 12), точность заданного значения сама по себе не является достаточной. Проверьте показания с помощью контрольного термометра для сравнения с TPW, чтобы обеспечить требуемую точность настройки температуры. Разрешение цифровой настройки температуры составляет 0.002 °С. Здесь полезно использовать функцию корректирующего значения термоконтроллера (см. раздел 10.3.3). Иногда необходимо периодически контролировать температуру ванны в течение первого часа работы, чтобы гарантировать управление при требуемой температуре. Периодически в течение нескольких недель проверяйте температуру ванны, чтобы убедиться, что она не меняется.

Необходимо регулярно проверять состояние ледяной оболочки. Если она начинает расти, повысьте температуру. Аналогичным образом, если оболочка начинает таять, уменьшите температуру.

6.2.3 Регулировка стоек ячейки TPW

Ванна 7312 оснащена двумя регулируемыми стойками, которые обеспечивают устойчивое положение ячеек. См. рисунок 2. Вытяните и снимите стойки решетки. Перегородки из нержавеющей стали на левой и правой сторонах резервуара используются в качестве направляющих или дорожек, чтобы разместить и удерживать каждую стойку. Стойка TPW состоит из опор, нижней и верхней пластины. Опорные пластины расположены на опорах и закреплены установочными винтами. Каждая пластина регулируется отдельно, чтобы можно было настраивать глубину и посадку ячейки. Сначала необходимо отрегулировать нижние пластины, чтобы установить ячейку на требуемой высоте. Резиновые уплотнения защищают поверхности ячейки от непосредственного контакта с металлом. Верхняя пластина имеет достаточно большой размер для установки ячейки модели 5901 Hart Scientific. Для каждой стойки предусмотрены переходники, чтобы можно было устанавливать ячейки Hart TPW и другие, наиболее часто используемые ячейки, доступные в продаже. Другие переходники могут быть предоставлены по запросу.

6.2.4 Уровень жидкости

Уровень жидкости можно регулировать в соответствии с используемыми ячейками. Обычно уровень жидкости для ячеек модели 5901 располагается ниже воронки, но выше верхнего края колокола ячейки. Уровень жидкости для модели 5901A Hart Scientific может располагаться под или сразу над отверстием. Регулируемость стоек поможет компенсировать особенности различных конструкций ячеек. См. рис. 3. Рукоятки ячеек типа NBS (модель Hart 5901A) показаны на рис. 4.



Рисунок 2. Сведения о крышке для доступа и стойках ячеек

Отрегулируйте уровень жидкости так, чтобы открытая часть верхнего колокола обеспечивала подачу добавочного тепла в ячейку, при этом верхняя часть ледяной оболочки будет таять. Осторожная регулировка может надлежащим образом поддерживать работу ячейки при одновременном уменьшении ледяной перемычки в верхней части ячейки.

Необходимо периодически проверять жидкость и ее уровень. Если вторая ячейка добавляется или удаляется на длительный период, необходимо соответственно отрегулировать уровень жидкости. Жидкость должна быть чистой. Убедитесь, что на боковых поверхностях в нижней части бака не образуется лед. Образование льда указывает на недостаточное содержание спирта в воде.

6.2.5 Характеристики крышки для доступа в ванну

Крышка для доступа в ванну надевается на отверстие ванны и обеспечивает защиту от воздействия температуры окружающей среды, при этом она предоставляет отверстия для погружения термометров. Снимите крышку для обслуживания ячеек и теплоносителя. Обычно крышка должна находиться на ванне. См. рисунок 2.

Четыре полости, направленные к задней части крышки, используются для предварительного охлаждения термометров стандартного размера SPRT и меньшего диаметра. Предварительно охладите каждый термометр до температуры ванны, чтобы предотвратить таяние ледяной оболочки в ячейке TPW. Таяние оболочки снижает срок службы ячейки и требует более раннего повторного замораживания. Каждая полость имеет резиновую направляющую в верхней части, чтобы уменьшить ударные воздействия (напряжения) на чувствительный платиновый датчик в SPRT. Под крышкой направляющая труба помогает предотвратить контакт термометра с внутренними деталями. Если длина термометра превышает 20 дюймов, пользователь должен придерживать его, чтобы предотвратить его удар об дно.

Две полости в передней части обеспечивают доступ термометров к ячейкам TPW. Они также оснащены резиновыми направляющими и трубками. Противоударная направляющая и трубка являются съемными, это позволяет снимать сборку и глубже вставлять более короткие термометры.

6.2.6 Обслуживание ячейки TPW

Ячейки TPW могут проходить обслуживание в течение нескольких дней или нескольких месяцев в зависимости от степени ухода, обслуживания и использования ячейки. Стандартная последовательность включает следующие действия.

1. Установите ванну и ячейки, как описано выше.
2. Перед замораживанием оболочки предварительно охладите ячейку до температуры ванны.
3. Заморозьте ячейку в соответствии с инструкциями производителя.
4. Заполните проходную трубку ячейки охлажденным теплоносителем до уровня, достаточного для достижения уровня воды ячейки после вставки термометра.
5. Осторожно вставьте ячейку в ванну. Убедитесь, что нижняя часть ячейки попала в уплотнение нижней пластины.
6. Проверьте надлежащий уровень жидкости в ванне.

При правильном ежедневном обслуживании ячейка может находиться в ванне в течение многих недель. Ежедневное обслуживание включает следующие действия:



— Уровень
жидкости в ванне

Рисунок 3. Уровень жидкости



Рисунок 4. Местоположение рукояток для расчетных ячеек NBS

- Раз в 1-3 дня проверяйте ледовую перемычку на соответствие требованиям. Ледовая перемычка представляет собой образование льда на верхней поверхности воды в ячейке, она формирует соединение между проходной трубой и наружной стеклянной стенкой. Ледовая перемычка может вызвать разрушение ячейки. Ее необходимо регулярно расплавлять.

⚠ ОСТОРОЖНО!

Перед вытаскиванием ячейки сотрите с нее теплоноситель, чтобы предотвратить попадание жидкости на контроллер ванны.

- Несколько раз в день, в зависимости от использования, проверяйте ледяную оболочку, касается ли она проходной трубы. Свобода перемещения означает, что вокруг проходной трубы существует тонкий слой воды. Если она не может свободно двигаться, то в показаниях температуры могут быть небольшие ошибки. Вставьте стержень при комнатной температуре в жидкость, находящуюся в проходной трубке, чтобы разогреть лед и обеспечить свободное перемещение ледовой оболочки. Возможность перемещения можно проверить путем быстрого вращения ячейки вокруг ее продольной оси. Обычно, если ячейка свободна, лед остается на месте, а ячейка вращается.
- По мере необходимости выполните точную регулировку заданной температуры ванны, чтобы не допустить несоответствующего замораживания или расплавления оболочки.

6.3 Сравнительная калибровка

При сравнительной калибровке результаты испытаний шупа (испытываемого прибора) сравниваются с показаниями эталонного образца. После помещения подлежащих калибровке шупов в ванну необходимо подождать достаточное количество времени, чтобы положение шупов и температура ванны стабилизировались.

Одним из существенных преимуществ калибровочных ванн перед сухими блоками является возможность одновременной калибровки нескольких щупов, различных по конструкции. Жидкая среда калибровочной ванны позволяет одновременно калибровать щупы различных типов. Однако невозможно полностью исключить влияние конструкции щупа. Несмотря на то, что все ванны имеют как горизонтальный, так и вертикальный температурные градиенты, в рабочей области ванны они минимизируются. Тем не менее, все щупы должны быть погружены в рабочую жидкость на одинаковую глубину. Проследите за тем, чтобы щупы были погружены достаточно глубоко, чтобы исключить влияние их конструкции. Опираясь на исследования Hart Scientific, мы вывели следующее эмпирическое правило расчета минимальной глубины погружения, на которой минимизируется влияние их конструкции: 20 диаметров испытуемого щупа + длина щупа. Не погружайте в жидкость ручки щупов. Если ручки щупов при высокотемпературной калибровке нагреваются слишком сильно, можно установить тепловой экран непосредственно у основания ручки щупа. В качестве теплового экрана можно использовать просто кусочек алюминиевой фольги, обернутый вокруг щупа перед его установкой в ванну, или специально разработанное металлическое теплоотражающее устройство.

При калибровке в широком диапазоне температур для достижения наилучшего результата начинайте с самой высокой температуры и потом постепенно снижайте ее до нижней границы диапазона.

Щуп можно разместить в ванне при помощи специальных держателей, или просверлив отверстия в крышке для доступа. Можно разработать и другой крепеж для щупов. Задача заключается в том, чтобы разместить эталон и испытуемые щупы в рабочей области ванны как можно ближе друг к другу. Максимальная стабильность ванны достигается тогда, когда рабочая область закрыта.

При подготовке ванны к калибровке начать следует с:

- Размещения эталонного щупа в рабочей области ванны.
- Размещения калибруемых щупов или проверяемого оборудования в рабочей области ванны как можно ближе к эталонному щупу.

6.4 Калибровка нескольких щупов

Полная загрузка ванны щупами увеличивает время, необходимое для стабилизации температуры после размещения щупов. Использование показаний эталонного щупа в качестве опорной величины позволяет обеспечить стабилизацию температуры до начала калибровки.

Глава 7

Составные части и органы управления

7.1 Передняя панель

На лицевой панели контроллера размещены следующие индикаторы и органы управления (см. Рис. 5 ниже): (1) цифровой светодиодный дисплей, (2) клавиши управления, (3) переключатель питания ванны, (4) индикатор управления и (5) переключатель системы охлаждения.



Рисунок 5. Передняя панель контроллера

1. Цифровой дисплей является важной частью термоконтроллера. Он отображает заданные значения температуры, текущие значения температуры ванны, а также множество других различных функций, настроек и постоянных величин. На дисплее температура отображается в выбранных единицах (°C или °F).
2. Кнопки управления (SET, DOWN, UP, и EXIT) используются для назначения заданного значения температуры, прав доступа и других рабочих параметров работы, а также получения доступа к параметрам калибровки и их изменения. Ниже приведено краткое описание назначения клавиш:

SET (Задать) – используется для отображения следующего параметра в меню и сохранения отображаемого значения параметра.

DOWN (Вниз) – используется для уменьшения отображаемого значения параметра.

UP (Вверх) – используется для увеличения отображаемого значения параметра.

EXIT (Выход) — используется для выхода из меню. При нажатии клавиши EXIT все изменения, произведенные с отображаемым значением, будут проигнорированы.

3. Переключатель питания подает питание на всю ванну, включая мотор перемешивателя.
4. Индикатор управления является двухцветным светодиодом. Этот индикатор позволяет визуально контролировать процесс нагрева или охлаждения. Когда цвет индикатора красный, ванна нагревается. А когда зеленый — нагреватель выключен и ванная охлаждается.
5. Переключатель охлаждения включается, когда необходимо задействовать систему охлаждения при температурах ниже 50 °C и быстро понизить температуру.

7.2 Резервуар и крышка ванны

Конструкция резервуара и крышки ванны в сборе включает в себя: резервуар, управляющий датчик, двигатель перемешивателя, отверстие доступа и крышку отверстия доступа. Под крышкой двигателя перемешивателя находится двигатель, охлаждающий вентилятор, управляющий щуп и тройная точка щупа отключения воды.

- Резервуар ванны изготовлен из нержавеющей стали. Она хорошо сопротивляется окислению в присутствии большинства химикатов в большом диапазоне температур.
- Управляющий датчик измеряет температуру и передает результаты измерений на контроллер, позволяя тем самым поддерживать постоянную температуру. Управляющий щуп представляет собой точный платиновый терморезистор (PRT). Это очень хрупкий прибор и при работе с ним необходимо соблюдать осторожность. Щуп устанавливается в небольшое отверстие в верхней части ванны так, чтобы кончик щупа был полностью погружен в жидкость.
- Тройная точка щупа отсечки воды контролирует температуру ванны и активирует отключение при низкой температуре, т.е. она позволяет выключить охлаждение при снижении температуры ниже заданного значения в случае отказа контроллера температуры. Данная функция предназначена для защиты ячеек тройной точки воды.
- Мотор перемешивателя установлен на крышке резервуара ванны. Он приводит в действие ротор перемешивателя для равномерного размешивания жидкости в ванной. Хорошее перемешивание жидкости необходимо для поддержания стабильности температуры.
- Большое отверстие для доступа на крышке ванны используется для заполнения ванны жидкостью и опорожнения, а также для размещения в ванне термометров, TPW ячеек и других устройств.
- Отверстие доступа закрывается при помощи специальной крышки. Это повышает стабильность температуры ванны, предотвращает появление излишков испарений и обеспечивает безопасность при работе с горячей жидкостью. Крышка доступа для обслуживания ячейки тройной точки воды предоставляет гнезда для термометров и обеспечивает доступ к ячейкам TPW. См. раздел 6.2.6, обслуживание ячейки TPW.

7.3 Задняя панель

На задней панели размещаются предохранители, кабель питания, индикатор высокого и низкого напряжения, дренаж, последовательный порт и порт IEEE-488 (если установлен).

Глава 8

Общие указания по эксплуатации

8.1 Теплоноситель

Для использования с ванной 7312 применяются различные жидкости. При выборе рабочей жидкости следует принять во внимание множество важных характеристик жидкости. Среди них температурный диапазон, вязкость, удельная теплоемкость, теплопроводность, коэффициент теплового расширения, электрическое сопротивление, срок службы, безопасность и стоимость.

8.1.1 Диапазон температуры

Одной из самых важных характеристик, которую следует принимать в расчет, является диапазон рабочих температур жидкости. Очень немногие жидкости годятся для работы во всем диапазоне температур ванны. Температура, при которой эксплуатируется ванна, всегда должна находиться в диапазоне безопасных и оптимальных температур используемой жидкости. Нижний предел температурного диапазона жидкости определяется точкой ее замерзания или температурой, при которой вязкость жидкости превышает максимально допустимое значение. Верхний предел температурного диапазона, как правило, ограничивается температурой испарения, воспламенения или химического распада жидкости. Испарение жидкости при высоких температурах может негативно сказаться на стабильности температуры рабочей жидкости, поскольку капли охладившегося конденсата будут капать в ванну в поверхности крышки.

Температуру ванны следует ограничивать при помощи программного предохранителя таким образом, чтобы температура ванны не могла превысить предел безопасной рабочей температуры жидкости.

8.1.2 Вязкость

Вязкость является мерой сопротивления жидкости сдвигу, а проще говоря — она указывает, насколько легко жидкость перемешивается. Вязкость влияет на равномерность и стабильность температурного поля ванны. При низкой вязкости перемешивание жидкости улучшается, что создает более равномерное распределение температуры в ванне. Таким образом сокращается время отклика ванны, что позволяет поддерживать более стабильную температуру. Оптимально поддержание кинематической вязкости не выше 10 сантистокс. Рациональным верхним пределом вязкости является пятьдесят сантистокс. Вязкость, превышающая данное значение, является причиной неудовлетворительного поддержания стабильности температуры из-за затрудненного перемешивания, кроме того, это может привести к перегреву или поломке электродвигателя перемешивателя. Вязкость очень сильно зависит от температуры. Особенно это касается вязкости масел.

При использовании жидкостей повышенной вязкости может понадобиться увеличение

предела пропорциональности контроллера, чтобы скомпенсировать уменьшенное время отклика. В противном случае температура может колебаться.

8.1.3 Удельная теплоемкость

Удельная теплоемкость является мерой количества тепла, накапливаемого в единице объема жидкости. Удельная теплоемкость незначительно влияет на стабильность управления. Она также воздействует на скорости нагрева и охлаждения. В общем случае, чем меньше удельная теплоемкость, тем быстрее происходят нагрев и охлаждение. Может понадобиться некоторая подстройка предела пропорциональности контроллера под конкретное значение удельной теплоемкости.

8.1.4 Теплопроводность

Теплопроводность характеризует скорость распространения тепла в объеме жидкости. Теплопроводность жидкости влияет на стабильность управления, однородность температурного поля и время гашения температурных колебаний. Жидкости с высокой теплопроводностью быстрее и равномернее распределяют тепло по всему занимаемому объему, что положительно сказывается на работоспособности ванны.

8.1.5 Коэффициент теплового расширения

Коэффициент теплового расширения характеризует степень изменения объема жидкости при изменении ее температуры. Тепловое расширение жидкости следует учитывать в связи с тем, что по мере нагревания ванны объем рабочей жидкости будет увеличиваться, а это может стать причиной переполнения. Выливание жидкости из резервуара может быть опасным. Также это означает неоправданный расход ценной рабочей жидкости. Избыточное тепловое расширение также может быть нежелательно в задачах, где важно поддерживать постоянный уровень жидкости.

Коэффициенты теплового расширения некоторых жидкостей приведены в таблице 2, Таблица жидкостей для ванны. Эту информацию также могут предоставить производители жидкостей. Коэффициенты теплового расширения приведены в единицах см/см/ °С. Однако их значения будут одинаковы для любых единиц измерения длины. Для получения коэффициентов в °Фаренгейта поделите все значения на 1.8.

Для вычисления нужной глубины следует воспользоваться следующей формулой:

$$De = Ds [K(Te - Ts) + 1]$$

или

$$Ds = De / [K(Te - Ts) + 1], \text{ где } De < \text{ или } = \text{ максимальная глубина заполнения}$$

Где:

K = Коэффициент расширения

Te = Конечная температура

Ts = Начальная температура

De = Конечная глубина

Ds = Начальная глубина

При максимальной глубине уровень жидкости обычно находится на 0.5 – 0.8 дюймов ниже уровня прокладки в верхней части резервуара ванны (не путать с верхней крышкой ванны). Решение следует принимать, ориентируясь на то, чтобы при перемешивании брызги не попадали ни на прокладку, ни на крышку.

Пример:

Конечная глубина силиконового масла Dow Corning 710 в резервуаре ванны при температурах от 25 до 300 °C составляет 9.2 дюйма. Какой должна быть начальная глубина?

Коэффициент расширения для масла 710 согласно Таблице 2 равен $K = 0.00077$ дюйм/дюйм/ °C

Конечная температура, $T_e = 300$ °C

Начальная температура, $T_s = 25$ °C

Конечная глубина, $D_e = 9.2$ дюйма

$D_s = 9.2 / [0.00077 (300 - 25) + 1] = 7.59$ дюйма

8.1.6 Электрическое сопротивление

Электрическое сопротивление показывает, насколько хорошо рабочая жидкость изолирует электрический ток. В некоторых задачах, таких как измерение сопротивления неизолированных датчиков температуры, важно не допустить утечки тока через жидкую среду или ограничить ее измеримой малой величиной. При таких условиях следует выбирать жидкость с очень высоким электрическим сопротивлением.

8.1.7 Срок службы жидкости

Множество жидкостей со временем теряют свои свойства из-за испарения, поглощения воды, загустения или химического распада. Снижение рабочих характеристик жидкости часто становится существенным вблизи верхнего температурного предела жидкости, значительно уменьшая срок ее службы.

8.1.8 Безопасность

При выборе рабочей жидкости всегда руководствуйтесь соображениями безопасности. Очевидно, что жидкости, нагретые до экстремальных температур, могут быть опасны как для обслуживающего персонала, так и для оборудования. Жидкие среды могут быть опасны и по другим причинам. Некоторые рабочие жидкости могут быть токсичными. Контакт испарений с глазами, кожей или дыхательными путями может вызвать травмы. При наличии опасных или неприятных испарений необходимо применять вытяжной колпак.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Жидкости, нагретые до высокой температуры, могут стать причиной ОЖОГОВ, ПОЖАРА или быть источником ТОКСИЧНЫХ ИСПАРЕНИЙ. Соблюдайте необходимую осторожность и применяйте защитные средства.

Жидкости могут быть огнеопасными и требовать применения специального противопожарного оборудования и выполнения особых процедур. Важной характеристикой рабочей жидкости считается точка воспламенения. Точка воспламенения — это температура, при которой выделяется такое количество паров, что при наличии достаточного количества кислорода и источника возгорания пары воспламеняются. Это не означает, что установившееся горение будет придерживаться точки кипения. Различают точки воспламенения в ограниченном объеме и в открытой емкости. В калибровочной ванне могут возникать оба этих условия. Точка воспламенения в открытой емкости измеряется в случае, когда пары покидают резервуар. Точка воспламенения в ограниченном объеме измеряется в случае, когда пары накапливаются в резервуаре. Поскольку кислород и источник возгорания менее доступны в резервуаре, значение температуры воспламенения в ограниченном объеме будет ниже, чем в открытой емкости.

Агрессивные по отношению к окружающей среде жидкости требуют соблюдения специальных процедур утилизации, соответствующих применимым федеральным и местным законам.

8.1.9 Стоимость

Стоимость рабочих жидкостей может быть очень разной: от центов за галлон воды до сотен долларов за галлон синтетических масел. Стоимость может быть важным фактором при выборе жидкости.

8.1.10 Часто используемые жидкости

Ниже приведено описание некоторых наиболее распространенных жидкостей и их характеристик.

8.1.10.1 Вода

Воду часто используют из-за ее низкой стоимости, доступности и отличных характеристик регулирования температуры. Вода обладает чрезвычайно низкой вязкостью, хорошей теплопроводностью и теплоемкостью, что делает ее одной из лучших рабочих жидкостей с хорошей стабильностью при малых температурах. При более высоких температурах температурная стабильность ухудшается, поскольку вода конденсируется на крышке, остывает и капает обратно в ванну. Вода безопасна и относительно инертна. Электропроводность воды может сделать ее неприменимой в некоторых задачах. Температурный диапазон воды ограничен от нескольких градусов выше 0 °C до нескольких градусов ниже отметки 100 °C. При более высоких температурах испарение становится существенным. Вода, используемая в калибровочной ванне должна быть дистиллированной или деионизированной, чтобы исключить отложение минерального осадка. Предотвратить выпадение осадка можно, повысив кислотность воды при помощи соответствующего химиката.

8.1.10.2 Этиленгликоль

Температурный диапазон воды может быть расширен посредством использования раствора одной части воды и одной части этиленгликоля (антифриза). Характеристики водного раствора этиленгликоля сходны с характеристиками воды, за исключением большей вязкости. При использовании этиленгликоля следует соблюдать крайнюю осторожность, поскольку этот раствор весьма токсичен. Утилизировать использованный этиленгликоль следует надлежащим образом.

8.1.10.3 Минеральное масло

Минеральные или парафиновые масла часто используются в диапазоне средних температур выше диапазона воды. Минеральное масло сравнительно дешево. При низких температурах минеральное масло слишком вязко и регулировка его температуры может быть затруднена. При высоких температурах усиливается парообразование. Пары могут быть опасны, поэтому следует использовать вытяжной колпак. Как и большинство масел, минеральное масло расширяется по мере повышения температуры, поэтому будьте осторожны, чтобы не залить слишком большое количество масла, это может привести к переливу при нагревании. Вязкость масла выше, чем у воды, а термодинамические характеристики — хуже, поэтому термическая стабильность масляной ванны хуже, чем у водяной. Минеральное масло имеет очень низкую электропроводность. Использовать минеральное масло нужно с большой осторожностью, поскольку оно огнеопасно, а также может нанести серьезные травмы при вдыхании или глотании.

8.1.10.4 Силиконовое масло

Силиконовые масла предлагают гораздо более широкий диапазон рабочих температур по сравнению с минеральными маслами. Как и большинство масел, по термодинамическим характеристикам силиконовые масла существенно уступают воде. Вязкость значительно меняется при изменении температуры. Также при этом происходит тепловое расширение. Эти масла имеют чрезвычайно высокое электрическое сопротивление. Силиконовые масла относительно безопасны и нетоксичны. Их стоимость достаточно высока.

8.1.11 Диаграмма характеристик жидкостей

Таблица 2 и рис. 6 на стр. 36 и 37 призваны помочь в выборе теплоносителя для термостатируемой ванны. Эти диаграммы предоставляют как графическое, так и численное представление большинства важных при выборе физических величин. Данный список не является исчерпывающим. Существует множество других полезных жидкостей, отсутствующих в этом списке. В этой диаграмме приведены данные только наиболее распространенных жидкостей, которые чаще других используются в ваннах в качестве теплоносителя. Не все жидкости можно применять в вашей ванне из-за несоответствия температурных диапазонов.

8.1.11.1 Ограничение условий и ответственности

Приведенная в настоящем руководстве информация о рабочих жидкостях является справочной и предназначена только для помощи в выборе жидкости. Несмотря на то, что были предприняты все возможные усилия для предоставления корректной информации, мы не можем гарантировать ее точность или соответствие жидкости конкретной задаче. Характеристики могут меняться, а информация из разных источников может различаться. Компания Hart Scientific не несет ответственности за какие-либо травмы или повреждение оборудования, продуктов, или объектов, причиненных в результате применения этих жидкостей. Ответственность за сбор корректной информации, принятие верного решения и обеспечение безопасной эксплуатации лежит на пользователях ванны. Эксплуатация вблизи предельных значений некоторых характеристик, таких как точка воспламенения или вязкость, могут негативно сказаться на безопасности и работоспособности. Следует придерживаться действующих в вашей компании правил, регламентирующих работу с огнеопасными, токсичными и другими опасными материалами. Вы также ответственны за изучение документа MSDS (паспорта безопасности химиката) и выполнение предписанных им правил.

8.1.11.2 О диаграмме

Диаграмма рабочих жидкостей наглядно демонстрирует некоторые важные качества показанных жидкостей.

Температурный диапазон: Температурная шкала приведена в градусах Цельсия. Закрашенные полоски показывают общую область применения жидкости. В числе отображаемых физических величин точка застывания, точка замерзания, существенные точки вязкости, точка воспламенения, точка кипения и некоторые другие.

Точка замерзания: Точка замерзания — это очевидное ограничение по перемешиванию жидкой среды. По мере приближения к точке замерзания ограничительным фактором может стать и вязкость.

Точка задымления: Точка, в которой необходимо начать применять вытяжной колпак. Данная точка является очень субъективной, она зависит от личной переносимости различных запахов, от плотности закрытия ванны, площади поверхности жидкости в ванной, размера и вентиляции помещения, в котором установлена ванна, и

Fluid (# = Hart Part No.)	Lower Temperature Limit*	Upper Temperature Limit*	Flash Point	Viscosity (centistokes)	Specific Gravity	Specific Heat (cal/g/°C)	Thermal Conductivity (cal/s/cm ² /°C)	Thermal Expansion (cm/cm/°C)	Resistivity (10 ¹² Ω-cm)
Halocarbon 0.8 #5019	-100°C (v)**	70°C (e)	NONE	5.7 @ -50°C 0.8 @ 40°C 0.5 @ 70°C	1.71 @ 40°C	0.2	0.0004	0.0011	
Methanol	-96°C (fr)	10°C (fl,cc)	12°C	1.3 @ -35°C 0.66 @ 0°C 0.45 @ 20°C	0.810 @ 0°C 0.792 @ 20°C	0.6	0.0005 @ 20°C	0.0014 @ 25°C	
Water	0°C (fr)	95°C (b)	NONE	1 @ 25°C 0.4 @ 75°C	1.00	1.00	0.0014	0.0002 @ 25°C	
Ethylene Glycol—50% #5020	-30°C (fr)	90°C (b)	NONE	7 @ 0°C 2 @ 50°C 0.7 @ 100°C	1.05	0.8 @ 0°C	0.001		
Mineral Oil No.7 #5011	10°C (v)	166°C (fl)	168°C	15 @ 75°C 5 @ 125°C	0.87 @ 25°C 0.84 @ 75°C 0.81 @ 125°C	0.48 @ 25°C 0.53 @ 75°C 0.57 @ 125°C	0.00025 @ 25°C	0.0007 @ 50°C	5 @ 25°C
Silicone Oil Type 200.05 #5010	-40°C (v)**	130°C (fl, cc)	133°C	5 @ 25°C	0.92 @ 25°C	0.4	0.00028 @ 25°C	0.00105	1000 @ 25°C 10 @ 150°C
Silicone Oil Type 200.10 #5012	-30°C (v)**	209°C (fl, cc)	211°C	10 @ 25°C 3 @ 135°C	0.934 @ 25°C	0.43 @ 40°C 0.45 @ 100°C 0.482 @ 200°C	0.00032 @ 25°C	0.00108	1000 @ 25°C 50 @ 150°C
Silicone Oil Type 200.20 #5013	10°C (v)	230°C (fl, cc)	232°C	20 @ 25°C	0.949 @ 25°C	0.370 @ 40°C 0.393 @ 100°C 0.420 @ 200°C	0.00034 @ 25°C	0.00107	1000 @ 25°C 50 @ 150°C
Silicone Oil Type 200.50 #5014	30°C (v)	278°C (fl, cc)	280°C	50 @ 25°C	0.96 @ 25°C	0.4	0.00037 @ 25°C	0.00104	1000 @ 25°C 50 @ 150°C
Silicone Oil Type 550 #5016	70°C (v)	230°C (fl, cc) 300°C (fl, oc)	232°C	50 @ 70°C 10 @ 104°C	1.07 @ 25°C	0.358 @ 40°C 0.386 @ 100°C 0.433 @ 200°C	0.00035 @ 25°C	0.00075	100 @ 25°C 1 @ 150°C
Silicone Oil Type 710 #5017	80°C (v)	300°C (fl, oc)	302°C	50 @ 80°C 7 @ 204°C	1.11 @ 25°C	0.363 @ 40°C 0.454 @ 100°C 0.505 @ 200°C	0.00035 @ 25°C	0.00077	100 @ 25°C 1 @ 150°C
Silicone Oil Type 210-H	66°C (v)	313°C (fl, oc)	315°C	50 @ 66°C 14 @ 204°C	0.96 @ 25°C	0.34 @ 100°C	0.0003	0.00095	100 @ 25°C 1 @ 150°C
Heat Transfer Salt #5001	180°C (fr)	550°C	NONE	34 @ 150°C 6.5 @ 300°C 2.4 @ 500°C	2.0 @ 150°C 1.9 @ 300°C 1.7 @ 500°C	0.33	0.0014	0.00041	1.7 Ω /cm ³

*Limiting Factors — b - boiling point e - high evaporation fl - flash point fr - freeze point v - viscosity — Flash point test oc = open cup cc = closed cup
**Very low water solubility, ice will form as a slush from condensation below freezing.

Таблица 2. Таблица различных рабочих жидкостей для ванн и их характеристик

от других условий. Предполагается, что в этой точке крышка ванны закрыта. Это обстоятельство регулируется политикой компании. Точка воспламенения: Точка, в которой может произойти воспламенение жидкости. Эта точка может быть отображена как для замкнутого объема, так и для открытой емкости. Изучите обсуждение точки воспламенения в разделе 9.1.8 "Безопасность".

Точка кипения: В точке кипения жидкости или около нее чрезвычайно сложно поддержать стабильность температуры. Существенно усиливается испарение или задымление. Из-за интенсивного испарения рабочей жидкости для поддержания постоянной температуры может потребоваться большое количество тепла.

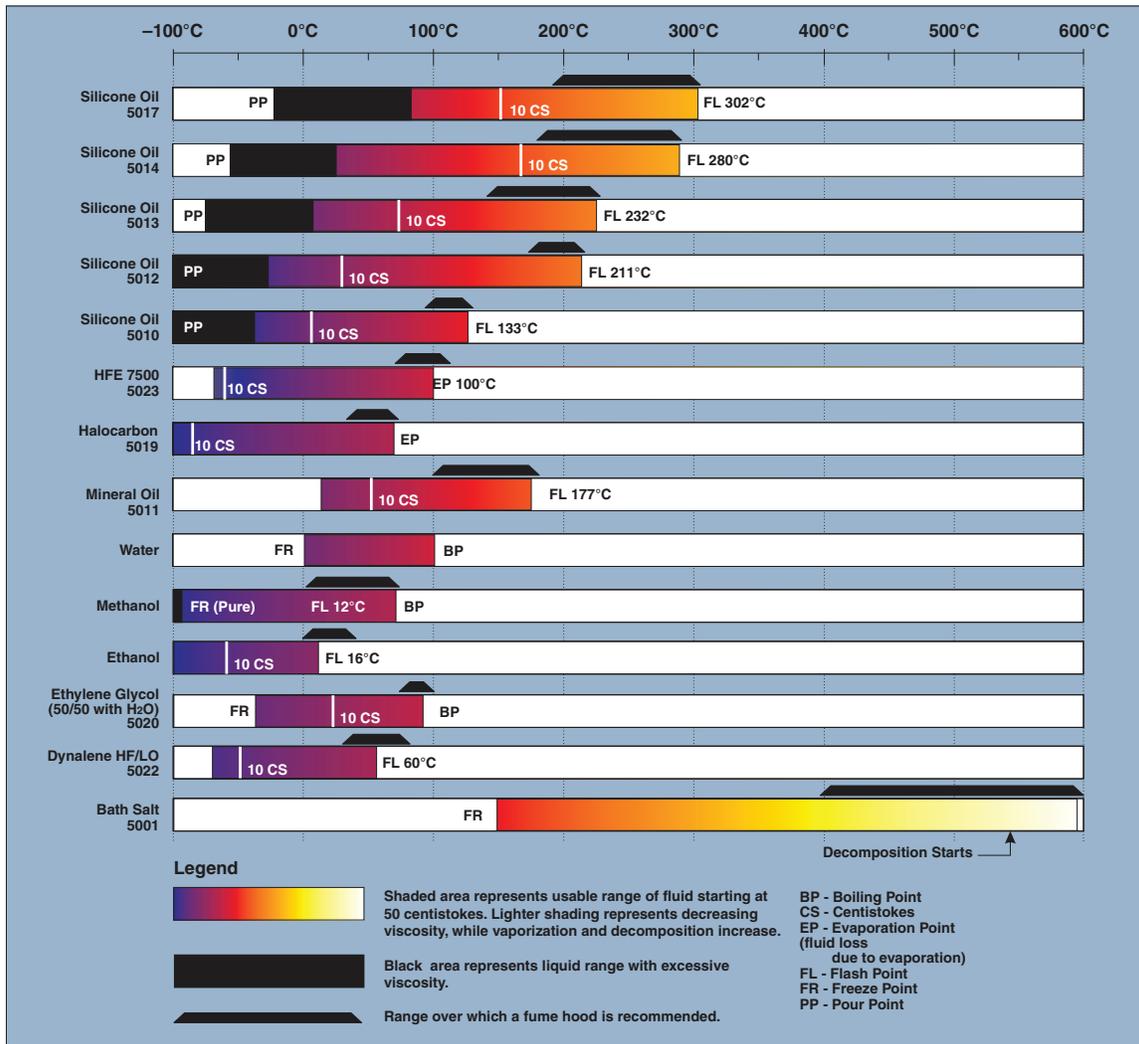


Рисунок 6. Диаграмма различных рабочих жидкостей для ванн и их характеристик

Разложение: Температура жидкости может достигнуть точки, где начинается химический распад. Дальнейшее повышение температуры может ускорить процесс распада до опасного состояния или потери полезных свойств.

8.2 Перемешивание

Перемешивание рабочей жидкости очень важно для стабилизации температуры. Для создания равномерного температурного поля и повышения динамики переходных процессов жидкость должна хорошо перемешиваться. Перемешиватель точно настроен на оптимальную производительность.

8.3 Электропитание

Ванна питается от электросети переменного тока. Для дополнительной информации по электропитанию см. раздел 3.1 "Технические характеристики". Прочитайте предупреждения о защите от кратковременных падений или скачков напряжения, изложенные в руководстве пользователя. Перед тем, как подключить прибор к электросети, уточните надлежащее напряжение и частоту электропитания на табличке, расположенной на задней панели прибора. Электропитание на ванну подается через фильтр, который срезает пики напряжения, не позволяя им влиять на другое оборудование.

Для включения ванны переведите переключатель питания на панели управления в положение ВКЛ. Одновременно включится двигатель перемешивателя, светодиодный дисплей начнет показывать температуру ванны. Нагреватель включится и будет работать до тех пор, пока температура ванны не достигнет заданного значения.

При включении прибора на дисплее на панели управления кратковременно отобразится четырехзначное число. Это число показывает количество включений ванны. Также на короткое время отображаются данные об аппаратной конфигурации контроллера. Эти данные в некоторых обстоятельствах используются для диагностики.

8.4 Нагреватель

Термоконтроллер точно управляет нагревателем ванны и таким образом поддерживает постоянную температуру. Мощность нагревания управляется периодическим включением или выключением нагревателя при помощи полупроводникового реле на определенные периоды времени.

Красно-зеленый светодиодный индикатор показывает состояние нагревателя. При включенном нагревателе индикатор будет красным, а при выключенном — зеленым. Когда ванна поддерживает постоянную температуру, индикатор постоянно мигает.

8.5 Термоконтроллер

Температура ванны управляется уникальными аналогово-цифровыми термоконтроллерами Hart Scientific. Контроллер обеспечивает жесткий контроль стабильности, характерный для аналоговых контроллеров, а также обладает гибкостью и программируемостью цифрового контроллера.

Температура ванны отслеживается при помощи платинового терморезистора в управляющем щупе. Сигнал электронно сравнивается с запрограммированным эталонным сигналом, усиливается, а затем передается в цепь широтно-импульсного модулятора, который управляет количеством тепловой мощности, подаваемой на нагреватель ванны. Ванна управляется только в том диапазоне температур, который приведен в технической спецификации. Всякий раз, когда температура ванны существенно превышает заданное значение, микроконтроллер автоматически выключает нагреватель при помощи вспомогательного механического реле, чтобы избежать повреждения полупроводникового реле или других электроцепей. Кроме того, термоконтроллер снабжен отдельной системой отслеживания температуры, основанной на термopарах, которая выключает нагреватель, когда температура ванны превышает порог, заданный в программном предохранителе.

Контроллер позволяет оператору с высокой точностью выставлять температуру ванны, указывать температуру отсечки, настраивать предел пропорциональности, отслеживать подаваемую на нагреватель мощность, программировать настройки контроллера и параметры калибровки. Контроллер может работать в двух температурных шкалах — Фаренгейта и Цельсия. Управление контроллером производится с передней панели управления при помощи четырех кнопочных переключателей и цифрового светодиодного дисплея. Удаленное управление контроллером осуществляется через последовательный порт стандарта RS-232. В качестве опции контроллер может быть снабжен цифровым интерфейсом IEEE-488 GPIB. Управление контроллером с передней панели управления рассмотрено в разделе 9, "Управление контроллером". Управление через цифровой интерфейс описывается в разделе 10 "Интерфейс цифровой связи".

Когда в контроллере задается новая контрольная температура, ванна начинает нагреваться или охлаждаться до новой температуры. По достижении этой новой температуры ванне, как правило, требуется еще 10–15 минут на выравнивание и стабилизацию температуры. При этом температура может колебаться в пределах 0.5 °C в обе стороны.

8.6 Охлаждение

Для охлаждения ванны при температуре ниже 50 °C установлена компактная система охлаждения. Эта система использует озонобезопасный хладагент R-134A. Подача хладагента дозируется через автоматический клапан расширения для достижения низких температур ванны, вплоть до –5 °C. Испаритель и нагреватель размещены по бокам резервуара. Это обеспечивает точный контроль нагрева и охлаждения, необходимых для высокой стабильности. Для поддержки температуры ванны в диапазоне от 45 до 50 °C система охлаждения не нужна. Постоянное использование охлаждения при температуре свыше 50 °C может повредить компрессор. Охлаждение может быть включено в течение коротких периодов времени для охлаждения ванны до более низкой температуры. При температуре свыше 50 °C период охлаждения не должен превышать 60 минут.

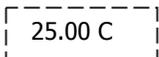
Глава 9

Эксплуатация контроллера

В данной главе приведено подробное описание эксплуатации контроллера температуры калибровочной ванны с помощью передней панели управления. При помощи кнопочных переключателей на лицевой панели и светодиодного дисплея пользователь может отслеживать температуру ванны, определять заданные значения температуры в градусах С или F, следить за выходной мощностью нагревателя, подстраивать предел пропорциональности контроллера, указывать точку срабатывания предохранителя, а также программировать калибровочные параметры датчика, рабочие параметры настройки последовательного интерфейса и интерфейса IEEE-488, а также калибровочные параметры контроллера. Сводка эксплуатационных функций приведена на рис. 4.

9.1 Температура полости

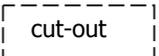
Цифровой светодиодный дисплей на передней панели обеспечивает отображение фактической температуры ванны. Это значение температуры, как правило, отображается на дисплее. Единицы значения температуры, С или F, отображаются справа. Например:

 Температура бокса в градусах Цельсия

Функция отображения температуры доступна из любой другой функции нажатием и удержанием кнопки "EXIT".

9.2 Сброс предохранителя

При срабатывании отсечного предохранителя по превышению температуры попеременно мигает отображение температуры.

 Указывает на состояние отсечного предохранителя

Сообщение продолжает отображаться до тех пор, пока температура не снизится и предохранитель не сбросится в исходное состояние.

Предохранитель имеет два режима сброса — автоматический и ручной. Режимы определяют способ сброса предохранителя в исходное состояние, без чего невозможен повторный нагрев ванны. В автоматическом режиме предохранитель сбрасывается сам, как только температура снизится до заданного значения. В ручном режиме предохранитель должен быть сброшен оператором после того, как температура снизится до приемлемого значения.

Если предохранитель находится в рабочем состоянии и в ручном режиме сброса, то на дисплее будет мигать надпись "cutout" до тех пор, пока пользователь не осуществит сброс предохранителя. Доступ к функции сброса предохранителя осуществляется нажатием клавиши "SET".

 Доступ к функции сброса предохранителя

На дисплее отображается функция сброса.

 Функция сброса отсечного предохранителя

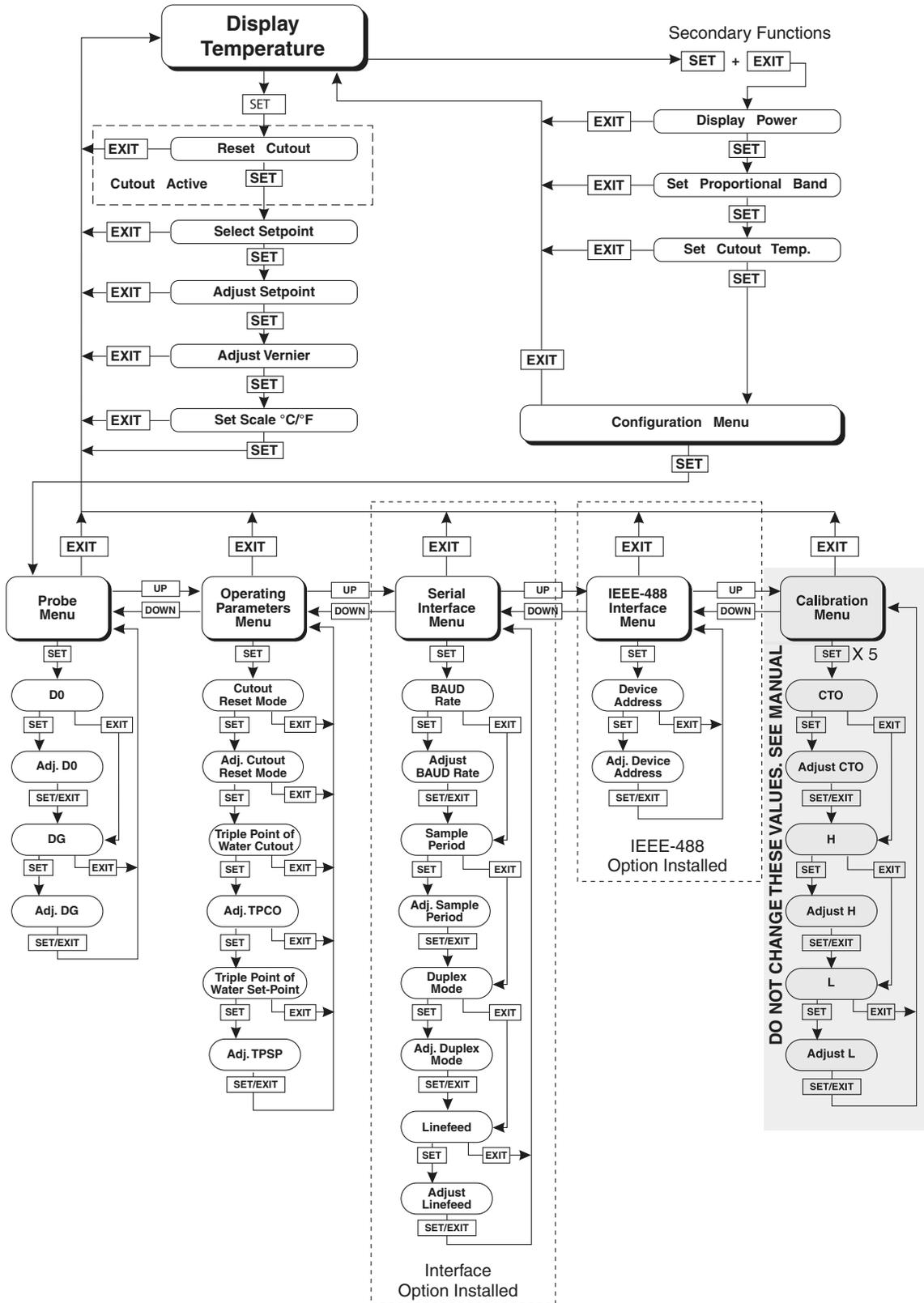


Рисунок 7. Эксплуатационная блок-схема контроллера

Еще раз нажмите "SET", чтобы сбросить отсечной предохранитель.



Сброс предохранителя

Это также переключает дисплей в режим отображения функции заданного значения температуры. Для возвращения дисплея в режим отображения температуры нажмите кнопку "EXIT". Если предохранитель все еще находится в состоянии превышения пороговой температуры, на дисплее будет мигать надпись "cutout" (предохранитель). Температура ванны должна быть на несколько градусов ниже температуры срабатывания предохранителя, чтобы обеспечить сброс предохранителя.

9.3 Заданная температура

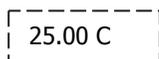
Температуре ванны можно присвоить любое значение в диапазоне, соответствующем спецификациям. Оператор должен знать диапазон рабочих температур используемой жидкости и эксплуатировать калибровочную ванну при температурах, существенно ниже верхней пороговой температуры жидкости. Кроме того, температура срабатывания предохранителя должна быть ниже верхней пороговой температуры жидкости.

Задание температуры производится в три стадии: 1) выбор ячейки памяти, 2) изменение заданного значения температуры и 3) подстройка корректирующего значения (по желанию).

9.3.1 Программируемые параметры

Контроллер хранит в памяти 8 программируемых параметров температуры. Заданные параметры можно быстро вызвать, чтобы удобно настроить на ранее запрограммированный параметр температуры.

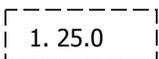
Чтобы сохранить параметр температуры, сначала выберите память заданных параметров. Доступ к этой функции осуществляется из функции дисплея температуры нажатием кнопки "SET". Количество используемых ячеек памяти отображается в левой части дисплея, здесь также отображается текущее выбранное значение температуры.



Температура ванны в градусах Цельсия



Доступ к памяти заданных параметров



Память заданных значений 1, 25.0 °C, используется в настоящее время

Изменить ее можно, нажимая на кнопки "UP" или "DOWN".



Память приращений

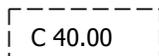
Нажмите "SET" для приема нового параметра и доступа к заданному значению.



Принять выбранный параметр памяти

9.3.2 Заданное значение

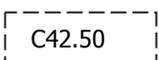
Заданное значение можно изменить после выбора памяти заданного параметра и нажатия кнопки "SET". Слева отображается заданное значение и единицы измерения, С или F.

 Заданное значение в °C

Если заданное значение изменять не требуется, нажмите и удерживайте кнопку "EXIT" для возобновления отображения температуры ванны. Нажмите кнопку "UP" или "DOWN", чтобы изменить заданное значение.



Значение приращения

 Новое заданное значение

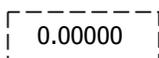
Когда требуемое значение достигнуто, нажмите кнопку "SET", чтобы принять новое значение и получить доступ к выбору корректирующего значения температуры. При нажатии кнопки "EXIT" любые произведенные изменения не сохраняются.



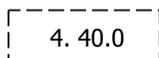
Принять новое заданное значение

9.3.3 Корректирующее значение

Заданное значение может быть установлено с разрешением 0.01 °C. Пользователь может немного отрегулировать заданное значение для достижения более точной температуры ванны. Корректирующее значение позволяет в небольших пределах, но с большой точностью, изменять заданную температуру. У каждой из 8 хранимых в памяти точек заданных значений имеется индивидуальное корректирующее значение. Доступ к нему осуществляется из функции заданного значения при нажатии кнопки "SET". Значение корректировки отображается в виде шестизначного числа с пятью знаками после запятой. Это число задает смещение температуры в градусах по выбранной шкале, С или F.

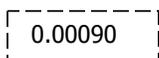
 Текущее корректирующее значение в °C

Изменить его можно, нажимая на кнопки "UP" или "DOWN". В отличие от большинства прочих функций, корректирующее значение вступает в силу немедленно после его изменения. Нет необходимости нажимать кнопку "SET". Это позволяет постоянно корректировать температуру бани с использованием корректирующего значения по мере его отображения.

 Новое заданное значение 4, 40.0 °C



Значение приращения

 Новое корректирующее значение

Далее нажмите кнопку "EXIT", чтобы вернуться в режим отображения температуры, или кнопку "SET", чтобы получить доступ к выбору единиц измерения.



Доступ в меню единиц измерения

9.4 Единицы температурной шкалы

Пользователь может задать единицы температурной шкалы контроллера — в градусах Цельсия (°C) или Фаренгейта (°F). В этих единицах отображается температура ванны, заданное значение, предел пропорциональности и температура срабатывания предохранителя.

Выбор единиц измерения температурной шкалы осуществляется в меню изменения корректирующего значения после нажатия кнопки "SET". С экрана отображения температуры можно перейти в меню выбора единиц измерения температуры при помощи четырехкратного нажатия кнопки "SET".

25.0	Температура ванны
	Доступ к памяти заданных параметров
1. 25.0	Память заданных параметров
	Доступ к заданному значению температуры.
C 25.00	Заданное значение
	Доступ к корректирующему значению
0.00000	Корректирующее значение
	Доступ в меню выбора единиц измерения
Un = C	Выбранные в данный момент единицы
	Нажмите кнопку "UP" или "DOWN", чтобы изменить это значение.
	Изменение единиц измерения
Un = F	Выбраны новые единицы

Нажмите кнопку "SET" для приема нового параметра и возврата на экран отображения температур



Установите новые единицы измерения и вернитесь к экрану отображения температуры

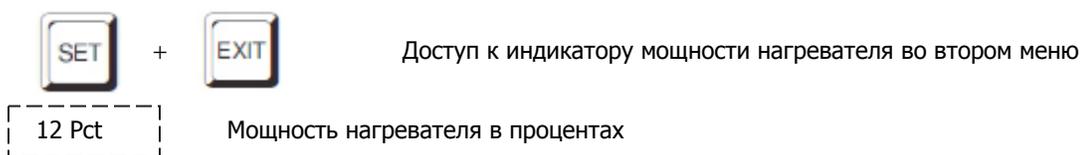
9.5 Второе меню

В дополнительном меню собраны функции, которые используются реже. Второе меню доступно при одновременном нажатии и затем отпускании кнопок "SET" и "EXIT". Первая функция во втором меню — отображение мощности нагревателя.

9.6 Мощность нагревателя

Контроллер температуры управляет температурой ванны, включая и выключая нагреватель. Общая подаваемая мощность на нагреватель определяется рабочим циклом или отношением времени работы нагревателя к времени повтора цикла. Это значение может быть рассчитано путем наблюдения за поведением красно-зеленого индикатора или просто считано с цифрового дисплея. Зная количество тепла, пользователь может узнать, нагревается ли ванна до заданного значения, охлаждается или поддерживает постоянную температуру. Отслеживая процент времени работы нагревателя, пользователь может оценить стабильность температуры ванны. При хорошей стабильности управления процент времени работы нагревателя должен колебаться в пределах $\pm 1\%$ в течение одной минуты.

Индикатор мощности нагревателя доступен во втором меню. Одновременно нажмите и отпустите кнопки "SET" и "EXIT". Мощность нагревателя отображается в процентах от полной мощности.



Для выхода из второго меню нажмите кнопку "EXIT". Для перехода к настройке диапазона пропорциональности нажмите кнопку "SET".



9.7 Диапазон пропорциональности

У пропорционального контроллера, установленного в данном приборе, выходная мощность нагревателя пропорциональна температуре ванны в ограниченном диапазоне температур вблизи от заданного значения. Этот диапазон температур называется пределом пропорциональности. Мощность нагревателя по нижней границе предела пропорциональности составляет 100%. По верхней границе предела пропорциональности мощность нагревателя составляет 0%. Следовательно, при повышении температуры ванны мощность нагревателя снижается, что, соответственно, мешает снижению температуры. Таким образом, температура поддерживается на достаточно постоянном уровне.

Стабильность температуры ванны зависит от ширины диапазона пропорциональности (см. рис. 5). Если он слишком широкий, температура ванны будет слишком сильно отклоняться от заданного значения при изменении внешних условий. Это происходит из-за того, что выходная мощность меняет температуру очень незначительно, и контроллер не может адекватно среагировать на изменяющиеся условия или помехи в системе.

Если же диапазон пропорциональности слишком узок, температура может колебаться из-за избыточной реакции контроллера на изменения температуры. Для достижения максимально возможной стабильности диапазон пропорциональности должен быть установлен на оптимальную ширину.

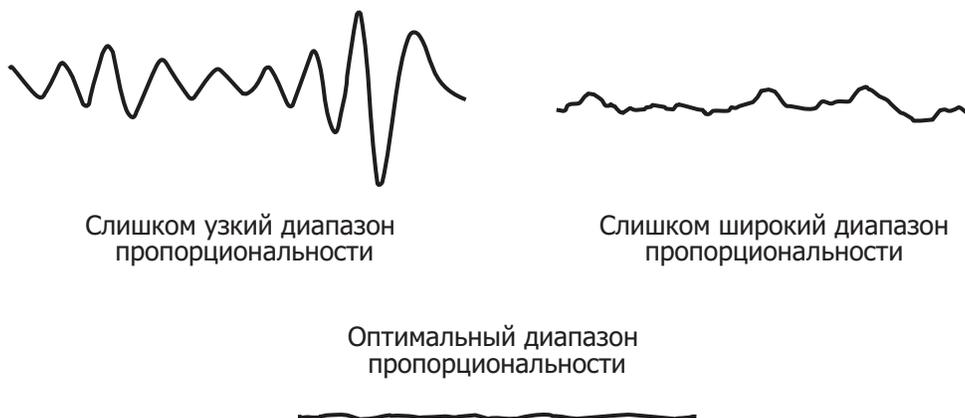


Рисунок 8. Колебания температуры ванны при различных настройках диапазона пропорциональности

Оптимальная ширина диапазона пропорциональности зависит от множества факторов, в числе которых объем жидкости и ее характеристики (вязкость, удельная теплоемкость, теплопроводность), настройки мощности нагревателя, рабочая температура и перемешивание. Таким образом, при изменении какого-либо из этих условий для достижения максимальной стабильности ванны может понадобиться подстройка диапазона пропорциональности. Между тем, наиболее существенное влияние на выбор оптимальной ширины диапазона пропорциональности оказывают настройки мощности нагревателя и вязкость жидкости. При большей мощности нагревателя диапазон пропорциональности должен быть шире, чтобы отношение приращения выходной мощности к приращению температуры оставалось постоянным. Также необходимо расширять диапазон пропорциональности при использовании вязких жидкостей, так как при этом растет инертность термодинамической системы.

Ширина диапазона пропорциональности регулируется с передней панели. Ширину можно установить на дискретные значения в градусах С или F в зависимости от выбранных единиц. Оптимальная ширина диапазона пропорциональности может быть определена путем наблюдения за стабильностью температуры при помощи высокоточного термометра или показаний процентной мощности нагревателя на дисплее. Уменьшите диапазон пропорциональности до величины, при которой температура начнет колебаться, а затем расширьте его в 3-4 раза. В таблице 3 перечислены стандартные настройки диапазона пропорциональности для оптимальной работы с различными жидкостями при указанных температурах.

Таблица 3. Диапазон пропорциональности - Таблица жидкостей

Жидкость	Температура	Диапазон пропорциональности	Стабильность
Вода	30 °C	0,31 °C	±0,003 °C
Вода	60 °C	0,31 °C	±0,003 °C
Этилен-гликоль 50 %	35 °C	0,31 °C	±0,005 °C
Этилен-гликоль 50 %	60 °C	0,31 °C	±0,005 °C
Этилен-гликоль 50 %	100 °C	0,4 °C	±0,010 °C
Масло 200, 10 сантистокс	35 °C	0,6 °C	±0,004 °C
Масло 200, 10 сантистокс	60 °C	0,6 °C	±0,004 °C
Масло 200, 10 сантистокс	100 °C	0,6 °C	±0,004 °C
Масло 710	200 °C	0,4 °C	±0,008 °C

Настройка диапазона пропорциональности доступна в дополнительном меню. Нажмите кнопку "SET" и "EXIT", чтобы войти во второе меню и отобразить мощность нагревателя. Затем нажмите кнопку "SET" для доступа к диапазону пропорциональности.



+



Доступ к индикатору мощности нагревателя во втором меню

12 Pct

Мощность нагревателя в процентах



Доступ к пределу пропорциональности

Pb = 1.101C

Настройка значения диапазона пропорциональности

Для изменения диапазона пропорциональности нажимайте на кнопки "UP" или "DOWN".



Отображение декремента

Pb = 0.060C

Настройка нового диапазона пропорциональности

Чтобы принять новые настройки и перейти к меню настройки предохранителя, нажмите кнопку "SET". Нажатие кнопки "EXIT" позволяет закрыть второе меню без сохранения изменений диапазона пропорциональности.



Принять новую настройку диапазона пропорциональности

9.8 Отсечной предохранитель

В качестве защиты от программных сбоев и неисправности оборудования, короткого замыкания симистора нагревателя или ошибок пользователя, в калибровочную ванну встраивается программно настраиваемый предохранитель, который выключает нагреватель, когда температура превышает заданное значение. Это защищает нагреватель и саму ванну от перегрева и, что еще важнее, не позволяет рабочей жидкости выйти за температурный диапазон безопасной эксплуатации, предотвращая опасные испарения, химический распад или воспламенение жидкости. Температура срабатывания предохранителя задается оператором с лицевой панели управления контроллером. Ее следует всегда выставлять ниже верхнего температурного предела жидкости и не более чем на 10 градусов выше предельной рабочей температуры ванны.

Если предохранитель срабатывает из-за перегрева ванны, нагреватель отключается и ванна остывает. Ванна охлаждается до тех пор, пока не достигнет температуры на несколько градусов ниже, чем температура срабатывания предохранителя. Действия предохранителя при достижении этой точки определяются его настройками режима работы.

Предохранитель имеет два режима работы — автоматический и ручной сброс. Если установлен автоматический сброс, предохранитель самостоятельно сбросится в тот момент, когда температура ванны упадет ниже температуры срабатывания предохранителя, что позволит ванне снова нагреваться. Если же выставлен ручной режим, нагреватель останется выключенным до тех пор, пока пользователь не сбросит предохранитель вручную.

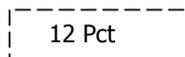
Настройка диапазона пропорциональности доступна в дополнительном меню. Нажмите кнопку "SET" и "EXIT", чтобы войти во второе меню и отобразить мощность нагревателя. Затем дважды нажмите кнопку "SET" для доступа к выбору температуры срабатывания предохранителя.



+



Доступ к индикатору мощности нагревателя во втором меню

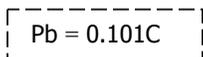


12 Pct

Мощность нагревателя в процентах



Доступ к диапазону пропорциональности

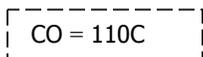


Pb = 0.101C

Настройка значения диапазона пропорциональности



Доступ к температуре срабатывания предохранителя



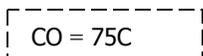
CO = 110C

Заданное значение отсечки

Изменить его можно, нажимая на кнопки "UP" или "DOWN".



Отображение декремента



CO = 75C

Новое заданное значение отсечки

Для сохранения нового заданного значения отсечки нажмите кнопку "SET".



Доступ к температуре срабатывания предохранителя

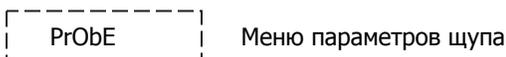
Следующая функция — меню настроек. Нажмите "EXIT", чтобы вернуться к экрану отображения температуры ванны.

9.9 Конфигурация контроллера

У контроллера есть несколько конфигураций, эксплуатационных настроек и параметров калибровки, которые программируются с лицевой панели. Доступ к ним осуществляется из дополнительного меню после функции выбора диапазона пропорциональности путем нажатия кнопки "SET". Существует 5 наборов конфигурационных параметров — параметры щупа, эксплуатационные параметры, параметры последовательного интерфейса и интерфейса IEEE-488, а также калибровочные параметры контроллера. Меню выбираются с помощью кнопок "UP" и "DOWN" и последующего нажатия кнопки "SET".

9.10 Параметры щупа

Меню параметров щупа обозначается надписью



Нажмите кнопку "SET", чтобы войти в меню. Меню параметров щупа содержит параметры D0 и DG, которые определяют отношение сопротивления и температуры управляющего платинового терморезистора. Эти параметры могут регулироваться для повышения точности калибровочной ванны. Процедура калибровки описана в разделе 11.

Доступ к параметрам щупа осуществляется нажатием кнопки "SET" после отображения названия параметра. Значение параметра может изменяться с помощью кнопок "UP" и "DOWN". Когда требуемое значение достигнуто, нажмите кнопку "SET", чтобы установить новое значение параметра. При нажатии кнопки "EXIT" параметр игнорируется и сделанные изменения не сохраняются.

9.10.1 D0

Этот параметр щупа относится к сопротивлению управляющего терморезистора при 0 °C. Обычно оно равно –25,2290 Ом.

9.10.2 DG

Этот параметр щупа относится к средней чувствительности щупа в диапазоне температур между 0 и 100 °C. Обычно это значение равно 186,7940.

9.11 Эксплуатационные параметры

Меню эксплуатационных параметров обозначается надписью

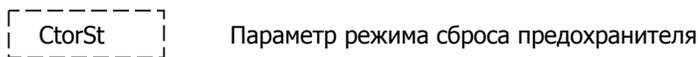


Нажмите кнопку "UP", чтобы войти в меню. В меню эксплуатационных параметров входит режим сброса отсечного предохранителя.

9.11.1 Режим сброса отсечного предохранителя

Режим сброса предохранителя указывает на то, будет ли предохранитель сбрасываться автоматически, когда температура ванны опустится до безопасной, или его необходимо будет сбросить вручную.

Параметр обозначается надписью



Нажмите кнопку "SET", чтобы принять настройку параметра. Обычно предохранитель включен в ручной режим.

Cto = rst Настройка предохранителя на ручной сброс

Для перехода к автоматическому режиму нажмите сначала кнопку "UP", а затем "SET".

Cto = Auto Настройка предохранителя на автоматический сброс

9.11.2 Тройная точка отсечки воды

Тройная точка отсечки воды защищает TPW ячейку в случае неисправности системы, которая может привести к быстрому остыванию ванны ниже заданного значения температуры обслуживания. В этом случае ячейка может разрушиться из-за расширения льда. Отсечной предохранитель использует датчик термистора и отключает компрессор охлаждения. При замене щупа платы отсечного предохранителя необходимо перекалибровать. (см. Раздел 12). Пользователь может установить температуру отсечки. Стандартное заданное значение составляет от -0.3 до -0.5 °C. Если происходят нежелательные отключения, температуру можно уменьшить. Диапазон регулировки составляет ± 1.27 °C от 0 °C с приращением 0.01 °C.

Тройная точка отсечки воды включается по трем причинам: 1) контроллер не посылает сигнал сторожа на плату отсечного предохранителя (блокировка контроллера), 2) датчик термистора отключен или оборван, или 3) температура ванны опустилась ниже заданного значения отсечки. (Это может произойти в том случае, если заданное значение термоконтроллера слишком мало или при неисправности нагревателя). При срабатывании отсечного предохранителя TPW дисплей попеременно показывает надпись "tP-cto" и текущую температуру ванны. Через каждые три секунды последовательный порт выдает сигнал "TPW Cutout" (срабатывание отсечного предохранителя). Нажатие любой кнопки приводит к прекращению вывода сообщения об ошибке до тех пор, пока не возникнет другое сообщение об ошибке отсечки TPW. Каждый раз при срабатывании отсечного предохранителя заданное значение температуры ванны увеличивается на 0.5 °C до тех пор, пока оно не достигнет максимум 25 °C.

Параметр обозначается надписью

tP CO Параметр тройной точки отсечки воды

Нажмите кнопку "SET", чтобы принять выбор активации. Нажмите кнопку "UP" или "DOWN", чтобы включить или выключить отсечку, затем нажмите кнопку "SET". Обычно отсечка включена.

Нажмите кнопку "EXIT", чтобы вернуться в меню эксплуатационных параметров.

tP SP Параметр выбора заданного значения тройной точки отсечки воды

Нажмите кнопку "SET", чтобы принять настройку параметра.

C -0.30 Температура отсечки в градусах C или F

Изменить ее можно, нажимая на кнопки "UP" или "DOWN". Для сохранения нового заданного значения отсечки нажмите кнопку "SET".

Нажмите кнопку "EXIT", чтобы вернуться в меню эксплуатационных параметров.

9.12 Параметры последовательного интерфейса

Меню параметров последовательного интерфейса RS-232 обозначается надписью

SErIAL Меню параметров последовательного интерфейса RS-232

Меню параметров последовательного интерфейса включает параметры, определяющие работу последовательного интерфейса. Параметры в меню — скорость в бодах, период дискретизации, дуплексный режим и перевод строки.

9.12.1 Скорость в бодах

Скорость в бодах является первым параметром в меню. Настройка скорости в бодах определяет скорость передачи данных последовательного интерфейса.

Параметр скорости в бодах указывается надписью

BAUd Параметр скорости последовательного интерфейса в бодах

Нажмите кнопку "SET", чтобы выбрать скорость в бодах. Отобразится текущее значение скорости передачи данных в бодах.

1200 b Текущая скорость в бодах

Скорость последовательного интерфейса калибровочной ванны в бодах может программироваться на 300, 600, 1200 или 2400 бод. Нажмите кнопку "UP" или "DOWN" для изменения скорости в бодах.

2400 b Новая скорость в бодах

Нажмите кнопку "SET", чтобы принять новую скорость в бодах, или кнопку "EXIT", чтобы отменить действие и перейти к следующему параметру в меню.

9.12.2 Частота дискретизации

Частота дискретизации — это следующий параметр в меню параметров последовательного интерфейса. Частота дискретизации — это период времени в секундах между измерениями температуры, передаваемыми по последовательному интерфейсу. Если частота дискретизации установлена на 5, прибор передает текущие показатели по последовательному интерфейсу приблизительно каждые пять секунд. Автоматическая дискретизация отключается при настройке 0. Период дискретизации обозначен надписью

SAMPLE Параметр частоты дискретизации последовательного интерфейса

Нажмите кнопку "SET", чтобы выбрать частоту дискретизации. После этого отобразится текущее значение частоты дискретизации.

SA = 1 Текущий период дискретизации (в секундах)

Настройте значение при помощи кнопок "UP" или "DOWN", а затем используя кнопку "SET", установите частоту дискретизации равной отображаемому значению.

SA = 60 Новый период дискретизации

9.12.3 Дуплексный режим

Следующий параметр — дуплексный режим. Дуплексный режим может быть полнодуплексным или полудуплексным. В полнодуплексном режиме любые команды, принимаемые ванной по последовательному интерфейсу, немедленно отражаются или передаются обратно на отправившее устройство. В полудуплексном режиме команды выполняются, но не отражаются. Параметр дуплексного режима обозначается надписью

DUPL Параметр дуплексного режима последовательного интерфейса

Нажмите кнопку "SET", чтобы принять настройку параметра

DUP = FULL Текущая настройка дуплексного режима

Режим можно изменить с помощью кнопок "UP" и "DOWN" и последующего нажатия кнопки "SET".

DUP = HALF Новая настройка дуплексного режима

9.12.4 Перевод строки

Последний параметр в меню последовательного интерфейса — режим перевода строки. Этот параметр включает (on) или отключает (off) передачу символа перевода строки (LF,

ASCII 10) после передачи любого возврата каретки. Параметр перевода строки указывается,

LF Параметр перевода строки

Нажмите кнопку "SET", чтобы принять параметр перевода строки.

LF = On Текущая настройка перевода строки

Режим можно изменить с помощью кнопок "UP" и "DOWN" и последующего нажатия кнопки "SET".

LF= OFF Новая настройка перевода строки

9.13 Параметры интерфейса IEEE-488

В качестве дополнительной опции ванна может быть снабжена интерфейсом IEEE-488 GPIB. В этом случае пользователь может настроить адрес интерфейса и символ завершения передачи в меню параметров интерфейса IEEE-488. Это меню не отображается, если ванна не оснащена соответствующим интерфейсом. Меню обозначается надписью

IEEE Меню параметров интерфейса IEEE-488

Нажмите кнопку "SET", чтобы войти в меню.

9.13.1 Адрес интерфейса IEEE-488

Необходимо настроить IEEE-488 на использование такого же адреса, что и у внешнего коммуникационного устройства. Адрес обозначается надписью

Адрес интерфейса IEEE-488

Нажмите кнопку "SET", чтобы принять настройку адреса.

Текущий адрес интерфейса IEEE-488

Настройте значение при помощи кнопок "UP" или "DOWN", а затем используя кнопку "SET", установите адрес равным отображаемому значению.

Новый адрес интерфейса IEEE-488

9.13.2 Завершение передачи

Завершение передачи может быть настроено только на символ перевода строки, на символ перевода каретки или на оба этих символа. В зависимости от выбранной опции прибор будет интерпретировать перевод каретки или перенос строки в качестве команды на прекращение передачи данных.

Параметр прекращения передачи обозначается надписью

Завершение передачи данных по IEEE-488

Нажмите кнопку "SET", чтобы принять настройку завершения.

Текущая настройка интерфейса IEEE-488

Нажмите "UP" или "DOWN", чтобы изменить выбор.

Новый выбор завершения

Нажмите кнопку "SET", чтобы принять новое выбранное значение.

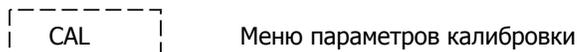
9.14 Параметры калибровки

Оператор контроллера ванны имеет доступ к различным постоянным ванны, а именно СТО, Н и L. Эти значения устанавливаются на заводе-изготовителе и не подлежат изменению. Правильные значения важны для соблюдения точности и правильного функционирования прибора. Эти параметры не должны меняться, за исключением случаев неисправности памяти контроллера. После этого пользователь может восстановить заводские настройки. Список этих постоянных и их значений поставляется вместе с Руководством пользователя в составе Протокола испытаний.

ОСТОРОЖНО:

НЕ изменяйте значения калибровочных постоянных, установленных на заводе-изготовителе. Корректные установочные параметры важны для безопасности и надлежащего функционирования прибора.

Меню параметров калибровки указывается,



Нажмите кнопку "SET" пять раз, чтобы войти в меню.

9.14.1 СТО

Параметр определяет калибровку предохранителя от перегрева. Его нельзя изменить программным способом, но это можно сделать при помощи внутреннего потенциометра. Для ванны 7312 этот параметр должен быть равен 160.

9.14.2 Н и L

Эти параметры определяют верхнюю и нижнюю границы заданных значений температуры ванны. НЕ изменяйте значения этих параметров, установленные на заводе-изготовителе. Это может представлять опасность выхода температуры ванны за пределы рабочего диапазона и привести к повреждению или пожару.

Глава 10

Интерфейс цифровой передачи данных

Калибровочная ванна 7312 поддерживает обмен данными и управление другим оборудованием посредством цифрового последовательного интерфейса. Имеются два вида цифровых интерфейсов связи — стандартный последовательный интерфейс RS-232 и цифровой интерфейс IEEE-488 GPIB, который заказывается отдельно в качестве опции.

По данному интерфейсу прибор можно подключать к компьютеру или другому оборудованию. Это позволяет пользователю задавать температуру ванны, отслеживать температуру, а также осуществлять доступ к любым другим функциям контроллера с помощью оборудования удаленного обмена данными. При помощи этого интерфейса можно управлять и охлаждением. Чтобы удаленно управлять охлаждением, переключатель питания системы охлаждения должен быть в положении OFF (ВЫКЛ.).

10.1 Последовательная связь

Последовательный интерфейс RS-232 обеспечивает последовательный обмен цифровыми данными на довольно большом расстоянии (15.24 метров). При помощи последовательного интерфейса пользователь может получить доступ ко всем функциям, параметрам и настройкам, описанным в разделе 10 "Эксплуатация контроллера", за исключением скорости передачи данных. Последовательный интерфейс оперирует восьмибитными пакетами данных, одним стоп-битом и одним битом проверки четности.

10.1.1 Соединения

Кабель последовательной связи подключается к калибровщику через разъем DB-9, находящийся на задней панели прибора. На рис. 9 показана схема расположения выводов разъема и предлагаемая схема разводки кабеля. Кабель последовательной связи должен быть экранирован от возможных помех малым сопротивлением между разъемом (DB-9) и экраном.

Разводка кабелей RS-232C для IBM-совместимых ПК

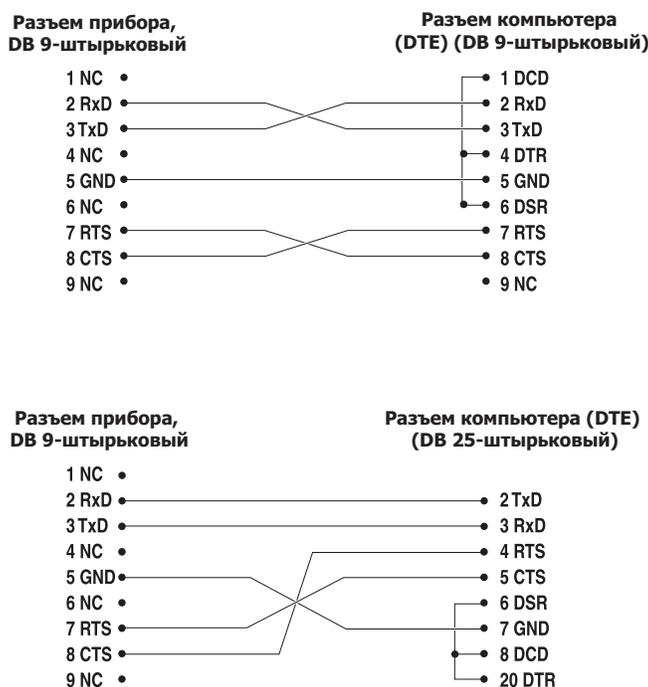


Рисунок 9. Схема разводки кабеля последовательной связи

10.1.2 Установка

Перед тем как начать использование последовательного интерфейса связи, прибору следует задать скорость передачи данных в бодах и другие параметры настроек связи. Эти параметры задаются в меню последовательного интерфейса.

Чтобы перейти в режим программирования параметров последовательного интерфейса, сначала нажмите кнопку "EXIT", удерживая при этом кнопку "SET", а затем отпустите обе кнопки, чтобы попасть во второе меню. Нажимайте кнопку "SET" до тех пор, пока на дисплее не отобразится надпись "ProbE". Это функция выбора меню. Нажимайте кнопку "UP" до тех пор, пока в меню последовательного интерфейса не отобразится надпись "SErIAL". В конце нажмите кнопку "SET", чтобы войти в меню настроек последовательного интерфейса связи. Меню настроек последовательного интерфейса связи содержит настройки скорости передачи данных в бодах, частоты дискретизации, режима дуплекса и настройка перевода строки.

10.1.2.1 *Скорость в бодах*

Скорость в бодах является первым параметром в меню. На экране отобразится пункт меню настройки скорости передачи данных в бодах "BAUd". Нажмите кнопку "SET", чтобы выбрать скорость в бодах. Отобразится текущее значение скорости передачи данных в бодах. Скорость последовательного интерфейса в бодах может программироваться на 300, 600, 1200 или 2400 бод. По умолчанию задано значение 2400 бод. Для изменения скорости передачи данных в бодах нажмите кнопку "UP" или "DOWN". Нажмите кнопку "SET", чтобы принять новую настройку, или кнопку "EXIT", чтобы отменить действие и перейти к следующему параметру в меню.

10.1.2.2 *Частота дискретизации*

Следующим параметром в меню является частота дискретизации, обозначаемая как "SAMPLE". Частота дискретизации — это период времени в секундах между измерениями температуры, передаваемыми по последовательному интерфейсу. Если частота дискретизации установлена на 5, то прибор передает текущие показатели по последовательному интерфейсу приблизительно каждые пять секунд. Автоматическая дискретизация отключается при настройке 0. Нажмите кнопку "SET", чтобы выбрать частоту дискретизации. Настройте значение при помощи кнопок "UP" или "DOWN", а затем используя кнопку "SET", установите частоту дискретизации равной отображаемому значению.

10.1.2.3 *Дуплексный режим*

Следующий параметр — это режим дуплекса обозначаемый надписью "dUPL". Режим дуплекса может быть полудуплексным ("HALF") или полнодуплексным ("FULL"). В полнодуплексном режиме любые команды, принимаемые ванной по последовательному интерфейсу, немедленно отражаются или передаются обратно на отправившее устройство. В полудуплексном режиме команды выполняются, но не отражаются. По умолчанию установлен полнодуплексный режим передачи данных. Режим дуплекса можно изменить кнопками "UP" или "DOWN" и установить кнопкой "SET".

10.1.2.4 *Перевод строки*

Последний параметр в меню последовательного интерфейса — режим перевода строки. Этот параметр включает ("On") или отключает ("OFF") передачу символа перевода строки (LF, ASCII 10) после передачи любого возврата каретки. По умолчанию перевод каретки включен. Режим дуплекса можно изменить кнопками "UP" или "DOWN" и установить кнопкой "SET".

10.1.3 Эксплуатация последовательного интерфейса

Как только кабель будет подключен, а интерфейс надлежащим образом настроен, контроллер немедленно начинает передавать значения температуры с заданной скоростью. По последовательному интерфейсу можно назначить заданное значение температуры, просмотреть или задать различные параметры ванны. Команды интерфейса описаны в разделе 11.3 "Команды интерфейса".

10.2 Интерфейс связи IEEE-488 (опциональный)

Интерфейс связи IEEE-488 поставляется в виде опции. Калибровочные ванны, снабженные этой опцией, можно подключать к шине данных типа GPIB, которая позволяет подключаться к множеству приборов и управлять ими. Для устранения шума кабель GPIB следует экранировать.

10.2.1 Установка

Чтобы воспользоваться интерфейсом связи IEEE-488, подключите к разъему на задней панели ванны кабель стандарта IEEE-488, назначьте адрес устройства и задайте символ завершения передачи.

Чтобы перейти в режим программирования параметров интерфейса IEEE-488, сначала нажмите кнопку "EXIT", удерживая при этом кнопку "SET", а затем отпустите обе кнопки, чтобы попасть во второе меню. Нажимайте кнопку "SET" до тех пор, пока на дисплее не отобразится надпись "PrObE". Нажимайте кнопку "UP" до тех пор, пока в меню интерфейса IEEE-488 не отобразится надпись "IEEE". В конце нажмите кнопку "SET", чтобы войти в меню настроек интерфейса IEEE-488.

10.2.1.1 Адрес IEEE-488

Адрес IEEE-488 обозначается надписью "AddrESS". Нажмите кнопку "SET", чтобы назначить адрес. Значение по умолчанию — 22. При необходимости измените адрес ванны, чтобы он соответствовал адресу, используемому коммуникационным оборудованием. Для изменения адреса устройства нажимайте кнопки "UP" или "DOWN", затем нажмите кнопку "SET".

10.2.1.2 Прекращение передачи

Завершение передачи данных по интерфейсу IEEE-488 обозначается надписью "EOS". Нажмите кнопку "SET", чтобы принять символ завершения передачи. Отобразится текущее значение. Нажмите кнопку "UP" или "DOWN", чтобы изменить это значение. Нажмите кнопку "SET", чтобы принять новое выбранное значение.

10.2.2 Эксплуатация интерфейса IEEE-488

Команды на чтение или запись температуры или доступа к прочим функциям контроллера можно отправлять по интерфейсу IEEE-488. Все команды являются строками символов ASCII и разделяются символом перевода строки (CR, ASCII 13). Ниже перечислены команды интерфейса.

10.3 Команды интерфейса

В данном разделе приведены различные команды для доступа к функциям контроллера калибровочной ванны через цифровые интерфейсы (см. таблицу 4). Эти команды используются как в последовательном интерфейсе RS-232, так и в интерфейсе IEEE-488 GPIB. В обоих случаях разделителем команд выступает символ перевода строки. Интерфейс не различает верхние и нижние регистры символов, следовательно, можно использовать любой из них. Команды могут сокращаться до минимального количества символов, которые определяют уникальную команду. Команда может использоваться для задания параметра или отображения параметра в зависимости от символа "=" , сопровождающего отправленную команду. Например, "s" < cr > возвращает текущее заданное значение, а "s=50.00" < cr > задает значение 50.00 градусов.

В следующем списке команды символы или данные в скобках "[" и "]" являются опциональными для данной команды. Косая черта "/" означает переменные символы или данные. Числовое

Таблица 4. Список интерфейсных команд (продолж.)

Command Description	Command Format	Command Example	Returned	Returned Example	Acceptable Values
Display Temperature					
Read current set-point	s[etpoint]	s	set: 9999.99 {C or F}	set: 100.000 C	
Set current set-point to <i>n</i>	s[etpoint]= <i>n</i>	s=100			Instrument Range
Read vernier	v[ernier]	v	v: 9.99999	v: 0.00000	
Set vernier to <i>n</i>	v[ernier]= <i>n</i>	v=.00001			Depends on Configuration
Read temperature	t[emperature]	t	t: 9999.99 {C or F}	t: 55.69 C	
Read temperature units	u[nits]	u	u: x	u: c	
Set temperature units:	u[nits]=c/f				C or F
Set temperature units to Celsius	u[nits]=c	u=c			
Set temperature units to Fahrenheit	u[nits]=f	u=f			
Secondary Menu					
Read proportional band setting	pr[op-band]	pr	pr: 999.9	pr: 15.9	
Set proportional band to <i>n</i>	pr[op-band]= <i>n</i>	pr=8.83			Depends on Configuration
Read cut-out setting	c[utout]	c	c: 9999 {x},{xxx}	c: 110 C, in	
Set cut-out setting:	c[utout]=<i>n</i>/r[eset]				
Set cut-out to <i>n</i> degrees	c[utout]= <i>n</i>	c=110			Temperature Range
Reset cut-out now	c[utout]=r[eset]	c=r			
Read heater power (duty cycle)	po[wer]	po	po: 9999	po: 1	
Configuration Menu					
Probe Menu					
Read D0 calibration parameter	*d0	*d0	d0: 999.9999	d0: -25.2290	
Set D0 calibration parameter to <i>n</i>	*d0= <i>n</i>	*d0=-25.2290			-999.9999 to 999.9999
Read DG calibration parameter	*dg	*dg	dg: 999.9999	dg:186.9740	
Set DG calibration parameter to <i>n</i>	*dg= <i>n</i>	*dg=186.9740			-999.9999 to 999.9999
Operating Parameters Menu					
Read cut-out mode	cm[ode]	cm	cm: {xxxx}	cm: AUTO	
Set cut-out mode:	cm[ode]=r[eset]/a[uto]				RESET or AUTO
Set cut-out to be reset manually	cm[ode]=r[eset]	cm=r			

Таблица 4. Список интерфейсных команд (продолж.)

Command Description	Command Format	Command Example	Returned	Returned Example	Acceptable Values
Set cut-out to be reset automatically	cm[ode]=a[uto]	cm=a			
Read water triple point	tpco	tpco	tpco:{ON or OFF}	tpco=ON	
Set water triple point	tpco=ON/OFF	tpco=ON			ON or OFF
Read water triple point cutout set-point	tpsp= <i>n</i>	tpsp	tpsp=99.99C	tpsp=-0.31C	
Set water triple point cutout set-point	tpsp= <i>n</i>	tpsp=-0.33			±1.27°C (±2.28°F)
Serial Interface Menu					
Read serial sample setting	sa[mple]	sa	sa: 9	sa: 1	
Set serial sampling setting to <i>n</i> seconds	sa[mple]= <i>n</i>	sa=0			0 to 4000
Set serial duplex mode:	du[plex]=f[ull]/h[alf]				FULL or HALF
Set serial duplex mode to full	du[plex]=f[ull]	du=f			
Set serial duplex mode to half	du[plex]=h[alf]	du=h			
Set serial linefeed mode:	lf[eed]=on/of[f]				ON or OFF
Set serial linefeed mode to on	lf[eed]=on	lf=on			
Set serial linefeed mode to off	lf[eed]=of[f]	lf=of			
Calibration Menu					
Read low set-point limit value	*tl[ow]	*tl	tl: 999	tl: -80	
Set low set-point limit to <i>n</i>	*tl[ow]= <i>n</i>	*tl=-80			-5 to 25°C
Read high set-point limit value	*th[igh]	*th	th: 999	th: 205	
Set high set-point limit to <i>n</i>	*th[igh]= <i>n</i>	*th=205			25 to 110°C
Miscellaneous (not on menus)					
Read firmware version number	*ver[sion]	*ver	ver.9999,9.99	ver.2100,3.56	
Read structure of all commands	h[elp]	h	list of commands		
Read Refrigeration	f2	f2	f2:9	f2:0	
Set Refrigeration	f2=1/0				0 or 1
Set Refrigeration to on	f2= <i>n</i>	f2=1			
Set Refrigeration to off	f2= <i>n</i>	f2=0			
Legend:	[] Optional Command data {} Returns either information n Numeric data supplied by user 9 Numeric data returned to user x Character data returned to user				
Note:	When DUPLEX is set to FULL and a command is sent to READ, the command is returned followed by a carriage return and linefeed. Then the value is returned as indicated in the RETURNED column.				

данные, обозначенные символом "n", могут вводиться в десятичном или экспоненциальном представлении. Символы отображаются в нижнем регистре, хотя могут вводиться и символы верхнего регистра. Пробелы могут добавляться в пределах строк команд и просто игнорируются. Клавиша "обратный ход" (BS, ASCII 8) может использоваться для стирания предыдущего символа. Завершающий символ (CR) вводится в конце каждой команды.

10.4 Функции управления включением

Цифровой интерфейс способен управлять функцией охлаждения, чтобы можно было дистанционно управлять прибором при любой температуре, входящей в рабочий диапазон ванны. Чтобы включить эту функцию, отключите органы управления на передней панели, для этого необходимо перевести переключатель охлаждения в положение OFF (ВЫКЛ.). В противном случае интерфейс не сможет отключить эти функции.

Для того чтобы можно было управлять охлаждением с использованием цифрового интерфейса, переключатель системы охлаждения на передней панели должен быть установлен в положение OFF (ВЫКЛ.). Регулировка охлаждения осуществляется по команде "F2". Если установить значение "F2" равным 0, охлаждение будет выключено, при выборе значения "F2", равного 1, охлаждение включается. Сама по себе команда "F2" возвращает значение 0 или 1, это указывает на состояние включения охлаждения, как показано в следующей таблице.

Функция	Команда	0	1
Охлаждение	F2	выкл.	вкл.

Глава 11

Процедура калибровки

Иногда пользователю может потребоваться откалибровать ванну для уточнения заданной температуры. Калибровка выполняется регулировкой постоянных контроллера щупа D0 и DG, для того, чтобы температура ванны, измеренная стандартным термометром, больше соответствовала заданному значению. Используемый термометр должен измерять температуру рабочей жидкости с более высокой точностью, чем точность измерения, требуемая от ванны. При использовании хорошего термометра и точном выполнении процедуры ванну можно откалибровать с точностью, превышающей 0.1 °C в диапазоне измерения 50 градусов.

11.1 Точки калибровки —2 точки калибровки

При калибровке ванны D0 и DG регулируются так, чтобы минимизировать ошибку заданного значения температуры для каждой из двух различных температур. Для калибровки можно использовать любые две достаточно разные температуры, однако наилучшие результаты будут получаться при использовании температур ванны, находящихся в диапазоне наиболее часто применяемых температур рабочей жидкости. Чем дальше от температуры калибровки, тем больше диапазон калиброванной температуры, но при этом ошибка калибровки тоже увеличивается. Например, если для калибровки выбран диапазон от 20 °C до 80 °C, то калибровщик может достигнуть точности $\pm 0,2$ °C в диапазоне от 20 до 80 °C. При выборе диапазона от 30 °C до 70 °C можно обеспечить большую точность, например, ± 0.05 °C в диапазоне от 30 до 70 °C, но за пределами этого диапазона точность составит всего лишь ± 0.5 °C.

11.2 Измерение ошибки заданного значения температуры

Первой стадией процедуры калибровки является измерение ошибок температур (включая знак) и двух калибровочных температур. В первую очередь, установите нижний предел заданного значения температуры, t_L . Подождите, пока ванна достигнет заданного значения температуры, и дайте температуре стабилизироваться в течение 15 минут. Проверьте стабильность температуры ванны при помощи термометра. Когда ванна и термометр стабилизируются, измерьте текущую температуру ванны с помощью термометра и рассчитайте ошибку по температуре, err_L , которая равна текущей температуре ванны минус заданное значение температуры). Например, если ванна установлена на меньшее значение, $t_L = 20\text{ °C}$, и измеренное значение температуры ванны составляет 19.7 °C , то ошибка составит -0.3 °C .

Далее следует выставить верхний предел заданного значения температуры ванны, t_H , после стабилизации измерить текущую температуру ванны и рассчитать ошибку err_H . Например, предположим, что температура ванны была установлена на 80 °C , термометр показывает 80.1 °C , в этом случае ошибка составляет $+0.1\text{ °C}$.

11.3 Вычисление D0 и DG

Перед тем, как приступить к вычислению новых значений D0 и DG, следует узнать текущие значения. Эти значения можно найти либо в меню калибровки датчика, попасть в которое можно с передней панели контроллера, либо опросив датчик удаленно по цифровому интерфейсу.

Пользователю следует записать себе эти значения на случай, если в будущем нужно будет их восстановить. Новые значения D0' и DG' рассчитываются путем введения старых значений D0 и DG, калибровочных заданных значений температуры t_L и t_H , а также температурных ошибок err_L и err_H в нижеследующие уравнения

$$D0' = \frac{err_L(t_H - D0) - err_H(t_L - D0)}{t_H - t_L} + D0$$

$$DG' = \left[\frac{err_H - err_L}{t_H - t_L} + 1 \right] DG$$

Например, если D0 и DG ранее были установлены равными -25,229 и 186.9740 соответственно, а данные для t_L , t_H , err_L и err_H такие же, как указаны выше, то новые рассчитанные значения D0' и DG' будут равны -25.831 и 188.220 соответственно. Запрограммируйте новые значения D0 и DG в контроллер. Новые значения будут использованы при следующем установлении температуры ванны. Проверьте калибровку, установив температуру равной t_L и t_H и повторно замерив погрешность. При желании повысить точность процедуру калибровки можно повторить.

11.4 Пример калибровки

Ванна будет использоваться в диапазоне температур от 25 до 75 °C и наиболее желательно откалибровать ее как можно точнее именно для этого диапазона. Текущие значения D0 и DG равны -25.229 и 186.974 соответственно. Точками калибровки выбраны 25.00 и 75.00 °C. Измеренные температуры ванны в этих точках равны 24.869 и 74.901 °C соответственно. Воспользовавшись рисунком 10, подставьте данные примера в уравнения и рассчитайте новые постоянные величины для щупа.

11.5 Калибровка отдельной точки

При калибровке ванны для применений с одной температурой быстрее, проще и точнее использовать одну точку калибровки. К таким применениям относится техническое обслуживание ячейки тройной точки воды при околонулевых температурах по Цельсию или для галлиевой точки с температурой примерно 30 °C. В этом случае достаточно настроить только постоянную D0. Преимущество такой калибровки заключается в том, что заданная температура ванны будет более точно отражать требуемую температуру ванны. Хотя эта процедура улучшает точность для определенного заданного значения, сами результаты не могут быть достаточно точными, чтобы обеспечить окончательную регулировку температуры ванны. Например, для поддержания ячейки тройной точки воды температура ванны должна быть известна с точностью до одной тысячной доли градуса Цельсия. Калибровка ванны не позволяет приблизиться к этому значению. Окончательные настройки

$$D_0 = -25,229$$

$$DG = 0.0028530$$

$$t_L = 25,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{измеренное } t = 24,869 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Расчет ошибок,

$$\text{err}_L = 24,869 - 25,00 \text{ } ^\circ\text{C} = -0,131 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{err}_H = 74,901 - 75,00 \text{ } ^\circ\text{C} = -0,099 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Расчет D0,

$$D_0' = \frac{(-0.131)(75.0 - (-25.229)) - (-0.099)(25.0 - (-25.229))}{75.0 - 25.0} + (-25.229) = -25.392$$

Расчет DG,

$$D G' = \left[\frac{(-0.099) - (-0.131)}{75.0 - 25.0} + 1 \right] 0.0028530 = 0.0028548$$

Рисунок 10. Пример расчетов калибровки

должны выполняться с помощью термометра и вторичного прибора, способного производить измерения до одной тысячной доли градуса.

11.6 Измерение ошибки заданного значения температуры

Первой стадией этой процедуры является измерение ошибок температур (включая знак) при требуемой температуре. Установите заданное значение температуры ванны, например, 0.008 °C, для технического обслуживания тройной точки водной ячейки. Проверьте, что верньер установлен на 0. Подождите, пока ванна достигнет заданного значения температуры и дайте температуре стабилизироваться в течение 30 минут. Проверьте стабильность температуры ванны при помощи термометра. Когда ванна и термометр стабилизируются, измерьте температуру ванны с помощью термометра и рассчитайте ошибку по температуре, которая равна текущей температуре ванны минус заданное значение температуры.

$$\text{Ошибка} = T_{sp} - T_{\text{actual}}$$

Например:

$$\text{Текущая температура} = +0,132 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Заданное значение температуры} = +0.008 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Ошибка} = +0,008 - (+0,132) = -0.124 \text{ (включая знак)}$$

11.7 Расчет D0

Перед тем, как приступить к вычислению нового значения D0, следует узнать текущее значение. Это значение можно найти либо в меню калибровки датчика, попасть в которое можно с передней панели контроллера, либо опросив датчик удаленно по цифровому интерфейсу. Пользователю следует записать это значение на случай, если в будущем нужно будет его восстановить. Новое значение D0' может быть рассчитано путем вычитания ошибки по температуре из старого значения D0 следующим образом.

$$D0' = D0 - \text{ошибка}$$

Например:

$$\text{Старое D0} = -25.438$$

$$\text{ошибка} = -0.124 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$D0' = -25.438 - (-0.224) = -25.662$$

Введите в контроллер новое значение D0 и нажмите кнопку "SET". Дождитесь стабилизации температуры и снова измерьте температуру. Если необходимо повысить точность, то процедуру калибровки можно повторить.

11.8 Калибровка тройной точки отсечки воды

Нижний предел температуры отсечки предназначен для защиты ячейки тройной точки воды в случае неисправности термоконтроллера или датчика, что может вызвать быстрое остывание ванны ниже заданной температуры. Такая неисправность может привести к пробое из-за быстрого расширения льда внутри ячейки. Отсечной предохранитель отключает охлаждение и предотвращает возникновение проблем.

ОСТОРОЖНО:

К управлению калибровщиком следует привлекать только обученный персонал.

Отсечной предохранитель калибруется на заводе при температуре тройной точки. Иногда может потребоваться повторная калибровка, если возникает отклонение температуры отсечки, или при замене щупа отсечки.

Фактическую температуру отсечки можно проконтролировать путем установки температуры ванны, значение которой намного ниже предела отсечки, и проверять температуру ванны до тех пор, пока не сработает отсечной предохранитель. Когда на дисплее появится надпись "tP-c-out", запишите температуру. Если ошибка меньше 0.5 °C, ее можно скомпенсировать путем установки отсечного значения тройной точки воды. Если ошибка больше, лучше всего повторно откалибровать отсечной предохранитель.

Этот предохранитель калибруется путем регулировки потенциометра внутри прибора при одновременном поддержании температуры обслуживания тройной точки. Температура ванны должна быть известна с точностью ± 0.05 °C. Необходимо использовать цифровой вольтметр с погрешностью 10 мВ.

Для получения доступа к плате отсечного предохранителя необходимо снять лицевую панель. Перед началом работы обязательно отключите электропитание прибора. Лучше всего выполнять все действия быстро, чтобы избежать больших изменений температуры ванны. Сначала необходимо открутить 4 винта, закрепляющие наклонную панель контроллера. Поднимите панель контроллера для доступа к креплениям лицевой панели из листового металла. Удалите два крепежных элемента, расположенных в верхних левом и правом углах панели. Нижняя часть панели удерживается с помощью винта по обеим сторонам панели, который находится в пазу в форме замочной скважины. Поднимите панель и пошевелите немного так, чтобы большая часть головок винтов вышла из паза. Нижние винты не снимаются. После снятия панели отложите ее в сторону и временно замените панель контроллера, для этого переустановите винты, чтобы закрепить ее на месте.

Восстановите подключение электропитания ванны и оставьте ванну на некоторое время, чтобы обеспечить стабильное управление при требуемом заданном значении. Эта процедура занимает 15 минут или больше, в зависимости от того, сколько ванна оставалась в выключенном состоянии и насколько она остыла. Помните о том, что ванна оснащена монитором низковольтной линии, который активируется при отключении электропитания. Перед включением прибора необходимо подождать несколько минут. Обратите внимание на свечение желтого индикатора на задней панели прибора.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Опасность поражения электрическим током!

Присутствует высоковольтное напряжение.

Найдите плату отсечного предохранителя на левой стороне металлического кронштейна под платой термоконтроллера. Найдите на плате предохранителя две контрольных точки TP1 и TP2 и подсоедините цифровой вольтметр.

Чтобы предотвратить предохранитель от активации во время регулировки, его следует отключить в меню контроллера. Чтобы отключить отсечку при низкой температуре, войдите в меню эксплуатационных параметров. Следуйте инструкциям в разделе 9.11.2 и с помощью кнопок UP или DOWN установите отсечку тройной точки (tP CO) в положение OFF (ВЫКЛ.). Установите отсечку тройной точки воды на 0.01 °C. При регулировке ванны в диапазоне от 0 °C до 0.01 °C настройте VR1 на плате так, чтобы напряжение было равно 0 В. После регулировки снова установите отсечку в положение ON (ВКЛ.) и заданное значение отсечки тройной точки воды равным -0.3 °C.

Глава 12

Инструкции по загрузке

12.1 Проверка утечки

Прибор 7312 использует R-134a с полиэфирным маслом. Необходимо соблюдать меры предосторожности, чтобы избежать загрязнения от других типов хладагентов и масел.

12.1 Проверка утечки

Для проверки герметичности следует использовать оборудование, предназначенное для использования с хладагентом R-134a. В некоторых случаях полезно применять пузырьковый метод, электронный галогенный детектор или ультразвуковую проверку на герметичность.

12.2 Откачивание

НЕ оставляйте систему открытой дольше 15 минут. Полиэфирные масла очень гигроскопичны. Откачивание следует производить минимум до 200 мкм. Откачивайте с обеих сторон системы — высокого и низкого давления. Доступ к системе обеспечивается с помощью ниппелей автомобильного типа.

12.3 Загрузка

После откачки закачайте в систему 160 грамм R-134a. Для эксплуатации установите давление всасывания равным 8-10 фунт/кв. дюйм.

 **ПРИМЕЧАНИЕ:**

Если прибор работает со снятыми боковыми панелями, то в передней части конденсатора необходимо установить вентилятор. Для надлежащего прохождения воздушного потока через конденсатор боковые панели прибора должны быть установлены на место.

Глава 13

Техническое обслуживание

Батарея используется для поддержания рабочих параметров прибора. Все рабочие параметры, в том числе и параметры калибровки, необходимо регулярно проверять, чтобы можно было гарантировать точную и корректную работу прибора. Процедура проверки состояния батарей представлена в разделе, посвященном поиску и устранению неисправностей.

- Данный калибровочный прибор разработан для обеспечения самой высокой степени защиты. Простота эксплуатации и обслуживания были одними из основных целей при проектировании прибора. Таким образом, при должном обращении данный прибор требует минимального обслуживания. Не эксплуатируйте прибор в грязных или пыльных местах.
- Если внешняя часть ванны загрязнится, ее можно очистить влажной тканью со слабым очищающим средством. Не очищайте поверхности прибора агрессивными химикатами — они могут повредить краску.
- Периодически проверяйте уровень жидкости в ванне, чтобы убедиться, что он не понизился. Понижение уровня жидкости влияет на стабильность ванны. Изменение уровня рабочей жидкости зависит от нескольких факторов, характерных для конкретных условий эксплуатации оборудования. График обслуживания не может учитывать всех условий. Поэтому проверять ванну нужно еженедельно и при необходимости выполнять ее настройку.
- Срок службы теплоносителя зависит от его типа и условий использования. Рабочую жидкость следует проверять не реже одного раза в месяц в течение первого года использования. В дальнейшем это надо делать регулярно. Эта проверка необходима для того, чтобы знать, что ванна работает с чистой, пригодной жидкостью. Потеря эксплуатационных качеств некоторыми рабочими жидкостями чревата скорой поломкой. Особое внимание следует уделять вязкости рабочей жидкости. Существенное изменение вязкости может означать, что жидкость загрязнена, использовалась при температурах за пределами рабочего температурного диапазона, содержит частицы льда или близка к химическому распаду. Как только данные будут получены, следует составить расписание регламентных работ для прибора. Изучите раздел 9 "Общие указания по эксплуатации", в котором содержатся более

подробные сведения о рабочих жидкостях разных типов, используемых в калибровочных ваннах.

- В зависимости от чистоты окружающей среды, внутренние части (части только за передней крышкой) охлаждаемой ванны необходимо ежемесячно проверять и/или очищать от пыли и грязи. Особое внимание следует уделять ребрам охлаждающего теплообменника. Ребра необходимо регулярно очищать при помощи пылесоса или щетки от пыли и грязи. Пыль и грязь ухудшают работу охлаждающего теплообменника, что негативно сказывается на производительности и сроке службы системы охлаждения.
- Если на прибор или внутрь него попало опасное вещество, пользователь должен принять соответствующие меры для обезвреживания согласно государственным требованиям, предъявляемым к такому материалу. Паспорта безопасности химикатов (MSDS) всех жидкостей, используемых в калибровочной ванне, следует всегда держать под рукой, поблизости от прибора.
- При повреждении шнура питания, замените его шнуром соответствующей ванне мощности. При возникновении любых вопросов обращайтесь в авторизованный сервисный центр.
- Перед применением чистящих или обеззараживающих средств, за исключением рекомендованных Hart, пользователи должны проконсультироваться в авторизованном сервисном центре, чтобы убедиться, что данные меры не повредят прибор.
- Если прибор используется не так, как предусмотрено конструкцией оборудования, функциональность ванны может быть нарушена или может возникнуть угроза безопасности.
- Корректность работы программного предохранителя от перегрева следует проверять каждые 6 месяцев. Чтобы проверить выбранный пользователем предохранитель, проверьте настройки программного предохранителя в соответствии с указаниями (Раздел 10.2). Необходимо проверить как автоматическое, так и ручное срабатывание предохранителя. Установите температуру ванны выше, чем температура, установленная на предохранителе. Значок предохранителя на дисплее должен начать мигать, а температура — снижаться. Примечание: При проверке срабатывания программного предохранителя следите за тем, чтобы температура не превысила предел диапазона рабочих температур используемой жидкости. Превышение температурного предела рабочей жидкости ванны может привести к травмам оператора, повреждению прибора и помещения лаборатории.

Глава 14

Диагностика

В данном разделе приводится информация о поиске и устранении неисправностей, комментарии к СЕ и принципиальная схема. Данная информация имеет отношение к нескольким моделям ванн и некоторые специфические моменты могут не подходить к вашей модели.

14.1 Диагностика

Если прибор работает неправильно, то с помощью данного раздела можно разобраться в причине и устранить неполадку. В данном разделе приведено несколько возможных проблем и способов их решения. В случае возникновения проблемы, внимательно ознакомьтесь с данным разделом, попытайтесь разобраться в проблеме и устранить ее. Если щуп кажется неисправным или вам не удастся решить проблему, обратитесь за помощью в авторизованный сервисный центр (см. Раздел 1.3) Правильно укажите номер модели, серийный номер и значение напряжения прибора.

Проблема	Возможные причины и решения
<p>Ванна не включается и на дисплее нет никаких надписей</p>	<p>Если состояние неисправности сохраняется, то ванна не включится. Ванна должна быть подключена к линии напряжения, по крайней мере, за 2 минуты перед включением электропитания. Это необходимо делать только при первом включении ванны или при перемещении ее в другое место.</p> <p>Если состояние высокого или низкого напряжения продолжается дольше 5 секунд, компрессор отключается от электропитания и на задней панели загорается надпись "Mains Out of Range" (напряжение электросети вне диапазона), указывая на состояние неисправности. Включение произойдет автоматически после устранения неисправности и по истечении 2-минутной задержки.</p> <p>Предельные значения защиты от высокого и низкого напряжения при 115 В перем. тока:</p> <p>Отключение напряжения: $\pm 12,5\%$ (101 – 129 В перем. тока)</p> <p>Включение напряжения: $\pm 7,5\%$ (106 – 124 В перем. тока)</p> <p>Предельные значения защиты от высокого и низкого напряжения при 230 В перем. тока:</p> <p>Отключение напряжения: $\pm 12,5\%$ (203 – 257 В перем. тока)</p> <p>Включение напряжения: $\pm 7,5\%$ (213 – 247 В перем. тока)</p> <p>Дополнительную информацию см. в разделе Предупреждения в начале данного руководства.</p> <p>Проверка линейного напряжения – Если напряжение в сети электропитания слишком мало (90 % от номинального напряжения компрессора), компрессор может быть поврежден. Подключите цифровой вольтметр к настенной линии электропитания, которая обеспечивает питание ванны. Измерьте линейное напряжение в сети под нагрузкой (при включенной ванне). Если напряжение в сети слишком мало или на границе, отсоедините все приборы, подключенные к той же линии. В качестве варианта, подключите ванну к надежной сети электропитания. Если ни один из вариантов невозможен, обратитесь к электрику для прокладки линии качественного электропитания. При необходимости можно проверить работу датчика напряжения, для этого следует открыть крышку отсека электронной аппаратуры. Краткий обзор работы ICM491 см. в разделе Предупреждения в начале данного руководства. Компания Hart не рекомендует регулировать рабочее напряжение для использования данного прибора. Вместо этого необходимо проконсультироваться с электриком и решить проблему с источником питания.</p>

<p>Светодиод нагревателя светится красным цветом, но температура не повышается</p>	<p>Если на дисплее не отображается "cutout" (отсечка) и правильная температура ванны, рассмотрите следующие варианты:</p> <p>Отсутствует нагрев. Это вызвано срабатыванием предохранителей нагревателя и/или перегоранием нагревателей. Проверьте работоспособность предохранителей нагревателя. Доступ к предохранителям можно получить путем снятия лицевой панели под электронным блоком дисплея. Если предохранители сгорели и после замены продолжают сгорать, причиной этого может быть короткое замыкание нагревателей. Если вы считаете, что нагреватели в состоянии короткого замыкания или перегорели, обратитесь за помощью в авторизованный сервисный центр.</p>
<p>На дисплее контроллера мигает надпись "CUTOUT", а нагреватель не работает</p>	<p>Если на дисплее попеременно отображается надпись "cut-out" и правильная температура ванны, проверьте следующее:</p> <p>Неправильная настройка отсечки. Отсечной предохранитель отключает питание на нагревателях, если температура ванны превышает заданное значение отсечки. Это приводит к тому, что температура ванны снижается до безопасного значения. Если предохранитель работает в режиме "АВТО", нагреватель вновь включается после снижения температуры. Если же установлен режим "RESET", нагреватель возвращается к работе только после того, как температура снизится до приемлемой, а оператор вручную сбросит предохранитель. (См. раздел 10.8.)</p> <p>Убедитесь, что значение температуры срабатывания предохранителя отсечки установлено на 10 или 20 °C ниже максимальной рабочей температуры ванны, а также, что режим работы предохранителя выбран правильно.</p> <p>Непрерывная отсечка. Если отсечной предохранитель срабатывает при температуре, значительно ниже установленной или не сбрасывает при понижении температуры ванны или при ручном сбросе, это свидетельствует о неисправности цепи предохранителя. Попробуйте выполнить последовательность заводского сброса, описанную ниже.</p> <p>Последовательность заводского сброса - Во время включения устройства нажмите и удерживайте кнопки "SET" и "EXIT". На приборе отображается "init", номер модели и версия прошивки. Все параметры контроллера и постоянные калибровки должны быть перепрограммированы. Значения параметров можно найти в Протоколе испытаний, который поставляется вместе с прибором.</p>

<p>На дисплее попеременно мигают надпись "CUTOUT" и некорректная рабочая температура</p>	<p>Батарея разряжена. Могут быть проблемы с батареей поддержания памяти. Если напряжение батареи недостаточно для поддержания работоспособности памяти, данные могут быть повреждены, что вызовет проблемы. Произошедший неподалеку мощный статический разряд также может повлиять на хранимые в памяти данные. Доступ к батарее можно получить путем снятия L-образной панели, закрывающей электронный блок дисплея.</p> <p>Повреждение памяти контроллера. Если после замены батареи проблема возникает снова, иницилируйте память путем выполнения последовательности заводского сброса (описана в предыдущем решении).</p>
<p>Контроллер отображает неправильную температуру и ванна постоянно нагревается или охлаждается, независимо от заданного значения</p>	<p>Неисправный управляющий щуп. Управляющий щуп ванны может отсоединиться, сгореть или закоротиться. Сначала проверьте, что датчик правильно подключен к разъему J2 на аналоговой плате.</p> <p>Разрыв или короткое замыкание в датчике можно найти при помощи омметра.</p> <p>Датчик является 4-проводным платиновым терморезистором Din 43760. Сопротивление разъема датчика между контактами 1 и 3 должно быть равно 9,4 кОм, между контактами 3 и 4 — 3,2 кОм, между контактами 1 и 4 — 12,4 кОм, на контакте 2 ток отсутствует.</p> <p>Повреждение памяти контроллера. Иницилируйте память путем выполнения последовательности заводского сброса (описана в предыдущем решении).</p>
<p>Контроллер поддерживает или пытается поддерживать неточную температуру</p>	<p>Если контроллер работает нормально, но температура ванны не соответствует температуре, измеренной контрольным термометром пользователя в пределах точности, рассмотрите следующие варианты:</p> <p>Неверные параметры. Убедитесь, что калибровочные параметры выставлены в полном соответствии с Протоколом испытаний. Если все в порядке, перепрограммируйте постоянные. Если контроллер не сохраняет правильные параметры, это может быть вызвано слабым зарядом батареи резервного питания памяти и ошибками в данных. См. "Низкое напряжение батареи" в предыдущем решении.</p> <p>Низкая однородность. Существует фактическая разность между показаниями управляющего щупа ванны и контрольного термометра из-за избыточных градиентов в ванне. Убедитесь, что в ванне имеется достаточное количество рабочей жидкости и что перемешиватель работает нормально. Убедитесь, что контрольный термометр и управляющий щуп полностью погружены в ванну. Это минимизирует ошибки из-за разброса температур.</p> <p>Неисправный управляющий щуп. Убедитесь, что датчик контроллера не погнут, не подвергался ударам и не поврежден. См. проверку сопротивления щупа в предыдущем решении.</p>

<p>Контроллер показывает, что он управляет при надлежащей температуре, но температура ванны неустойчива</p>	<p>Если ванна не достигает требуемой стабильности температуры при измерении с помощью термометра, рассмотрите следующие варианты:</p> <p>Неверный диапазон пропорциональности. Если диапазон пропорциональности слишком узкий, температура ванны будет колебаться и приводить к ухудшению стабильности. В этом случае расширьте диапазон.</p> <p>Если диапазон пропорциональности слишком широк, может быть затронута долгосрочная стабильность ванны. В этом случае следует уменьшить ширину диапазона. (См. раздел 9.7.)</p> <p>Слишком вязкая жидкость в ванне. Убедитесь, что вязкость используемой рабочей жидкости меньше 50 сантистокс (в идеале 10) при рабочей температуре ванны. Проверьте спецификации изготовителя жидкости.</p> <p>Необходимо регулярно заменять жидкость в ванне, а также в тех случаях, когда она меняет цвет или становится слишком вязкой.</p> <p>Неисправный управляющий щуп. Убедитесь, что датчик контроллера не погнут, не подвергался ударам и не поврежден. См. проверку сопротивления щупа в предыдущем решении.</p>
<p>Контроллер поочередно то нагревается, то охлаждается</p>	<p>Неверный диапазон пропорциональности. Если установленный диапазон пропорциональности слишком узкий, ванна будет колебаться между слишком сильным нагревом и охлаждением, что приведет к нестабильности. Увеличивайте ширину диапазона пропорциональности до тех пор, пока не стабилизируется температура. (См. раздел 9.7.)</p>
<p>При охлаждении ванна не достигает заданных температур</p>	<p>Недостаточное охлаждение. Это может быть вызвано недостаточным количеством хладагента из-за утечки в системе. См. раздел 12, "Инструкции по заправке".</p>
<p>Контроллер не запоминает настроек или настройки сбрасываются всякий раз при отключении электропитания</p>	<p>Примечание: Перед выполнением проверки памяти необходимо записать калибровочные параметры контроллера (они находятся в меню CAL прибора), а также все пользовательские настройки (например, программируемые пороговые значения или предел пропорциональности).</p> <p>Проверка памяти</p> <p>Выполнение проверки памяти — это простейший способ проверить способность батареи поддерживать настройки контроллера.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выключите прибор. 2. Отсоедините прибор от сети переменного тока на 10 секунд. 3. Подсоедините прибор к сети переменного тока и вновь включите его. 4. Если на дисплее отображается надпись InIT и/или показания счетчика с каким-либо малым числом, например, 0002, батарею необходимо заменить. За помощью обращайтесь в авторизованный сервисный центр. 5. После замены батареи необходимо заново ввести в контроллер калибровочные и пользовательские параметры.

14.2 Комментарии

14.2.1 Директива по электромагнитной совместимости

Оборудование компании Hart Scientific протестировано на предмет соответствия Директиве по электромагнитной совместимости (Директива EMC, 89/336/ЕЕС). Все стандарты, на соответствие которым был протестирован ваш прибор, указаны в декларации о соответствии.

14.2.2 Директива по низковольтным устройствам (Безопасность)

С целью соответствия европейскому стандарту «Директива о низковольтном оборудовании» (73/23/ЕЕС), оборудование, изготовленное компанией Hart Scientific, разработано таким образом, чтобы соответствовать стандартам IEC 1010-1 (EN61010-1) и IEC 1010-2-010 (EN 61010-2-010).